

## چکیده

رشد یک شرکت برای دستیابی به اهداف اقتصادی مهم تلقی می‌شود. با توجه به اینکه بسیاری از کسب و کارهای کوچک و متوسط به فرایند رشد نمی‌رسند و در سال‌های اولیه فعالیت خود شکست می‌خورند، یک سیستم پیش‌بینی رشد شرکت‌ها می‌تواند از هزینه‌های هنگفتی که در شروع کسب و کارها، کارآفرینان و شرکت‌ها پرداخت می‌کنند، جلوگیری نماید. بر همین اساس هدف این تحقیق، پیش‌بینی رشد شرکت‌های کوچک و متوسط با ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم‌های فراابتکاری بوده است. هدف این تحقیق کاربردی و بر اساس روش انجام کار توصیفی-مدلسازی بوده است. جامعه آماری این تحقیق کلیه شرکت‌های کوچک و متوسط استان زنجان بوده است. حجم نمونه آماری با توجه به رشد شرکت‌ها، ۱۵۸ شرکت تعیین شده است. به منظور جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق از مصاحبه، پرسشنامه و اسناد و مدارک شرکت‌ها استفاده شده است. روایی و پایایی پرسشنامه به ترتیب به صورت روایی صوری و پایایی آن با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق از روش‌های تحلیل عاملی تأییدی، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که هر سه روش قادر به پیش‌بینی رشد شرکت بوده و در بین این سه روش بهترین روش پیش‌بینی رشد شرکت، شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات با کمترین مقدار خطا نسبت به دو روش دیگر می‌باشد.

کلید واژه:

رشد شرکت، شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم‌های فراابتکاری

## مقدمه

نقش بنگاه‌های کوچک و متوسط برای کشورهای در حال توسعه به دلیل توانایی و پتانسیل آنها برای ایجاد شغل و درآمد مهم است. این شرکت‌ها علاوه بر انعطاف‌پذیری در برابر تقاضاهای نوظهور، قابلیت نوآوری و تغییرات فناوری و سازمانی را دارند (Hashi, & Krasniqi, ۲۰۱۱). مطالعات و پژوهش‌های متعدد انجام شده در کشورهای مختلف نشان دهنده آن است که تعداد زیادی از بنگاه‌های کوچک و متوسط وارد شده در فعالیتهای اقتصادی در سال‌های اولیه فعالیت خود از گردونه کسب و کار خارج می‌شوند. در میان بنگاه‌هایی که توانایی ادامه حیات اقتصادی می‌یابند نیز درصد بسیار اندکی که قریب به ۱۰ درصد از کل را تشکیل می‌دهند، دارای رشدی سریع می‌باشند. این گروه، با آنکه از نظر تعداد و درصد اندک هستند، اما با ویژگی اساسی خود یعنی رشد سریع، توانسته‌اند، درصد بالایی از رشد اشتغال، در بخش معینی از اقتصاد را به خود اختصاص دهند (مرادی‌پور و حسین‌لو، ۱۳۹۰، ۵۵). تئوری‌های رشد شرکت همواره به عنوان عامل مهمی در تکامل ادبیات تجاری در نظر گرفته شده است. تنوع عوامل تأثیرگذار بر رشد شرکت، مشخصه ادبیات مربوط به این حوزه می‌باشد که تلاش دارند توضیحی نسبت به عوامل مؤثر بر رشد شرکت ارائه نمایند (کاردان و همکاران، ۱۳۹۵). سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران، کارآفرینان و محققان به طور سنتی از شرکت‌های با رشد بالا استقبال می‌کنند، چرا که این شرکتها، بازده قابل ملاحظه‌ای برای سرمایه

پیش‌بینی رشد شرکت‌های کوچک و

متوسط با ترکیب شبکه عصبی

مصنوعی و الگوریتم‌های فراابتکاری

حامد ابراهیم‌خانی

دانشجوی دکتری مدیریت- تحقیق در

عملیات، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس

دانشگاهی

Hamed.Ebrahimkhani@mail.um.ac.ir

مصطفی کاظمی (نویسنده مسئول)

استاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد، گروه

مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد

kazemi@um.ac.ir

علیرضا پویا

دانشیار دانشکده علوم اداری و اقتصاد،

گروه مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد

alirezapooya@um.ac.ir

امیر محمد فکور ثقیه

استادیار دانشکده علوم اداری و اقتصاد،

گروه مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد

amf@um.ac.ir

گذاران، توسعه منطقه ای و ایجاد رضایت برای مدیران و کارکنان داشته و به طور قابل توجهی به ایجاد شغل کمک می کنند (Storey et al., ۱۹۸۸). اگرچه بریچ (۱۹۸۷) و سایر اقتصاددانان نشان می دهند که رشد برای موفقیت کارآفرینانه اهمیت دارد، اکثر شرکتها به سه دلیل رشد نمی کنند: آنها در دستیابی به رشد شکست می خورند، آنها ثبات کسب و کار را بر رشد شرکت ترجیح می دهند و صاحبان آنها به درآمد متوسط قانع هستند. در حقیقت، تنها ۳ تا ۵ درصد از کسب و کارها دارای توان بالقوه برای تولید ثروت و شغل هستند (Janczak & Barès, ۲۰۱۰). در مورد رشد شرکتها دو رویکرد متفاوت در نظریهها وجود دارد؛ به این معنی که شرکتها می توانند یا به صورت ارگانیک و بدون وابستگی به سایر شرکتها و یا با کمک سایر شرکتها از طریق فرایند اکتساب رشد کنند (Achtenhagen et al., ۲۰۱۷). در این میان تحقیقات مختلف نشان می دهد که بسیاری از شرکتها ترجیح می دهند که به صورت ارگانیک رشد نمایند (Capron & Mitchell, ۲۰۱۰). در این نوع رشد عوامل مختلفی می تواند باعث رشد یک شرکت و کسب کار شود. بر همین اساس نیز بیشتر محققان بر مدلها و نظریههایی تأکید دارند که بتوانند رشد شرکت را از طریق عوامل موثر بر آن تحلیل کنند. مطالعات بسیاری در مورد رشد شرکتهای کوچک وجود دارد که در آنها رشد شرکت به شکل طبیعی به صورت داخلی فرض می شود. در چنین شرایطی این اعتقاد وجود دارد که رشد از طریق بهره برداری از فرصت های موجود و جدید در بازارهای قدیمی و/ یا جدید با محصولات و خدمات قدیمی و یا جدید به وجود می آید (McKelvie & Wiklund, ۲۰۱۰). رشد یک شرکت نیاز به شرایط مناسب دارد. عوامل مختلف و پیچیده از جمله مدیریت، کنترل، نوآوری، هماهنگی و همکاری می تواند بر رشد یک شرکت تأثیر گذار باشد. از طرفی نیز برخی از تحقیقات نشان می دهند که فرآیند رشد شرکتها تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله سن، اندازه، سطح رقابت میان آنها، سطح سرمایه انسانی موجود، هزینه های تبلیغات، و همچنین هزینه های تحقیق و توسعه قرار دارد (Ebrahimi & Arshadi, ۲۰۱۴).

با توجه به اینکه بسیاری از کسب و کارهای کوچک و متوسط به فرایند رشد نمی رسند و در سالهای اولیه فعالیت خود شکست می خورند، یک سیستم پیش بینی رشد شرکتها می تواند از هزینه های هنگفتی که در شروع کسب و کارها کارآفرینان و شرکتها پرداخت می کنند، جلوگیری نماید. از طرفی این سیستم با پیش بینی نحوه رشد شرکت، کارآفرینان و مدیران کسب و کارها را به تفکر مجدد و اصلاح عوامل موثر بر رشد شرکتها قادر می سازد تا کارآفرینان و مدیران بتوانند در راه رشد شرکت گام های موثرتری بردارند. بر همین اساس نیز این مقاله با در نظر گرفتن مسئله پیش بینی رشد شرکتها به دنبال پیش بینی رشد شرکت های کوچک و متوسط با ترکیب شبکه های عصبی با الگوریتم های فرابتکاری ازدحام ذرات و ژنتیک می باشد. در روش های مرسوم جهت آموزش شبکه های عصبی از الگوریتم پس انتشار و دیگر روش های گرادینانی استفاده میشود. این روش ها در مواردی که شکل تابع غیرخطی و پیچیده باشد، ضعف و ناکارآمدی خود را نشان میدهند. در این مقاله، آموزش شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم PSO و ژنتیک انجام شده و نتایج با هم مقایسه می گردند تا هم بتوان یک سیستم مناسب پیش بینی رشد شرکت را برای مدیران ارائه نمود و هم با استفاده از الگوریتم جدید، کارایی بالاتری برای شبکه های عصبی به وجود آورد.

