

پیش‌بینی اثر متغیرهای کلان بر شاخص قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی GMDH

امید فرمان آرا^۱

وحید فرمان آرا^۲

چکیده:

اقتصاد هر کشور از بخش‌های مختلفی تشکیل شده که روابط بین این بخش‌ها، سمت و سوی اقتصاد آن کشور را مشخص می‌کند. در این میان بازار سرمایه در کنار بازار پول، به عنوان اجزای تشکیل‌دهنده بازارهای مالی بوده و در واقع، شریان‌های اصلی یک اقتصاد محسوب می‌شوند، که مسائلی نظیر رشد و توسعه اقتصادی منوط به عملکرد آنها در اقتصاد است و چنانچه رابطه منطقی بین بازار مالی با بخش‌های دیگر اقتصادی وجود نداشته باشد، احتمال بروز اختلالات و نقصان‌هایی در ساز و کار اقتصاد وجود دارد. بازار بورس به عنوان رکن اصلی بازار مالی نقش مهمی را در تسهیل سرمایه‌گذاری‌های شکل گرفته در بازار سرمایه ایفا می‌کند. هدف اصلی این پژوهش پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران است. بدین روی، ضمن مرور اجمالی بر شناخته‌شده‌ترین نظریه‌های اقتصادی، به ارائه روش جدیدتری نسبت به روش‌های دیگر رایج پیش‌بینی در گذشته پرداخته و با استفاده از مدل شبکه عصبی GMDH، اثر متغیرهای کلان اقتصادی (شامل نرخ ارز، نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی) بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران را الگوسازی و پیش‌بینی می‌کنیم. الگوریتم GMDH قابلیت استفاده در موضوع‌های متنوعی مانند کشف روابط، پیش‌بینی، مدل‌سازی سیستم‌ها، بهینه‌سازی و شناخت الگوهای غیرخطی را دارد. ویژگی خاص این الگوریتم استنتاجی، قابلیت شناسایی و غربال کردن متغیرهای کم‌اثر ورودی در دوره آموزش شبکه و حذف آنها از روند شبیه‌سازی در دوره آزمون است. بدین ترتیب، می‌توان با انجام یک فرآیند قیاسی، در چند مرحله تکرار، متغیرهای کم‌اثرتر را حذف نمود و در نهایت، مدل بهینه برای پیش‌بینی را بر اساس معیارهای رایج خطا نظیر $RMSE$ و $MAPE$ به دست آورد. افزون بر این، این الگوریتم قادر به شناسایی و رتبه‌بندی تأثیرگذارترین متغیرها نیز می‌باشد. نتایج به دست آمده حاکی از دقت بسیار بالا و قابلیت فوق‌العاده الگوریتم GMDH در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران است، به طوری که خطای

۱. دانشجوی دوره دکتری اقتصاد دانشگاه تهران، E.Mail:omidfarmanara@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران، E.Mail:vahidfarmanara@yahoo.com

۲..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۱، تابستان ۱۳۸۹)

حاصل از پیش بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران برای داده‌های سالانه ۰.۳۷ درصد، ماهانه ۰.۳۵ درصد و برای فصلی ۲.۰۴ درصد است. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که در بهترین مدل غیرخطی پیش بینی شاخص قیمت سهام با استفاده از مدل شبکه عصبی *GMDH* متغیرهای نرخ ارز، نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی همگی جزء متغیرهای مؤثر بوده و هیچکدام از مدل حذف نشدند.

طبقه بندی JEL: E۳, C۶

واژگان کلیدی: پیش‌بینی، شاخص قیمت سهام، متغیرهای کلان، شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم

GMDH.



مقدمه:

بورس به یک بازار رسمی گفته می‌شود که در یک محل تشکیل شده و در آن خرید و فروش انواع کالا یا اوراق بهادار، با ضوابط و مقررات خاصی صورت می‌گیرد .

