تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۸/۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۲۸
صفحات: ۲۳۷-۲۱۹

ارائه یک شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی (مطالعه موردی: شرکت سایپا)

دکتر غلامحسین مهدوی[۱]
کاظم گودرزی[۲]

چکیده

هدف کلی این مقاله، ارائه یک شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک شرکت سایپا با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی است. نوع شبکه‌ای که در این پژوهش بکار گرفته شده یک شبکه عصبی پیش‌خور با الگوریتم پس انتشار خطاست. شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران، نرخ ارز (دلار)، قیمت نفت و قیمت طلا (سکه) به‌عنوان ۴ متغیر ورودی شبکه و ریسک سیستماتیک به عنوان متغیر خروجی شبکه انتخاب شده است. داده‌های مربوط به هر کدام از متغیرها ابتدا به صورت هفتگی و ماهانه تنظیم و سپس براساس این داده‌ها ۸۰ شبکه عصبی مصنوعی مختلف طراحی شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که مدل بهینه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به‌صورت هفتگی یک پرسپترون چهار لایه با مقدار خطای ۰/۰۳۳۳۱۴ است. همچنین، مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به‌صورت ماهانه، یک پرسپترون سه لایه با مقدار خطای ۰/۰۶۵۵۵۷ است

طبقه بندی JEL: G11, G17, M40.
واژگان کلیدی: ریسک سیستماتیک، شبکه‌های عصبی مصنوعی، متغییرهای کلان اقتصادی

---

۱. دانشیار حسابداری، عضو هیأت علمی دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول)
Email: ghmahdavi@rose.shirazu.ac.ir
۲. کارشناس ارشد حسابداری، عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور
Email: Kazem_good_1359@yahoo.com

مقدمه

بازار سهام یکی از عوامل اساسی هر کشور به ویژه کشورهای در حال توسعه مانند ایران است که می‌تواند از طریق خلق نقدینگی نقشی اساسی در رشد و شکوفایی اقتصاد آن کشور داشته باشد. بازار سهام از یک سو از طریق جمع‌آوری سرمایه‌های کم و بی‌استفاده زمینه رشد و شکوفایی اقتصاد جامعه را فراهم می‌سازد و از سوی دیگر این امکان را برای افراد جامعه فراهم می‌سازد که سرمایه اندک خود را برای هر دوره زمانی که می‌خواهند سرمایه‌گذاری کنند. در راستای جلب مشارکت مردم در امر سرمایه‌گذاری و رسیدن به اقتصادی شکوفا سرمایه‌گذاران به دو عامل اساسی یعنی ریسک و بازده سرمایه‌گذاری که از مفاهیم اساسی و زیربنایی بسیاری از نظریه‌های نوین سرمایه‌گذاری است توجه بسیاری دارند.

ریسک را می‌توان صرف‌نظر از نوع آن ناشی از دو دسته عوامل دانست. یک دسته در رابطه با خود شرکت است که ریسک غیرسیستماتیک یا ریسک قابل‌اجتناب نامیده می‌شود. دسته دیگر در رابطه با بازار است که ریسک سیستماتیک یا ریسک غیرقابل‌اجتناب نامیده می‌شود.[۱] سرمایه‌گذاران می‌توانند با تنوع‌سازی تا حدود زیادی ریسک غیرسیستماتیک را کاهش دهند، به طوری که ریسک سبد اوراق بهادار با افزایش تعداد سهام با یک خط مجانب کاهش یافته و این خط مجانب در یک سبد ۳۶ سهمی به متوسط ریسک سیستماتیک بازار نزدیک می‌شود، اما ریسک سیستماتیک این قابلیت را ندارد و یک ریسک غیرقابل اجتناب است.[۲]

تمرکز اغلب پژوهش‌های انجام شده در دهه‌های گذشته در رابطه با پیش‌بینی ریسک سیستماتیک بر روی استفاده از متغیرهای حسابداری همراه با استفاده از تکنیک‌های آماری به ویژه رگرسیون بوده است. از یک سو نتایج پژوهش‌هایی که تمرکز آنها بر متغیرهای حسابداری است تا حدودی با هم در تناقض است مانند پژوهش‌های انجام شده توسط قالیباف‌اصل (۱۳۷۳)، نوروش و وفادار (۱۳۷۸)، سینایی و خرم (۱۳۸۳)، نمازی و خواجوی (۱۳۸۳)، احمدپورکاسگری و غلامی‌جمکرانی (۱۳۸۴) که در بخش پیشینه

---

۱. احمد مدرس و فرهاد عبدالله‌زاده، *مدیریت مالی*، جلد دوم، تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی، ۱۳۷۸، صص ۱۵-۱۴.
۲. احمد جعفری صمیمی، محمود یحیی‌زاده و رحیم امین‌زاده، "بررسی رابطه بین اندازه‌های پرتفوی و ریسک سیستماتیک سهم عادی در ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۶۹، ۱۳۸۴، ص ۵.

پژوهش ارائه شده‌اند. و از سوی دیگر، برخی از پژوهش‌های انجام شده در دهه‌های گذشته مانند پژوهش محمدی و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که روش‌های مختلف آماری جهت تخمین ریسک سیستماتیک در بورس اوراق بهادار تهران مانند رگرسیون سری‌های زمانی و روش‌های مختلف اقتصادسنجی از قبیل حداقل مربعات معمولی، حداکثر درست نمایی، گشتاورهای تعمیم‌یافته، حداقل قدر مطلق خطا و رگرسیون ناپارامتری دارای تفاوت‌های نسبتاً زیادی برای برآورد ریسک سیستماتیک است.

