

## پیش‌بینی موفقیت تجاری‌سازی ایده‌های نوآورانه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی؛ مطالعه موردی مخترعان و نوآوران استان یزد

سید حبیب اله میرغفوری<sup>۱</sup>، زهرا صادقی آرانی<sup>۲\*</sup>، احمد جعفرنژاد<sup>۳</sup>

۱- دانشیار مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد

۲- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه تهران و مدرس دانشگاه

۳- استاد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

### چکیده

اگر چه یافته‌های بشری در ارتقاء کیفیت زندگی و توسعه سطح رفاه جامعه و توسعه اقتصادی و اجتماعی نقش به‌سزایی ایفا می‌کند اما این یافته‌ها تا زمانی که جنبه کاربردی پیدا نکرده و به بازار عرضه نشوند یا در دسترس متقاضیان قرار نگیرند از اهمیت لازم برخوردار نبوده و نمی‌توانند هزینه‌های تحقیق را جبران کند. شواهد متعدد از سراسر دنیا حاکی از این است که هر چند تعداد کثیری از تحقیقات از نظر فنی موفق بوده‌اند، اما تنها درصد اندکی از آنها در زمینه تجاری‌سازی به موفقیت دست یافته‌اند که این امر نشان دهنده پیچیدگی فرآیند تجاری‌سازی است. در این راستا، شناسایی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی این ایده‌ها و پیش‌بینی احتمال موفقیت آن‌ها می‌تواند مخترعین و نوآوران را در تجاری‌سازی یاری رساند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی اقدامات نوآورانه و پیش‌بینی موفقیت آن‌ها در استان یزد انجام گرفته است. در این راستا، ابتدا متغیرهای مؤثر بر تجاری‌سازی اختراعات و ابتکارات شناسایی شده و سپس بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی احتمال موفقیت این اختراعات ارائه گردیده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که متغیرهای جمعیت‌شناختی، عوامل فردی- شخصی، فنی- فناوریانه، بازار، مالی و اداری- قانونی بر موفقیت تجاری‌سازی تأثیرگذارند. همچنین در میان مدل‌های اجرا شده، مدل پرسپترون چندلایه (MLP) همراه با الگوریتم پس انتشار خطا (EBP) با ۲ لایه پنهان با تابع محرک سیگموئید در لایه‌های پنهان و تابع محرک خطی در لایه خارجی هم در درصد جواب صحیح و هم در سایر معیارهای کارایی از وضعیت بهتری برخوردار است.

کلیدواژه‌ها: اقدامات تجاری نوآورانه، شبکه‌های عصبی مصنوعی، نوآوران و مخترعین استان یزد

### ۱- مقدمه<sup>۱</sup>

بلکه اطمینان از کاربرد دانش به‌گونه‌ای که جامعه بتواند از منافع سرمایه‌گذاری در تحقیقات بهره‌برداری نماید به‌عنوان حلقه نهایی مدیریت دانش الزامی به نظر می‌رسد [۲]. امروزه مراکز تحقیقاتی تحت فشار سازمان‌ها و دستگاه‌های دولتی قرار گرفته‌اند تا از طریق تجاری‌سازی تحقیقات نوآورانه، هزینه‌های مالی خود را تأمین کنند [۳]. ایجاد بستری برای تجاری‌سازی یافته‌های تحقیقاتی و عرضه دانش به بازار و جامعه، علاوه بر فراهم آوردن ارزش‌های اقتصادی قابل توجه برای سازمان‌های تحقیقاتی، منجر به رشد

اگرچه از دانش به‌عنوان نیروی محرک رشد اقتصادی و عامل افزایش بهره‌وری یاد می‌شود اما این اهمیت هنگامی آشکار می‌گردد که دانش تولید شده تجاری شده و در عرصه تولیدات و خدمات به کار گرفته شود [۱]. به‌همین دلیل است که امروزه ذخیره‌سازی دانش به تنهایی راضی‌کننده نبوده،

\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Sadeqi\_z\_a@yahoo.com

۱- این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است که با عنوان "پیش‌بینی موفقیت تجاری‌سازی ایده‌های نوآورانه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: مخترعان و مبتکران استان یزد)" و با حمایت مالی دانشگاه یزد انجام گرفته است.

ارائه مدلی برای پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه مخترعان و نوآوران استان یزد بر اساس تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی انجام گرفته است. از این روش در برخی از تحقیقات پیشین به منظور بررسی عملکرد و نتایج و همچنین پیش‌بینی موفقیت نوآوری استفاده شده است [۸-۱۱]. در این راستا، پس از استخراج عوامل از منابع و انجام آزمون‌های فرض، عوامل مؤثر در قالب مؤلفه‌های تجاری‌سازی و متغیرهای جمعیت‌شناختی شناسایی شده‌اند. در نهایت نیز، با استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی مدل مناسب با بیشترین کارایی برای پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه ارائه گردیده است.

## ۲- مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱ تجاری‌سازی

در منابع تجاری‌سازی<sup>۱</sup> دانش، تعاریف متفاوتی از تجاری‌سازی ارائه شده است. تجاری‌سازی در فرهنگ لغات هریتج<sup>۲</sup> به معنای کاربرد روش‌های کسب و کار به‌منظور سودآوری آمده است. از دیدگاه چیسو و پیکالیچ<sup>۳</sup> [۱۲] تجاری‌سازی فرآیند انتقال و تبدیل دانش تولید شده در مراکز تحقیقاتی به انواع فعالیت‌های تجاری به‌شمار می‌رود. فرآیند تبدیل چیزی به فعالیت تجاری و معرفی یک محصول یا خدمت در بازار برای کسب سود نیز از جمله تعاریف دیگری است که برای تجاری‌سازی ارائه شده است. ریمر<sup>۴</sup> و همکارانش [۱۳] تجاری‌سازی را فرآیند تبدیل فناوری به محصولات موفق اقتصادی می‌داند. تجاری‌سازی فرآیندی که دانش تولید شده را به محصولات قابل عرضه در بازار تبدیل می‌کند [۱۴]. اسپیلینگ<sup>۵</sup> تجاری‌سازی را فرآیند تبدیل دگرگونی دانش نظری موجود در قالب برخی از فعالیت‌های اقتصادی تعریف کرده است [۱۵].

در یک تحقیق کیفی پیرامون تأثیر رویکرد تجاری‌سازی بر ارزش‌های سنتی دانشگاه توسط عباسی و همکاران [۱۶]

فنی و اقتصادی و افزایش رفاه جامعه می‌شود. اهمیت این مطلب باعث شده است تا مطالعات و پژوهش‌های فراوانی در مورد تجاری‌سازی و به‌بازاررسانی در مؤسسات مختلف انجام شود [۴]. این موضوع به ویژه در سازمان‌های تحقیقاتی خصوصی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که این سازمان‌ها برای دستیابی به استقلال اقتصادی و تأمین منابع مالی مورد نیاز خود نیازمند تحصیل درآمد هستند. از این رو تجاری‌سازی محصول و عواید حاصل از آن می‌تواند منابع مالی لازم را برای استمرار حیات این سازمان‌ها فراهم آورد. در سازمان‌های تحقیقاتی نیز بدون تجاری‌سازی یک دستاورد محصول، تحقیقات معنایی ندارد. زیرا بدون دستیابی به مشتریان خاص یک محصول، تولید یا انجام آزمایش، در مورد یک ایده بی‌فایده خواهد بود [۵]. اهمیت این موضوع موجب شده بود تا سیاست‌گذاران در کشور نیز در تنظیم و تصویب برنامه چهارم توسعه، مقوله تجاری‌سازی را مد نظر قرار دهند و در برخی مواد فصل چهارم (توسعه مبتنی بر دانایی) دولت را مکلف کنند تا زمینه‌های گسترش نقش بخش خصوصی در این قلمرو از طریق سازوکارهای لازم را فراهم کند [۶]. اما علی‌رغم پذیرش موضوع تجاری‌سازی از سوی محققان و ثبت اختراعات بی‌شمار، در مرحله تجاری‌سازی این اختراعات و ابتکارات، تلاش‌های دانشمندان و محققان با شکست مواجه می‌شود [۷].

امروزه، پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه و ارزیابی پتانسیل این اقدامات برای تجاری‌سازی از دغدغه‌های مهم مخترعین و مسئولین می‌باشد. از طرفی، پیچیدگی‌های فرآیند تجاری‌سازی، پیش‌بینی احتمال موفقیت آن را مشکل می‌سازد. در این میان، وجود مدلی که بتواند با توجه به پیچیدگی‌های فرآیند، پیش‌بینی آن‌را با کارایی مناسب انجام دهد از اهمیت بالایی برخوردار است. تحقیقات نشان داده که شبکه‌های عصبی مصنوعی، تکنیکی است که با توجه به ویژگی‌های پیچیده انسانی ایجاد شده و می‌تواند در این شرایط عدم اطمینان پیش‌بینی را با کارایی مناسب انجام دهد. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی و شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت نوآوران در تجاری‌سازی ابتکارات و اختراعات و

1- Commercialization  
2- Heritech  
3- Chiesa, & Piccaluga  
4- Reamer  
5- Spilling

چیزی به نام نوآوری و فناوری وجود نخواهد داشت و چهارم هدف از اجرای این فرایند، سودرسانی معنوی و مادی به سرمایه‌گذاران نوآوری فناورانه و نیز کل جامعه است.