بورس اوراق بهادار بازاری برای مبادله اسناد مالی است که در آن شرکت‌ها و مؤسسات در صورت احراز شرایط لازم می‌توانند با حمایت قانون، پس‌اندازها و سرمایه‌های راكد را در قالب عرضه سهام در فعالیت خود سهیم نموده و از این طریق بخشی از سرمایه‌های مالی مورد نیاز خود را تأمین کنند. گسترش مبادلات پول و کالا در بازارهای جهان نیاز به ایجاد محلی را که در آن با مقررات و شرایط خاصی خرید و فروش و تبادل کالا و پول با وسایل دیگر پرداخت صورت گیرد، ناگزیر می‌سازد. بورس اوراق بهادار همانند یک کانال هدایت‌کننده منابع مالی عمل می‌نماید و قادر است که در صورت آماده بودن شرایط و زمینه‌های دیگر موجبات هدایت منابع مالی به سمت فعالیت‌های تولیدی را فراهم نماید. بورس اوراق بهادار سازگار مطمئنی است که می‌تواند ضمن جلب اعتماد مردم امنیت لازم برای سرمایه‌گذاری در هر مقیاس و برای تمامی مردم را فراهم سازد .

فلسفه شکل‌گیری بازارهای سهام را در دو عامل ریسک تولیدی و ریسک نقدینگی می‌توان جستجو کرد. ریسک تولیدی از بنگاه‌هایی نشأت می‌گیرد که در معرض شوک‌های تولیدی قرار دارند و این ریسک موجب دل‌سرد شدن سرمایه‌گذاران ریسک‌گریزی می‌شود که می‌خواهند در بنگاه‌های تولیدی سرمایه‌گذاری کنند. ریسک نقدینگی خطر انحلال و یا ورشکستگی صاحبان بنگاه‌ها به دلیل عدم دسترسی به پول نقد است. با این وجود، بازارهای سهام از عهده این دو ریسک برمی‌آیند؛ زیرا اولاً بازارهای سهام به افراد اجازه سرمایه‌گذاری در تعداد زیادی از بنگاه‌ها را داده و لذا مرتباً تکانه‌های تولیدی را متنوع‌تر می‌کند، ثانیاً بازارهای سهام امکان فروش سهام متعلق به مالکان اولیه بنگاه‌ها را به سرمایه‌گذاران دیگر فراهم آورده و تأمین مالی شرکت‌ها و پروژه‌های بزرگ را که از عهده آنها خارج است، امکان پذیر می‌کند .

در واقع، بازار سهام از دو طریق به رشد اقتصادی کمک می‌کند:

۴..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

الف) نخست از طریق توانایی مبادله مالکیت بنگاه ها بدون ایجاد هرگونه وقفه در فرایند تولیدی که در داخل بنگاه ها اتفاق می افتد. این امر موجب کاهش ریسک تولیدی و افزایش کارایی بنگاه ها شده و بدین ترتیب نرخ رشد ستانده را تسریع می نماید .

ب) با جایز شمردن مالکان و سرمایه گذاران به متنوع کردن دارایی های مطلوب خود، باعث افزایش نقدینگی شده و لذا ریسک نقدینگی را کاهش می دهد. کاهش ریسک تولیدی و نقدینگی به همراه بهبود کارایی بنگاه موجب تشویق و افزایش سرمایه گذاری بنگاه ها می شود، در نتیجه، رشد اقتصادی را شتاب می بخشد. پس بورس (بازار سهام) علاوه بر اینکه یکی از ابزارهای اساسی تأمین نقدینگی برای سرمایه گذاری های جدید است، عملاً نقش اصلاح ساختار تولید را نیز برعهده دارد.

۱. مبانی نظری:

بازار سرمایه در شکل یک بازار مالی، محل تلاقی عرضه و تقاضای منابع مالی میان مدت و بلندمدت است. عرضه کنندگان سرمایه در این بازار را پس انداز کنندگان فردی، اشخاص حقوقی و سازمان ها و مؤسسات اعتباری تشکیل می دهند. این بازار به عنوان یک مرکز تأمین وجوه سرمایه ای، پس انداز و نقدینگی افراد را از طریق کارگزاران و واسطه های مالی به جانب سرمایه گذاری های بلندمدت تولیدی و بازرگانی هدایت می کند .

بورس اوراق بهادار به عنوان بخشی از بازار سرمایه، با سه قرن سابقه در جهان، بازار سرمایه رسمی برای خرید و فروش اوراق سهام یا اوراق قرضه با ضوابط و مقررات خاص است. این بازار از امکانات ویژه ای مانند تأمین مالی پروژه های بلندمدت و تبدیل فعالیت های اقتصادی کوچک به سرمایه گذاری های اصلی و سودآور برخوردار است و آثاری نظیر اشتغال مولد، کاهش وابستگی اقتصادی، مهار تورم و جهش اقتصادی را به دنبال دارد. به همین علت، انعکاسات مثبت بورس نشانه تحرکات پول و سرمایه و همچنین انعکاسات منفی آن نیز بیانگر رکود، کساد و عدم تشکیل سرمایه است .