## ۱. مروری بر ادبیات تحقیق

### ۱.۱. رشد شرکت

بیبو و سالا (۲۰۱۴) اعتقاد دارند هنگامی که از رشد کسب و کار صحبت می شود، چهار نوع رشد بررسی می گردد. اول، رشد مالی که مربوط به گردش مالی، سود، سرمایه، ارزش کسب و کار و سود سهام است؛ دوم، رشد استراتژیک (تغییر در شیوه ای که یک شرکت خود را با محیط خارجی تطبیق می دهد) که با توجه به رشد سهم بازار، حفظ مزیت رقابتی پایدار، رشد شهرت شرکت سنجیده می شود؛ سوم، رشد سازمانی که مربوط به توسعه فرایندها، تغییرات در فرهنگ سازمانی و نگرشها و به معنی رشد کل تعداد کارکنان تمام وقت است؛ و چهارم، رشد ساختاری که نشان دهنده رشد تعدادی از بخش های سازمانی است (Bibu & Sala, ۲۰۱۴). هنرکسون و جانسون (۲۰۱۰) اعتقاد دارند زمانی می توان گفت که یک شرکت رشد سریعی داشته است که هر سال حداقل ۲۰٪ نسبت به سال قبل رشد فروش داشته باشد. در تعریف OECD از رشد شرکت، شرکت هایی دارای رشد تلقی می شوند که حداقل ۱۰ کارمند در شروع دوره داشته باشند و هر سال ۲۰ درصد نسبت به سال شروع، به تعداد کارکنان خود اضافه نمایند (OECD, ۲۰۰۵). بیشتر کارهای تجربی انجام شده در رابطه با رشد، بر یک دوره چهار ساله تمرکز دارند. بعضی از آنها رشد بزرگ را دو برابر اندازه اولیه خود در این دوره تعریف می کنند (Littunen & Tohmo, ۲۰۰۳). در واقع هنوز یک تعریف عمومی و مورد قبول برای رشد وجود ندارد (Janczak & Barès, ۲۰۱۰). برخی از نویسندگان رشد را به افزایش تعداد کارکنان مرتبط می کنند (Storey et al., ۱۹۸۸)، در حالی که برخی رشد شرکت را به رشد فروش و افزایش حجم معاملات ربط می دهند (Nicholls-Nixon, ۲۰۰۵). مورنو و کاسیلاس (۲۰۰۷) رشد را نسبت به صنعتی که شرکت در آن



فعالیت می‌کند، تعریف می‌کنند. بر اساس تعریف این نویسندگان، در یک دوره زمانی چهار ساله یک شرکت با رشد بالا، شرکتی است که رشد بیش از ۱۰۰٪ را به نسبت متوسط صنعت بدست آورد. ویکلاند و شفرد (۲۰۰۳) در مطالعه خود شاخص ترکیبی از تعداد کارکنان و فروش شرکت را برای نشان دادن رشد بکاربرده‌اند. به طور کلی می‌توان گفت که رشد به وسیله افزایش در متغیرهایی نظیر کل نیروی کار، ظرفیت کارخانه، دارایی‌ها، میزان فروش، سود و سهم بازار و همچنین میزان اختراعات ثبت شده به استناد مقایسه وضعیت فعلی سازمان با گذشته آن نشان داده می‌شود (Robbins, ۱۹۹۸). برای آنکه مشخص شود چه زمانی شرکتی رشدیافته محسوب می‌شود، لازم است سنجه مشخصی برای ارزیابی رشدیافتگی تعیین شود. شاخصهای ارائه شده توسط صاحب‌نظران این حوزه را می‌توان در سه گروه کلی تقسیم‌بندی نمود: گروه اول، اندازه سازمان را به عنوان مؤلفه‌ای که می‌تواند نماد رشد شرکت باشد معرفی می‌نند که شاخص اندازه‌گیری آن نیز نرخ استخدام کارکنان خواهد بود از آنجا که داده‌های این محاسبه این شاخص به سادگی گردآوری، تعیین و مقوله‌بندی می‌شوند بسیاری صاحب‌نظران این شاخص را به عنوان سنجه رشد معرفی کرده‌اند. گروه دوم، مؤلفه‌های ارزیابی حسابداری و یا مالی را به عنوان ابزاری برای سنجش رشد شرکتها ارائه می‌دهند و معتقدند که شاخص‌هایی مانند نرخ تغییرات در دارایی‌ها، بازدهی سرمایه-گذارها، سود، درآمد و وجه نقد می‌توانند برای سنجش رشد شرکتها به کار گرفته شوند. گروه سوم، رشد شرکتها را از طریق عملکرد آنها در بازار مورد بررسی قرار می‌دهند و در این زمینه شاخصهایی از قبیل فروش، سهم بازار، ارزش بازار و تعداد مشتریان را مورد استفاده قرار می‌دهند (فرنودی و همکاران، ۱۳۹۶).

## ۲.۱. عوامل موثر بر رشد شرکت

بارینگر و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق خود با روش تحلیل محتوای مطالعات قبلی، لیستی از ویژگی‌های مرتبط با رشد سریع شرکتها تهیه کرده‌اند. آنها در این تحقیق یک مدل مفهومی از ویژگی‌های شرکت‌های دارای رشد سریع در چهار حوزه ویژگی‌های بنیانگذار، ویژگی‌های شرکت، شیوه‌های کسب و کار و شیوه‌های مدیریت منابع انسانی ارائه کرده‌اند. کولومبو و گرلی (۲۰۰۵) در تحقیق خود سرمایه انسانی بنیانگذاران شامل ماهیت آموزش و سابقه کاری قبلی بنیانگذاران را از عوامل موثر بر رشد شرکت می‌دانند. گیلبرت و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود عوامل کلیدی موثر بر رشد شرکتها را در ویژگی‌های کارآفرین، منابع، موقعیت مکانی و جغرافیایی کسب و کار، استراتژی، زمینه صنعت، ساختار و سیستم سازمانی می‌دانند. کانن و مردیت (۲۰۰۷) عوامل موثر بر رشد شرکتها را در خلاقیت، نوآوری، تشخیص فرصت، تصمیم‌گیری، پیشتازی در بازار، برنامه ریزی راهبردی، سازماندهی و رهبری طبقه‌بندی نموده است. نیکتر و گلدمارک (۲۰۰۹) نیز در تحقیق خود، عوامل موثر بر رشد شرکت‌های کوچک را در چهار گروه دسته‌بندی کرده‌اند. این چهار گروه شامل ویژگی‌های مربوط به شخص کارآفرین، ویژگی‌های مربوط به شرکت، عوامل ارتباطی (از قبیل شبکه‌های اجتماعی و زنجیره‌های ارزش) و عوامل زمینه‌ای (مثل محیط تجاری) می‌باشد. لی (۲۰۱۰) در تحقیق خود ویژگی‌های خاص شرکت شامل توانایی ارتقای شایستگی تکنولوژیکی شرکت و دانش تکنولوژیکی اولیه شرکت و همچنین ویژگی‌های خاص صنعت شامل مناسب بودن R&D مربوط به صنعت را از عوامل موثر بر رشد شرکتها می‌داند. رحمان (۲۰۱۱) دسترسی به منابع مالی را به عنوان مهمترین عامل موثر بر رشد شرکت می‌داند. هاشی و کراسنیک (۲۰۱۱) عوامل موثر بر رشد شرکت‌های کوچک و متوسط را در چهار دسته کارآفرینی و فعالیت‌های نوآورانه، ویژگی‌های شرکت و عوامل خارجی موثر بر رشد کسب و کارها دسته‌بندی نموده‌اند. فداهونسی (۲۰۱۲) عوامل کلیدی موثر بر روند رشد شرکت را در چهار دسته کارآفرینی، استراتژی، سازمانی و محیطی طبقه‌بندی کرده و برای هر کدام سنجه‌هایی مشخص نموده است. کراسنیک (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که چهار گروه از عوامل بر روی رشد شرکت تأثیرگذار هستند. این محقق این عوامل را تحت عنوان عوامل مربوط به شرکت، عوامل سرمایه انسانی، استراتژی مدیریت و گرایش به کارآفرین و عوامل مربوط به محیط کسب و کار خارجی دسته‌بندی کرده است. بیبو و سالاه (۲۰۱۴) عوامل موثر بر رشد شرکت را در پنج گروه عوامل مربوط به کارآفرین، عوامل مربوط به مدیریت و تیم مدیریتی، عوامل مربوط به فرایند و تکنولوژی تولید، عوامل مربوط به رهبری کسب و کار و عوامل مربوط به عوامل محیط خارجی طبقه‌بندی کرده است. استوری (۲۰۱۶) عوامل موثر بر رشد شرکتها را در سه گروه طبقه‌بندی کرده است. این سه گروه عوامل مربوط به فرد کارآفرین، عوامل مربوط به شرکت و عوامل مربوط به استراتژی بوده‌اند که هر کدام نیز دارای سنجه‌های متعددی مانند اندازه، سن، موقعیت بازار، تحصیلات، تجربه مدیریتی و حمایت دولت بوده‌اند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، عوامل ارائه شده در تحقیق بارینگر و همکاران (۲۰۰۵) که بر اساس تحلیل محتوای مطالعات قبلی بدست آمده، مدل مناسبی برای بررسی عوامل موثر بر رشد شرکت را نشان می‌دهد، این عوامل با تعدیلاتی در تحقیق رومن و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان داده شده است. جدول (۱) نشان دهنده تحلیل محتوای عوامل موثر بر رشد شرکت می‌باشد.