تجاری‌سازی فناوری، فرایندی پیچیده و متأثر از عوامل متعددی است، فناوری، کسب و کار، اجتماعی، سیاسی، تاریخی و... است. عواملی که هر کدام می‌تواند از یک سو عامل موفقیت تجاری‌سازی باشد و از سوی دیگر مانع موفقیت آن شوند [۲۰]. به‌طور کلی، عوامل رشد و موفقیت تجاری‌سازی را در سه لایه‌ی بینش‌ها، سیاست‌ها و زیرساخت‌ها (عوامل فنی و بازار) و خدمات می‌توان تقسیم‌بندی کرد [۱۸]. در بسیاری از موارد بینش‌های مردم مسیر تجاری‌سازی فناوری را تنگ و باریک کرده و موانع و چالش‌های متعددی را پیش روی تولید ثروت به وجود آورده است. تجربه نشان داده است که تغییر سیاست‌های علم و فناوری در کشورهای مختلف، یک جهش ناگهانی را در توسعه فناوری آن کشورها به دنبال داشته است. سیاست‌گذاری مناسب می‌تواند در تغییر سریع‌تر بینش‌ها نیز گره‌گشا باشد [۱۸].

بازار به‌عنوان مهم‌ترین عامل در به نتیجه رسیدن فرایند تجاری‌سازی فناوری، می‌تواند به تنهایی باعث موفقیت و شکست کل زنجیره تجاری‌سازی فناوری شود. در صورت وجود بازار، بررسی راه‌های مختلف برای فتح و ورود به آن، همچنین نحوه تعامل با بازیگران فعلی بازار، حیاتی است، و گرنه بازار باید خلق شود که آن هم مستلزم وجود سازوکارهایی برای ایجاد تقاضا و نیاز جدید است [۲۱، ۱۷ و ۲۲].

از منظر رولی و مارتین برخی دیگر از مهم‌ترین مشکلات تجاری‌سازی فناوری عبارت‌اند از [۲۰].

- کم‌رنگ بودن مشارکت محققان در ایجاد ارتباط بازار و محیط تولید؛
- تجاری‌کردن فناوری، نیازمند توسعه و انتظار برای دریافت پول است و این فرایند دشوار در عین حال طولانی است؛

صورت گرفته از یک نظرسنجی برای یافتن تعریف تجاری‌سازی در ایران بهره برده شده است. در این نظرسنجی ۵۰ درصد از مصاحبه‌شوندگان معتقد بودند که منظور از تجاری‌سازی، انتقال دانش جدید، اثبات یک مفهوم یا فناوری و کاربرد آن در محیط اقتصادی است. به زعم آنان هدف اصلی تجاری‌سازی انتقال دانش است. ۳۰ درصد از مصاحبه‌شوندگان، تجاری‌سازی را انتقال دانش دارای پتانسیل خرید و فروش، به محیط اقتصادی با هدف درآمدزایی تعریف نموده‌اند. در مقابل ۲۰ درصد معتقد بوده‌اند که در رویکرد تجاری‌سازی، برخلاف جامعه ایران بحث اصلی تنها درآمدزایی نیست؛ بلکه هدف اصلی سرریز دانش در یک محیط کارآفرین است.

برخی تجاری‌سازی را انتقال دانش فناوری از یک فرد یا گروه به فرد یا گروهی دیگر به منظور به‌کارگیری آن در سیستم، فرآیند، محصول و یا یک روش انجام کار، تعریف نموده‌اند [۱۷]. تجاری‌سازی فناوری خلق محصول، خدمت یا فرایندی جدید و مبتنی بر رفع تقاضای موجود یا ایجاد تقاضای جدید و رفع آن مستلزم تلاش مستمر در راه تبدیل نتایج به محصولات و خدمات جدید و بازاریابی موفق آنهاست [۱۸]. به نظر کارل دیچر<sup>۱</sup> [۱۹] تجاری‌سازی تحقیق فرایندی است که از تمام فرصت‌های ممکن استفاده می‌کند تا بتواند فواید ایجاد شده توسط نوآریشان را به دست آورند. در این تعریف تجاری‌سازی چند نکته قابل توجه وجود دارد. نخست عمل تجاری‌سازی یک فرایند است. به عبارتی دیگر تجاری‌سازی دارای یک ورودی معین است که مسیری را برای رسیدن به یک خروجی طی نموده و در این مسیر در هر ایستگاه، ارزش افزوده‌ای برای آن ایجاد می‌شود. دوم، در این فرآیند از تمامی پتانسیل‌های ممکن استفاده می‌شود. به عبارتی نیروی کار، ساختار سازمانی، قوانین و مقررات، فناوری و هر آنچه که به‌عنوان پتانسیل مطرح می‌شود به‌نوعی درگیر در موضوع تجاری‌سازی خواهد بود. سوم، تجاری‌سازی فناوری بخشی از نوآوری فناورانه است و اگر نوآوری را از پرداختن به ایده تا ورود به بازار در نظر بگیریم بدون تجاری‌سازی قطعاً

هندرسون و رابرتسون<sup>۳</sup> [۲۶] نظام آموزشی و سیستم مشاوره‌ای در بریتانیا را یک عامل مؤثر بر موفقیت اقدامات تجاری برشمرده‌اند.

بر اساس بررسی به‌عمل آمده در یک مطالعه تحقیقی بر روی ساختار، فرایندها، استراتژی‌ها، منابع تخصیص یافته به انتقال فناوری و جنبه‌های سیاسی و فرهنگی مؤثر در انتقال فناوری از مراکز تحقیقاتی بزرگ اروپا به مراکز تجاری این قاره، شش عامل تمرکز بر بازار، فرهنگ سازمانی، مدیریت داخلی و سازمانی، مدیریت حقوق مالکیت فکری، شبکه‌سازی، کارآفرینی و ایجاد کسب و کار جدید را عامل موفقیت این فرایند عنوان کرده است [۲۷]. شری<sup>۴</sup> و همکاران [۲۸] مشکلات دستیابی به منابع مالی مورد نیاز را مهمترین عامل موفقیت اقدامات تجاری جدید و کارآفرینانه معرفی کرده است.

مایکلی و همکارانش<sup>۵</sup> [۲۹] قوانین و مقررات دولتی و اداره و مقررات مالیاتی را مانع اصلی کارآفرینی دانسته‌اند. در مطالعه‌ای که در دانشگاه متروپولیس انگلیستان صورت گرفت مهمترین عوامل اثرگذار بر موفقیت اقدامات تجاری را موانع مالی-اقتصادی، خدمات مشاوره‌ای و سایر کمک‌های فکری، مهارتی و مالی، ریسک بالای کارآفرینانه، اعتماد به توانایی‌های خود، مهارت‌های کارآفرینانه، داشتن یک ایده کارآفرینانه مناسب و آگاهی کافی از بازار منطقه معرفی شدند. در پژوهشی که با هدف تحلیل موانع توسعه کارآفرینی در واحدهای تولیدی گلخانه‌ای در ایران انجام گرفته و نمونه آماری این پژوهش ۱۴۲ نفر از کارآفرینان واحدهای گلخانه‌ای کشور بوده‌اند، نتایج حاصل از تحلیل عاملی داده‌ها نشان داده است که عوامل سیاست‌گذاری، اقتصادی، پشتیبانی، آموزشی، زیرساختی و فرهنگی مهمترین موانع توسعه کارآفرینی و عدم تجاری‌سازی ایده در این واحدهاست [۳۰]. در پژوهش دیگری با عنوان مطالعات جامع کارآفرینی، به بررسی تنگناهای توسعه کارآفرینی پرداخته شده است. در این تحقیق موانع بیرونی و درونی کارآفرینی بررسی شده که بر اساس نتایج این تحقیق مهمترین عوامل بیرونی اثرگذار بر

تجاری‌سازی مستلزم صرف وقت و زمان است و به همین علت هم بیشتر نوآوران شرکت‌ها و کارآفرینان، تحقیق کافی در بازار را انجام نمی‌دهند و به همین دلیل تنها یک ایده از ۳۰۰۰ ایده منجر به موفقیت می‌شود؛

همچنین سون و مون<sup>۱</sup> [۲] برخی از دلایل مشکل بودن تجاری‌سازی فناوری‌های جدید را موارد زیر می‌دانند:

- سیاست‌های مالکیت فکری پیچیده و متناقض؛
- بازارها به ندرت مشخص هستند و به ندرت نیازها و خواسته‌های خود را می‌شناسند؛
- فناوری متغیر بوده و در دسترس نیست؛
- نیاز به تعامل بین محققان و مجریان؛
- فقدان انگیزه برای محققان؛
- محققان، وظایف دیگری نیز دارند
- شرکت‌های R&D به ندرت مدیریت تجاری دارند.