بیشترین اقتصاددانان تشکیل سرمایه را مهم ترین عامل توسعه و پیشرفت های اقتصادی دانسته اند. توسعه اقتصادی در جهان پیشرفته امروزی نتیجه فعالیت و توسعه بازار سرمایه بوده، به طوری که گسترش بازار سرمایه

۵..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

و سهامداری در کشورهایی مانند آمریکا، انگلستان، آلمان و ژاپن به عنوان یک موتور توسعه، سبب جهش فوق-العاده اقتصادی در این کشورها شده است.

در صورت نبود بازار سرمایه در یک کشور و یا فعال نبودن آن، منابع مالی به ناچار از طریق نظام‌های بانکی و یا بازارهای غیررسمی در نقل و انتقال قرار می‌گیرند، این سازوکار به جریان غیرکارآمد تأمین مالی فعالیت‌های اقتصادی منجر شده، در نتیجه یکی از مهم‌ترین مشکلات در راه توسعه اقتصادی به ویژه در بخش صنعتی کشور محسوب شود. به طور خلاصه، یک بازار سرمایه کارا در ارتقای وضعیت اقتصادی نقش به‌سزایی داشته، و لذا بازار سرمایه به ویژه بازار بورس در اقتصاد از جایگاه خاصی برخوردار هستند. بنابراین شناخت ویژگی‌های بازار سرمایه و بورس اوراق بهادار در ایران به عنوان جزء اصلی بازار سرمایه و بر طرف کردن تنگنای آن بسیار حائز اهمیت است.

بنابراین، لازم است تا عوامل تأثیرگذار بر بازار بورس شناسایی و به دقت مورد بررسی قرار گیرند. لذا در این پژوهش بر آن هستیم تا از میان عوامل اقتصادی مختلف در سطح کلان اقتصادی مهم‌ترین و مؤثرترین متغیر-های توضیح‌دهنده تغییرات بازار بورس را تعیین نماییم. در این راستا، متغیرهای کلان اقتصادی مهم نظیر نرخ ارز، نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی را مورد بررسی قرار داده و سپس با استفاده از آنها به پیش‌بینی شاخص قیمت سهام در بورس خواهیم پرداخت.

مطالعات تجربی اخیر بر روی رابطه همزمان بین قیمت سهام و نرخ ارز تمرکز داشته‌اند. برخی از این مطالعات حاکی از وجود رابطه مثبت یا مستقیم بین قیمت سهام و نرخ ارز بوده و برخی دیگر نشان‌دهنده رابطه منفی یا معکوس بین آنها بوده است. دلیل وجود چنین نتایج متفاوتی را می‌توان در اثر تغییرات نرخ ارز بر روی قیمت سهام در اقتصادهای وارداتی یا صادراتی جستجو کرد.

نتایج یک پژوهش در این مورد نشان می‌دهد، در کشورهایی که اقتصاد آنها صادراتی است، یعنی صادرات آنها مسلط بوده و از واردات آنها بیشتر است، افزایش ارزش پول داخلی یک اثر منفی و برعکس در کشورهایی که اقتصاد وارداتی دارند، افزایش ارزش پول سبب افزایش قیمت سهام می‌شود.

۶..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

اما مطالعات جدیدتر، بیشتر بر روی تعاملات و جهت اثرگذاری یا علیت بین نرخ ارز و قیمت سهام متمرکز شده‌اند. به عنوان مثال، مطالعه بهمنی - اسکویی و سهرابیان نشان می‌دهد که یک رابطه علی دو طرفه بین قیمت سهام و نرخ ارز وجود دارد. این در حالی است که مطالعات دیگر نشان دهنده وجود رابطه منفی در کوتاه‌مدت و رابطه مثبت در بلندمدت از سوی قیمت سهام به نرخ ارز بوده و نیز حاکی از وجود رابطه منفی در کوتاه مدت و بلندمدت از سوی نرخ ارز بر روی قیمت سهام است.

یکی دیگر از متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص قیمت سهام، نرخ تورم است. در بررسی‌هایی که در بورس تهران صورت گرفته، وجود رابطه مثبت بین شاخص قیمت سهام و تورم در بلندمدت و رابطه منفی بین شاخص قیمت سهام و تورم در کوتاه مدت تأیید شده است؛ زیرا در شرایط تورمی که قدرت خرید مردم کاهش می‌یابد، افزایش هزینه‌های زندگی به گونه‌ای است که مجالی برای پس‌انداز باقی نمی‌ماند و کاهش پس‌انداز باعث کاهش سرمایه‌گذاری و کاهش فعالیت‌های بورس اوراق بهادار می‌شود.

