Archive of SID

مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سی‌ام / بهار ۱۳۹۶

بررسی و شناخت متغیرهای اصلی تاثیرگذار بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و مدلسازی آن با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و مقایسه نتایج حاصله با تحلیل تکنیکال و موجهای الیوت

محمد کامروافر[۱]
سیدذبیح‌اله هاشمی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۴

چکیده

هدف اصلی این مطالعه، بررسی و شناخت متغیرهای اصلی تاثیرگذار بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و مدلسازی آن با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و مقایسه نتایج حاصله با تحلیل تکنیکال و موجهای الیوت است. متغیرهای توضیحی به کار رفته در مدل تحقیق: نرخ ارز، تورم، بیکاری، رشد تولید و حجم نقدینگی بودند و متغیر هدف در این مطالعه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران می باشد. در این تحقیق از شبکه‌های عصبی GMDH و MLP و همچنین ابزارهای تحلیل تکنیکال (امواج الیوت و کانال رگرسیون) استفاده گردید. در این خصوص شبکه GMDH نشان داد که از میان متغیرهای مورد استفاده به عنوان شاخصهای کلان اقتصادی، متغیر نرخ بیکاری متغیر زائد بوده و تاثیر آن ناچیز است. اما سایر متغیرها (نرخ ارز، تورم، رشد تولید، حجم نقدینگی) اثر مضاعفی داشتند. همچنین یافته دیگر تحقیق ضمن تایید نتایج مشابه برای شبکه عصبی و تحلیل تکنیکال، حاکی از قدرت بالاتر شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی شاخص بورس است.

واژه‌های کلیدی: شبکه های عصبی، شاخص بورس اوراق بهادار، امواج الیوت، تحلیل تکنیکال.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، گرایش تحقیق در عملیات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده مدیریت و اقتصاد، md.kamravafar@gmail.com
۲- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی (عهده دار مکاتبات) hashemi_sz@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

بورس اوراق بهادار درهرکشوری، مهمترین ساز و کار پیش روی نظام های اقتصادی جهان را برای جذب و تخصیص بهینه منابع و پس اندازهای کوچک افراد است. نقش اصلی بورس اوراق بهادار درگردآوری نقدینگی راکد یا غیر مولد و هدایت منابع پس اندازی سرگردان به سوی مصارف سرمایه‌گذاری و تامین منابع مالی فعالیت‌های اقتصادی تولیدی و خدماتی بخش خصوصی است.

سرمایه گذاری در سهام برای بسیاری از افراد جامعه جذاب بوده و هست. سرمایه گذاران معمولا با استفاده از تجربه و مطالعه شخصی یا با مشورت کارشناسان مورد اعتماد خود اقدام به خرید و فروش یک یا چند سهم در بازه های زمانی مختلف می کنند یا اینکه به جای خرید مستقیم سهام، به سرمایه گذاری در صندوق‌های سرمایه گذاری در بازار سهام روی می آورند. اگر چه انتخاب سهم و همچنین صنعتی که در آن سرمایه گذاری می شود بسیار مهم است، اما همواره روند حرکت کلی بورس که معمولا با شاخص کل نمایش داده می شود، بر تمامی صنایع و سهام‌های موجود در بورس سایه افکنده است. بنابراین شناخت و پیش بینی روند حرکت کلی بورس و دوره های رونق و رکود آن از اهمیت به سزایی برخوردار است.

در سرمایه گذاری، دو فاکتور از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و مبنای سرمایه گذاری می باشد. این دو فاکتور ریسک و بازده می باشند. یکی از انواع ریسک ها ریسک سیستماتیک (ریسک بازار) می باشد که ناشی از شرایط محیطی بوده و مدیریت شرکتهای سهامی کنترلی بر روی آن ندارد. به نظر می رسد این ریسک در کشور مابه لحاظ تغییرات زیاد و شدید عوامل محیطی بالا باشد و بدین خاطر در این پژوهش تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی (عوامل محیطی) را برروی شاخص قیمت سهام بررسی می گردد.

در این خصوص دو مساله وجود دارد که تحقیق حاضر سعی در ارائه راهکاری برای آن دارد. اول اینکه چه متغیرهایی وجود دارند که تاثیر قابل ملاحظه ای بر روند حرکت بلند مدت بازار سهام می گذارند و دوم مشخص ساختن نحوه تاثیر گذاری این متغیرها می باشد. با شناخت این دو موضوع می توان تحلیل مناسب از روند کلی حرکت بورس تهیه کرد و تلاش گردیده که پیش بینی مناسبی از آینده پیش روی آن ارائه نمود و ریسک سرمایه گذاری را کاهش و سودآوری ممکن را افزایش داد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- بورس اوراق بهادار

در اصطلاح علم اقتصاد، بورس مکانی است که کار قیمت گذاری و خرید و فروش کالا و اوراق بهادار در آن انجام می‌گیرد و به دو نوع بورس کالا و بورس اوراق بهادار است. بورس ایران درسال ۱۳۴۶ راه‌اندازی شد. بورس اوراق بهادار یک بازار متشکل سرمایه است که در آن سهام شرکتهای خصوصی ودولتی طبق قانون خاصی خرید و فروش می‌شود. وظیفه اصلی این بازار، به حرکت انداختن موثر سرمایه‌ها و تخصیص بهینه منابع می‌باشد. این بازار با جذب و سامان دادن صحیح منابع مالی سرگردان و نقدینگی جامعه، ضمن به حرکت درآوردن چرخ‌های اقتصاد از طریق تأمین سرمایه‌های مورد نیاز شرکتها، سبب کاهش دخالت

www.SID.ir

Archive of SID

دولت در اقتصاد، افزایش درآمدهای مالیاتی، کاهش اثرات تورمی ناشی از وجود نقدینگی می گردد. در بورس اوراق بهادار تهران شاخص قیمت با نام TEPIX شناخته می شود که نشانگر سطح عمومی قیمت کل بازار سهام تهران است.