همچنین تحقیقات نشان داده است که موفقیت تجاری‌سازی R&D به عواملی نظیر قابلیت سرمایه‌گذاری خارجی، مالکیت نتایج R&D، مهارت‌های کارآفرینی و برنامه‌ها و سیاست‌های دولت‌ها بستگی دارد [۳ و ۲۳].

همچنین برخی دیگر از عوامل مؤثر بر سرعت تجاری‌سازی فناوری عبارتند از [۲۴]:

- انگیزه‌های حقوقی و مالی برای مخترعان، مؤسسان و کارکنان؛
- در دسترس بودن مهارت‌های علمی باکیفیت بالا و مهارت‌های کسب و کار؛
- اعطای سرمایه مطابق با نیازهای شرکت‌های جدید در هر مرحله از رشد آنها؛
- توانایی پیش‌بینی‌های درازمدت منظم به عنوان پایه‌ای برای تصمیمات مطمئن سرمایه‌گذاری.

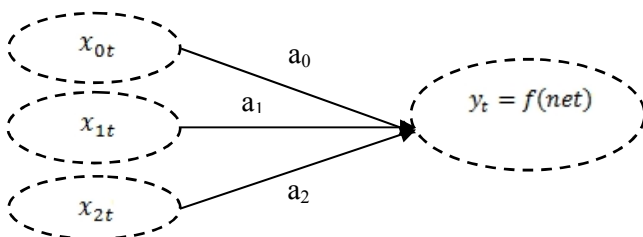
حسین<sup>۲</sup> [۲۵] عوامل مؤثر بر موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه را در صنایع کوچک بنگلادش بررسی کرده و از جمله این عوامل، هزینه‌های دولتی، سیاست‌های تجاری، مشکلات اداری و قانونی و محدودیت‌های مالی را ذکر کرده است.

3- Henderson, R. & Robertson  
4- Shurry, Lomax & Vyakarnam  
5- Michaelis, smith & Richard

1- Sohn & moon  
2- Hossain

خروجی عمل می‌کند و ارزش نرون‌های ورودی را برای محاسبه ارزش نرون خروجی مورد استفاده قرار می‌دهد. شکل ۱ نمایش نموداری استاندارد یک شبکه عصبی را نشان می‌دهد. هر نرون به وسیله یک دایره و ارتباط میان نرون‌ها با یک فلش نشان داده شده است. خروجی  $y$  و ورودی‌ها  $X_1$ ،  $X_2$  و  $X_3$  بردارهای  $n \times 1$  هستند که در آن  $n$  تعداد مشاهدات است. در این مثال اطلاعات منحصرأ از ورودی‌ها به خروجی حرکت می‌کنند، بنابراین، مدل مورد بحث به شبکه عصبی پیش‌خور<sup>۴</sup> معروف است. ارتباط میان یک ورودی و خروجی به وسیله یک وزن  $a$  که بیانگر اهمیت نسبی ورودی مذکور در محاسبه ارزش خروجی است، مشخص می‌شود. به این ترتیب، ارزش نرون خروجی، ورودی مشاهده  $a$ ، از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Net_t = a_0x_{0t} + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} = \sum_{i=0}^2 a_i x_{it}$$



شکل ۱) شبکه عصبی مصنوعی نوعی با دو لایه [۳۲]

سپس نرون خروجی، ارزش به دست آمده را با استفاده از یک تابع تبدیل یا فعال‌سازی (محرک)<sup>۵</sup> که با  $f$  نشان داده می‌شود، پردازش می‌کند. در ساده‌ترین شکل شبکه عصبی پیش‌خور، تابع فعال‌سازی خطی است. برای مثال  $f(x)=x$  ارزش به دست آمده از رابطه زیر و یک تابع فعال‌سازی خطی، خروجی نهایی شبکه برای مشاهده  $t$  را به صورت زیر می‌سازد.

$$y_t = f(Net_t = a_0x_{0t} + a_1x_{1t} + a_2x_{2t}) = a_0x_{0t} + a_1x_{1t} + a_2x_{2t}$$

شبکه‌های عصبی با لایه‌های پنهان که به شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLP) معروف‌اند دارای توانایی‌های بیشتری نسبت به شبکه‌های عصبی دو لایه هستند که علاوه بر لایه‌های ورودی و خروجی دارای لایه‌های پنهان نیز می‌باشند (شکل ۲). واحدهای پنهان بر خلاف واحدهای ورودی و خروجی هیچ

موفقیت اقدامات تجاری قانون کار، قانون تأمین اجتماعی، زیاد بودن نرخ بیمه، قانون مالیات و عوارض، قانون صادرات و واردات، قوانین پولی و بانکی، امنیت اقتصادی و سرمایه‌گذاری، دیوان‌سالاری دولتی و روابط خارجی ایران با سایر کشورها بوده است. همچنین مهمترین عوامل درونی را نیز تهدیدگر بودن آن‌ها و ارائه فرصت‌های کافی به کارکنان برای پیگیری افکار جدید و آموزش لازم در زمینه کارآفرینی دانسته‌اند [۳۱].

## ۲-۲ شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی، یک ابزار محاسباتی الهام گرفته از مغز انسان است. کار بر روی شبکه‌های عصبی مصنوعی یا به‌طور کلی «شبکه‌های عصبی» به‌طور مشخص از سال ۱۹۴۳ توسط مک کلو و پیتز آغاز گردید [۳۲]. از آنجا که هدف هوش مصنوعی، توسعه پارادایم‌ها یا الگوریتم‌های مورد استفاده انسان جهت کاربرد در ماشین است، شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز به عنوان یکی از روش‌های هوش مصنوعی به دنبال تقلید از عملکرد مغز انسان می‌باشد. این شبکه‌ها دارای ویژگی‌هایی می‌باشند که آن‌ها را در برخی از کاربردها مانند تخمین توابع، پیش‌بینی، تشخیص الگو، کنترل، رباتیک و به طور کلی در هر جا که نیاز به یادگیری یک نگاشت خطی و یا غیر خطی باشد، ممتاز می‌نمایند [۳۳]. این شبکه‌ها جزء آن دسته از سیستم‌های پویا قرار دارند که با پردازش داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. به همین خاطر به این سیستم‌ها، هوشمند می‌گویند؛ چرا که بر اساس محاسبات روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند. این سیستم‌های مبتنی بر هوش محاسباتی سعی در مدل‌سازی ساختار نرو-سیناپتیکی<sup>۱</sup> مغز بشر دارند [۳۴].

یک شبکه عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل در لایه‌های مختلف است که اطلاعاتی را برای یکدیگر ارسال می‌کنند. ساده‌ترین شکل شبکه فقط دو لایه دارد، لایه ورودی<sup>۲</sup> و لایه خروجی<sup>۳</sup>. شبکه، شبیه یک سیستم ورودی-

4- Feedforward Neural Network  
5- Transfer or Activation Function

1- Neuro-synaptic  
2- Input layer  
3- Output layer

از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف کسب و کار استفاده شده است که از جمله آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: انتخاب فروشندگان [۳۶]، پیش‌بینی سری‌های زمانی [۳۷]، پیش‌بینی عملکرد سرمایه [۳۸]، پیش‌بینی صادرات [۳۹]، پیش‌بینی قیمت [۴۰]، پیش‌بینی ورشکستگی [۴۱]، پیش‌بینی نرخ‌ارز [۴۲]، پیش‌بینی تقاضا [۴۳] و بررسی رابطه بین خریدار و فروشنده [۴۴].

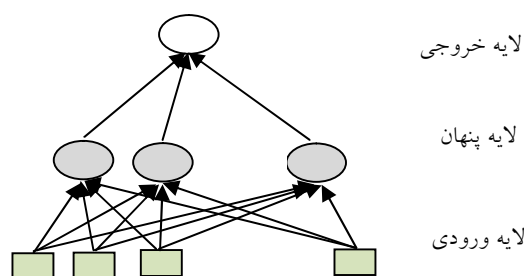
### ۳- سؤالات پژوهش

سؤالات پژوهش که این تحقیق در پی پاسخ به آنهاست به صورت زیر مطرح می‌شود:

- چه عواملی بر موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه مخترعان و مبتکران استان یزد اثرگذار است؟
- چه مدلی می‌تواند برای پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه مخترعان و نوآوران استان یزد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مناسب باشد؟

در پاسخ به سؤال پژوهشی اول، ۱۸ فرضیه مطرح می‌شود که در ۱۳ فرضیه آن تأثیر ۱۳ متغیرهای جمعیت‌شناختی و در ۵ فرضیه دیگر تأثیر عوامل فردی-شخصی، فنی- فناوریانه، بازار، مالی و اداری- قانونی و در بر موفقیت تجاری‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد (جدول ۱). به منظور پاسخ به سؤال پژوهشی دوم نیز مدل‌های مختلف شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از داده‌های موجود آموزش داده شده است تا مدل مناسب با بیشترین صحت و کمترین خطا به دست آید. همانگونه که اشاره شد از این روش برای پیش‌بینی رویدادهای انسانی و اجتماعی و همچنین در برخی از تحقیقات پیشین به منظور بررسی عملکرد و نتایج و همچنین پیش‌بینی موفقیت نوآوری استفاده شده است [۸-۱۱]. در این میان، لازم به ذکر است متغیرهای جمعیت‌شناختی، متغیرهای جامعه‌شناختی مربوط به مخترعین و نوآوران در راستای ایجاد ایده‌های نو و اختراعاتشان بوده در حالی که عوامل فردی به ویژگی‌های شخصیتی فرد با توجه به توانایی و علم وی در راستای تجاری‌سازی دانش اشاره دارد.