این کاهش فعالیت‌های بورس اوراق بهادار به نوبه خود موجب کاهش تقاضا برای سهام موجود در بورس و در نتیجه، کاهش قیمت سهام می‌شود. همچنین، با افزایش تورم، نرخ بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاران افزایش یافته و با افزایش نرخ تنزیل، قیمت سهام کاهش می‌یابد.

اما در بلندمدت با افزایش نرخ تورم یعنی افزایش سطح عمومی قیمت‌ها در یک اقتصاد، قیمت دارایی‌ها و نهاده‌های تولیدی شرکت‌ها افزایش پیدا می‌کند، بنابراین، سهام نیز که نماینده بخشی از دارایی‌های شرکت است، در نتیجه افزایش ارزش پیدا می‌کند که این به افزایش قیمت سهام آنها منجر می‌شود.

یکی دیگر از متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص قیمت سهام، تولید ناخالص داخلی است، مصرف بخش خصوصی، مصرف بخش دولتی (هزینه‌های دولت)، سرمایه‌گذاری (دولتی و خصوصی)، صادرات و واردات که افزایش یا کاهش هر کدام می‌تواند بر میزان ناخالص داخلی مؤثر باشد. سیاست‌های پولی و مالی انبساطی و انقباضی بر تغییر روند عوامل تشکیل دهنده تولید ناخالص ملی مؤثر هستند. در نتیجه، نوع سیاست به کار گرفته شده در جامعه در هر برهه از زمان چشم‌انداز روند رشد اقتصادی در کشور را نمایان خواهد ساخت.

۷..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

رشد اقتصادی کشور در نهایت رشد سرمایه‌گذاری، درآمد و درآمد سرانه در کشور را به همراه دارد و می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر رشد و رونق بازار سرمایه نیز باشد. زمانی که اقتصاد یک کشور از رونق و رشد بالایی برخوردار باشد می‌توان انتظار مثبتی از بازار سرمایه داشت.

بنابراین، با افزایش تولید ناخالص داخلی، رشد اقتصادی بیشتری حاصل می‌شود و نظر به این که GDP یکی از اصلی‌ترین متغیرهای کلان اقتصادی است که تغییرات آن می‌تواند بیانگر وضعیت کسب و کار در اقتصاد هر کشوری باشد، می‌توان گفت این انتظار وجود دارد که رابطه قیمت سهام با GDP یک رابطه مثبت باشد.

علت این امر را می‌توان در کنه فرآیندهای تولیدی جستجو نمود. تولید فرآیندی زمان‌بر است و تصمیم‌گیری در خصوص میزان تولید و سرمایه‌گذاری به انتظارات تولیدکنندگان نسبت به درآمدها و هزینه‌هایشان بستگی دارد. هرچه این انتظارات با اطمینان بیشتری شکل بگیرد، اعتماد نسبت به فضای کسب و کار افزایش یافته و در تمایل به سرمایه‌گذاری تقویت می‌شود. به بیان دیگر، وجود اطمینان نسبی در خصوص درآمدها و هزینه‌های یک طرح کسب و کار، افزایش تمایل به سرمایه‌گذاری را در پی دارد؛ چرا که وقتی یک سرمایه‌گذار نسبت به هزینه‌های یک فرآیند تولیدی و درآمدهای حاصل از آن بی‌اعتماد است، نمی‌تواند انتظارات خود را نسبت به سود مورد نظر از اجرای طرح‌های تولیدی به درستی شکل دهد. لذا رشد مستمر و پایدار تولید ناخالص داخلی به دلیل ایجاد شرایط مساعد کسب و کار و تأثیر مثبت بر روی شکل‌گیری انتظارات فعالان اقتصادی می‌تواند، باعث افزایش سرمایه‌گذاری و در نتیجه افزایش قیمت سهام شود.

بدین روی، با توجه به مبانی نظری پیش گفته، متغیرهای اقتصاد کلان را انتخاب کرده و نحوه تبیین مدل را به صورت زیر تشریح می‌کنیم.