در این مقاله سعی بر این است که با استفاده از تکنیکی متفاوت و قوی‌تر از تکنیک‌های آماری و متغیرهایی متفاوت از متغیرهای حسابداری، ریسک سیستماتیک پیش‌بینی شود.

مبانی نظری و پیشینه موضوع

ریسک

ریسک در معنای عام اشاره به تحقق نتیجه‌ای متفاوت با نتیجه مورد انتظار دارد، اما در مفاهیم مالی ریسک احتمال انحراف بازده واقعی از بازده مورد انتظار است.[۱]

ریسک سیستماتیک درجه تغییرات بازده یک سرمایه‌گذاری خاص نسبت به تغییرات بازده مجموعه سرمایه‌گذاری بازار است و با شاخص بتا (β) اندازه‌گیری می‌شود. این شاخص بیانگر حساسیت بازده یک سهم نسبت به بازده پرتفوی بازار است.[۲]

از تقسیم مقدار کوواریانس بین بازده دارایی i ام و بازده پرتفوی بازار به واریانس مربوط به بازده پرتفوی بازار، بتای مربوط به دارایی i ام (β_i)، به دست می‌آید که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} = \frac{E\left[(R_i - \mu_i)(R_m - \mu_m)\right]}{E(R_m - \mu_m)^2} \qquad (۱)$$

بتا (β) یکی از عواملی است که به‌طور گسترده به‌عنوان معیاری از ریسک سیستماتیک بکار گرفته می‌شود.[۳]

---

۱. احمد مدرس و فرهاد عبدالله‌زاده، *مدیریت مالی*، جلد دوم، تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی، ۱۳۸۷، ص. ۸.

2. E. S. Hendriksen and M. F. V. Breda, *Accounting Theory*, 5th Edition, (USA: R. R. Donnelley & Sons Company, 1992), P. 183.

3. J. Estrada, "Systematic Risk in Emerging Markets: the D-CAPM", *Emerging Markets Review*, Vol. 3, (2002), p. 367.

شبکه‌های عصبی

شبکه عصبی یک سیستم یادگیری ماشینی است که براساس یک مدل ساده از نرون‌های بیولوژیکی کار می‌کند.[۱] در واقع، شبکه عصبی مصنوعی مجموعه‌ای از واحدهای پردازشی به نام نرون است که هر یک از این واحدها با ضریب وزنی ویژه‌ای در جهت رسیدن به هدف مجموعه به واحدهای پردازشی دیگری متصل است.[۲]

برای ایجاد یک شبکه عصبی مصنوعی لازم است یک واحد پردازشگر (نرون) به طور دقیق مدلسازی شود. نرون‌های مدل شده که به طریقی ساده به یک دیگر متصل شده‌اند پرسپترون نامیده می‌شود. آنچه شبکه‌ها یا پرسپترون ایجاد شده را قابل استفاده می‌کند توانایی آنها در یادگیری است. منظور از یادگیری در شبکه‌های عصبی نحوه تنظیم وزن‌های شبکه است. این تنظیم با یک نرخ انجام می‌شود. این نرخ که معمولاً با η نشان داده می‌شود برای تعدیل وزن‌های شبکه بکار گرفته می‌شود. هر اندازه که این نرخ کمتر باشد تغییر وزن‌ها با مقدار کوچک‌تری انجام می‌شود.[۳] قاعده یادگیری پرسپترون چند لایه را قاعده کلی دلتا یا قاعده پس‌انتشار گویند. طبق این قاعده، ابتدا باید تابعی تعریف شود که تفاوت خروجی واقعی و خروجی مطلوب را نشان دهد. برای اینکه آموزش شبکه با موفقیت پیش رود باید خروجی شبکه به تدریج به خروجی واقعی نزدیک شود. به عبارت دیگر، میزان تابع خطا به‌طور دائم کاهش یابد. برای این منظور با استفاده از قاعده کلی دلتا ضرایب وزنی خطوط ارتباطی نرون‌ها تنظیم می‌شود. قاعده دلتا مقدار تابع خطا را محاسبه می‌کند و آن را از یک لایه به لایه پیشین آن انتشار می‌دهد. بر این اساس این قاعده به قاعده پس انتشار نیز معروف است.[۴]

پیشینه تحقیق

بررسی‌های انجام شده حاکی از این است که تمرکز اغلب پژوهش‌های انجام شده در

---

1. E. Angelini, G. Tollo and R. Roli, "A Neural Network Approach for Credit Risk Evaluation", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 42, (2007), P. 9.
2. M. M. Gupta, L. Jin and H. Noriyasu, *Static and Dynamic Neural Networks*, 2th Edition, (New Jersey: John Wiley and Sons, 2003), P. 66.
3 . D. P. Wilde, *Neural Network Models*, 2th Edtion, (London: Springer, 199 7), p. 37.
۴. جکسون، بیل، *آشنایی با شبکه‌های عصبی*، ترجمه محمود البرزی، تهران: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۶، صص ۶۹-۶۸.

رابطه با ریسک سیستماتیک، ارائه مدلی برای تخمین و برآورد میزان ریسک سیستماتیک با استفاده از متغیرهای حسابداری بوده است. عدم دسترسی به پژوهشی که به طور خاص به ویژه با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی رابطه بین ریسک سیستماتیک و متغیرهای کلان اقتصادی را مورد بررسی قرار داده باشد باعث شده تا پژوهش‌هایی مورد بررسی قرار گیرند که تمرکز آنها بر ارائه مدل‌های رگرسیونی و سایر مدل‌های اقتصادسنجی جهت تعیین یا برآورد ریسک سیستماتیک با استفاده از متغیرهای حسابداری است. در ادامه به ارائه خلاصه‌ای از پژوهش‌های داخلی و خارجی در این زمینه پرداخته می‌شود.