۲-۲- مدلهای پیش‌بینی شاخص سهام

پیش‌بینی عنصری کلیدی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی است. در مباحث علمی اقتصاد نیز پیش‌بینی متغییرهای کلان اقتصادی اهمیت و جایگاه ویژه‌ای دارد. از دیگر سوی تاثیر بازار اوراق بهادار در توسعه اقتصادی یک کشور غیر قابل انکار است. به همین منظور مدل‌ها و تکنیک‌های مختلفی به وجود آمده‌اند تا عاملان و سیاست‌گذاران اقتصادی را در پیش‌بینی المان‌های مختلف این بازار و اتخاذ سیاست مناسب یاری کنند. هر کدام از این تکنیک‌ها ویژگی‌های خاص خود را دارا بوده و نقاط قدرت و ضعفی دارند. از این روی شناخت این تکنیک‌ها و دانستن نقاط ضعف و قدرت آنها به منظور انجام پیش‌بینی‌های دقیق‌تر در بازار بورس ضروری به نظر می‌رسد (آذر و همکاران، ۱۳۸۹). در ادامه به بررسی مختصر برخی روش‌های پرکاربرد در این حوزه پرداخته می شود.

۲-۲-۱- تکنیک رگرسیون چند متغیره

تکنیک‌های آماری از ابتدایی‌ترین و رایج‌ترین تکنیک‌ها جهت مدل‌بندی پیش‌بینی به شمار می‌روند. مدل‌های آماری خود به دو گروه مدل‌های آماری تک‌متغیره و مدل‌های آماری چند متغیره تقسیم می‌شوند.در میان آنها مدل‌های چند متغیره از فراوانی بیشتری برخوردارند. تحلیل تشخیصی، احتمال خطی، لوجیت، پروبیت، مجموع تجمعی و فرایندهای تعدیل ناقص، تشکیل‌دهنده تکنیک‌های آماری چند متغیره هستند (نادری، ۱۳۹۲).

۲-۲-۲- تکنیک سری زمانی

تکنیک سری زمانی از جمله مهم‌ترین و پرکاربردترین تکنیک‌ها در پیش‌بینی‌های اقتصادی و به تبع آن در پیش بینی‌های بازار بورس است. این تکنیک از روش‌های متنوعی برای پیش‌بینی استفاده می‌کند.

۲-۲-۲-۱- روش هموارسازی نمایی

برای سری‌های زمانی غیر فصلی که دارای روند نمی‌باشند، بکار برده می‌شود. در روش هموارسازی نمایی به داده‌های جدید وزن بیشتری داده می‌شود. هرچه به سمت داده‌های گذشته‌تر پیش برویم وزن داده‌ها بصورت نمایی کم می‌شود. این روش شامل هموار سازی نمایی ساده براون، هموار سازی دومرحله‌ای، روش خطی براون، روش هموارسازی هولت-ونیز می‌باشد.

۲-۲-۲-۲- روش تجزیه و تحلیل روند

از پرکاربردترین تکنیک‌های پیش‌بینی بخصوص در تحلیل‌های مالی است. منحنی‌های روند را با داده‌های تاریخی می‌توان آزمایش نمود. توابع متعددی وجود دارد که از جمله میتوان تابع روندخطی، تابع

www.SID.ir

Archive of SID

روند درجه دوم و درجه سوم، تابع لگاریتمی روند تابع‌نمایی، تابع روند معکوس، تابع قدرت، تابع روند s و تابع رشد را نام برد.

۲-۲-۲-۳- روش پیش‌بینی مدل باکس جنکینز

شامل فرآیندهای میانگین متحرک، فرآیند اتو رگرسیو، فرآیند اتو رگرسیو میانگین متحرک، مدل‌های تلفیق شده و فرآیند اتو رگرسیو میانگین متحرک تلفیق شده می‌باشند.

۲-۳- تحلیل تکنیکال

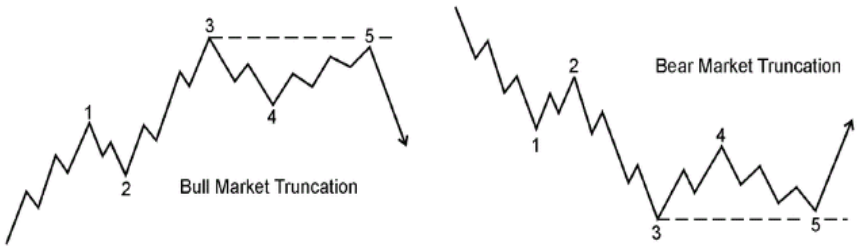
تجزیه و تحلیل تکنیکال، شامل تکنیک‌های پیش‌بینی است که با اندازه‌گیری الگوهای تاریخی رفتار قیمت سهام و ویژگی تاریخی سایر اطلاعات مالی به دست آمده است. تحلیل‌گر پس از بررسی عملکرد رفتار گذشته، اطلاعات جاری مربوط به قیمت سهام را مورد بررسی قرار می‌دهد تا دریابد که آیا هیچ‌گونه الگوی برقرار شده ای قابل اعمال است یا خیر؟ اگر چنین باشد، پیش‌بینی‌هایی می‌توان انجام داد. ایده اصلی تجزیه و تحلیل تکنیکی این است که روند تغییرات سهام به وسیله تغییرات نگرش سرمایه‌گذاران که خود متاثر از عوامل متعددی است شکل می‌گیرد. با استفاده از قیمت و حجم معاملات، تحلیل‌گران تکنیکی به پیش‌بینی تغییرات آینده قیمت‌ها اقدام می‌کنند. تحلیل‌گران تکنیکی بر این عقیده اند که تاریخ خود را تکرار می‌کند و تغییرات آتی قیمت سهام می‌تواند با توجه به قیمت‌های پیشین سهام تعیین شوند. تکنیکال‌ها فرض را بر آن می‌گذارند که عوامل بنیادی تاثیر خود را بر روی قیمت‌ها گذاشته‌اند و لذا تحلیل نمودار قیمت می تواند راهگشای پیش بینی آینده آن باشد.