۲. معرفی مدل و برآورد الگو

۱-۲) مبنای ریاضی الگوریتم *GMDH*^۱:

فرض کنید، مجموعه ای از m متغیر شامل X_1, X_2, \dots, X_m و یک متغیر Y وجود دارد. داده‌های مربوط به هر کدام از X_i ها و متغیر هدف Y (متغیر خروجی) نیز برای یک دوره زمانی وجود دارد. به عبارتی هر یک از متغیرها به صورت یک بردار که شامل اعداد سری زمانی مربوط به آن متغیر است، اطلاعات اولیه ای که برای ساخت الگوریتم *GMDH* باید جمع‌آوری شود، مجموعه ای از n مشاهده است که در ماتریس زیر نشان داده ایم:

	۱	۲		
y_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}
y_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
y_{nt}	$x_{nt,1}$	$x_{nt,2}$	⋮	$x_{nt,m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
y_n	x_{n1}	x_{n2}	⋮	x_{nm}

مجموعه آموزش

مجموعه آزمون

متغیرهای ورودی به الگوریتم *GMDH* دانشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

برای شروع به کار الگوریتم با دو مسأله مواجه هستیم: (۱) تشخیص رابطه ای که متغیر خروجی را براساس متغیرهای ورودی (X_i ها) تولید کند. (۲) پیش بینی Y به ازای مقادیر معلوم X_i ها. به عبارتی به تشخیص مدل و رابطه بین متغیرها (مدل سازی) نیاز است که بتوان از روی آن مدل، مقادیر آتی متغیر هدف را پیش بینی کرد (پیش بینی). مبنای الگوریتم *GMDH* عبارت از فرآیندی برای ساخت یک چند جمله ای با مراتب بالا

۱. Group Method for Data Handling (*GMDH*)

۹..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

است که به سری تابع ولترا^۱ معروف بوده و به شکل زیر ارائه می شود: (این چند جمله ای را ایواخنکو نیز می نامند).

$$\hat{y} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m a_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (1)$$

برای این منظور در الگوریتم *GMDH*، ابتدا به تجزیه سری توابع ولترا به چند جمله ای های دومتغیره درجه دوم می پردازیم:

$$G(x_i, x_j) = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i^2 + a_4 x_j^2 + a_5 x_i x_j \quad (2)$$

در این تجزیه، سری ولترا به مجموعه ای از معادلات بازگشتی زنجیره ای تبدیل می شود، به گونه ای که بار دیگر با جایگذاری جبری هریک از روابط بازگشتی در این رابطه (سری ولترا)، برقرار می شود. رابطه:

$$y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im}); \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

توسط تابع \hat{f} تقریب زده می شود:

$$\hat{y}_i = \hat{f}(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im}); \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

و در صورتی که تابع \hat{f} به صورت زیر بیان شود:

$$\hat{y} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m a_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (5)$$

در این صورت، رابطه \hat{f} را می توان به شکل زیر تجزیه نمود:

۱. Volterra Functional Series

$$\begin{array}{llll}
 \hat{y}_k = G(u_i, u_j) & i, j = 1, 2 (i \neq j) & & k = 1 \\
 u_k = G(s_i, s_j) & i, j = 1, 2, K, F_1 (i \neq j) & F_1 \leq C_{F_2}^2 & k = 2 \\
 s_k = G(p_i, p_j) & i, j = 1, 2, K, F_2 (i \neq j) & F_2 \leq C_{F_3}^2 & k = 3 \\
 \vdots & & & \\
 z_k = G(w_i, w_j) & i, j = 1, 2, K, F_l (i \neq j) & F_l \leq C_m^2 & k = F_{l-1} \\
 w_k = G(x_i, x_j) & i, j = 1, 2, K, m (i \neq j) & & k = F_l
 \end{array} \quad (۶)$$

همان طور که در معادلات بالا مشاهده می‌شود، ترتیب این روابط از بالا به پایین، نمایی از مراحل تجزیه رابطه ۳ به چند جمله‌ای‌های درجه دوم بوده و از طرفی نیز ترتیب این روابط از پایین به بالا بیانگر تکمیل رابطه ۳ توسط معادلات بازگشتی است. در واقع، هدف این الگوریتم یافتن ضرایب مجهول a در سری توابع ولترا است.