نتایج پژوهش قالیباف‌اصل (۱۳۷۳) در خصوص بررسی تأثیر ساختار سرمایه (اهرم مالی) بر روی ریسک سیستماتیک (β) شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران نشان داد که اهرم مالی با ریسک سیستماتیک رابطه مستقیم دارد و هرچه اهرم یا بدهی بیشتر باشد ریسک سیستماتیک سهام شرکت در بازار بیشتر می‌شود.

نوروش و وفادار (۱۳۷۸) به بررسی سودمندی اطلاعات حسابداری در ارزیابی ریسک بازار شرکت‌ها در ایران پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که ریسک سیستماتیک با نسبت سود خالص به حقوق صاحبان رابطه معناداری دارد، اما با نسبت دارایی جاری به بدهی جاری، فروش به حقوق صاحبان سهام و جمع دارایی‌ها رابطه معناداری ندارد.

سینایی و خرم (۱۳۸۳) در پژوهشی تحت عنوان بررسی رابطه اهرم مالی با ریسک سیستماتیک سهام عادی (β) شرکت‌های سهامی عام در ایران به این نتیجه رسیدند که بین اهرم مالی و ریسک سیستماتیک رابطه معناداری وجود ندارد.

نمازی و خواجوی (۱۳۸۳) سودمندی متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی ریسک سیستماتیک شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کردند. آنها یک مدل بهینه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک ارائه کردند. این مدل دربرگیرنده متغیرهایی از قبیل نسبت سود خالص به فروش، رشد فروش، اندازه شرکت، ضریب تغییرپذیری سود، نسبت آنی، اهرم مالی، اهرم عملیاتی و شاخص هموارسازی سود بود.

احمدپورکاسگری و غلامی‌جمکرانی (۱۳۸۴) رابطه اطلاعات حسابداری و ریسک بازار را برای شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنان بیانگر این بود که ریسک سیستماتیک با نسبت جاری، نسبت

سود خالص به حقوق صاحبان سهام، نسبت فروش به حقوق صاحبان سهام، نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام و اندازه (جمع دارایی‌ها) رابطه معنا داری ندارد.

مهرآور (۱۳۸۵) سودمندی اطلاعات حسابداری در ارزیابی ریسک سیستماتیک برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کرد. نتایج پژوهش وی نشان داد که از بین نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت دارایی‌های ثابت به ارزش ویژه، نسبت کالا به سرمایه در گردش، نسبت گردش دارایی‌ها، نسبت کل بدهی، بازده دارایی‌ها، بازده ارزش ویژه، رشد دارایی‌های جاری و اندازه شرکت، سه متغیر اندازه شرکت، نسبت آنی و رشد شرکت مجموعاً توانایی تبیین ۳۵/۴ درصد از تغییرات ریسک سیستماتیک را دارا هستند.

هامادا[1] (۱۹۷۲) با بررسی ۳۰۴ شرکت برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله (۱۹۶۷-۱۹۴۸) تأثیر ساختار سرمایه را بر ریسک سیستماتیک مورد بررسی قرار داد. وی با استفاده از تحلیل رگرسیونی به این نتیجه رسید که بین ساختار سرمایه (اهرم مالی) و ریسک سیستماتیک رابطه معناداری از لحاظ آماری وجود دارد.

بیلدرسی[2] (۱۹۷۵) با بررسی ۷۱ شرکت تولیدی و خرده‌فروشی که سهام آنها در بازار بورس اوراق بهادار آمریکا معامله می‌شد، میزان همبستگی بین بتای بازار را با ۱۱ متغیر حسابداری بررسی کرد. وی با استفاده از تحلیل رگرسیونی به این نتیجه رسید که نسبت بدهی به سهام عادی، نسبت سهام ممتاز به سهام عادی، نسبت فروش به سهام عادی، نسبت دارایی جاری به بدهی جاری و انحراف استاندارد نسبت سود به قیمت به‌میزان مؤثری می‌توانند بتای بازار را توصیف کنند.

بریمبل[3] (۲۰۰۳) سودمندی اطلاعات حسابداری را در ارزیابی ریسک سیستماتیک بررسی نمود. نمونه مورد بررسی در پژوهش وی ۱۲۳ شرکت برای دوره زمانی (۲۰۰۰-۱۹۹۱) بود. وی با استفاده از روش ضریب همبستگی و تحلیل رگرسیونی یک مدل جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک ارائه کرد. این مدل دربرگیرنده متغیرهایی از قبیل

1. Hamada, (1972)
2. Bildersee, (1975)
3. Brimble, (2003)

نسبت پوشش بهره، تغییرات سود، اندازه شرکت، رشد شرکت، نسبت پرداخت سود، نسبت جاری، اهرم مالی و اهرم عملیاتی بود. این متغیرها مجموعاً دارای توانایی تبیین ۵۷ درصد از تغییرات بتا (ریسک سیستماتیک) بودند.

لی[1] و جانگ (۲۰۰۶) با بررسی ۱۶ شرکت برای یک دوره زمانی ۵ ساله (۲۰۰۲-۱۹۹۷) به این نتیجه رسیدند که رشد و سودآوری دارای رابطه منفی با بتا و اهرم مالی و اندازه شرکت دارای رابطه مثبت با بتا است. آنها نتیجه‌گیری کردند که وجود رابطه معناداری بین بتا با رشد، سودآوری و اهرم مالی موافق با پژوهش‌های قبلی بوده اما رابطه مثبت بین اندازه شرکت و بتا در تضاد با یافته‌های قبلی است.