۲-۴- نظریه امواج الیوت

در اواخر دهه ۱۹۲۰، پی بردن "رالف نلسون الیوت" به این مهم که برخلاف تصور عموم، بازار اوراق بهادار بی نظم و آشفته نیست. نظریه الیوت در واقع همان نظریه داو است که در آن نوسانات قیمت به صورت موج نمایش داده می‌شود. چه روند بازار صعودی باشد و چه نزولی، هر موج اصلی شامل ۵ موج فرعی است که در مقیاس کوچک‌تر هریک از این موج‌ها، خود نیز شامل ۵ موج دیگر هستند و این منوال تا بی‌نهایت ادامه دارد. در بازارهای مالی، همان‌طور که نوسانات مثبت و منفی قیمت، حرکتی خلاف جهت هم دارند، هر کنشی نیز معلول واکنشی است برابر و در جهت مخالف. کنش قیمت به سه قسمت روند، تصحیحات و حرکات جنبی تقسیم می شود. روند جهت اصلی قیمت را نشان می دهد (صعودی یا نزولی) که الیوت آن را موج جنبشی نامید و در نقطه مقابل روند، تصحیحات وجود دارد که الیوت این امواج را، موج تصحیحی نامیده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موج الیوت نمونه (چپ:صعودی، راست: نزولی)

۲-۵- شبکه های عصبی

با شناخت توانایی سلول‌های عصبی در مغز انسان و مشابه‌سازی این روند در سیستم‌های کامپیوتری، مفهوم شبکه‌های عصبی مصنوعی برای نخستین بار در سال ۱۹۴۳ توسط مک‌کلاک (عصب‌شناس) و پیت[۱](ریاضیدان) مطرح شد و از آنجایی که مفاهیم پایه‌ای ارائه شده در مباحث مربوط به آن از اساس ریاضی مستحکم و قابل اعتمادی برخوردار بود بعدها به طور گسترده‌ای مورد اقبال عمومی پژوهشگران در مدلسازی پدیده های غیرخطی قرار گرفت (هکین[۲]، ۱۹۹۹). اولین شبکه عصبی مصنوعی را روزنبلات[۳] در سال ۱۹۵۸ به نام پرسپترون[۴] طراحی و بکار گرفت. این شبکه که یک شبکه طبقه‌بندی[۵] بود صرفا قابلیت یادگیری و حل مسائل خطی را داشت. بعد از ناتوانی شبکه عصبی پرسپترون در مدلسازی مسائل غیرخطی، بحث پیرامون شبکه‌های عصبی کمتر مورد اقبال محققین بود تا اینکه در سال ۱۹۸۲ هاپفیلد[۶] با طراحی شبکه عصبی به همین نام-هاپفیلد- توانست یکی از پیچیده‌ترین مسائل بهینه سازی موسوم به فروشنده دوره‌گرد (TSP[۷]) را حل کند که در پی آن قدرت شبکه‌های عصبی در مدلسازی مسائل غیرخطی از جمله بازار بورس و انرژی مورد توجه قرار گرفت. بعدها راملهارت و مکلند[۸] در سال ۱۹۸۶ با ارائه الگوریتم پس انتشارخطا (BP[۹]) منجر به توسعه هرچه بیشتر شبکه‌های عصبی چند لایه پیشخور[۱۰] با نام پرسپترون چندلایه (MLP) شدند. امروزه شبکه‌های عصبی به عنوان یک روش درون‌یابی و شبیه سازی پیشرفته با توانایی بالا در شبیه‌سازی فرایندهای پیچیده، کاربرد رو به رشدی دارد. در واقع، به کارگیری این روش افق جدیدی را در علوم مهندسی و پس از آن در شاخه‌های سایر علوم گشود.

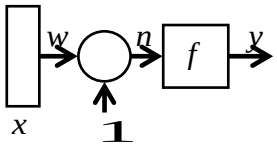
شبکه‌های عصبی مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل در لایه‌های مختلف هستند که اطلاعاتی را برای یکدیگر ارسال می‌کنند. نرون‌های مصنوعی واحدهای ساده پردازش اطلاعات هستند، بنابراین تعداد زیادی از این نرون‌ها یک شبکه عصبی را می سازند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۰). نرون کوچک‌ترین واحد پردازشگر اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد.

یکی از قابلیت های بسیار مهم شبکه عصبی، توانایی آموزش آنها می‌باشد. آموزش به این معنی است که شبکه به هنگام اعمال سیگنال ورودی و مشاهده‌ی پاسخ خود، رفتار خود را به گونه‌ای تنظیم نماید که اگر در

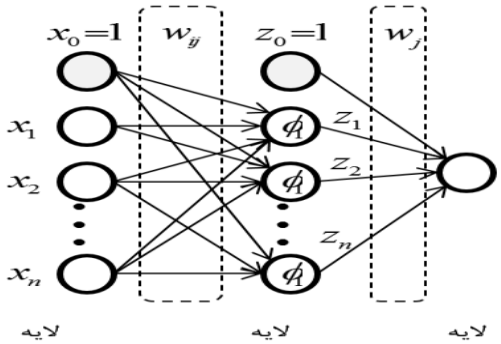
www.SID.ir

Archive of SID

لحظه‌ی بعدی همان ورودی اعمال گردد، پاسخ مطلوب تری را ارائه نماید (مهناج و همکاران، ۱۳۸۹). این تنظیم رفتار توسط الگوریتم‌های بهینه‌یابی[11] انجام می‌شود.



شکل ۲- ساختار نرون تک ورودی



شکل ۳- ساختار شبکه عصبی پیشخور سه لایه

۲-۶- شبکه عصبی GMDH

اولین بار الگوریتم GMDH توسط یک دانشمند اوکراینی به نام ایواخننکو[12] معرفی شد. شبکه عصبی GMDH شبکه ای خودسازمانده و یک سویه است که از چندین لایه حاصل شده و هر لایه از چندین نرون تشکیل یافته است. تمامی نرون ها از ساختار مشابهی برخوردارند، طوری که دارای دو ورودی و یک خروجی هستند و هر نرون با ۵ وزن و یک بایاس عمل پردازش را میان داده‌های ورودی و خروجی بر اساس رابطه برقرار می‌کند.

شبکه عصبی GMDH یک فناوری آموزش آماری جهت غلبه بر ضعف روش‌های سنتی و شبکه های عصبی متداول می‌باشد. آنچه که این نوع از شبکهٔ عصبی را به عنوان یک روش هیورستیک[13] معرفی می-کند؛ ساختن مدل هایی برای سیستم های پیچیده از نوع رگرسیون با درجات بالا می باشد که دارای مزایایی نسبت به مدل سازی کلاسیک است (ابریشمی و همکاران، ۱۳۸۹).