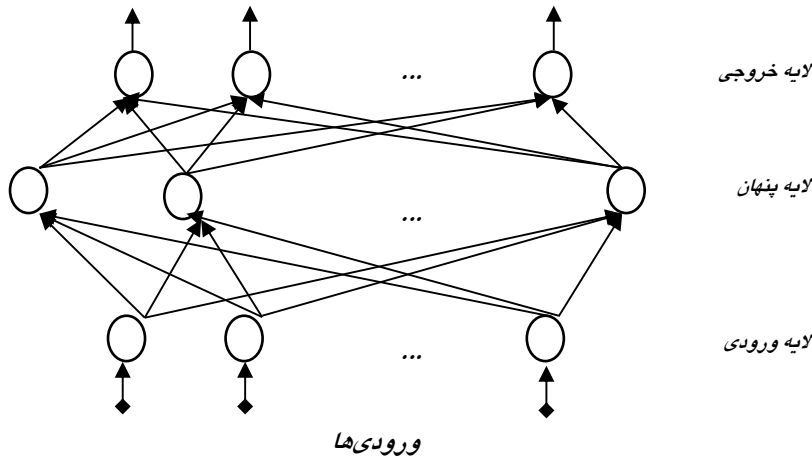
جدول (۱): عوامل موثر بر رشد شرکتها

نماد	محققان	سنجه	سازمه (نماد)
FC <sup>۱</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); MacMillan and Day (۱۹۸۷)	تجربه قبلی در صنعت مربوطه	ویژگی های بنیانگذاران (FC)
FC <sup>۲</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Fadahunsi (۲۰۱۲); Brown (۲۰۰۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); Singer (۱۹۹۵)	تجربه کارآفرینی	
FC <sup>۳</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Ortega et al., (۲۰۱۶); Barringer et al. (۲۰۰۵); Donckels and Lambrecht (۱۹۹۵)	شبکه حرفه‌ای و اجتماعی گسترده	
FC <sup>۴</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Fadahunsi (۲۰۱۲); Barringer et al. (۲۰۰۵); Baum et al. (۲۰۰۱), Doorley and Donovan (۱۹۹۹)	بنیانگذاران تیمی و یا گروهی	
FC <sup>۵</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Fadahunsi (۲۰۱۲); Brown (۲۰۰۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); Sapienza and Grimm (۱۹۹۷)	تحصیلات	
FC <sup>۶</sup>	Fadahunsi (۲۰۱۲)	انگیزه بنیانگذاران	اطلاعات و ویژگی های شرکت (FA)
FA <sup>۱</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Davidsson et al. (۲۰۰۵); Barringer et al. (۲۰۰۵); Sapienza and Grimm (۱۹۹۷)	تعهد نسبت به رشد	
FA <sup>۲</sup>	Fadahunsi (۲۰۱۲)	استراتژی بازاریابی	
FA <sup>۳</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); Barringer and Harrison (۲۰۰۰)	مشارکت بین سازمانی	
FA <sup>۴</sup>	Fadahunsi (۲۰۱۲)	منابع مالی مناسب	
FA <sup>۵</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Kutilovci et al. (۲۰۱۲); Fadahunsi (۲۰۱۲); Barringer et al. (۲۰۰۵); Kolvereid (۱۹۹۲)	برنامه ریزی (استراتژی و مدیریت رشد)	
FA <sup>۶</sup>	Fadahunsi (۲۰۱۲); Barringer et al. (۲۰۰۵); Porter (۱۹۹۸); Almeida and Kogut (۱۹۹۷);	موقعیت جغرافیایی (که جذب دانش از منابع خارجی را تسهیل می کند)	
FA <sup>۷</sup>	Barringer et al. (۲۰۰۵); Duchesneau and Gartner (۱۹۹۰)	تراکم زیاد خریداران	کار (BP) شبوه های کسب و
BP <sup>۱</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); Kim and Mauborgne (۱۹۹۷)	خلق ارزش منحصر به فرد برای مشتریان	
BP <sup>۲</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); Harrison and Taylor (۱۹۹۷)	استفاده از محصول و تکنولوژی جدید	
BP <sup>۳</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Barringer et al. (۲۰۰۵); Delmar et al. (۲۰۰۳); Cohen and Levinthal (۲۰۰۰)	سرمایه گذاری روی نوآوری	
BP <sup>۴</sup>	Román et al., (۲۰۱۷); Cancino et al. (۲۰۱۵)	فعالیت در بازارهای بین المللی	تسهیل (HP) شبوه های مدیریت منابع
HP <sup>۱</sup>	Barringer et al. (۲۰۰۵); Harrison and Taylor (۱۹۹۷)	انتخاب و استخدام نمونه	
HP <sup>۲</sup>	Fadahunsi (۲۰۱۲)	آموزش نیروی انسانی	
HP <sup>۳</sup>	Barringer et al. (۲۰۰۵); Oliver and Anderson (۱۹۹۵)	برنامه های پرداخت در مقابل عملکرد	
HP <sup>۴</sup>	Barringer et al. (۲۰۰۵); Gerhart and Miklovich (۱۹۹۰)	برنامه های اختیار خرید سهام و برنامه های مالکیت سهام توسط کارکنان	
HP <sup>۵</sup>	Barringer et al. (۲۰۰۵)	موقعیت جغرافیایی (که دسترسی به کارکنان واجد شرایط را امکان پذیر می سازد)	کار (BE) محیط کسب و
BE <sup>۱</sup>	Farrokh et al. (۲۰۱۶);	رقابت در محیط کسب و کار	
BE <sup>۲</sup>	Fadahunsi (۲۰۱۲)	تقاضای بازار	
BE <sup>۳</sup>	Farrokh et al. (۲۰۱۶); Abrar-ul-haq et al. (۲۰۱۵)	سیاستها و حمایت های دولتی	
B <sup>۴</sup>	Bouazza et al. (۲۰۱۵)	چارچوب قانونی	

### ۳.۱. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

شبکه های عصبی مصنوعی مدل های ریاضی هستند که نحوه عملکرد مغز انسان را تقلید می کنند و توانایی آنها در استخراج الگوها در داده های مشاهده شده بدون نیاز به داشتن مفروضاتی در مورد روابط بین متغیرهاست (Azadeh et al, ۲۰۱۱). شبکه عصبی مصنوعی به کمک فرآیند یادگیری و با استفاده از پردازشگرهایی بنام نرون تلاش می کند با شناخت روابط ذاتی بین داده ها، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه دهد. لایه یا لایه های مخفی، اطلاعات دریافت شده از لایه ورودی را پردازش کرده و در اختیار لایه خروجی قرار می دهند. هر شبکه با دریافت مثال هایی آموزش می بیند. آموزش فرایندی است که در نهایت منجر به یادگیری می شود. یادگیری شبکه، زمانی انجام می شود که وزن های ارتباطی بین لایه ها چنان تغییر کند که اختلاف بین مقادیر پیش بینی شده و محاسبه شده در حد قابل قبولی باشد. با دست یابی به این شرایط فرایند یادگیری محقق شده است. این وزن ها حافظه و دانش شبکه را بیان می کنند. شبکه عصبی آموزش دیده می تواند برای پیش بینی خروجی های متناسب با مجموعه جدید داده ها بکار رود (Dayhoff, ۱۹۹۰). در بسیاری از مسائل پیچیده ریاضی که به حل معادلات پیچیده غیر خطی منجر می شود، یک شبکه پرسپترون چند لایه می تواند به سادگی با تعریف وزن ها و توابع متناسب مورد استفاده قرار گیرد. در این نوع شبکه ها از یک لایه ورودی جهت اعمال ورودی های مسئله یک لایه پنهان و یک لایه خروجی که نهایتاً پاسخ های مسئله را ارائه می نمایند، استفاده می شود (منهاج، ۱۳۹۵).

یک شبکه عصبی می‌تواند چندین لایه پنهان داشته باشد؛ ولی پژوهش‌های تئوریک انجام گرفته در این زمینه نشان داده‌اند که با داشتن یک لایه پنهان برای این گونه مدل‌ها می‌توان هر تابع پیچیده و غیرخطی را تقریب زد. همچنین نتایج تجربی و عملی نیز این موضوع را تأیید می‌کند (Soltani-Fesaghandis et al., ۲۰۱۷). بنابراین در این مقاله نیز از شبکه عصبی با یک لایه پنهان به صورت شکل (۱) استفاده شده است.



شکل (۱): شبکه عصبی *MLP*

#### ۴.۱. الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک روش بهینه‌سازی عددی است که بر پایه اصول داروین بوده و در آن از وراثتی طبیعی الهام گرفته شده است. این روش با توجه به توانایی‌هایی که دارد، در بسیاری از شاخه‌ها و گرایشهای کاربردی مورد استفاده قرار گرفته است. در حال حاضر این روش قادر به حل طیف وسیعی از مسائل می‌باشد. کارهای انجام شده وسیعی در رابطه با الگوریتم ژنتیک به خصوص در مسائل بهینه‌سازی وجود دارد که همه آنها مبین توانایی این روش در حل مسائل گوناگون بهینه‌سازی می‌باشد (سپهری و همکاران، ۱۳۹۶). الگوریتم ژنتیک جستجو را با جمعیتی از راه‌حل‌های اولیه تصادفی آغاز می‌کند. چنانچه معیارهای توقف برآورد نشود سه عملگر تکثیر، جهش و تقاطع به کار گرفته می‌شود تا جمعیت به روز شود. از آنجایی که نمایش راه‌حلها در این الگوریتم بسیار شبیه به کروموزوم است و همچنین به دلیل شباهت عملگرهای آن به عملگرهای ژنتیکی، روند فوق الگوریتم ژنتیک خوانده می‌شود (Deb & Beyer, ۲۰۰۱).