یو و همکاران[2] (۲۰۰۷)، با در نظر گرفتن یک دوره زمانی ۵ ساله (۲۰۰۳- ۱۹۹۸)، بتای ۷۰۹ سهم را در ۵۹ بازار سرمایه دنیا به صورت همزمان برآورد کردند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که برآوردهای مربوط به یک سهم از یک بازار به بازار دیگر متفاوت است.

همچنین، بررسی پژوهش‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی مصنوعی بطور گسترده در زمینه‌های مختلف حسابداری مانند پیش‌بینی قیمت سهام، پیش‌بینی بازده سهام، پیش‌بینی شاخص قیمت سهام و پیش‌بینی ورشکستگی مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله پژوهش‌های داخلی می‌توان به پژوهش‌های انجام شده در رابطه با پیش‌بینی قیمت روزانه و هفتگی سهام (پی‌تام، ۱۳۸۰) پیش‌بینی بازده سهام (راعی و چاوشی، ۱۳۸۲) پیش‌بینی میانگین ماهانه قیمت سهام (مهدوی و بهمنش، ۱۳۸۳) و پیش‌بینی روند قیمت سهام (تهرانی و عباسیون، ۱۳۸۷) اشاره نمود. در بخش پژوهش‌های خارجی نیز می‌توان به پژوهش‌های انجام شده در رابطه با پیش‌بینی خالص ارزش دارایی‌های پایان سال صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری (چیانگ و همکاران[3]، ۱۹۹۶) پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی (چان و همکاران[4]،

1. Lee and Jang, (2006)
2. You *et al.* (2007)
3. Chiang *et al.* (1996)
4. Chan *et al.* (2000)

۲۰۰۰) پیش‌بینی بازده سهام (اولسون[1] و موسمان، ۲۰۰۳) کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی در بازار سرمایه (شاپیرو[2]، ۲۰۰۳) پیش‌بینی ورشکستگی (چاریتو و همکاران[3]،۲۰۰۴) قدرت پیش‌بینی سود هر سهم به صورت فصلی (سیوچینگ[4] و هیونگ چی، ۲۰۰۶) و مدل‌کردن ساختار سرمایه (پاو[5] ، ۲۰۰۸) اشاره کرد.

روش انجام پژوهش و متغیرهای پژوهش

۴-۱. روش انجام پژوهش

این پژوهش یک پژوهش کاربردی است. نوع شبکه‌ای که در این پژوهش بکار گرفته می‌شود یک شبکه عصبی مصنوعی از نوع پرسپترون چندلایه است که با الگوریتم پس‌انتشار خطا آموزش دیده است. از نقطه‌نظر نحوه اتصال خروجی نرون‌ها به نرون‌های دیگر نیز از شبکه‌های عصبی پیش‌خور استفاده شده است. در شبکه عصبی پیش‌خور جریان سیگنال‌ها از لایه ورودی به اولین لایه میانی و از اولین لایه میانی به همین ترتیب به لایه‌های میانی بعدی و در نهایت به لایه خروجی است. با توجه به اینکه ورودی و خروجی شبکه مشخص است روش یادگیری شبکه یادگیری نظارت شده یا با سرپرست است. در یادگیری نظارت شده یا با سرپرست ورودی و خروجی مشخص و معلوم است و هدف شبکه کشف رابطه بین ورودی و خروجی است.

داده‌های این پژوهش مبتنی بر ارقام و اطلاعات واقعی بازار سهام و داده‌های مربوط به شرکت سایپا است. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. مبانی نظری پژوهش از کتب و مجلات تخصصی فارسی و لاتین گردآوری شده است و داده‌های مورد نیاز از طریق مراجعه به سازمان و شرکت بورس اوراق بهادار تهران، مراجعه به بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی جمع‌آوری شده است.

---

1. Olson and Mossman (2003)
2. Shapiro (2003)
3. Charitou *et al*. (2004)
4. Syouching and Hungchih (2006)
5. Pao (2008)

قلمرو موضوعی این پژوهش در سه بخش مختلف به صورت زیر تعیین می‌شود:

- از بین تکنیک‌هایی که برای پیش‌بینی بکار گرفته می‌شوند تمرکز اصلی این پژوهش بر روی تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی از بین تکنیک‌های هوش مصنوعی است.

- با توجه به اینکه موضوع ریسک یک موضوع گسترده‌ای است در این پژوهش تنها جنبه خاصی از کل ریسک سهام به نام ریسک سیستماتیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- از بین کل متغیرهای بازار که می‌توانند تعیین‌کننده ریسک سیستماتیک باشند تنها تعداد معدودی از متغیرهای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین قلمرو زمانی این پژوهش یک دوره ۶ ساله از ابتدای سال ۱۳۸۱ تا پایان ۱۳۸۶ است و از بعد مکانی نیز در بورس اوراق بهادار تهران انجام شده است.