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۷- پیشینه پژوهش

مدل‌های خطی پیشرفته پیش‌بینی‌های مناسبی در دوره‌های زمانی میان مدت و کوتاه‌مدت دارند اما بررسی‌ها در بازار سرمایه نشان داده است که رفتار سهام از یک الگوی خطی تبعیت نمی‌کند و الگوهای خطی تنها بخشی از رفتار سهام در بازار را نشان می‌دهد (مشیری و مروت، ۱۳۸۵). در این صورت وجود یک سیستم پویای غیرخطی در ارتباط با رفتار بازار مدل‌های موجود را عملاً دچار ابهام خواهد کرد. لذا پیش‌بینی داده‌هایی که از این سیستم پیروی می‌کنند، نیازمند ابزارهای هوشمند و پیشرفته‌ای مانند شبکه‌های عصبی است. این شبکه‌ها به عنوان یکی از سیستم‌های هوشمند، می‌تواند رابطه غیرخطی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را براساس مجموعه داده‌ها، تشخیص و روابط بنیادین بین آنها را شناسایی نماید (البرزی و همکاران، ۱۳۸۸). در این راستا محققین و صاحبنظران معتقدند که قیمت‌های سهام دارای نظم مشخصی نیست و استفاده از ریاضیات پیچیده در سیستمهای غیرخطی و پویا می‌تواند مدل‌هایی را ایجاد کند که نظریه‌های گذشته را باطل نماید (خاکی صدیق، ۱۳۸۳). در علم ریاضیات به این روندهای غیرخطی تصادفی نما آشوب[۱۴] گفته می‌شود. در تئوری آشوب با استفاده از تکنیک‌های جدید ریاضی به بازار به عنوان سیستم پویا و پیچیده و در حال تحول نگاه می‌شود و اعتقاد بر این است که هر حادثه به ظاهر تصادفی را می‌توان تعیین نمود. نتایجی که تا کنون از این رهگذر حاصل شده است، به امکان پیش‌بینی قیمت تحت شرایط خاص اذعان دارد. زی‌من[۱۵] در سال ۱۹۷۴ وجود رفتار بی‌ثبات در بازار سهام را توضیح داد. هینشین[۱۶] و شینک‌من[۱۷] و لبارون[۱۸](۱۹۸۹) و لینتون[۱۹] و شینتانی[۲۰](۲۰۰۳) نیز چنین مطالعاتی داشته‌اند.

خاکی صدیق (۱۳۸۳) در بورس اوراق بهادار تهران پیش‌بینی پذیری سری زمانی قیمت (بازده) شرکت-های شهد ایران، ایران خودرو، کابل البرز، کیمیدارو، توسعه صنایع بهشهر، و همچنین شاخص TEPIX را بین سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸ با سه روش تحلیل(R/S)، تحلیل تخمین بعد همبستگی و تحلیل تخمین بزرگترین نمالی لیاپانوف آزمون کرد. نتایج آزمون ماهیت غیر تصادفی و شبه آشوبگونه فرایند مولد قیمت (بازده) سهام را در بورس اوراق بهادار تهران نشان داد. سلامی (۱۳۸۱) نیز وجود این روند در بازار سهام تهران را آزمون کرد و توانست وجود همبستگی‌های غیرخطی را تائید کند.

چاوشی (۱۳۸۰) نیز در تحقیق دیگری تحت عنوان بررسی رفتار قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران به پیش‌بینی رفتار سهام در بورس اوراق بهادار تهران توسط مدل چند شاخصی و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت توسعه صنایع بهشهر پرداخت. نتایج مطالعه حاکی از موفقیت دو مدل در پیش‌بینی رفتار قیمت سهام مورد نظر و همچنین برتری عملکرد شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل رقیب بود. همچنین مشیری و فروتن (۱۳۸۳) با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی و تکنیک خودرگرسیو میانگین متحرک انباشته ARIMA و GARCH قیمت آتی نفت را برای دوره زمانی ۷۰۰ روزه پیش‌بینی کردند و نتایج را با استفاده از معیارهای MSE، MAE و RMSE مقایسه و نشان دادند که مدل شبکه عصبی از قدرت پیش‌بینی بیشتری نسبت به سایر مدل‌ها برخوردار است. طلوعی و حق‌دوست (۱۳۸۶) در مطالعه دیگری با عنوان مدلسازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن

www.SID.ir

Archive of SID

با روش‌های پیش‌بینی ریاضی به پیش‌بینی رفتار قیمت سهام توسط مدل شبکه عصبی و رگرسیون پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از موفقیت این دو مدل در پیش‌بینی قیمت سهام و همچنین موفقیت عملکرد رگرسیون بر شبکه عصبی مصنوعی بود.

کریستوفرگان و همکاران[۲۱] (۲۰۰۶)، اثرات متقابل بین شاخص سهام نیوزلند و یک مجموعه‌ی هفت گانه از متغیرهای کلان اقتصادی شامل نرخ تورم، نرخ ارز، تولید ناخالص داخلی، عرضه‌ی پول، نرخ بهره‌ی بلندمدت، نرخ بهره کوتاه‌مدت و قیمت خرده فروشی نفت محلی[۲۲]را بررسی کردند. نتایج آزمون همجمعی یوهانسون نشان داد که بین شاخص قیمت سهم نیوزلند و متغیرهای اقتصادی مورد آزمون، یک رابطه‌ی بلندمدت وجود دارد. نتایج آزمون علیت گرنجری نیز نشان داد که شاخص قیمت سهام نیوزلند علیت گرنجری برای تغییرات در متغیرهای اقتصادی نیست. دلیل آن کوچک بودن بازار سهام نیوزلند در مقایسه با بازارهای سهام کشورهای توسعه یافته است.

عباسی‌نژاد و نادری (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای با عنوان تحلیل آشوب، تجزیه موجک و شبکه عصبی در پیش‌بینی شاخص بورس تهران، به منظور پیش‌بینی شاخص قیمت و بازده نقدی بورس اوراق بهادار تهران، آشوب این سری‌های زمانی را تحلیل و پیش‌بینی پذیری را بررسی کردند. ایشان در مطالعه خود به کمک داده‌های تجزیه شده با روش موجک به ارزیابی انواع شبکه عصبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی روزانه بازدهی قیمت و نقدی طی دوره ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی پیشخور و شبکه عصبی فازی آموزش دیده با استفاده از داده‌های تجزیه شده قدرت بالاتری از شبکه‌هایی با ورودی سطح داده‌ها داشته‌اند.