#### ۵.۱. الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

یکی از این روش‌های تکاملی، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات است که یک الگوریتم مبتنی بر جمعیت بوده و اولین بار توسط ابرهارت و کندی در سال ۱۹۹۵ معرفی گردید (Eberhart & Kennedy, ۱۹۹۵). در تدوین این روش از حرکات جمعی و گروهی ذرات الگوبرداری شده است، هر چند در برخی اوقات این الگوریتم را به اشتباه تحت عنوان الگوریتم پرندگان و یا ماهی‌ها نیز می‌شناسند. این روش یکی از روش‌های موثر در هوش ازدحامی یا هوش گروهی به حساب می‌آید. در ابتدا این الگوریتم به منظور کشف الگوهای حاکم بر پرواز هم‌زمان پرندگان و تغییر ناگهانی مسیر آنها و تغییر شکل بهینه دسته جمعی به کار گرفته شد (کشتکار و طالبی‌زاده، ۱۳۹۶). در این الگوریتم تعدادی از ذرات وجود دارند که در فضای جستجوی تابعی که قصد بهینه کردن آن را داریم پخش شده‌اند. هر ذره تابع مطلوبیت را در موقعیت کنونی خود محاسبه می‌کند. پس از آن با مقایسه اطلاعات محل فعلی‌اش و بهترین محلی که تاکنون در آن قرار گرفته است و همچنین اطلاعات مربوط به بهترین ذرات در جمع، جهتی را برای حرکت انتخاب می‌کند. به این صورت تمامی ذرات جهت حرکت را انتخاب کرده و پس از انجام حرکت، یک مرحله از الگوریتم به پایان می‌رسد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۶). این رفتار شبیه عملکرد مردم در تصمیم‌گیری است جایی که آنها بهترین تجربه پیشین خود و بهترین تجربه سایرین را مد نظر قرار می‌دهند (عمرانی و همکاران، ۱۳۹۵). این روند تا زمانی که جواب مورد نظر بدست آید، ادامه می‌یابد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۶). تحقیقات مختلف انجام شده مانند تحقیق ژو و همکاران (۲۰۱۱)، با این روش نشان می‌دهند که این روش دارای کارایی محاسباتی بالایی بوده است.



## ۰۲ روش و ابزار

این تحقیق بر اساس هدف کاربردی و بر اساس روش انجام کار توصیفی بوده است. جامعه آماری این تحقیق کلیه شرکت‌های کوچک و متوسط تولیدی در استان زنجان بوده است. برای تعیین نمونه آماری از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است؛ برای این منظور با توجه به هدف تحقیق که پیش‌بینی رشد شرکت‌های کوچک و متوسط بوده است، ابتدا تمامی شرکت‌ها از منظر شاخص رشد شرکت که در این تحقیق شاخص بریج (۱۹۸۷) بر مبنای تعداد کارکنان بوده، استفاده شده است. شاخص بریج پرکاربردترین شاخص رشد شرکت می‌باشد که در تحقیقات مختلفی از جمله تحقیقات پترسون و احمدی (۲۰۰۷)، دانفلد و همکاران (۲۰۱۰)، روچا (۲۰۱۴) و دمیرز (۲۰۱۸) استفاده شده است. رابطه (۱) نشان دهنده این شاخص است.

$$BI = (E_t - E_{t-3}) * \left( \frac{E_t}{E_{t-3}} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه BI نشان دهنده مقدار رشد شرکت بر مبنای شاخص بریج،  $E_t$  تعداد کارکنان در زمان محاسبه شاخص رشد شرکت و  $E_{t-3}$  تعداد کارکنان در سه سال قبل از محاسبه شاخص رشد شرکت می‌باشد. مقدار شاخص بریج برای شرکت‌هایی محاسبه شده که مقدار رشد سالیانه آن در یکی از طبقه‌های جدول (۲) قرار گیرد.

جدول (۲): طبقه‌بندی شرکت‌ها بر حسب مقدار رشد سالانه (Demirez, 2018)

نوع رشد	مقدار رشد
رشد آهسته	$0 < \text{رشد} \leq 10\%$
رشد متوسط	$10\% < \text{رشد} \leq 20\%$
رشد بالا	$20\% < \text{رشد}$

بر مبنای طبقه‌بندی جدول (۲) در نهایت ۱۵۸ شرکت شناسایی شده است. از ۱۵۸ شرکت شناسایی شده، ۹۳ درصد دارای رشد آهسته، ۵/۷ درصد دارای رشد متوسط و فقط ۱/۳ درصد دارای رشد بالایی بوده‌اند. برای جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق از پرسشنامه برای تعیین مقدار ورودی‌ها (عوامل موثر بر رشد شرکت‌ها) و برای محاسبه بخش خروجی هر یک از روش‌ها (شاخص بریج) از مصاحبه و بررسی اسناد و مدارک شرکت‌ها برای کنترل نتایج مصاحبه با مدیران استفاده شده است. پایایی پرسشنامه عوامل موثر بر رشد شرکت‌ها با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شده و نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل عاملی تأییدی جهت شناسایی عوامل موثر بر رشد شرکت‌ها، از شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از الگوریتم لونیگ مارکواریت (مدل پایه‌ای شبکه عصبی مصنوعی)، ترکیب شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم ازدحام ذرات و ترکیب شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک جهت پیش‌بینی رشد شرکت استفاده شده است. همچنین از شاخص‌های میانگین مربعات خطا (رابطه (۲)) و ریشه میانگین مربعات خطا (رابطه (۳)) برای بررسی عملکرد هر یک از مدل‌ها و مقایسه آنها استفاده شده است.

$$MSE = \frac{\sum_{k=1}^n (u_{a,k} - u_{p,k})^2}{n} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (u_{a,k} - u_{p,k})^2}{n}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در روابط (۲) و (۳)  $u_{p,k}$  مقدار پیش‌بینی شده از هر یک از مدل‌ها و  $u_{a,k}$  داده واقعی خواهد بود و  $n$  تعداد مشاهدات می‌باشد.



### ۳. یافته‌های تحقیق

#### ۱.۳. تحلیل عاملی تأییدی

در این بخش ابتدا تحلیل عاملی تأییدی برای تأیید سازه‌های جدول (۲) استفاده شده است. برای این منظور از تحلیل عاملی بر اساس شاخص‌های KMO و آزمون بارتلت استفاده شده است. در انجام تحلیل عاملی، ابتدا باید از این مسأله اطمینان حاصل شود که می‌توان داده‌های موجود را برای تحلیل مورد استفاده قرار داد. به عبارت دیگر، آیا تعداد داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشند؛ در تحلیل عاملی بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵، مقدار شاخص KMO حداقل ۰/۵ و سطح معنی‌داری آزمون بارتلت بایستی کوچکتر از ۰/۰۵ محاسبه شود. نتایج تحلیل عاملی در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳): تحلیل عاملی تأییدی برای تأیید سازه‌های تحقیق

سازه (نماد)	سنجه	بار عاملی	KMO	سطح معنی‌داری آزمون بارتلت	واریانس تبیین شده	آلفای کرونباخ
ویژگی‌های بنیانگذار	FC1	۰/۸۴۶	۰/۸۵۷	۰/۰۰۰	۶۷/۸۶۴	۰/۹۰۳
	FC2	۰/۸۴۸				
	FC3	۰/۸۸۰				
	FC4	۰/۷۳۹				
	FC5	۰/۸۷۶				
	FC6	۰/۷۴۲				
اطلاعات و ویژگی‌های شرکت	FA1	۰/۶۷۹	۰/۸۴۷	۰/۰۰۰	۵۷/۵۵۸	۰/۸۷۰
	FA2	۰/۸۱۷				
	FA3	۰/۸۲۲				
	FA4	۰/۸۸۲				
	FA5	۰/۵۲۵				
	FA6	۰/۷۵۳				
	FA7	۰/۷۷۷				
شیوه‌های کسب و کار	BP1	۰/۸۳۴	۰/۸۲۵	۰/۰۰۰	۷۳/۵۱۴	۰/۸۷۷
	BP2	۰/۹۰۳				
	BP3	۰/۸۳۱				
	BP4	۰/۸۶۰				
شیوه‌های مدیریت منابع انسانی	HP1	۰/۷۶۴	۰/۸۲۱	۰/۰۰۰	۷۸/۵۴۷	۰/۹۲۵
	HP2	۰/۹۵۵				
	HP3	۰/۹۴۲				
	HP4	۰/۸۵۸				
	HP5	۰/۸۹۹				
محیط کسب و کار (BE)	BE1	۰/۹۰۰	۰/۷۱۲	۰/۰۰۰	۶۹/۹۰۲	۰/۸۵۴
	BE2	۰/۸۰۶				
	BE3	۰/۸۷۶				
	BE4	۰/۷۵۵				

با توجه به مقدار KMO که برای تمامی مولفه‌های اصلی بالاتر از ۰/۵ و سطح معنی‌داری آزمون بارتلت کوچکتر از ۰/۰۵ می‌باشد و بار عاملی مربوط به هر سنجه، می‌توان عنوان نمود که بین نتایج بدست آمده و سازه نظری توافق وجود داشته و همه مولفه‌های اصلی تحقیق



تأیید می‌شوند. همچنین مقدار آلفای کرومباخ محاسبه شده بر روی نمونه تحقیق به تفکیک مولفه‌های اصلی نشان دهنده، مناسب بودن پایایی درونی سنجها می‌باشد.