مفهومی را نشان نداده و تفسیر یا معنی خاصی ندارند و صرفاً یک نتیجه میانی در فرایند محاسبه ارزش خروجی هستند. واحدهای پنهان شبیه واحدهای خروجی رفتار می‌کنند. برای نمونه، آنها مجموع موزونی از متغیرهای ورودی را محاسبه و سپس با استفاده از یک تابع فعال‌سازی که در بیشتر مواقع لجستیک<sup>۱</sup> است، نتیجه را پردازش می‌کنند. می‌توان ثابت کرد که شبکه‌های عصبی پیش‌خور با یک لایه پنهان، تابع فعال‌سازی لجستیک در لایه پنهان، تابع فعال‌سازی خطی در نرون خروجی و تعداد نرون‌های کافی در لایه پنهان، قادرند هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند [۳۲].



شکل ۲) ساختار نوعی شبکه عصبی با یک لایه پنهان [۳۲]

از جمله ویژگی‌های شبکه‌های عصبی می‌توان به قابلیت یادگیری، قابلیت تعمیم، پردازش موازی و مقاوم بودن، اشاره نمود. تنوع مدل‌های شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های یادگیری آنها، امکان کاربردهای مختلفی را برای آنها فراهم می‌آورد [۳۲]. به منظور موفقیت در انطباق با مسایل دنیای واقعی، باید ابعاد زیادی از جمله مدل شبکه، اندازه شبکه، تابع فعالیت، پارامترهای یادگیری و تعداد نمونه‌های آموزشی را مد نظر قرار داد. شبکه‌های عصبی بر خلاف روش‌های سنتی آماری، به‌ویژه در پیش‌بینی، هیچ پیش‌فرضی در مورد توزیع و یا خواص آماری داده‌ها به عمل نمی‌آورند و از این نظر می‌توانند در عمل کارایی زیادی داشته باشند. ضمن آنکه این شبکه‌ها، در زمره رویکردهای غیر خطی در تدوین مدل‌ها قرار دارند و از این منظر نیز در مواجهه با داده‌هایی که پیچیده و غیر خطی هستند، با دقت بیشتری می‌توانند آنها را در قالب یک مدل مشخص بیان کنند [۳۵].

جدول ۱) عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی ابتکارات و اختراعات

مؤلفه‌ها		عوامل
جنسیت	تعداد طرح‌های تجاری‌سازی شده	فنی
سن	متوسط زمان تجاری‌سازی	
وضعیت تأهل	هدف اصلی مخترع و مبتکر از ثبت ایده	
شغل	استفاده از تسهیلات دولتی در مراحل ثبت ایده و ابتکار، قبل و بعد از آن	
رشته تحصیلی	مکانی که اغلب کارهای تحقیقاتی در آن انجام می‌گیرد	
میزان تحصیلات	متوسط افرادی که در انجام طرح یا اختراع مشارکت داشته‌اند	
	وجود مخترع و نوآور دیگری در خانواده	مدیریتی
	آشنایی کامل مخترع و نوآور با فرایند کسب و کار و تجارت	
	پذیرش ریسک حاصل از شکست تجاری‌سازی محصول توسط مخترع و مبتکر	
	وجود تجارب مستند دیگران در حوزه‌ی تجاری‌سازی محصولاتشان	
	انگیزه‌ی فردی لازم برای تجاری‌سازی محصول	
	عدم وجود شغل دوم و داشتن فرصت کافی برای پی‌گیری فرایند تجاری‌سازی	
	وجود امکانات و زیرساخت‌های نرم‌افزاری لازم برای تجاری‌سازی محصول (مانند نیروی انسانی ماهر، ...)	بازاری
	وجود امکانات و زیرساخت‌های سخت‌افزاری لازم برای تجاری‌سازی محصول (مانند فناوری ساخت، مواد اولیه مورد نیاز و ...)	
	امکان تولید محصول از نظر علمی و فنی در کشور در مقیاس اقتصادی	
	طول عمر مناسب فناوری حاصل از اختراع که مانع از گسترش اختراع می‌شود	
	حمایت یک تیم تحقیقاتی قوی و ماهر برای رفع نواقص احتمالی فنی و علمی اختراع و ایده	
	حمایت یک تیم تحقیقاتی و مشاوره‌ای قوی و ماهر برای حمایت از تجاری‌سازی ایده	
	تعامل بین محققان و مخترعان و مجریان تجاری‌سازی	بازار
	وجود بازار تقاضای مناسب و معین و پایدار	
	آگاهی و شناخت ابزارهای کلیدی و تکنیک‌های لازم برای بازاریابی مؤثر محصول	
	جذابیت محصول از نظر مشتریان و مصرف کنندگان برای خریداری	
	بررسی طرح قبل از ثبت ایده از نظر پتانسیل بازار (مانند حجم تقاضا، رقیبان و شرکای احتمالی و ...)	
	مناسب بودن قیمت محصول تولید شده در مقایسه با محصولات مشابه در بازار	
	قابلیت کاری و عدم پیچیدگی محصول در مقایسه با محصولات مشابه در بازار	قانونی
	توانایی مالی صاحب طرح برای تجاری‌سازی آن	
	حمایت و سرمایه‌گذاری‌های مالی و فکری از سوی دولت و بخش خصوصی برای تجاری‌سازی	
	اعتماد بخش خصوصی به مخترعین جهت خرید امتیاز ایده آن‌ها برای تجاری‌سازی	
	قیمت‌گذاری مناسب از طرف بخش خصوصی جهت خرید امتیاز ایده مخترعین	
	عدم وجود قوانین و آیین‌نامه‌های گسترده و دست و پاگیر اداری جهت تجاری‌سازی و تشکیل بنگاه‌های تولیدی	
	عدم وجود موانع سیاسی مانند تحریم مواد اولیه و فناوری و ...	اداری-فنی
	عدم ترس از افشای ایده و عدم وجود قوانین معتبر حق مالکیت فکری در کشور	
	وجود قوانین جامع و کامل در رابطه با حمایت از مخترعین برای تجاری‌سازی طرح‌ها	
	وجود کلاس‌ها و جلسات آموزشی برای آشنایی با روند تجاری‌سازی و طرح کسب و کار	
	وجود یک پایگاه اطلاع‌رسانی جامع و سراسری اختراعات و ایده‌های ثبت شده برای تشخیص نو بودن طرح	

#### ۴- روش تحقیق و جامعه آماری

نوع پژوهش توصیفی-پیمایشی است. برای جمع‌آوری اطلاعات علاوه بر بهره‌گیری از منابع کتابخانه‌ای هم‌چون کتب، مجلات، و گزارش‌های علمی و پایان‌نامه‌ها، از پرسش‌نامه و مصاحبه به‌عنوان ابزاری جهت کسب دیدگاه‌های مخترعین و نوآوران نیز استفاده شده است. این پرسش‌نامه در

دو قسمت تهیه شده است. قسمت اول این پرسش‌نامه به بررسی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی جامعه آماری مورد نظر می‌پردازد. بررسی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی اختراعات نیز قسمت دوم پرسش‌نامه تحقیق را تشکیل می‌دهد. جامعه آماری این تحقیق شامل مخترعان و نوآوران استان یزد متشکل از ۴۰۰ نفر شامل مخترعین دارای گواهی ثبت اختراع و کارآفرینان معرفی شده توسط اداره کار و امور اجتماعی

محاسبه تحلیل عاملی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نتایج نشان داده که این مقدار برای تمامی مؤلفه‌ها بیش از ۰/۵ به دست آمده که باز هم مؤید روایی پرسش‌نامه‌هاست (جدول ۲). پایایی پرسش‌نامه تحقیق با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۹۳۹ به دست آمده که از حداقل قابل قبول (۰/۶) بیشتر بوده؛ در نتیجه پایایی پرسش‌نامه مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۲) مقدار تحلیل عاملی برای بررسی روایی مولفه‌های پرسشنامه