شمس و اصغری (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای با عنوان پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی، به منظور پیش‌بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از مدل شبکه عصبی پیش-خور با قانون یادگیری پس‌انتشار خطا در سه ساختار متفاوت استفاده کردند و نتایج حاصله را با مدل‌های رگرسیونی چندمتغیره و مدل‌های ARIMA مقایسه کردند. نتایج مطالعه نشان داد که بر اساس معیار خطای RMSE، خطای شبکه‌های عصبی از سایر مدل‌های یادشده بسیار کمتر است و همچنین نتایج پیش‌بینی‌های کوتاه مدت مطلوب‌تر از دوره‌های زمانی بلندمدت است.

۴- روش شناسی پژوهش

در این مطالعه جهت انجام تحقیق مراحلی که در شکل زیر نشان داده شده است به شرح ذیل پیگیری می‌شود.

ابتدا مانایی متغیرها (نداشتن ریشه واحد) با استفاده از آزمون دیکی‌فولر تعمیم یافته (ADF) و فیلیپس‌پرون (PP) به عنوان آزمون ریشه واحد[۲۳] بررسی شده و سپس در محله بعد کارایی شبکه عصبی در مقایسه با روش تحلیل تکنیکال امواج الیوت به کمک معیار نیکویی برازش یعنی ضریب تعیین مورد بررسی قرار می-گیرد. همچنین به کمک تکنیک حداقل مربعات معمولی(OLS) بردار متغیرهای موثر(X^*) و معنی‌داری آنها

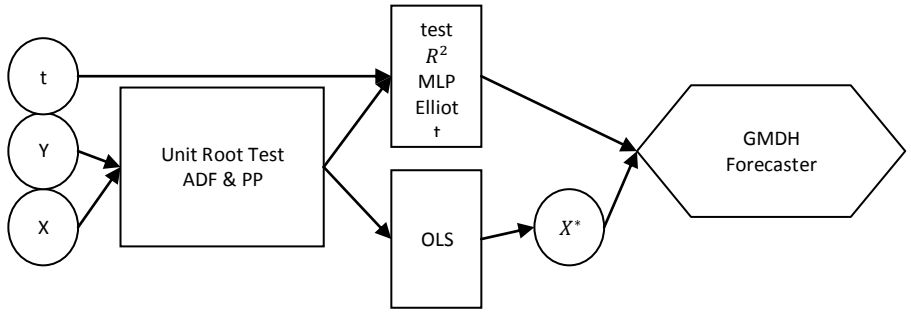
www.SID.ir

Archive of SID

شناسایی شده و در مرحله نهایی وارد موتور پیش‌بینی کننده GMDH می‌شوند. برای این مقصود از تابع زیر استفاده می‌شود:

$$tepix = f\ (exch, rcpi, unemp, rgdp, money)$$

در رابطه فوق tepix نشان دهنده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، exch متغیر توضیحی نرخ ارز، rcpi تورم حاصل از قیمت مصرف کننده، unemp نرخ بیکاری، rgdp رشد تولید ناخالص داخلی و money حجم نقدینگی می‌باشند.



شکل ۴- فلوچارت مراحل تحقیق

۵- نتایج پژوهش

۵-۱- ایستایی و ریشه واحد متغیرها

مدل‌سازی اقتصادی- مالی و اقتصادسنجی سری‌های زمانی مبتنی بر فرض ایستایی متغیّرها است. بررسی‌هایی که از سال ۱۹۹۰ به بعد انجام شده، نشان داده است که این فرض در مورد بسیاری از متغیّرهای سری‌های اقتصادی نادرست بوده و اکثر این متغیّرها وابسته به زمان بوده و ناایستا می‌باشند. به خاطر اینکه ارتباط حقیقی یا ساختگی (کاذب) متغیرهای اقتصادی حائز اهمیت است و از طرف دیگر داده های سری زمانی (به ویژه مقادیر اسمی) اغلب نامانا می باشند، بنابراین برای اجتناب از تخمین مدل رگرسیون کاذب بایستی تک تک متغیرهایی که در مدل‌های تحقیق به کار گرفته شده‌اند، از لحاظ پایایی و ناپایایی مورد آزمون قرار بگیرند.

بدین منظور در این مطالعه به کمک آزمون مانایی دیکی فولر تعمیم یافته(ADF[۲۴]) در الگوی اقتصادسنجی مانایی تک تک متغیرها بررسی شده و نتایج آن در جدول زیر ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- بررسی مانایی سری زمانی با استفاده از آزمون ADF

متغیر	آماره	احتمال	نتیجه
TEPIX	-۶/۷۲۸۹	۰/۰۰۰۰	مانا با تفاضل
EXCH	-۶/۱۳۱۳	۰/۰۰۰۰	مانا با تفاضل
RCPI	-۳/۰۹۱۰	۰/۰۳۴۹	مانا بدون تفاضل
UNEMP	-۹/۵۷۷۵	۰/۰۰۰۰	مانا با یک تفاضل
RGDP	-۸/۲۱۹۹	۰/۰۰۰۰	مانا بدون تفاضل
MONEY	-۳/۸۲۰۵	۰/۰۰۰۰	مانا با یک تفاضل

منبع: یافته‌های پژوهش

۵-۲- ساختار شبکه های عصبی مورد استفاده و الگوریتم آموزشی آن

پس از بررسی مانایی متغیرها ابتدا باید ساختار شبکه و الگوریتم آموزشی آن تعیین شود. برای آموزش شبکه از الگوریتم پس انتشار خطا استفاده شده است که ساختار آن شرح داده شد و به منظور تعیین تعداد نرون های مورد نیاز در لایه پنهان از معادله زیر استفاده شده است:

$$m=\frac{1}{2}(\text{inputs}+\text{outputs})+\sqrt{\text{number of the training patterns}}$$

در این الگو متغیرهای ورودی شبکه نرخ ارز، تورم، بیکاری، رشد تولید ناخالص داخلی و حجم نقدینگی می‌باشد. با توجه به تعداد داده‌های در دست ماتریس ورودی برای شبکه ۵×۴۴ خواهد بود که از کل مشاهدات ۸۰ درصد به عنوان مجموعه آموزشی و ۲۰ درصد به عنوان مجموعه آزمون استفاده می‌شود. به بیان دیگر از ۴۴ مشاهده ۳۵ مشاهده بطور تصادفی به عنوان داده‌های آموزش شبکه و ۹ مشاهده به عنوان داده‌های تست شبکه استفاده می‌شود. باتوجه به رابطه ذکر شده، ساختار نرون‌های شبکه در لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی به ترتیب برابر با ۵، ۹ و ۱ خواهد بود.