### ۲.۳. پیش‌بینی رشد شرکت با استفاده از روش‌های مختلف

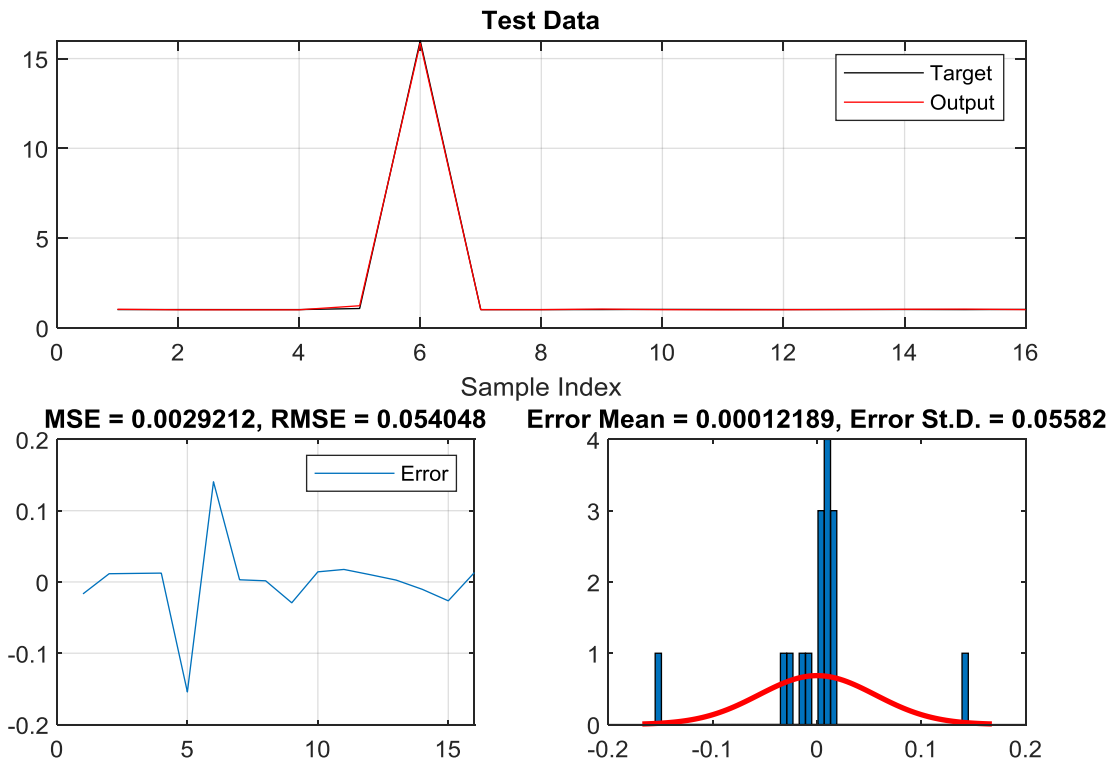
در این تحقیق با توجه به اینکه هدف تحقیق، پیش‌بینی رشد شرکت با استفاده از ترکیب شبکه عصبی با الگوریتم‌های ژنتیک و ازدحام ذرات بوده است. ابتدا رشد شرکت با استفاده از مدل پایه‌ای شبکه عصبی پرسپترون چند لایه پیش‌بینی شده است. در مدل پایه‌ای شبکه عصبی معمولاً از الگوریتم لوبنبرگ-مارکواریت برای آموزش شبکه استفاده می‌شود. در تنظیمات شبکه عصبی یک لایه پنهان در نظر گرفته شده و تعداد نورون‌ها با روش سعی و خطا محاسبه شده است. برای این منظور شبکه عصبی با تعداد نورون‌های مختلف اجرا شده و خطای شبکه بر اساس شاخص‌های MSE و RMSE محاسبه شده است. در نهایت بهترین ساختار شبکه عصبی بر اساس دو شاخص گفته شده، تعیین گردیده است. همچنین با توجه به اینکه شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه نیارمند آموزش می‌باشند، ۹۰ درصد داده‌ها به عنوان داده‌های آموزش و ۱۰ درصد به عنوان داده‌های تست در نظر گرفته شده است. نتایج در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴): نتایج شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با نورون‌های مختلف

تعداد نورون	نوع داده	شاخص‌های خطا	
		RMSE	MSE
۲	آموزش	۱/۴۱۲۱	۱/۹۹۴۲
	تست	۳/۶۲۶۳	۱۳/۱۵۰۱
۳	آموزش	۰/۸۲۷۳	۰/۶۸۴۵
	تست	۰/۲۰۸۵	۰/۰۴۳۵
۴	آموزش	۰/۸۷۰۱	۰/۷۵۷۲
	تست	۰/۱۴۲۰	۰/۰۲۰۱
۵	آموزش	۱/۰۴۲۵	۱/۰۸۶۸
	تست	۰/۰۹۹۶	۰/۰۰۹۹
۶	آموزش	۰/۳۲۲۸	۰/۱۰۴۲
	تست	۰/۰۵۴۰	۰/۰۰۲۹
۷	آموزش	۰/۷۲۷۰	۰/۵۲۸۶
	تست	۰/۱۹۴۷	۰/۰۳۷۹
۸	آموزش	۰/۵۷۶۱	۰/۳۳۱۹
	تست	۰/۹۱۲۹	۰/۸۳۳۴
۹	آموزش	۱/۳۷۸۴	۱/۹۰۰۰
	تست	۲/۵۲۴۳	۶/۳۷۲۱

نتایج شبکه عصبی پرسپترون چند لایه در جدول (۴) نشان می‌دهد که کمترین خطا برای داده‌های تست در شبکه عصبی با ۶ نورون اتفاق افتاده و پس از آن خطای شبکه عصبی با افزایش تعداد نورون، افزایش یافته است. بنابراین بهترین ساختار شبکه عصبی، شبکه‌ای با شش نورون و یک لایه پنهان انتخاب می‌شود. شکل (۲) نیز مقدار خطا برای داده‌های تست و مقایسه آن با داده‌های هدف و خروجی مدل را برای شبکه عصبی پرسپترون چند لایه نشان می‌دهد.





شکل (۲): مقدار خطای شبکه عصبی در مدل پایه‌ای و مقایسه خروجی مدل با مقادیر هدف

پس از پیش‌بینی رشد شرکت با استفاده از شبکه عصبی در مدل پایه‌ای، اینبار برای آموزش شبکه عصبی به جای الگوریتم لونیگ - مارکواریت، از الگوریتم ژنتیک برای آموزش شبکه استفاده شده است. الگوریتم ژنتیک برای اجرا نیازمند تنظیم برخی از پارامترها مانند تعداد جمعیت اولیه، تعداد تکرار، نرخ جهش و نرخ تقاطع می‌باشد. بر همین اساس پس از تدوین شبکه عصبی، در اجراهای مختلف، مقدار هر یک از پارامترها تغییر یافته است که در جدول (۵) بازه تعیین مقادیر پارامترها نشان داده شده است.

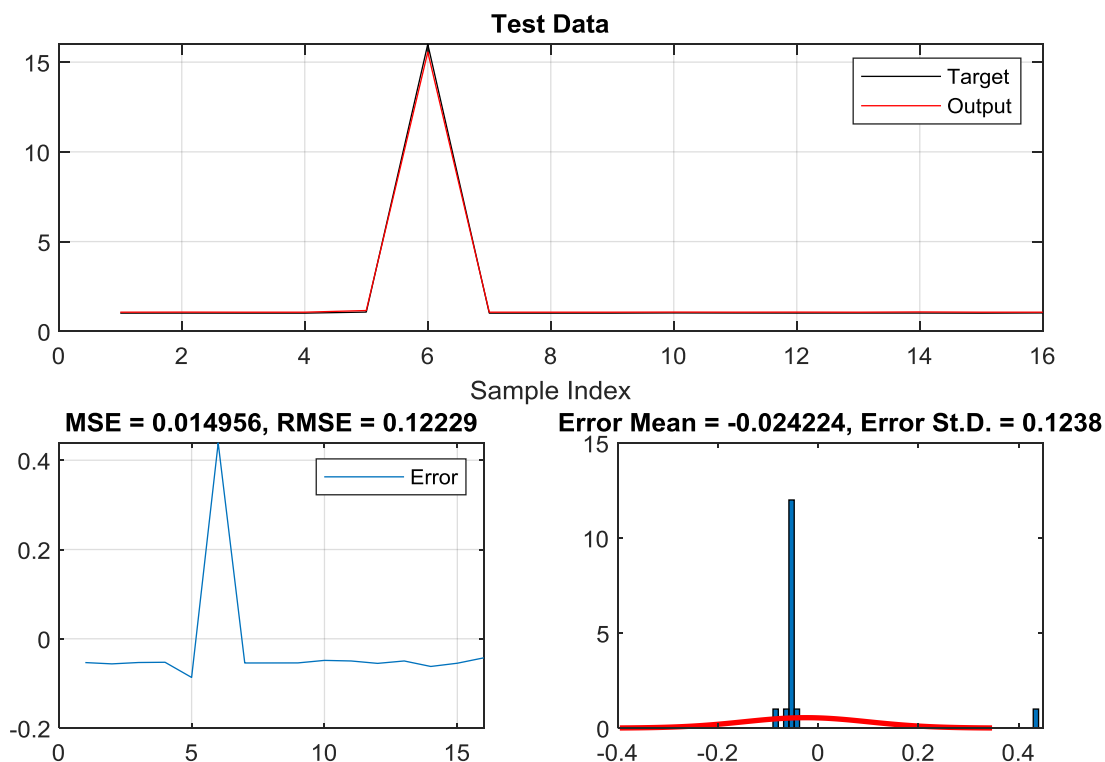
جدول (۵): تنظیم پارامترهای الگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و ژنتیک

بازه جمعیت اولیه	بازه نرخ جهش	بازه نرخ تقاطع	بازه تعداد تکرار
۲۰-۶۰	۰/۱-۰/۵	۰/۲-۰/۵	۵۰-۱۵۰

در نهایت با تکرارهای مختلف، مقدار خطای شبکه در اندازه جمعیت ۵۰، نرخ جهش، ۰/۳، نرخ تقاطع ۰/۵ و اندازه تکرار ۱۰۰ دارای کمترین مقدار خطا شده است. جدول (۶) و شکل (۳) نشان دهنده خطای شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک بوده است.