تحقیق			
ضرب تحلیل	مؤلفه	ضرب تحلیل	مؤلفه
عاملی		عاملی	
۰.۸۵۰	مؤلفه ۱۵	۰.۸۳۳	مؤلفه ۱
۰.۹۵۶	مؤلفه ۱۶	۰.۹۱۴	مؤلفه ۲
۰.۸۰۷	مؤلفه ۱۷	۰.۷۶۷	مؤلفه ۳
۰.۷۷۱	مؤلفه ۱۸	۰.۸۶۵	مؤلفه ۴
۰.۸۷۹	مؤلفه ۱۹	۰.۷۵۲	مؤلفه ۵
۰.۸۵۸	مؤلفه ۲۰	۰.۹۰۷	مؤلفه ۶
۰.۹۰۵	مؤلفه ۲۱	۰.۸۳۸	مؤلفه ۷
۰.۹۳۲	مؤلفه ۲۲	۰.۸۷۳	مؤلفه ۸
۰.۹۶۶	مؤلفه ۲۳	۰.۸۶۶	مؤلفه ۹
۰.۸۱۰	مؤلفه ۲۴	۰.۹۲۰	مؤلفه ۱۰
۰.۹۱۴	مؤلفه ۲۵	۰.۸۲۷	مؤلفه ۱۱
۰.۸۹۲	مؤلفه ۲۶	۰.۸۸۶	مؤلفه ۱۲
۰.۸۷۹	مؤلفه ۲۷	۰.۷۹۳	مؤلفه ۱۳
۰.۹۲۷	مؤلفه ۲۸	۰.۶۹۶	مؤلفه ۱۴

## ۵- نتایج تحقیق

### ۵-۱ آزمون فرضیات تحقیق

تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق در دو قسمت انجام گرفته است. آزمون فرضیات پژوهش و تعیین عوامل تأثیرگذار بر تجاری‌سازی اختراعات قسمت اول این بخش را به خود اختصاص می‌دهد. این قسمت به بررسی تأثیر مؤلفه‌های پرسش‌نامه در قالب ۵ بعد فردی، فنی و فناورانه، بازار، مالی و اداری-قانونی، همچنین بررسی تأثیر متغیرهای جمعیت‌شناختی مخترعین و نوآوران بر تجاری‌سازی بوده است. در قسمت دوم تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز، با استفاده از

استان می‌باشد. به منظور تعیین حجم نمونه، پرسش‌نامه تحقیق در میان یک نمونه مقدماتی<sup>۱</sup> ۳۰ نفری از جامعه آماری توزیع گردیده که انحراف معیار پاسخ آنان ۰/۳۲۲ بوده است. سپس، با استفاده از انحراف معیار به دست آمده از این نمونه و با توجه به فرمول زیر در سطح اطمینان ۹۵ درصد و دقت برآورد ۱۰ درصد، تعداد نمونه‌ی اصلی ۱۱۷ نفر به دست آمده است. محاسبه زیر بیانگر تعیین تعداد حجم نمونه می‌باشند:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha/2}^2 \times \delta^2}{\epsilon^2(N-1) + Z_{\alpha/2}^2 \times \delta^2} \Rightarrow n = \frac{400 \times (1.96)^2 \times 0.322^2}{0.1^2(399) + (1.96)^2 \times 0.322^2} = 117$$

با توجه به آن‌که در اغلب تحقیقات، احتمال عدم برگشت پرسش‌نامه وجود دارد و به منظور تأمین این تعداد نمونه و غنای هرچه بیشتر تحقیق، پرسش‌نامه در اختیار تمامی جامعه آماری قرار گرفت که ۱۲۰ مورد از آن‌ها برگشت داده شده که تعداد نمونه جمع‌آوری شده از حجم نمونه محاسبه شده بیشتر بوده و بنابر این نتایج قابل تعمیم به جامعه است.

به منظور تضمین روایی ابزار جمع‌آوری اطلاعات، مؤلفه‌ها و عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی اختراعات از طریق روش تحقیق اکتشافی و کیفی و با استفاده از مبانی نظری تحقیق و همچنین انجام مصاحبه‌های متعدد و عمیق با جامعه‌ی مخترعان و کارآفرینان استان یزد تدوین گردیده که پس از مصاحبه با صاحب‌نظران و خبرگان، تعدیل و اصلاح شده است. در پایان نیز پرسش‌نامه‌ای در ۲۸ مؤلفه تهیه شده که به‌عنوان ابزار جمع‌آوری اطلاعات تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از مبانی نظری تحقیق و همچنین نظر خبرگان و صاحب‌نظران ضامن روایی پرسش‌نامه‌ی مذکور است. همچنین آزمون‌های فرض انجام گرفته (که در بخش نتایج به آن اشاره می‌شود) تأثیرگذاری متغیرها و مؤلفه‌های شناسایی شده بر تجاری‌سازی اختراعات و نوآوری‌ها در استان یزد را نشان می‌دهد. علاوه بر این، از تحلیل عاملی نیز به‌منظور تشخیص و حذف مؤلفه‌های ناروا بهره برده شده است. در این راستا، پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌های توزیع شده و



در قسمت دوم از آزمون فرضیات تحقیق، به بررسی تأثیر متغیرهای جمعیت‌شناختی مخترعین و نوآوران بر تجاری‌سازی اختراعات پرداخته شده است. در این مرحله استقلال بین متغیرهای جمعیت‌شناختی جنسیت، سن، وضعیت تأهل، میزان تحصیلات، رشته تحصیلی، شغل، وجود مخترع یا نوآور دیگر در خانواده، تعداد طرح‌های تجاری شده، زمان تجاری‌سازی طرح، انگیزه ثبت اختراع، دریافت تسهیلات دولتی، مکان تجاری‌سازی طرح و تعداد همکاران در طرح و متغیر تجاری‌سازی بررسی شده است. با توجه به این‌که متغیر تجاری‌سازی به صورت کیفی ارائه شده (تجاری شده و غیر تجاری شده) و متغیرهای جمعیت‌شناختی نیز کیفی می‌باشد از آزمون استقلال کای دو<sup>۲</sup> برای آزمون فرضیات استفاده می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴) بررسی تأثیر متغیرهای جمعیت‌شناختی بر تجاری‌سازی اختراعات و نوآوری‌های مخترعین و نوآوران استان یزد

نام متغیر	$\chi^2$	sig	نتیجه آزمون
جنسیت	۴/۸۹	۰/۰۲۲	تأیید فرضیه
سن	۳۲/۷۰	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
وضعیت تأهل	۲۵/۶۸	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
میزان تحصیلات	۴/۱۹	۰/۲۴۱	رد فرضیه
رشته تحصیلی	۱۴/۰۶	۰/۰۱۵	تأیید فرضیه
شغل	۲۶/۷۱	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
وجود مخترع دیگر در خانواده	۶/۰۴	۰/۰۲۰	تأیید فرضیه
تعداد طرح‌های تجاری شده	۹۱/۴۲	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
زمان تجاری‌سازی طرح	۷/۲۳	۰/۰۲۷	تأیید فرضیه
انگیزه ثبت اختراع	۲۳/۸۲	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
دریافت تسهیلات دولتی	۶/۱۳	۰/۰۱۳	تأیید فرضیه
مکان تجاری‌سازی طرح	۲۵/۰۸	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
تعداد همکاران در طرح	۲۰/۸۲	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه

نتایج حاصل از آزمون این فرضیات در سطح اطمینان ۹۵ درصد در جدول ۴ آمده است. این نتایج حاکی از آن است که به استثنای متغیر میزان تحصیلات ( $sig > 0.05$ )، بین سایر متغیرهای مورد بررسی و تجاری‌سازی رابطه معنادار وجود دارد.

تکنیک شبکه عصبی مصنوعی مدل مناسبی برای پیش‌بینی احتمال تجاری‌سازی اختراعات ارائه گردیده است.

از آن‌جا که در این تحقیق از طیف لیکرت ۵ تایی به منظور تحلیل داده‌های پرسش‌نامه استفاده شده، فرضیات ۱ تا ۵ برای بررسی تأثیر ابعاد ۵ گانه شناسایی شده است به این صورت که  $\mu \leq 3$  به عنوان فرضیه صفر و  $\mu > 3$  را به عنوان فرضیه یک تعریف شده است. در این راستا و با توجه به حجم بالای نمونه (۱۲۰ نمونه) و قضیه حد مرکزی (تعداد نمونه بیش از ۳۰) توزیع نمونه نرمال بوده و از آزمون پارامتریک t یک نمونه‌ای<sup>۱</sup> که به آزمون t استیودنت معروف است برای آزمون فرضیات ۱ تا ۵ استفاده شده است (جدول ۳).

نتایج آزمون فرضیات ۱ تا ۵ حاکی از آن است که میانگین امتیاز داده شده به تأثیر عوامل فردی-شخصی فنی و فناورانه، بازار، مالی و اداری-قانونی بر تجاری‌سازی اختراعات و نوآوری‌های مخترعین و نوآوران استان یزد بیش از ۴ بوده است. با توجه به آن‌که مقدار بحرانی برای این آزمون با فرض اطمینان ۹۵ درصد و درجه آزادی ۱۱۹ برابر ۱/۶۵ است؛ مقدار مذکور از آماره آزمون (t) به دست آمده در تمامی فرضیات کمتر است در نتیجه فرضیه صفر رد می‌شود. بنابراین، در سطح اطمینان ۹۵ می‌توان گفت «عوامل فردی-شخصی، فنی و فناورانه، بازار، مالی و اداری-قانونی تأثیر معناداری بر تجاری‌سازی اختراعات و نوآوری‌ها مخترعین و نوآوران استان یزد دارند».