متغیرهای پژوهش

سوالی که در اینجا مطرح است این است که مبنای نظری جهت بکارگیری متغیرهای اقتصادی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک چیست؟ در واقع، آیا اصولاً بین فعالیت‌های اقتصادی (متغیرهای کلان اقتصادی) و بازار بورس ارتباطی وجود دارد؟ مسلماً با توجه به اینکه بازار بورس بخشی از فعالیت‌های اقتصادی یک محیط اقتصادی را تشکیل می‌دهد انتظار بر این است که بین فعالیت‌های اقتصادی (متغیرهای کلان اقتصادی) و بازار بورس ارتباط وجود داشته باشد، اما میزان این ارتباط با توجه به بازار بورس و شرایط حاکم بر محیط اقتصادی هر جامعه می‌تواند متفاوت باشد. پژوهش‌های انجام شده توسط جوادی (۱۳۷۴)، عزیزی (۱۳۷۸) و قائمی و معینی (۱۳۸۶)، بیانگر تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر بازار بورس اوراق بهادار ایران است. از سوی دیگر، طبق تعریفی که از ریسک سیستماتیک می‌شود (ریسک مرتبط با بازار) پیش‌بینی ریسک سیستماتیک با استفاده از متغیرهای بازار از لحاظ نظری توجیه‌پذیر است. بنابراین، در این پژوهش سعی بر این است که با استفاده از تعدادی از متغیرهای کلان اقتصادی یکی از سازه‌های بازار به نام ریسک سیستماتیک پیش‌بینی شود.

در این پژوهش شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران، نرخ ارز (دلار)، قیمت نفت و قیمت طلا (سکه) به عنوان ۴ متغیر ورودی شبکه انتخاب شده است. البته در

اقتصاد ایران تعیین‌کننده‌های ریسک سیستماتیک فراتر از این ۴ متغیر است، اما در این پژوهش تنها از این چهار متغیر استفاده شده است. متغیر خروجی در این پژوهش ریسک سیستماتیک است. در این پژوهش برای محاسبه ریسک سیستماتیک (بتا) از مدل بازار استفاده شده است. مدل بازار به صورت زیر است:[1]

$$\bar{R}_{it} = \alpha_i + \beta_i \bar{R}_{mt} + \bar{\varepsilon}_t$$

که در این معادله، $\bar{R}_{it}$ - نرخ بازده اوراق بهادار i برای دوره زمانی t، α_i - نرخ بازده بدون ریسک برای اوراق بهادار i، β_i - بتای اوراق بهادار i، $\bar{R}_{mt}$ - نرخ بازده همه اوراق بهادار موجود در بازار برای دوره زمانی t، $\bar{\varepsilon}_t$ - نوسان‌های تصادفی در فرایند مربوط به دوره t.

طراحی شبکه عصبی برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک

ابتدا داده‌های مربوط به هر یک از متغیرهای پژوهش به صورت ماهانه و هفتگی محاسبه و سپس بردارهای ورودی شبکه به صورت هفتگی و ماهانه در قالب بردارهایی از فضای برداری R^4 به صورت زیر تنظیم می‌شود:

$$X_i = (I_i, E_i, O_i, G_i) \Rightarrow X_i \in R^4 \qquad (۳)$$

به طوری که I = شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران، E - نرخ ارز (دلار)، O - قیمت نفت، G - قیمت طلا و i بیانگر تعداد کل بردارهای ورودی است.

بتای متناظر با هر یک از بردارهای ورودی (β_i) به عنوان نتیجه مطلوب برای هر یک از بردارهای ورودی در نظر گرفته می‌شود. به‌عبارت دیگر، به ازای هر i، β_i نتیجه مطلوب بردار ورودی X_i است، بنابراین بردار Y_i به‌صورت زیر در فضای برداری R^5 تعریف می‌شود.

$$Y_i = [X_i, \beta_i] = [(I_i, E_i, O_i, G_i), \beta_i] \Rightarrow Y_i \in R^5 \Rightarrow Y_i \in R^5 \qquad (۴)$$

1. E. S. Hendrikson and M. F. V. Breda, ***Accounting Theory***, 5th Edition, (USA: R. R. Donnelley & Sons Company, 1992). PP. 182-83.

پس از تنظیم داده در قالب بردارهایی به شکل Y_i، کل بردارهای ورودی و بتاهای متناظر با آنها به دو گروه آموزش و آزمون تقسیم می‌شود. برای این کار حدود ۷۵ درصد از بردارهای ورودی و بتاهای متناظر با آنها به گروه آموزش و بقیه به گروه آزمون تقسیم می‌شود.

با توجه به قضیه مطرح شده توسط ریاضی‌دان روسی به نام کولموگوروف، مبنی بر اینکه با استفاده از یک پرسپترون سه لایه می‌توان هر تابع پیوسته مورد نیاز برای طبقه‌بندی را ایجاد نمود و از سویی برای پردازش داده‌های ورودی که از نوع حقیقی هستند بیش از دو لایه پنهان مورد نیاز نیست و میزان دقت تقریب توسط تعداد نرون‌های موجود در هر لایه نه تعداد لایه‌های شبکه کنترل می‌شود.[۱] در این پژوهش نیز جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی و ماهانه دو مدل متفاوت طراحی شده است. مدل اول یک پرسپترون سه لایه است که دارای یک لایه پنهان و مدل دوم یک پرسپترون چهار لایه است که دارای دو لایه پنهان است. دقت تقریب هر دو مدل توسط تعداد نرون‌های لایه‌های پنهان آنها کنترل می‌شود. در زیر هر یک از حالت‌های بالا به صورت جداگانه تشریح می‌شود. در تمام مدل‌های طراحی شده در زیر تابع انتقال بکار گرفته شده در نرون‌های لایه ورودی یک تابع خطی در نرون‌های لایه‌های پنهان یک تابع سیگموئدی و در تک نرون لایه خروجی نیز یک تابع سیگموئدی است.