جدول (۶): مقدار خطای شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک

نوع داده	MSE	RMSE
آموزش	۰/۴۵۵۵	۰/۶۷۴۹
تست	۰/۰۱۴۹	۰/۱۲۲۲



شکل (۳): مقدار خطای شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک و مقایسه خروجی مدل با مقادیر هدف

به عنوان سومین لگو، اینبار برای آموزش شبکه عصبی به جای الگوریتم لونیگ - مارکوارت و ژنتیک، از الگوریتم ازدحام ذرات برای آموزش شبکه استفاده شده است. مانند الگوریتم ژنتیک، الگوریتم ازدحام ذرات نیز برای اجرا نیازمند تنظیم برخی از پارامترها مانند وزن اینرسی، تعداد ذرات، اهمیت مربوط به بهترین هر ذره و اهمیت بهترین همسایگی‌ها می‌باشد. بر همین اساس پس از تدوین شبکه عصبی با الگوریتم ازدحام ذرات، در اجراهای مختلف، مقدار هر یک از پارامترها تغییر یافته است که در جدول (۷) بازه تعیین مقادیر پارامترها نشان داده شده است.

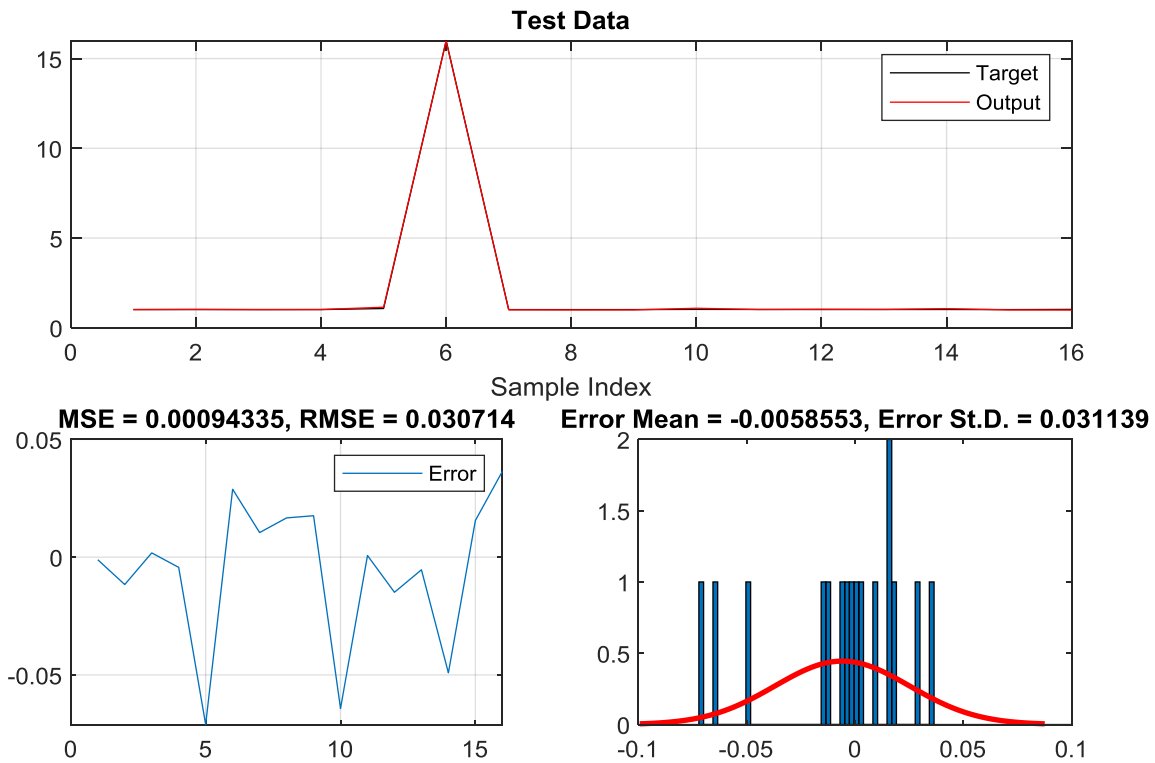
جدول (۷): تنظیم پارامترهای الگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و ازدحام ذرات

وزن اینرسی	بازه تعداد ذرات	اهمیت مربوط به بهترین هر ذره	اهمیت بهترین همسایگی‌ها
۰/۹-۰/۲	۲۰-۶۰	۱-۲/۵	۱-۲/۵

در نهایت با تکرارهای مختلف، مقدار خطای شبکه در وزن اینرسی ۰/۳، تعداد ذرات ۲۵، اهمیت مربوط به بهترین هر ذره ۱/۵ و اهمیت بهترین همسایگی‌ها ۲/۵، دارای کمترین مقدار خطا شده است. جدول (۸) و شکل (۴) نشان دهنده خطای شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات بوده است.

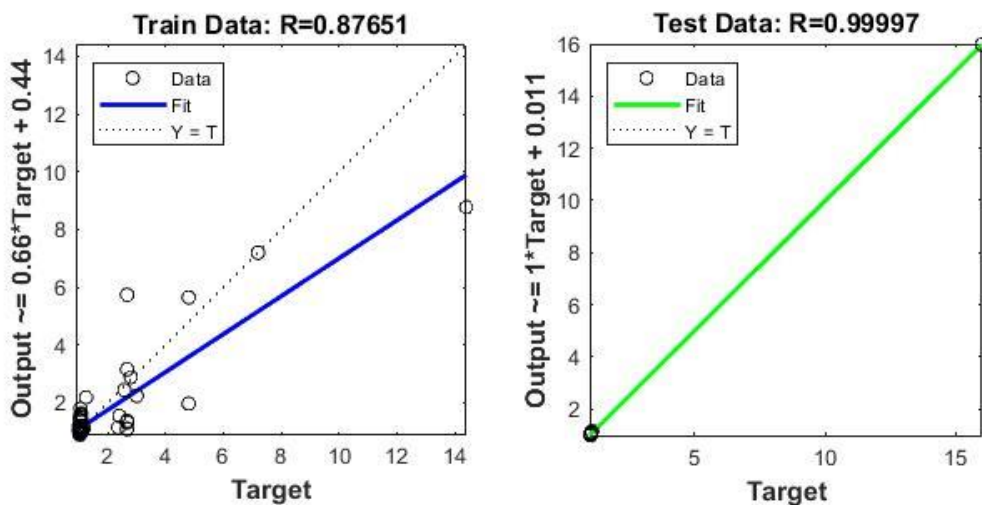
جدول (۸): مقدار خطای شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات

نوع داده	MSE	RMSE
آموزش	۰/۰۰۲۵	۰/۰۵۰۲
تست	۰/۰۰۰۹	۰/۰۳۰۷



شکل (۴): مقدار خطای شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات و مقایسه خروجی مدل با مقادیر هدف

بر اساس نتایج بدست آمده برای هر یک از روش‌ها، بهترین روش پیش‌بینی بر اساس مقادیر خطای پیش‌بینی، ترکیب شبکه عصبی با الگوریتم ازدحام ذرات بوده است. این الگوریتم توانسته در تکرارهای مختلف ضمن اینکه مقدار خطای آموزش شبکه را کاهش دهد. برای داده‌های تست نیز بهترین عملکرد را از نظر شاخص‌های خطا نشان می‌دهد. بنابراین بهترین شبکه پیش‌بینی رشد شرکت‌های کوچک و متوسط، شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات بوده است. شکل (۵) مقدار همبستگی بین خروجی مدل و مقادیر هدف را برای داده‌های آموزش و تست شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات را نشان می‌دهد.



شکل (۵): همبستگی مقادیر خروجی مدل با مقادیر هدف برای داده‌های آموزش و تست شبکه انتخاب شده

شکل (۵) نشان می‌دهد که مقدار همبستگی بین مقادیر خروجی مدل با مقادیر هدف برای داده‌های آموزش برابر ۸۷/۶ درصد و برای داده‌های تست شبکه عصبی برابر ۹۹/۹ درصد بدست آمده که نشان دهنده عملکرد خوب شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات بوده است.