جدول ۳) نتایج حاصل از آزمون فرضیات ۱ تا ۵

فرضیه	میانگین	درجه آزادی	آماره آزمون (t)	مقدار معناداری (sig-2tailed)	نتیجه آزمون
عوامل فردی-شخصی	۴/۰۸	۱۱۹	۲۳/۱۴	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
عوامل فنی-فناورانه	۴/۱۵	۱۱۹	۳۳/۳۸	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
عوامل بازار	۴/۱۰	۱۱۹	۲۷/۲۳	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
عوامل مالی	۴/۱۴	۱۱۹	۲۸/۵۸	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه
عوامل اداری-قانونی	۴/۰۸	۱۱۹	۲۷/۱۹	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه

## ۵-۲ تدوین مدل مناسب شبکه عصبی برای پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه

برای طراحی شبکه‌های عصبی، از ترکیب مدل‌های مختلف، تعداد لایه‌های مختلف، تعداد نرون‌های هر لایه، توابع آموزش و انتقال هر لایه، تعداد تکرارهای مختلف، اندازه مجموعه آموزشی و آزمایشی، به صورت آزمون و خطا آزمایش گردیده تا توپولوژی مناسب با حداقل میانگین مجذور خطا، حداکثر ضریب تعیین و حداکثر صحت پیش‌بینی به دست آید. برای این منظور بیش از ۱۰۰ ترکیب با تغییر موارد فوق ایجاد گردیده و هر یک از این توپولوژی‌ها، با ۱۲۰ مورد از داده‌های موجود، آموزش داده شد و مورد آزمون قرار گرفت. در مسائلی از نوع دسته‌بندی، تعداد لایه‌های ورودی برابر تعداد متغیر پیش‌بین یا مستقل است. تعداد متغیرهای پیش‌بین در این مسأله شامل ۱۲ متغیر جمعیت‌شناختی و ۵ عامل مؤثر بر تجاری‌سازی (که در مرحله قبل تأثیر آن‌ها بر متغیر تجاری‌سازی تأیید شد) می‌باشد. بنابراین، در این پژوهش تعداد نرون‌های لایه ورودی ۱۷ می‌باشد. با توجه به اینکه شبکه یک خروجی دارد، تعداد نرون لایه خروجی نیز یک می‌باشد. از ۱۲۰ داده موجود ۶۵ درصد برای آموزش، ۱۰ درصد برای بازآزمایی و ۲۵ درصد از آن‌ها برای آزمون انتخاب شده‌اند.

در طراحی مدل این پژوهش پس از بارها آزمون و خطا از طرق تغییر موارد مذکور و آموزش‌های فراوان، مدل با دو لایه پنهان دارای جواب بهتری بود. نتایج حاصل از ۵ مدل از بهترین مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی موفقیت تجاری‌سازی اقدامات نوآورانه در جدول ۵ آورده شده است. این نتایج علاوه بر درصد صحت جواب حاصل از مدل در مقایسه با نتایج موجود، کارایی مدل را نیز بر اساس میانگین توان دوم خطا (MSE)، مجذور میانگین توان دوم خطا (RMSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAD) و ضریب تعیین ( $R^2$ ) است. در میان این ۵ مورد، مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه (MLP) همراه با الگوریتم پس انتشار خطا (EBP) با ۲ لایه پنهان با تابع محرک سیگموئید در لایه‌های پنهان و تابع محرک خطی در لایه خارجی هم در درصد

جواب صحیح و هم در سایر معیارهای کارایی از وضعیت بهتری برخوردار است. درصد کارایی (صحت جواب) در این مدل ۹۰ درصد، میانگین توان دوم خطا (MSE) ۰/۰۸۱، مجذور میانگین توان دوم خطا (RMSE) ۰/۳۲۷، میانگین قدر مطلق خطا (MAD) ۰/۱۵۹ و ضریب تعیین ( $R^2$ ) ۰/۸۴ بوده است. پس تعداد لایه‌های این شبکه ۴ لایه شامل یک لایه ورودی با ۱۷ نرون، یک لایه خروجی با یک نرون و دو لایه پنهان یا میانی طراحی شده است. توپولوژی مورد نظر در در شکل ۳ آورده شده است.

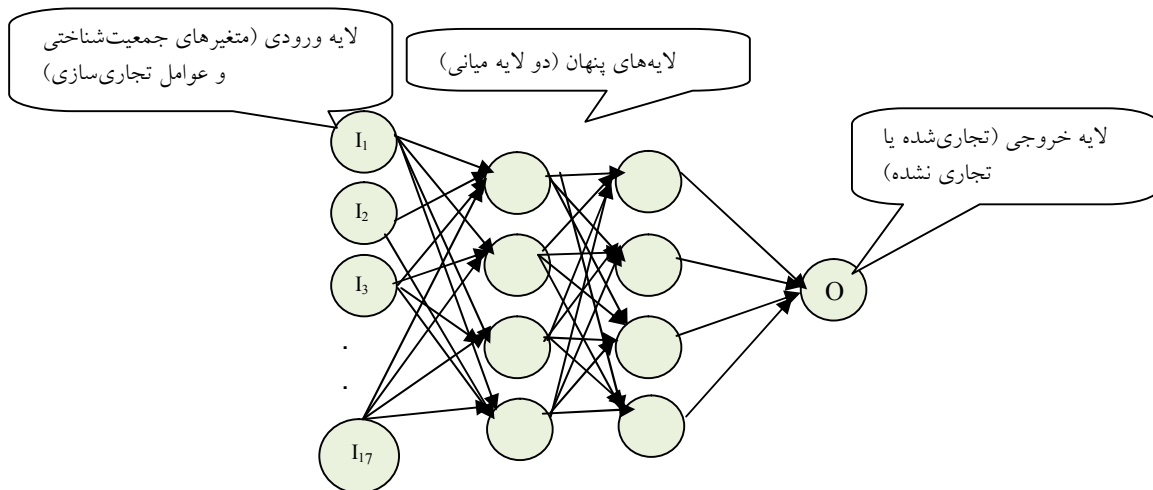
## ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یافته‌ها و نتایج تحقیقات تا هنگامی که در عرصه عمل استقرار نیابند نمی‌توانند منشأ رفاه عمومی و ثروت برای جامعه شوند که این موضوع با تجاری‌سازی تحقق می‌یابد. هر فناوری جدید برای تجاری شدن و رسیدن به بازار، نیازمند حرکت و پیشرفت در یک مسیر پر پیچ و خم، متغیر و پیچیده است. در این راستا، شناسایی عوامل مؤثر بر فرایند تجاری‌سازی می‌تواند مقدمه پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه دارد. مسأله‌ای که بسیاری از کارآفرینان و مخترعین به انجام آن علاقه‌مند هستند. تحقیق در حوزه تجاری‌سازی اختراعات یا پژوهش‌های دانشگاهی و انتقال فناوری یکی از حوزه‌های مورد علاقه محققین در سال‌های اخیر بوده است. این تحقیقات، بیشتر با تأکید بر شناسایی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی و یا شناسایی موانع تجاری‌سازی انجام گرفته است. اما در حوزه پیش‌بینی موفقیت تجاری‌سازی طرح‌های پژوهشی تحقیقات اندکی انجام گرفته است. به طوری که محقق در این حوزه مطالعه خارجی مشاهده نکرده و در داخل نیز تنها می‌توان به پژوهش بندریان [۴۵] با هدف اندازه‌گیری پتانسیل تجاری طرح‌های تحقیقاتی با استفاده از منطق فازی اشاره کند. بر این اساس، پیش‌بینی موفقیت تجاری‌سازی اقدامات نوآورانه مانند اختراعات، ابتکارات و طرح‌های پژوهشی، با استفاده از تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی علاوه بر جدید بودن موضوع، برای فرایند تجاری‌سازی که در شرایط پیچیده و غیر خطی صورت می‌گیرد کارا می‌باشد.