همچنین به منظور بررسی کارایی شبکه‌های طراحی شده، پس از آموزش شبکه و پیش‌بینی متغیر هدف کارایی آنها بر اساس معیارهای خطای پیش‌بینی RMSE[۲۵]، MAPE[۲۶] و $R2$[۲۷] مورد ارزیابی قرار می-گیرد. در این مطالعه از دو شبکه GMDH و MLP جهت شبیه‌سازی و پیش‌بینی شاخص بورس استفاده شده که جداول زیر نتایج ارزیابی کارایی شبکه‌های مذکور را نشان می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- بررسی قدرت پیش‌بینی شبکه های عصبی

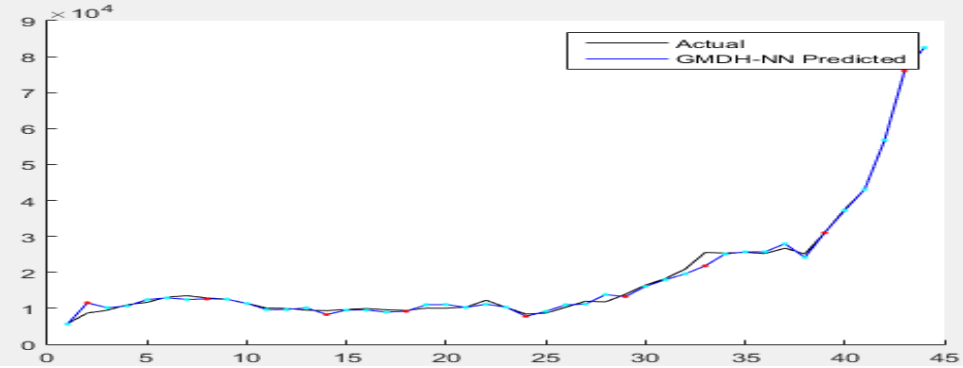
ANN	Train Set			Test Set		
	R2	RMSE	MAE	R2	RMSE	MAE
GMDH	0.9979	704.90	0.0419	0.9938	1628.5	0.0835
MLP	0.9906	1424.8	0.0329	0.9468	5223.1	0.2509

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که در نتایج فوق مشاهده می‌شود شبکه عصبی GMDH در هر دو مجموعه آموزشی و آزمایشی توانسته است بهتر از شبکه MLP عمل نماید. به نحوی که در داده‌های آموزشی معیار ضریب تعیین برای شبکه عصبی GMDH برابر با ۰/۹۹۷۹ بوده در حالی که این معیار برای شبکه عصبی MLP برابر با ۰/۹۹۰۶ بوده است. همچنین در مورد مجموعه آزمایشی نیز این شبکه پیش‌بینی مطلوب‌تری ارائه کرده و بر اساس معیار ضریب تعیین شبکه عصبی ضریب ۰/۹۹۳۸ را نشان می‌دهد در حالی که شبکه MLP ضریب ۰/۹۴۶۸ را نشان می‌دهد. این نتایج در مورد سایر معیارهای سنجش نیکویی برازش نیز صادق بوده و بر اساس معیارهای RMSE و MAPE نیز عملکرد شبکه عصبی GMDH قوی‌تر از شبکه عصبی MLP بوده است.

شبکه عصبی GMDH در میان متغیرهای ورودی که به عنوان متغیرهای توضیحی مدل نیز شناخته می‌شوند، متغیر نرخ بیکاری را یک متغیر زائد دانسته و تاثیر آنرا بر پیش‌بینی شاخص بورس ناچیز می‌داند. اما در عوض این شبکه متغیرهای نرخ ارز، تورم، رشد تولید و حجم نقدینگی را متغیرهایی با اثر مضاعف شناخته و آنها را در مدل مورد استفاده قرار داده است.

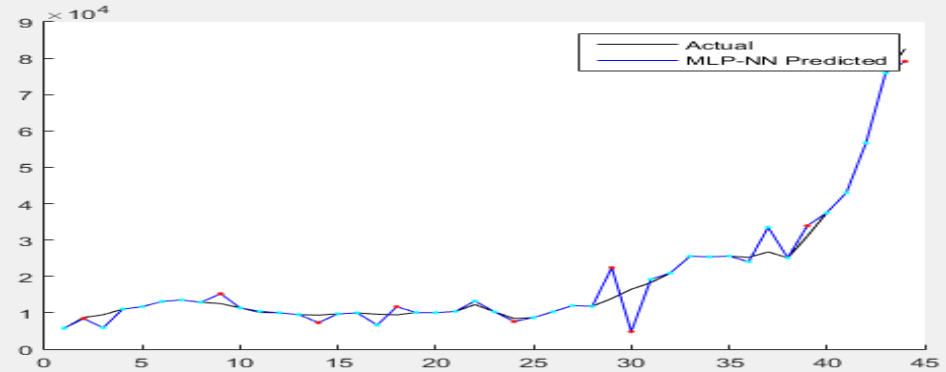
شکل زیر داده‌های واقعی و پیش‌بینی شده در بازه زمانی مورد بررسی را بر اساس شبکه عصبی GMDH و MLP نشان می‌دهد. در این شکل فوق نقاط قرمز داده‌های تست و سایر نقاط داده‌های آزمایشی را نشان می‌دهند.