### نتیجه‌گیری

این مقاله در مرحله اول به دنبال پیش‌بینی رشد شرکت‌های کوچک و متوسط بوده است تا از این طریق بتواند با پیش‌بینی مناسب رشد شرکت‌ها از هزینه‌های هنگفتی که در شروع کسب و کارها، کارآفرینان و شرکت‌ها پرداخت می‌کنند، جلوگیری نماید. با توجه به اینکه بسیاری از شرکت‌ها و کسب و کارهای کوچک و متوسط به فرایند رشد نمی‌رسند و در سال‌های اولیه فعالیت خود شکست می‌خورند، یک سیستم پیش‌بینی رشد شرکت‌ها می‌تواند به کارآفرینان و سرمایه‌گذاران کمک کند تا عوامل موثر بر رشد شرکت را قبل از اتخاذ تصمیم مورد توجه قرار داده و با تفکر مجدد، زمینه تقویت و اصلاح این عوامل، زمینه رشد را برای شرکت‌ها مهیا کند. این پیش‌بینی می‌تواند از تصمیمات کارآفرینان و سرمایه‌گذاران پشتیبانی نموده و به آنان در اتخاذ تصمیمات مربوط به رشد کمک نماید. در مرحله دوم این مقاله به دنبال تدوین یک سیستم پیش‌بینی به عنوان ابزار کمک به مدیران برای پیش‌بینی مناسب رشد شرکت بوده است. در این راه سه روش شبکه عصبی با الگوریتم پایه‌ای، شبکه عصبی با ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی با ترکیب الگوریتم ازدحام ذرات تدوین و اجرا گردید. نتایج این بخش نشان داد که بهترین روش پیش‌بینی رشد شرکت، ترکیب شبکه عصبی با الگوریتم ازدحام ذرات بوده است که در بین سه روش دارای کمترین مقدار خطا برای داده‌های تست و آموزش شبکه بوده است. به عبارتی آموزش شبکه عصبی با الگوریتم ازدحام ذرات باعث گردید تا شبکه به بهترین شکل آموزش دیده و خطای کمتری نسبت به دو روش قبلی داشته باشد. به طوری که ریشه میانگین مربعات خطا برای داده‌های تست شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات ۰/۰۳۰۷، برای داده‌های تست شبکه عصبی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک ۰/۱۲۲۲ و برای داده‌های تست شبکه عصبی در مدل پایه‌ای برابر ۰/۰۵۴۰ بدست آمده است. هر چند مطالعات انجام شده در حوزه شبکه‌های عصبی و ترکیب آنها با الگوریتم‌های مختلف فراابتکاری توافق کاملی در بهبود کارایی شبکه عصبی در زمان ترکیب آن با الگوریتم‌های فراابتکاری ندارند، ولی مطالعات مختلف مانند مطالعات چانگ و ژو (۲۰۰۸) و سورش و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقات خود نشان داده‌اند که آموزش شبکه عصبی با الگوریتم ازدحام ذرات می‌تواند نتایج بهتری نسبت به مدل پایه‌ای شبکه عصبی داشته باشد. بر خلاف انتظارات نتایج آموزش شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک نتایج مناسبی نداشته و حتی از نظر مقدار خطا، پس از الگوریتم پایه‌ای قرار گرفته است. بر مبنای همان استدلال قبلی که هیچ توافق کاملی در زمینه بهبود عملکرد شبکه‌های عصبی در ترکیب با الگوریتم‌های فراابتکاری وجود نداشته، می‌توان نتایج بدست آمده برای این الگوریتم را نیز در این چارچوب دسته‌بندی نمود.

این تحقیق، مانند بسیاری از تحقیقات انجام شده در حوزه علوم انسانی دارای محدودیت‌هایی بوده است که از آن جمله می‌توان به محدود بودن تحقیق به خود اظهاری مدیران شرکت‌ها در بحث جمع‌آوری داده‌های مربوط به تعداد کارکنان در سال‌های مختلف و همچنین محدود بودن تحقیق در بحث جمع‌آوری داده‌ها به پرسشنامه اشاره نمود. در همین راستا به محققان آتی پیشنهاد می‌گردد تا در تحقیقات خود سعی کنند از اسناد و مدارک و به خصوص ترازنامه و صورت و سود و زیان شرکت‌ها در جمع‌آوری داده‌ها استفاده نمایند.

### منابع

- سپهری، مهدی؛ ایلدرومی، علی‌رضا؛ حسینی، سید زین‌العابدین؛ نوری، حمید؛ محمدزاده، فاطمه و آرتیمانی، محمد مهدی (۱۳۹۶)، الگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و ژنتیک راهی برای برآورد دبی سیلاب، علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران، ۱۱ (۳۹)، ۲۸-۲۳.
- عمرانی، هاشم؛ ادبی، فرزانه و ادبی، نرگس (۱۳۹۵)، ارائه الگوریتم چند هدفه تجمع ذرات برای انتخاب پروژه در شرایط عدم قطعیت، ۲۷ (۲)، ۱۳۰-۱۴۱.
- فرونودی، صنم السادات؛ قاضی نوری، سید سپهر؛ رادفر، رضا و طباطبائی‌ان، حبیب‌الله... (۱۳۹۶)، واکاوی عوامل رشد شرکت‌های دانش بنیان در ایران با رویکرد تبیین مسیرهای ممکن، سیاست علم و فناوری، ۹ (۲)، ۶۵-۴۹.
- کاردان، بهزاد؛ لاری دشت بیاض، محمود و منصور، مرتضی (۱۳۹۵)، بررسی تأثیر تجدید ارائه صورتهای مالی بر رشد شرکتها، دانش حسابداری، ۷ (۲۴)، ۹۱-۱۱۱.
- کاظمی، مریم؛ حیدری، عقیله و لشکری، محمد (۱۳۹۶)، بکارگیری الگوریتم‌های ازدحام ذرات و جستجوی ممنوعه در انتخاب سبد دارایی، پژوهش‌های نوین در ریاضی، ۳ (۹)، ۹۷-۱۰۲.



کشتکار، محمد مهدی و طالبی‌زاده، اصغر(۱۳۹۶)، طراحی بهینه خطوط لوله با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه ازدحام ذرات(MOPSO)، فرایند نو، (۵۹)، ۷۸-۹۱.

مرادی‌پور، حجت‌اله و حسین‌لو، حمید(۱۳۹۰)، شناسایی عوامل مؤثر در رشد سریع شرکت‌ها: مطالعه موردی شرکت بهستان دارو، رشد فناوری، (۲۹)۸، ۶۲-۵۵.

منهاج، محمدباقر(۱۳۹۵)، مبانی شبکه‌های عصبی هوش محاسباتی، جلد اول، چاپ یازدهم، تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

- Abrar-ul-haq, M., Jali, M. R. M., & Islam, G. M. N. (2015). Factors affecting small and medium enterprises (SMEs) development in Pakistan. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 15(4), 546-52.
- Achtenhagen, L., Brunninge, O., & Melin, L. (2017). Patterns of dynamic growth in medium-sized companies: Beyond the dichotomy of organic versus acquired growth. *Long Range Planning*, 50(4), 457-471.
- Almeida, P., & Kogut, B. (1997). The exploration of technological diversity and geographic localization in innovation: Start-up firms in the semiconductor industry. *Small Business Economics*, 9(1), 21-31.
- Azadeh, A., Saberi, M., Moghaddam, R. T., & Javanmardi, L. (2011). An integrated data envelopment analysis-artificial neural network-rough set algorithm for assessment of personnel efficiency. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1364-1373.
- Barringer, B. R., & Harrison, J. S. (2000). Walking a tightrope: Creating value through interorganizational relationships. *Journal of management*, 26(3), 367-403.
- Barringer, B. R., Jones, F. F., & Neubaum, D. O. (2005). A quantitative content analysis of the characteristics of rapid-growth firms and their founders. *Journal of business venturing*, 20(5), 663-687.
- Baum, J. R., Locke, E. A., & Smith, K. G. (2001). A multidimensional model of venture growth. *Academy of management journal*, 44(2), 292-303.
- Bibu, N. A., & Sala, D. C. (2014). Aspects of fast growth in Romanian companies. The case of a successful company in Timis county. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 263-271.
- Birch, D. (1987). Job creation in America: How our smallest companies put the most people to work.
- Bouazza, A. B., Ardjouman, D., & Abada, O. (2015). Establishing the factors affecting the growth of small and medium-sized enterprises in Algeria. *American International journal of Social science*, 4(2), 101-115.
- Brown, S. (2007). Seven skills for the aspiring entrepreneur. *Business & Economic Review*, 53(2), 16-18.
- Cancino, C. A., Bonilla, C. A., & Vergara, M. (2015). The impact of government support programs for the development of businesses in Chile. *Management Decision*, 53(8), 1736-1754.
- Capron, L., & Mitchell, W. (2010). Finding the right path. *Harvard Business Review*, 88(7-8), 102-107.
- Chang, J., & Xu, X. (2008, June). Applying neural network with particle swarm optimization for energy requirement prediction. In *Intelligent Control and Automation, 2008. WCICA 2008. 7th World Congress on (pp. 7111-7113)*. IEEE.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (2000). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. In *Strategic Learning in a Knowledge economy (pp. 39-67)*.
- Colombo, M. G., & Grilli, L. (2005). Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view. *Research policy*, 34(6), 795-816.
- Cunneen, D. J., & Meredith, G. G. (2007). Entrepreneurial founding activities that create gazelles. *Small Enterprise Research*, 15(1), 39-59.
- Daunfeldt, S. O., Elert, N., & Johansson, D. (2010). The economic contribution of high-growth firms: Do definitions matter. *Ratio working papers*, 151, 1-20.
- Davidsson, P., Achtenhagen, L., & Naldi, L. (2005). Research on small firm growth: A review. 1-27.
- Dayhoff, J. E. (1990). *Neural network architectures: an introduction*. Van Nostrand Reinhold Co..
- Deb, K., & Beyer, H. G. (2001). Self-adaptive genetic algorithms with simulated binary crossover. *Evolutionary Computation*, 9(2), 197-221.
- Delmar, F., Davidsson, P., & Gartner, W. B. (2003). Arriving at the high-growth firm. *Journal of business venturing*, 18(2), 189-216.
- D
- e
- Donckels, R., & Lambrecht, J. (1995). Joint ventures: No longer a mysterious world for SMEs from developed and developing countries. *International Small Business Journal*, 13(2), 11-26.
- Doorley, T., & Donovan, J. (1999). *Value-creating growth*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Duchesneau, D. A., & Gartner, W. B. (1990). A profile of new venture success and failure in an emerging industry. *Journal of business venturing*, 5(5), 297-312.
- Eberhart, R., & Kennedy, J. (1995, October). A new optimizer using particle swarm theory. In *Micro Machine and Human Science, 1995. MHS'95., Proceedings of the Sixth International Symposium on (pp. 39-43)*. IEEE.