طراحی شبکه عصبی برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی

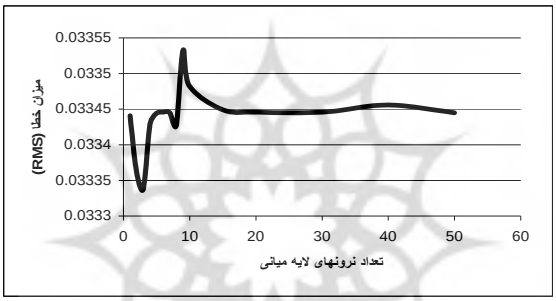
طراحی شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی با استفاده از پرسپترون‌های سه لایه

تعداد نرون‌های لایه ورودی و خروجی در این مدل به ترتیب ۴ و ۱ نرون است، اما برای کنترل دقت تقریب مدل و در نتیجه انتخاب مدل بهینه، تعداد نرون‌های لایه پنهان تغییر می‌کند. در اینجا برای کنترل دقت تقریب مدل و در نتیجه انتخاب مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی ۱۵ حالت مختلف برای تعداد

---

۱. مهدی غضنفری و جمال ارکات، ***شبکه‌های عصبی (اصول و کارکردها)***، چاپ اول، تهران: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۳، ص ۷۱.

نرون‌های لایه پنهان در نظر گرفته شده است. پس از تعیین مقدار خطای (RMS)، مربوط به هر یک از ۱۵ حالت جهت درک بهتر نحوه تغییرات مقدار خطا نمودار مربوط به تغییرات مقدار خطا با توجه به تغییرات به وجود آمده در تعداد نرون‌های لایه پنهان ترسیم شد. این تغییرات در نمودار (۱) ارائه شده است. با توجه به نمودار (۱) کمترین میزان خطا ۰/۰۳۳۳۳۸ می‌باشد و افزایش تعداد نرون‌های لایه پنهان نمی‌تواند میزان خطا را به مقداری کمتر از آن کاهش دهد. بنابراین، مدل بهینه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی با استفاده از پرسپترون‌های سه لایه دارای ۳ نرون در لایه میانی است.



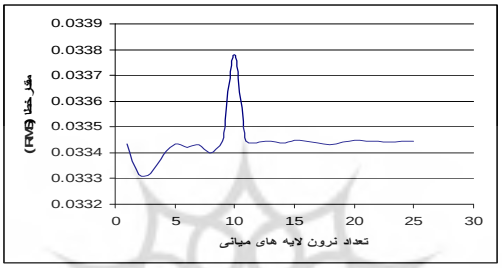
نمودار ۱. تغییرات مقدار خطای (RMS)، مربوط به پرسپترون‌های سه لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی با توجه به تغییر تعداد نرون‌های لایه پنهان

طراحی شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به‌صورت هفتگی با استفاده از پرسپترون‌های چهار لایه

تعداد نرون‌های لایه ورودی و لایه خروجی در این مدل نیز به ترتیب ۴ و ۱ نرون است. تفاوت این مدل با مدل طراحی شده به وسیله پرسپترون‌های سه لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی در تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون هر یک از این لایه‌ها است. در اینجا برای کنترل دقت تقریب مدل و در نتیجه انتخاب مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی ۲۵ حالت مختلف برای تعداد نرون‌های لایه‌های پنهان در نظر گرفته شده است.

پس از تعیین مقدار خطای (RMS) مربوط به هر یک از ۲۵ حالت نمودار مربوط به تغییرات مقدار خطا با توجه به تغییرات به وجود آمده در تعداد کل نرون‌های لایه‌های

پنهان ترسیم شد. این تغییرات در نمودار (۲)، ارائه شده است. با توجه به نمودار (۲)، کمترین میزان خطا ۰/۰۳۳۳۱۴ می‌باشد و افزایش تعداد نرون‌های لایه پنهان نمی‌تواند میزان خطا را به مقداری کمتر از آن کاهش دهد. بنابراین، مدل بهینه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی با استفاده از پرسپترون‌های چهار لایه دارای ۲ نرون در لایه میانی اول و یک نرون در لایه میانی دوم است.

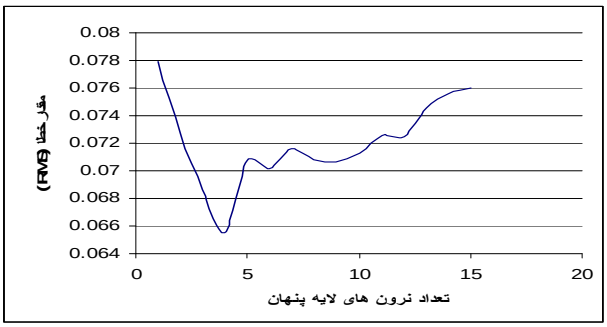


نمودار ۲. تغییرات مقدار خطای (RMS)، مربوط به پرسپترون‌های چهار لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی با توجه به تغییر تعداد کل نرون‌های لایه‌های پنهان

طراحی شبکه عصبی برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به‌صورت ماهانه

طراحی شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به‌صورت ماهانه با استفاده از پرسپترون‌های سه لایه

در اینجا نیز تعداد نرون‌های لایه ورودی و خروجی به‌ترتیب ۴ و ۱ نرون است، اما برای کنترل دقت تقریب مدل ۱۵ حالت متفاوت با توجه به تعداد نرون‌های طراحی شده است. پس از تعیین مقدار خطای (RMS) مربوط به این ۱۵ حالت نمودار مربوط به تغییرات مقدار خطا با توجه به تغییرات به وجود آمده در تعداد نرون‌های لایه پنهان ترسیم شد. این تغییرات در نمودار ۳، ارائه شده است. با توجه به نمودار ۳، کمترین میزان خطا ۰/۰۶۵۵۵۷ است و افزایش نرون‌های لایه‌های پنهان نمی‌تواند میزان خطا را به مقداری کمتر از آن کاهش دهد. بنابراین، مدل بهینه سه لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه، دارای ۴ نرون در لایه میانی است.