شکل ۵- پیش بینی شبکه عصبی GMDH

www.SID.ir

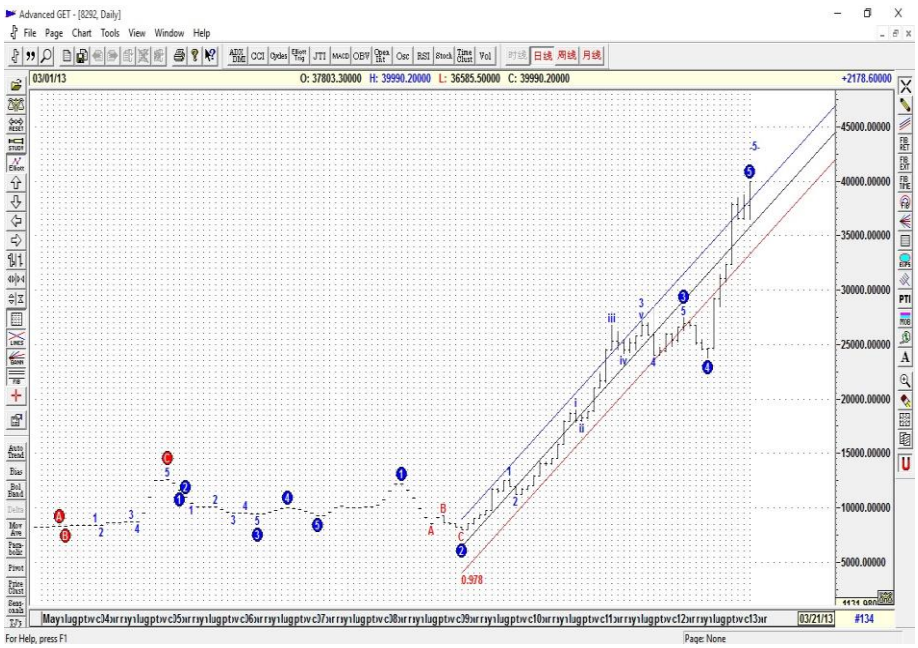
Archive of SID



شکل ۶- پیش بینی شبکه عصبی MLP

۵-۳- تحلیل امواج الیوت و تحلیل تکنیکال

پس از بررسی قدرت پیش‌بینی شبکه‌های عصبی به کمک نرم افزار MATLAB در ادامه به بررسی قدرت پیش‌بینی تحلیل تکنیکال به کمک نرم افزار Advanced Get می‌پردازیم.



شکل ۷- تحلیل موجهای الیوت و کانال رگرسیون

www.SID.ir

Archive of SID

همانگونه که شکل فوق نشان می‌دهد پس از مشخص کردن موج الیوت صعودی، کانال رگرسیون برای این موج ترسیم گردید که قدرت پیش‌بینی روش مذکور برابر با ۰/۹۷۸ می‌باشد که قدرت کمتری را در مقایسه با هر دو نوع شبکه عصبی نشان می‌دهد. چرا که شبکه‌های عصبی بکار رفته ضمن در نظر گرفتن روند نوسانی و نویزدار شاخص از توابع غیرخطی و پیچیده در پیش‌بینی رفتار شاخص استفاده کرده و قدرت پیش‌بینی آنها در هر دو مجموعه آموزشی و آزمایشی اندکی بیش از ۰/۹۹ می‌باشد. با این وجود می‌توان بیان داشت که کلیه الگوهای مورد استفاده اعم از شبکه‌های عصبی و تحلیل تکنیکال نتایج تقریبا مشابهی را نشان می‌دهند.

۶- نتیجه گیری و بحث

در این مطالعه به بررسی و شناخت متغیرهای اصلی تاثیرگذار بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شد. بررسی مطالعات قبلی انجام شده در این حوزه نشان می‌دهد که متغیرهای کلان اقتصادی بر روند شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار هستند. باتوجه به روند غیرخطی و پرنوسان شاخص کل بورس و متغیرهای اثرگذار بر آن، استفاده از تکنیک‌های غیرخطی در مدلسازی و پیش‌بینی آن ضروری به نظر می رسد. لذا در این تحقیق از شبکه عصبی GMDH و MLP با استفاده از داده های موجود (بازه زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ به صورت فصلی) استفاده شده است. سپس نتایج حاصله با نتایج تحلیل تکنیکال و موجهای الیوت است (که ابزاری پر کاربرد در بین تحلیلگران بورس تهران می باشد) مقایسه گردید.

نتایج بررسی شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان از توانایی بالای آنها در پیش‌بینی شاخص کل بورس دارد. به بیان دیگر همانگونه که جدول ۳ نشان می‌دهد شبکه‌های عصبی GMDH و MLP توانسته اند شاخص کل بورس را با دقت مناسبی پیش‌بینی نمایند، با این حال تفاوت‌های در بین آنها قابل مشاهده است. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شد، بر اساس شاخص‌های سنجش خطای پیش‌بینی که در این مطالعه عبارتند از؛ ضریب تعیین، میانگین مجذور خطاها و متوسط درصد مطلق خطاها، شبکه عصبی GMDH توانسته است قدرت بالاتری از شبکه عصبی MLP بر اساس هر سه معیار سنجش خطا، ارائه نماید و این نتایج در هر دو دسته مجموعه آموزش و آزمون این شبکه‌ها صادق است. به نحوی که شبکه عصبی GMDH توانسته در مجموعه آموزشی ضریب تعیین ۰/۹۹۷۹ و در مجموعه آزمون ۰/۹۹۳۸ را نشان دهد در حالی که شبکه عصبی MLP در مجموعه آموزشی و آزمون به ترتیب ضریب تعیین ۰/۹۹۰۶ و ۰/۹۴۶۴ را نشان می-دهد. از سوی دیگر نتایج و یافته‌های حاکی از توانایی دیگر شبکه عصبی GMDH بودند. چرا که این شبکه علاوه بر ارائه مقادیر پیش‌بینی شده، قادر به شناسایی و تشخیص متغیرهای موثر با اثر مضاعف بر روی مدل پیش‌بینی نیز می‌باشد. در این خصوص یافته‌های پژوهش نشان داد که از میان متغیرهای مورد استفاده به عنوان شاخص‌های کلان اقتصادی، شبکه GMDH، متغیر نرخ بیکاری را یک متغیر زائد دانسته و تاثیر آنرا بر پیش‌بینی شاخص بورس ناچیز می‌داند. اما در عوض این شبکه متغیرهای نرخ ارز، تورم، رشد تولید و حجم نقدینگی را متغیرهایی با اثر مضاعف شناخته و آنها را در مدل مورد استفاده قرار داده است. همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

یافته دیگر تحقیق ضمن تایید نتایج مشابه برای شبکه عصبی و تحلیل تکنیکال، حاکی از قدرت بالاتر شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی شاخص بورس است. چرا که شبکه‌های عصبی ضریب تعیین بالاتری را نسبت به ضریب تعیین تحلیل تکنیکال یعنی ۰/۹۷۸ نشان می‌دهند.