M

.

(

۲

.

)



- Ebrahimi, M., & Arshadi, A. (2014). *The Effect of the Behavioral Elements on the Growth of Iranian Firms*. *Journal of Money and Economy*, 9(4), 31-48.
- Fadahansi, Akin. "The growth of small businesses: Towards a research agenda." *American Journal of Economics and Business Administration* 4.1 (2012): 105.
- Farrokh, S., Kordnaeij, A., & Reza Zali, M. (2016). *Factors Affecting the Growth of Small and Medium-Sized Enterprises*. *Ijaber*, 14(10), 6199-6216.
- Gerhart, B., & Milkovich, G. T. (1990). *Organizational differences in managerial compensation and financial performance*. *Academy of Management journal*, 33(4), 663-691.
- Gilbert, B. A., McDougall, P. P., & Audretsch, D. B. (2006). *New venture growth: A review and extension*. *Journal of management*, 32(6), 926-950.
- Harrison, J., Taylor, B., 1997. *Super Growth Companies*. Oxford 7 Reed Educational and Professional Publishing.
- Hashi, I., & Krasniqi, B. A. (2011). *Entrepreneurship and SME growth: evidence from advanced and laggard transition economies*. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 17(5), 456-487.
- Henrekson, M., & Johansson, D. (2010). *Gazelles as job creators: a survey and interpretation of the evidence*. *Small Business Economics*, 35(2), 227-244.
- Janczak, S. M., & Barès, F. (2010). *High growth SMEs: The evolution of the gazelles and some evidence from the field*. *HEC Montréal, Chaire d'entrepreneuriat Rogers-J.-A. Bombardier*.
- Kim, W. C., & Mauborgne, R. (1997). *Value innovation: The strategic logic of high growth*. Harvard Business School Pub..
- Kolvereid, L. (1992). *Growth aspirations among Norwegian entrepreneurs*. *Journal of business venturing*, 7(3), ۲۰۹-۲۲۲.
- Krasniqi, B. A. (2012). *Building an expanded small firm growth model in a transitional economy: Evidence on fast growing firms*. *Journal of East-West Business*, 18(3), 231-273.
- Krasniqi, B. A. (2012). *Building an expanded small firm growth model in a transitional economy: Evidence on fast growing firms*. *Journal of East-West Business*, 18(3), 231-273.
- Kutllovci, E., Shala, V., & Troni, B. (2012). *Business Strategy, the key determinants of SME growth in Kosovo*. *International Journal of Advances in Management and Economics*, ISSN, 2278-3369.
- Lee, C. Y. (2010). *A theory of firm growth: Learning capability, knowledge threshold, and patterns of growth*. *Research Policy*, 39(2), 278-289.
- Littunen, H., & Tohmo, T. (2003). *The high growth in new metal-based manufacturing and business service firms in Finland*. *Small Business Economics*, 21(2), 187-200.
- MacMillan, I. C., & Day, D. L. (1987). *Corporate ventures into industrial markets: Dynamics of aggressive entry*. *Journal of business venturing*, 2(1), 29-39.
- Mamburu, M. (2017). *Defining high-growth firms in South Africa (No. 2017/107)*. WIDER Working Paper
- McKelvie, A., & Wiklund, J. (2010). *Advancing firm growth research: A focus on growth mode instead of growth rate*. *Entrepreneurship theory and practice*, 34(2), 261-288.
- Moreno, A. M., & Casillas, J. C. (2007). *High-growth SMEs versus non-high-growth SMEs: a discriminant analysis*. *Entrepreneurship and regional development*, 19(1), 69-88.
- Nicholls-Nixon, C. L. (2005). *Rapid growth and high performance: The entrepreneur's "impossible dream?"*. *The Academy of Management Executive*, 19(1), 77-89.
- Nichter, S., & Goldmark, L. (2009). *Small firm growth in developing countries*. *World development*, 37(9), 1453-1464.
- OECD, (2005), *Economic Outlook, Annual competitiveness reports Eurostat & OECD*
- Oliver, R. L., & Anderson, E. (1995). *Behavior-and outcome-based sales control systems: Evidence and consequences of pure-form and hybrid governance*. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 15(4), 1-10.
- Ortega, J. A. Á., Blanco, J. L. Y., & Cangahuala, G. (2016). *El capital social y la planificación adaptativa en una comunidad industrial innovadora del Perú*. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 162-169.
- Petersen, D. R., & Ahmad, N. (2007). *High-growth enterprises and gazelles—preliminary and summary sensitivity analysis*. Retrieved October, 15, 2014.
- Petersen, D. R., & Ahmad, N. (2007). *High-growth enterprises and gazelles—preliminary and summary sensitivity analysis*. Retrieved October, 15, 2014.
- Rahaman, M. M. (2011). *Access to financing and firm growth*. *Journal of Banking & Finance*, 35(3), 709-723.
- Robbins, S. (1998). *Organization theory: Concepts and cases*. Sydney: Prentice-Hall.
- Rocha, V. C. B. (2014). *Entrepreneurship dynamics: Entry, survival and firm growth (Doctoral dissertation, Universidade do Porto (Portugal))*.
- Román, J. J., Cancino, C. A., & Gallizo, J. L. (2017). *Exploring features and opportunities of rapid-growth wine firms in Chile*. *Estudios Gerenciales*, 33(143), 115-123.



- Sadorsky, P. (2006). Modeling and forecasting petroleum futures volatility. *Energy Economics*, 28(4), 467-488.
- Sapienza, H. J., & Grimm, C. M. (1997). Founder characteristics, start-up process, and strategy/structure variables as predictors of shortline railroad performance. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 22(1), 5-24.
- Singer, B. (1995). Contours of development. *Journal of Business Venturing*, 10(4), 303-329.
- Soltani-fesaghandis, G., Pooya, A., Kazemi, M. & Naji-azimi, Z.(2017), Comparison of Multilayer Perceptron and Radial Basis Function Neural Networks in Predicting the Success of New Product Development, *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 7(1), 1425-1428.
- Storey, D. J. (2016). *Understanding the small business sector*. Routledge.
- Suresh, A., Harish, K. V., & Radhika, N. (2015). Particle swarm optimization over back propagation neural network for length of stay prediction. *Procedia Computer Science*, 46, 268-275.
- Zhu, H., Wang, Y., Wang, K., & Chen, Y. (2011). Particle Swarm Optimization (PSO) for the constrained portfolio optimization problem. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10161-10169.

پی‌نوشت

- <sup>1</sup> - Birch  
<sup>۲</sup> - Henrekson & Johansson  
<sup>۳</sup> - Moreno and Casillas  
<sup>۴</sup> - Wiklund and Shepherd  
<sup>۵</sup> - Barringer, Jones & Neubaum  
<sup>۶</sup> - Colombo & Grilli  
<sup>۷</sup> - Gilbert et al  
<sup>۸</sup> - Cunneen & Meredith  
<sup>۹</sup> - Simeon Nichter And Lara Goldmark  
<sup>۱۰</sup> - Lee  
<sup>۱۱</sup> - Rahaman  
<sup>۱۲</sup> - Hashi & Krasniqi  
<sup>۱۳</sup> - Fadahunsi  
<sup>۱۴</sup> - Krasniqi  
<sup>۱۵</sup> - Bibu & Sala  
<sup>۱۶</sup> - Storey  
<sup>۱۷</sup> - Petersen & Ahmad  
<sup>۱۸</sup> - Daunfeldt et al  
<sup>۱۹</sup> - Rocha  
<sup>۲۰</sup> - Demirez  
<sup>۲۱</sup> - Chang & Xu  
<sup>۲۱</sup> - Chang & Xu  
<sup>۲۲</sup> - Suresh et al