نمودار ۳. تغییرات مقدار خطای (RMS)، مربوط به پرسپترون‌های سه لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه با توجه به تغییر تعداد نرون‌های لایه پنهان

طراحی شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه با استفاده از پرسپترون‌های چهار لایه

تعداد نرون‌های لایه ورودی و لایه خروجی در این مدل نیز به ترتیب ۴ نرون و یک نرون است. تفاوت این مدل با مدل طراحی شده به وسیله پرسپترون‌های سه لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه، در تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون هر یک از این لایه‌ها است. در اینجا نیز برای کنترل دقت تقریب مدل و در نتیجه انتخاب مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه، ۲۵ حالت مختلف برای تعداد نرون‌های لایه‌های پنهان در نظرگرفته شده است. تعداد نرون‌های لایه‌های پنهان در این ۲۵ حالت مختلف دقیقاً همان حالت‌هایی است که برای طراحی مدل بهینه چهار لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی مورد بررسی قرار گرفت. پس از تعیین مقدار خطای (RMS) مربوط به هر یک از این حالت‌ها جهت درک بهتر نحوه تغییرات مقدار خطا نمودار مربوط به تغییرات مقدار خطا با توجه به تغییرات به وجود آمده در تعداد کل نرون‌های لایه‌های پنهان ترسیم شد. این تغییرات در نمودار (۴) ارائه شده است. با توجه به نمودار (۴)، کمترین میزان خطا ۰/۰۶۶۴۹۲ است و افزایش نرون‌های لایه‌های پنهان نمی‌تواند میزان خطا را به میزانی کمتر از آن کاهش دهد. بنابراین، مدل بهینه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه با استفاده از پرسپترون‌های چهار لایه دارای ۲ نرون در لایه میانی اول و ۲ نرون در لایه میانی دوم است.

نمودار ۴. تغییرات مقدار خطای (RMS)، مربوط به پرسپترون‌های چهار لایه جهت پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه با توجه به تغییر تعداد کل نرون‌های لایه‌های پنهان

نتیجه‌گیری

مقایسه مدل‌های ارائه شده برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی نشان می‌دهد که مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی یک مدل چهار لایه با ویژگی‌های زیر است:

- یک لایه ورودی با ۴ نرون برای ۴ متغیر ورودی و تابع انتقال خطی
- دو لایه پنهان با ۳ نرون (لایه اول ۲ نرون و لایه دوم ۱ نرون)، و تابع انتقال سیگموئدی
- یک لایه خروجی با ۱ نرون برای تنها متغیر خروجی و تابع انتقال سیگموئدی
- مقدار خطای(RMS) مدل ۰/۰۳۳۳۱۴ است

همچنین، مقایسه مدل‌های ارائه شده برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه، نشان می‌دهد که مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه، یک مدل سه لایه با ویژگی‌های زیر است:

- یک لایه ورودی با ۴ نرون برای ۴ متغیر ورودی و تابع انتقال خطی
- یک لایه پنهان با ۴ نرون و تابع انتقال سیگموئدی
- یک لایه خروجی با ۱ نرون برای تنها متغیر خروجی و تابع انتقال سیگموئدی
- مقدار خطای (RMS) مدل ۰/۰۶۵۵۵۷ است.

مقایسه مقدار خطای متعلق به مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی و مدل بهینه برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهیانه

نشان می‌دهد که مقدار خطای متعلق به مدل بهینه ارائه شده برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی تقریباً نصف خطای مدل بهینه ارائه شده برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه است. بنابراین، مدل بهینه ارائه شده برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت هفتگی نسبت به مدل بهینه ارائه شده برای پیش‌بینی ریسک سیستماتیک به صورت ماهانه از قدرت پیش‌بینی بالاتری برخوردار است. البته با توجه به میزان خطای مدل‌های بهینه هفتگی و ماهانه، نتایج به طور ضمنی حاکی از این است که در اقتصاد ایران متغیرهای تعیین‌کننده ریسک سیستماتیک فراتر از ۴ متغیر ارائه شده در این پژوهش است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

احمدپورکاسگری، احمد و رضا غلامی‌جمکرانی، "بررسی رابطه اطلاعات حسابداری و ریسک سیستماتیک (شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران)"، *مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*، شماره ۲، دوره بیست و دوم، پیاپی ۴۳، ۱۳۸۴، صص ۳۰-۱۸.

بیل، جکسون، *آشنایی با شبکه‌های عصبی*، ترجمه محمود البرزی، تهران: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۶.

پی‌تام، عبدالرضا. "پیش‌گویی بازار بورس تهران به‌وسیله شبکه‌های عصبی"، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شیراز*، (۱۳۸۰).

تهرانی، رضا و وحید عباسیون، "کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمان‌بندی معاملات سهام: با رویکرد تحلیل تکنیکی"، *پژوهش‌های اقتصادی*، ۱۳۸۷، صص ۷۷-۱۵۱.

جعفری صمیمی، احمد؛ یحیی‌زاده‌فر، محمود و رحیم امین‌زاده، "بررسی رابطه بین اندازه‌های پرتفویی و ریسک سیستماتیک سهم عادی در ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۶۹، ۱۳۸۴، صص ۲۶۰-۲۳۹.

جوادی، جواد، "بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر روی شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۷۲- ۱۳۶۹"، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی*، ۱۳۷۴.

راعی، رضا و کاظم چاوشی، "پیش‌بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران: مدل شبکه‌های عصبی و مدل چند عاملی"، *تحقیقات مالی*، شماره ۱۵، ۱۳۸۲، صص ۲۰-۹۷.