جدول ۵) نتایج حاصل از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی موفقیت تجاری سازی اقدامات نوآورانه

کارایی					نتایج			مدل
R <sup>2</sup>	MAE	NMSE	MSE	درصد جواب درست	بله	خیر		
۰.۷۵۸	۰.۱۷۹	۰.۴۶۴	۰.۱۱۴	۸۴.۶۱	۱۱	۲	بله	TAN-TAN
۰.۷۶۲	۰.۱۸۳	۰.۴۷۳	۰.۱۱۶	۸۲.۳۵	۳	۱۴	خیر	
۰.۷۶۰	۰.۱۸۱	۰.۴۷۰	۰.۱۱۵	۸۲.۳۳	کارایی کل			
۰.۸۱۵	۰.۱۷۴	۰.۳۷۵	۰.۰۹۲	۹۲.۳۰	۱۲	۱	بله	TAN-TAN-TAN
۰.۸۱۴	۰.۱۸۰	۰.۳۸۸	۰.۰۹۵	۸۲.۳۵	۳	۱۴	خیر	
۰.۸۱۴	۰.۱۷۷	۰.۳۸۱	۰.۰۹۳	۸۶.۶۶	کارایی کل			
۰.۸۲۰	۰.۱۴۷	۰.۳۷۴	۰.۰۹۲	۸۴.۶۲	۱۱	۲	بله	SIG-SIG
۰.۸۲۰	۰.۱۵۲	۰.۳۸۴	۰.۰۹۴	۸۸.۲۴	۲	۱۵	خیر	
۰.۸۲۰	۰.۱۴۹	۰.۳۷۹	۰.۰۹۳	۸۶.۶۶	کارایی کل			
۰.۷۹	۰.۱۵۴	۰.۴۱۱	۰.۱۰۱	۹۲.۳۱	۱۲	۱	بله	SIG-SIG-SIG
۰.۷۹	۰.۱۵۷	۰.۴۲۶	۰.۱۰۵	۸۲.۳۵	۳	۱۴	خیر	
۰.۷۹	۰.۱۵۵	۰.۴۱۸	۰.۱۰۳	۸۶.۶۶	کارایی کل			
۰.۸۴	۰.۱۵۶	۰.۳۲۲	۰.۰۷۹	۹۲.۳۱	۱۲	۱	بله	SIG-SIG-LIN
۰.۸۴	۰.۱۶۲	۰.۳۳۳	۰.۰۸۲	۸۸.۲۴	۲	۱۵	خیر	
۰.۸۴	۰.۱۵۹	۰.۳۲۷	۰.۰۸۱	۹۰.۰۰	کارایی کل			

TAN: Hyperbolic Tangent; GIG: Sigmoid; LIN: Linear



شکل ۳) مدل مناسب شبکه عصبی برای پیش‌بینی موفقیت تجاری سازی ایده‌های نوآورانه

مؤثر بر تجاری‌سازی اشاره دارد که در مقایسه با سایر مدل‌های شبکه عصبی کارتر است. با توجه به تأثیر تمامی عوامل مورد بررسی بر تجاری‌سازی ایده‌ها و ابتکارات از دیدگاه مخترعین و نوآوران (تأیید فرضیه‌های ۱ تا ۵)، موارد زیر برای بهبود شرایط تجاری‌سازی ارائه می‌شود:

پیشنهادات ارائه شده که حاصل تحقیق است در دو قسمت ارائه می‌شود: قسمت اول این پیشنهادات به ارائه راه‌کارهای تسهیل تجاری‌سازی اختراعات و ابتکارت نوآورانه با استفاده از نتایج آزمون فرضیات و همچنین گفته‌های مخترعین و نوآوران می‌پردازد. قسمت دوم این پیشنهادات نیز به مدل مناسبی از شبکه‌های عصبی مصنوعی با استفاده از متغیرهای

همانگونه که اشاره گردید پیش‌بینی موفقیت اقدامات تجاری نوآورانه و ارزیابی پتانسیل این اقدامات برای تجاری‌سازی از دغدغه‌های مهم مخترعین و نوآوران و همچنین مسئولین می‌باشد که پیچیدگی‌های فرایند تجاری‌سازی، پیش‌بینی احتمال موفقیت آن را مشکل می‌سازد. در این میان، وجود مدلی که بتواند با توجه به پیچیدگی‌های فرایند، پیش‌بینی آن را با کارایی مناسب انجام دهد از اهمیت بالایی برخوردار است. شبکه‌های عصبی مصنوعی، تکنیکی است که با توجه به ویژگی‌های پیچیده‌ی انسانی ایجاد شده و می‌تواند در این شرایط پیش‌بینی را با کارایی مناسب انجام دهد. از میان مدل‌های متفاوت شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی موفقیت نوآوران در تجاری‌سازی ابتکارات و اختراعات، کاراترین مدل از میان در این مورد با کارایی ۹۰ درصد، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با دو لایه مخفی است که تابع محرک لایه‌های مخفی تابع سیگموئید و تابع محرک لایه خروجی تابع خطی است.

## References

- [1] Drucker, Peter F., 1995, *Managing In A Time Of Great Change*, New York: Truman Talley Books/Dutton.
- [2] Sohn S.Y and Moon, T.H., 2003, "Structural Equation Model For Predicting Technology Commercialization Success Index (TCSI)", *Technological Forecasting & Social Change*, 70(9), pp. 885-899.
- [3] Rasmussen, E., 2008, "Government Instruments To Support The Commercialization Of University Research: Lessons From Canada", *Technovation*, 28(8), pp. 506-517.
- [4] Ghazinoori, S.R., 2005, "Strategies & trends for commercialization & marketing of high technologies case study: Nanotechnology in Iran", *2<sup>nd</sup> Conference on Management of Technology*, Tehran University, Iran.
- [5] بندریان، رضا، ۱۳۸۴، "توانمندسازهای تجاری‌سازی در سازمان‌های تحقیقاتی"، *کنفرانس بین‌المللی مدیریت فرآیند*، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- [6] هاشم‌نیا، شهرام، عمادزاده، مصطفی، صمدی، سعید و ساکتی، پرویز، ۱۳۸۸، "بررسی عوامل مؤثر بر درآمدهای اختصاصی تحقیقات دانشگاهی در دانشگاه‌های صنعتی ایران"، *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۵۲، صص. ۲۱-۱.

- برگزاری کلاس‌های آموزشی به منظور آشنایی کامل ایده‌پردازان و مبتکرین با فرایند کسب و کار و تجاری‌سازی اختراعات در حوزه‌های تأمین مالی، فرایندهای قانونی، ارزیابی بازار تقاضا و ...
- ایجاد بانک اطلاعاتی به منظور مستندسازی تجارب ایده‌پردازان، مخترعین و کارآفرینانی که موفق به تجاری‌سازی محصولاتشان شده‌اند.
- افزایش انگیزه‌های فردی ایده‌پردازان و مبتکرین برای تجاری‌سازی ابتکارات و اختراعاتشان از طریق آشنایی آن‌ها سایر کارآفرینان، و مزایای تجاری‌سازی و ...
- ایجاد امکانات و زیرساخت‌های نرم‌افزاری لازم برای تجاری‌سازی محصول (مانند نیروی انسانی ماهر، ...)
- ایجاد امکانات و زیرساخت‌های سخت‌افزاری لازم برای تجاری‌سازی محصول (مانند فناوری ساخت، مواد اولیه مورد نیاز و ...)
- حمایت یک تیم تحقیقاتی و مشاوره‌ای قوی و ماهر برای رفع نواقص احتمالی فنی و علمی اختراعات
- حمایت یک تیم تحقیقاتی و مشاوره‌ای قوی و ماهر برای حمایت از تجاری‌سازی اختراع
- ایجاد مراکز بین سازمانی برای افزایش تعامل بین محققان و مبتکرین و مجریان تجاری‌سازی
- بررسی طرح قبل از ثبت اختراع و ارائه ایده از نظر پتانسیل بازار (مانند حجم تقاضا، رقیبان و شرکای احتمالی و ...) توسط خبرگان مربوط به بازار
- تدوین و اعمال قوانین و مقرراتی که بخش دولتی و خصوصی را ملزم به انجام حمایت از مخترعین و نوآوران و همچنین سرمایه‌گذاری‌های مالی و معنوی در راستای تجاری‌سازی اختراعات، ایده‌ها و طرح‌ها نماید
- ایجاد اعتماد در بخش خصوصی به منظور قیمت‌گذاری مناسب و خرید امتیاز اختراعات و ایده‌ها و تجاری‌سازی آن‌ها
- حذف قوانین و آیین‌نامه‌های گسترده و دست و پاگیر اداری جهت تجاری‌سازی و تشکیل بنگاه‌های تولیدی
- تدوین و اعمال قوانین معتبر و سختگیرانه حق مالکیت فکری در کشور به منظور جلوگیری از افشای اختراع
- ایجاد یک پایگاه اطلاع‌رسانی جامع و سراسری اختراعات و ایده‌های ثبت شده برای تشخیص نو بودن طرح
- اعطای معافیت‌های مالیاتی به واحدهای تولیدی، صنعتی یا تجاری که به ایجاد بخش تحقیق و توسعه اقدام کرده‌اند.