در پایان پیشنهاد می گردد به منظور پیش‌بینی چشم‌انداز شاخص بورس ضمن استفاده از تکنیکهای غیرخطی همچون شبکه‌های عصبی، تحلیلگران توجه ویژه‌ای به شبکه عصبی GMDH (با توجه به قدرت بالای پیش‌بینی آن در کنار توانایی شناسایی متغیرهای موثر در مدل) داشته باشند. همچنین در کنار متغیرهای کلان اقتصادی که در این تحقیق استفاده گردید، از متغیرهای دیگر تاثیر گذار بر شاخص بورس اوراق بهادار تهران (مانند نرخ بهره، قیمت نفت، قیمتهای جهانی و ...) استفاده گردد.

فهرست منابع

* ابریشمی حمید، غنیمی‌فرد حجت‌اله، احراری مهدی (۱۳۸۹)، پیش‌بینی قیمت گازوئیل خلیج فارس، مبتنی بر تحلیل تکنیکی و شبکه‌های عصبی، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، شماره‌ی ۲۴، ۱۷۱-۱۹۲.
* البرزی، محمود و یعقوب‌نژاد، احمد و مقصود، حسین (۱۳۸۸)، "کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش-بینی شاخص بازده نقدی و قیمت سهام"، فصلنامه مطالعات حسابداری، ۲۲، ۱۳۷-۱۱۹.
* آذر، عادل، احمدی، پرویز و محمد وحید بسط؛ (۱۳۸۹)، "طراحی مدل انتخاب نیروی انسانی با رویکرد داده کاوی"، نشریه مدیریت فناوری و اطلاعات، ۴، ۲۲-۳.
* صادقی حسین، ذوالفقاری مهدی و الهام‌نژاد مجتبی (۱۳۹۰)؛ «مقایسه عملکرد شبکه‌های عصبی و مدل ARIMA در مدلسازی و پیش‌بینی کوتاه مدت قیمت سبد نفت خام اوپک (با تاکید بر انتظارات تطبیقی)»، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، ۲۸: ۲۵-۴۷.
* طلوعی عباس، حق دوست شادی (۱۳۸۶). " مدلسازی پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روشهای پیش بینی ریاضی"، پژوهشنامه اقتصادی.
* عباسی نژاد حسین، نادری اسماعیل (۱۳۹۱). "تحلیل آشوب، تجزیه موجک و شبکه عصبی در پیش بینی شاخص بورس تهران"، تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۸.
* مشیری، سعید و فروتن، فائزه (۱۳۸۳). "آزمون آشوب و پیش‌بینی قیمت آتی نفت خام"، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، شماره ۲۱، ۶۷-۹۰.
* مشیری، سعید و مروت، حبیب (۱۳۸۴). "بررسی وجود فرآیند آشوبی در شاخص بازدهی کل قیمت سهام بازار بورس تهران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۵، ۴۷-۶۴.
* مهناج، محمدباقر؛ کاظمی، عالیه؛ شکوری‌گنجوی، حامد؛ مهرگان، محمدرضا و تقی‌زاده، محمد (۱۳۸۹)؛ «پیش بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از شبکه عصبی: مطالعه موردی در ایران»؛ پژوهش های مدیریت در ایران، ۲: ۲۰۳-۲۲۰.

www.SID.ir

Archive of SID

* نادری، اسماعیل ؛ (۱۳۹۲)، "نقدی بر مقوله پیش بینی شاخص بورس: مطالعه موردی شاخص بورس تهران" ، ماهنامه بورس، ۱۰۲، ۲۸-۳۱.
* Christopher gan and et.al, (2006),"macroeconomic variables and stock market interactions: new Zeland evidence",the journal of investment management and financial innovation.,89-101.
* Hakin Simon (1999). Neural Network: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall.
* Hopfield, J.J. (1982); "Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities"; In Proceedings of the National Academy of Sciences, pp. 2554-2558. National Academy of Sciences.
* Ivakhnenko.G.A (1995),"The Review of Problems Solvable by Algorithms of the Method of Data Handling (GMDH)", Pattern Recognition and Image Analysis, Vol.5, No.4, PP 527-535.
* McCulloch WS and W. Pitts (1943); "A logic calculus of the ideas immanent in nervous activity"; Bull of Math Biophys, 5: 115-133.
* Rosenblatt, F. (1958); "The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain"; Psychological Review, 65: 386-408. Reprinted in Anderson and Rosenfeld, 1988, pp 92-114.

یادداشت‌ها

[1]. W.S McCulloch and W. Pitts (1943)
[2]. S. Haykin (1999)
[3]. F. Rosenblatt (1958)
[4]. Perceptron
[5]. Classificated Network
[6]. J.J. Hopfeild (1982)
[7]. Traveling Salesman Problem (TSP)
[8]. J.L McClelland and D.E. Rumelhart (1986)
[9]. Back Propagation (BP)
[10]. Feed Forward Neural Network
[11]. Optimization Algorithm
[12]. Ivakhnenko
[۱۳] الگوریتم هیوریستیک (Heuristic) عبارت است از معیار، روش و یا اصولی برای تصمیم گیری بین چندین خطمشی، به طوری که اثربخش‌ترین آنان برای دستیابی به اهداف مورد نظر انتخاب گردد.
[14]. Chaos
[15]. Zeeman
[16]. Hinshin
[17]. Shinkman
[18]. Lebaron
[19]. Linton
[20]. Shintani
[21]. Christopher Gan et al.
[22]. Domestic Retail Oil Price (ROIL)
[23]. Unit Root Test
[24]. augmented dickey fuller test
[25]. Root Mean Square Error $(RMSE)=\sqrt{\frac{\sum_{i}^{n}(\hat{Y}_i - Y_i)^2}{n}}$

www.SID.ir

Archive of SID

[26]. Mean Absolute Percentage Error $(MAPE)=\frac{\sum_{t}^{n}\left|\frac{\hat{Y}_{t}-Y_{t}}{Y_{t}}\right|}{n}$

[27]. R squared $(R^{2})=\frac{\sum_{t}^{n}(\hat{Y}_{t}-\overline{Y})^{2}}{\sum_{t}^{n}(Y_{t}-\overline{Y})^{2}}$

www.SID.ir