سینایی، حسنعلی و اسماعیل خرم، "بررسی رابطه اهرم مالی با ریسک سیستماتیک سهام عادی (β) شرکت‌های سهامی عام در ایران"، *تحقیقات مالی*، شماره ۱۸، ۱۳۸۳، صص ۱۲۱-۱۰۷.

عزیزی، احمد، "شناسایی متغیرهای کلان اقتصادی مؤثر بر شاخص قیمت سهام"، *پایان‌نامه دکترای حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی*، ۱۳۷۸.

غضنفری، مهدی و جمال ارکات، *شبکه‌های عصبی (اصول و کارکردها)*. چاپ اول، تهران: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۳.

قالیباف‌اصل، حسن، "بررسی تأثیر ساختار سرمایه بر روی ریسک سیستماتیک"، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه تهران*، ۱۳۷۳.

قائمی، محمد حسین و محمد علی معینی، "بررسی رابطه ضریب P/E و متغیرهای کلان اقتصادی"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۴۷، ۱۳۸۶، صص ۱۶-۱۰۱.

محمدی، شاپور؛ عباسی‌نژاد، حسین؛ و روح‌الله میرصانعی، "بررسی روش‌های مختلف تخمین بتا در بورس اوراق بهادار تهران"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۴۷، ۱۳۸۶، صص ۳۸-۳.

مدرس، احمد و فرهاد عبداله‌زاده، *مدیریت مالی*، جلد دوم، چاپ سوم، تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی، ۱۳۷۸.

مهرآور، مهدی، "بررسی سودمندی اطلاعات حسابداری در ارزیابی ریسک سیستماتیک برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی*، (۱۳۸۵).

مهدوی، غلامحسین و محمدرضا بهمنش، "طراحی مدل پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از شبکه‌های عصبی (تحقیق موردی: شرکت سرمایه‌گذاری البرز)"، *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۱۹، ۱۳۸۳، صص ۲۳۳-۲۱۱.

نمازی، محمد و شکرالله خواجوی، "سودمندی متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی ریسک سیستماتیک شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۳۸، ۱۳۸۳، صص ۱۱۹-۹۳.

نوروش، ایرج و عباس وفادار، "بررسی سودمندی اطلاعات حسابداری در ارزیابی ریسک بازار شرکت‌ها در ایران"، *حسابدار*، سال چهاردهم، شماره ۱۳۵، ۱۳۷۸، صص ۲۸-۱۶.

Angelini, E., Tollo, G.; & R. Roli," A Neural Network Approach for Credit risk Evaluation", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 42, (2007): PP. 1-23.

Bildersee, J. S. "The association Between Market- Determined Measure of Risk and Alternative Measures of Risk", *The Accounting Review*, (January, 1975): PP. 81-89.

Brimbel, M. A. "The Relevance of Accounting Information for Valuation and Risk", *International Journal of Forecasting*, Vol. 20, (2003): PP. 233-245.

Chan, C. M, Cheong, W. C.; & L. C. Chang, "Financial Time Series Forecasting By Neural Network Using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression Weight Initialization", Department of Computing, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong, 2000.

Charitou, A., Neophytou, E.; & C. Charalambous, "Prediction Corporate Failure: Empirical Evidence for the UK", *European Accounting Review*, Vol. 13, No. 3, (2004): PP. 465-497.

Chiang, W. C., Urban, T. L.; & G. W. Baldridge, "A Neural Network Approach to Mutual Fund Net Asset Value Forecasting", *Omega*, Vol. 24, (1996): PP. 205-215.

Estrada, J. "Systematic Risk In Emerging Markets: The D-CAPM", *Emerging Markets Review*, Vol. 3, (2002): PP. 365-379.

Gupta, M. M.; Jin, L.; & H. Noriyasu. *Static and Dynamic Neural Networks*, 2*th* Edition, New Jersey: John Wiley and Sons, 2003.

Hamada, R. S. "The Effect of the Firm's Capital Stracture on the Systematic Risk of Common Stocks", *Journal of Finance*, Vol.24, (1972): pp. 435-452.

Hendriksen, E. S. & M. F. V. Breda, *Accounting Theory*, 5*th* Edition, USA: R. R. Donnelley & Sons Company, 1992.

Lee, J. S. & S. C. Jang, "The Systematic Risk Determinants of the US Airlines Industry", *Tourism Management*, Vol. 28, (2006): PP. 434-442.

Olson, D. & C. Mossman, "Neural Network Forecasts of Canadian Stock Returns Using Accounting Ratios", *International Journal of Forecasting*, Vol. 19, (2003): PP. 453-465.

Pao, H. T. "A Comparison of Neural Network and Multiple Regression Analysis in Modeling Capital Structure", *Expert Systems with Applications*, Vol. 35, (2008): PP. 720-727.

Shapiro, A. F. "Capital Market Application of Neural Networks, *Fuzzy Logic and Genetic Algorithms*", USA: Penn State University, (2003).

Syonching, L. & L. Hhungchih, "The Predictive Power of Quarterly Earnings per Share Based on Time Series and Artificial Intelligence Model", *Applied Financial Economics*, Vol. 16, (2006): PP. 1375-1388.

Wilde, D. P. *Neural Network Models*, 2*th* Edition, London: Springer, 1997.

You, L.; Chang, C. H.; Parhizgari, A. M.; & A. J. Prakash, "Global Stocks and Contemporaneous Market Risk", *International Journal of Business*, Vol. 12, No. 3, (2007): PP. 385-397.