- [۱۹] جهان‌نیده، محسن و اخوان‌فرد، مسعود، ۱۳۸۴، "تجاری‌سازی نتایج تحقیق"، سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- [۲۰] موسایی، احمد، صدراپی، ساسان و بندریان، رضا، ۱۳۸۷، "مدل فرایند تجاری‌سازی دانش فنی محصولات شیمیایی"، فصلنامه رشد فناوری، ۴(۱۶)، صص. ۱۸-۸.
- [21] Rowley, E. and Martin, P., 2009, *Barriers to the Commercialisation & Utilisation Of Regenerative Medicine In The UK*, EPSRC REMIDI Project, Nottingham University, available from: [www.nottingham.ac.uk/iss](http://www.nottingham.ac.uk/iss).
- [22] Linka, A.N. and Scottb, J.T., 2010, "Government As Entrepreneur: Evaluating The Commercialization Success Of SBIR Projects", *Research Policy*, 39(5), pp. 589-601.
- [23] Chen, Ch.J., 2009, "Technology Commercialization, Incubator And Venture Capital, And New Venture Performance", *Journal Of Business Research*, 62(1), pp. 93-103.
- [۲۴] رادفر، رضا، خمسه، عباس و مدنی، حسام‌الدین، ۱۳۸۸، "تجاری‌سازی فناوری عوامل مؤثر در توسعه فناوری و اقتصاد"، فصلنامه رشد فناوری، ۲۰، صص. ۳۳-۴۰.
- [25] Hossain, N., 1998, *Constraints to SME Development in Bangladesh, Job Opportunities and Business Support (Jobs) Program, Institutional Reform and the Informal Sector (IRIS)*, Maryland, United States, available from: <http://www.iris.umd.edu/download.aspx?ID=580c5484-fe70-4f80-8282-2d906aaa224f>.
- [26] Henderson, R. and Robertson, M., 1999, "Who wants to be an entrepreneur? Young attitudes to entrepreneurship as a career", *Education Training*, 41(5), pp. 236-245.
- [27] Zieminski, J. and Warda, J., 1999, "Paths To Commercialization Of University Research - Collaborative Research", Ottawa: *Conference Board of Canada*, P.9, available from: [www.acst-ccst.gc.ca/comm/rpaper/home\\_e.html](http://www.acst-ccst.gc.ca/comm/rpaper/home_e.html)P.9.
- [28] Shurry, J., Lomax, S. and Vyakarnam, S., 2001, *Household Survey of Entrepreneurship*, IFF Research London .
- [29] Michaelis, C., Smith, K. and Richard, S., 2001, *Regular Survey Of Small Business Option: First Survey- Final Report*, Data Build, Birmingham.
- [۳۰] مرادزادی، همایون، شعبانعلی فعی، حسین، ایروانی، هوشنگ، حسینی، سید محمود و کافی، محسن، ۱۳۸۶، "موانع توسعه کارآفرینی در واحدهای تولیدی گلخانه‌ای در ایران"، فصلنامه علوم کشاورزی ایران، ۳۸(۲)، صص. ۱۷۵-۱۸۴.
- [۳۱] صمد آقایی، جلیل، ۱۳۷۸، *سازمان کارآفرین، چاپ اول*، مرکز آموزش مدیریت دولتی، تهران.
- [۳۲] هاگان، مارتین تی، دیموث، هاروارد بی و بیل، مارک، ۱۳۸۸، *طراحی شبکه‌های عصبی، ترجمه: سید مصطفی کیا، انتشارات کیان رایانه سبز، تهران*.
- [۷] علمی، محمد، ۱۳۸۸، *روش‌های تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی، معاونت توسعه روابط اقتصادی، سازمان توسعه تجارت ایران، گزارش، انتشارات سازمان توسعه تجارت ایران، تهران*.
- [8] Wang, T.Y. and Chien, Sh.Ch., 2006, "Forecasting Innovation Performance Via Neural Networks—A Ase Of Taiwanese Manufacturing Industry", *Technovation*, 26(5-6), pp. 635-643.
- [9] Chen, Y.Sh., James Lin, M.J. and Chang, Ch.H., 2009, "The Positive Effects Of Relationship Learning And Absorptive Capacity On Innovation, Performance And Competitive Advantage In Industrial Markets", *Industrial Marketing Management*, 38, pp. 152-158.
- [10] Chien, Sh.Ch., Wang, T.Y. and Lin, S.L., 2010, "Application Of Neuro-Fuzzy Networks To Forecast Innovation Performance – The Example Of Taiwanese Manufacturing Industry", *Expert Systems With Applications*, 37(2), pp. 1086-1095.
- [11] Yan, Sh. and Wu, M., 2011, Research Of Enterprise Innovation Evaluation Based On Neural Networks Model, *2<sup>nd</sup> IEEE International Conference on Emergency Management And Management Sciences (ICEMMS)*, Beijing.
- [12] Chiesa, V. and Piccaluga, A., 1998, "Transforming Rather Transferring Scientific And Technological Knowledge, The Contribution Of Academic Spin-Out Companies: The Italian Way", In: R. Oakey and W. Doring (Eds), *New Technology Based Firms In The 1990s*, Paul Chapman, London, pp. 15-26.
- [13] Reamer, A., Icerman, L. and Youtie, J., 2003, *Technology Transfer and Commercialization: Their Role in Economic Development*, U.S. Department of Commerce, report, available from: [http://www.eda.gov/PDF/eda\\_ttc.pdf](http://www.eda.gov/PDF/eda_ttc.pdf).
- [14] Yadollahi Farsi, J. and Talebi, K., 2009, "Application of Knowledge Management for Research Commercialization", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, pp. 451-455.
- [۱۵] پورعزت، علی‌اصغر، قلی‌پور، آریین و نندیرخانلو، سمیرا، ۱۳۸۹، تبیین موانع کارآفرینی دانشگاهی و تجاری‌سازی دانش در دانشگاه تهران"، فصلنامه سیاست علوم و فناوری، ۲(۴)، صص. ۷۵-۶۵.
- [۱۶] عباسی، بدری، قلی‌پور، آریین، دلاور، علی و جعفری، پریش، ۱۳۸۸، "تحقیق کیفی پیرامون تأثیر رویکرد تجاری‌سازی بر ارزش‌های سستی دانشگاه"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۲(۲)، صص. ۷۶-۶۳.
- [17] Kumar, V. and Jain, P.K., 2003, "Commercialization Of New Technologies In India: An Empirical Study Of Perceptions Of Technology Institutions", *Technovation*, 23(2), pp. 113-120.
- [۱۸] بحرینی، محمد علی و شادکام، محمدرضا، ۱۳۸۶، *تجاری‌سازی فناوری، یا، چگونگی تولید ثروت از تحقیق و توسعه: به همراه نمونه‌های بومی، تهران: نشر بازتاب*.

- [۳۳] منہاج، محمدباقر، ۱۳۷۹، *مبانی هوش محاسباتی*، ج ۱ و ۲، چاپ اول، نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.
- [۳۴] Hollnagel, E., 1989, *The Reliability Of Expert Systems*, Ellis Horwood Ltd.
- [۳۵] قدیمی، محمدرضا و مشیری، سعید، ۱۳۸۱، "مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۱۲، صص. ۳۳-۱.
- [۳۶] Li, Q., 2003, "An ANN Pruning Algorithm Based Approach To Vendor Selection", *Managerial Auditing Journal*, 18(8), pp. 657-665.
- [۳۷] Ghiassi, M., Saidane, H.D. and Zimbra, K., 2005, "A Dynamic Artificial Neural Network Model For Forecasting Time Series Events", *International Journal Of Forecasting*, 21(2), pp. 341-362.
- [۳۸] Indro, D.C., Jiang, C.X., Patuwo, B.E. and Zhang, G.P., 1999, "Predicting Mutual Fund Performance Using Artificial Neural Networks", *International Journal Management Science*, 27(3), pp. 373-380.
- [۳۹] نجفی، بهالدین و طرازکار، محمدحسن، ۱۳۸۵، "پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی"، *پژوهشنامه بازرگانی*، صص. ۱۹۱-۲۱۴.
- [۴۰] ابریشمی حمید، معینی، علی، مهرآرا، محسن، احقراری، مهدی و سلیمانی‌کیا، فاطمه، ۱۳۸۷، "مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت بنزین با استفاده از شبکه عصبی GMDH"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۱۲، صص. ۳۷-۵۸.
- [۴۱] کمیجان، اکبر و سعادت‌فر، جواد، ۱۳۸۵، "کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس"، *دو فصلنامه جستارهای اقتصادی*، ۳(۶)، صص. ۴۴-۱۱.
- [۴۲] مرزبان حسین، اکبریان، رضا و جواهری، بهنام، ۱۳۸۴، "یک مقایسه بین مدل‌های اقتصادسنجی ساختاری، سری زمانی و شبکه عصبی برای پیش‌بینی نرخ ارز"، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۶۹، صص. ۲۱۶-۱۸۱.
- [۴۳] شرزهای، غلام‌علی، احقراری، مهدی و فخرایی، حسن، ۱۳۸۷، "پیش‌بینی تقاضای آب شهر تهران با استفاده از الگوهای ساختاری، سری‌های زمانی و شبکه عصبی نوع GMDH"، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۴۳(۸۴)، صص. ۱۷۵-۱۵۱.
- [۴۴] حسینعلی شیرازی، محمودآقا، ۱۳۸۵، "کاربرد تکنیک شبکه عصبی برای ارزیابی روابط بین خریدار و فروشنده"، *فصلنامه دانش مدیریت*، ۱۹(۷۳)، صص. ۵۶-۴۱.
- [۴۵] بندریان، رضا، ۱۳۸۷، "اندازه‌گیری پتانسیل تجاری طرح‌های تحقیقاتی با استفاده از منطق فازی"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۱(۱)، صص. ۲۴-۱۵.