گفتنی است که تمامی مدل‌های جزئی به وجود آمده از یک ساختار مشابه همانند رابطه زیر برخوردار هستند:

$$\hat{f}(x_i, x_j) = v_0 + v_1 x_i + v_2 x_j + v_3 x_i^2 + v_4 x_j^2 + v_5 x_i x_j \quad (۷)$$

با توجه به اینکه، هدفی را که در این الگوریتم دنبال می‌کنیم، چیزی جز مدل‌سازی سیستم اولیه نیست، لذا با ترکیب مدل سیستم‌های جزئی و تکرار این عمل، می‌توان به مدل اصلی سیستم که به شکل رابطه ۸ است، دست یافت.

$$\hat{y} = v_0 + \sum_{i=1}^m v_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m v_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m v_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (۸)$$

پس از تجزیه سیستم اصلی به تعداد C_m^2 سیستم جزئی، مدلی با دو متغیر ورودی برای هر یک از آنها محاسبه می‌شود. سپس، مدل‌های جزئی ایجاد شده را دو به دو با هم ترکیب کرده که حاصل این ترکیب، تعداد

۱۱..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

سیستم و یا مدل جزئی جدید با حداقل سه و چهار متغیر ورودی است. البته، تعداد متغیرهای $\frac{C_m^2(C_m^2 - 1)}{2}$

وابسته به مدل و یا به عبارتی تعداد ورودی‌های سیستم مهم نبوده و تنها دقت برآورد واقعی سیستم (اصلی) توسط مدل‌های ایجاد شده اهمیت دارد. لذا با در نظر گرفتن این قاعده برای کاهش محاسبات مضاعف و زاید و افزایش راندمان و دقت مدل‌سازی، تعدادی از مدل‌های جزئی تشکیل شده را که از دقت و برآورد بالایی نسبت به مدل‌های دیگر برخوردار هستند، انتخاب نموده و مابقی را حذف می‌کنیم.

در دومین مرحله ترکیب، مدل‌های جزئی انتخاب شده و یا به عبارتی سیستم‌های ایده‌آل شکل گرفته در مرحله پیشین، بار دیگر دو به دو همانند مرحله پیشین ترکیب شده و سیستم‌های جزئی جدیدی با حداقل پنج و حداکثر شش متغیر ورودی تشکیل می‌شود. به همین روش، در مراحل بعدی نیز با انتخاب و حذف تعدادی از مدل‌های جزئی ایجاد شده، عمل ترکیب آنها را ادامه می‌دهیم تا در نهایت به مدلی نسبتاً ایده‌آل دست یابیم.

هدفی که همواره در مراحل ترکیب مدل‌های به وجود آمده مورد نظر است، دست یافتن به مدلی است که تقریباً تمامی متغیرهای سیستم در آن نمایان و نقش داشته باشند و هدف دیگری که در انجام ترکیب‌های مکرر مورد نظر است، رسیدن به مدلی است که میزان خطای خروجی آن نسبت به مدل‌های دیگر محاسبه شده در مراحل پیشین، کمتر باشد.

۲-۲) مدل‌سازی سیستم‌های جزئی:

همان‌طور که پیشتر از اشاره شد، مدلی که برای سیستم‌های جزئی در نظر گرفته می‌شود، به صورت چند جمله‌ای دومتغیره درجه دوم، همانند رابطه زیر است:

$$\hat{f}(x_i, x_j) = a_0 + a_1 x_{ip} + a_2 x_{iq} + a_3 x_{ip}^2 + a_4 x_{iq}^2 + a_5 x_{ip} x_{iq} \quad (9)$$

در هر لایه از شبکه *GMDH* برای برآورد تخمین معادلات جزئی، انتخاب‌های دو تایی از بین ورودی‌های آن مرحله یا به عبارتی آن لایه از شبکه عصبی صورت می‌گیرد که به کمک این مجموعه‌های دو تایی معادلات جزئی شکل می‌گیرد. به عنوان نمونه تعداد انتخاب‌های دو تایی در لایه اول برابر است با:

$$\binom{m}{2} = \frac{m(m-1)}{2} = C_m^2$$

با توجه به این که هدف از استفاده این الگوریتم، مدل سازی و در نهایت برآورد y است، لذا با ترکیب سیستم های جزئی و تکرار این عمل، می توان به رابطه اصلی (۱) دست یافت.

تابع f دارای شش مجهول است، لذا بایستی آنها را طوری تنظیم کنیم که به ازای تمام نمونه های دو متغیره وابسته به سیستم $\{(x_{ip}, x_{iq}), i = 1, 2, 3, \dots, n\}$ ، خروجی مطلوب $\{y_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ برقرار شود. به همین دلیل تابع G را بر اساس قاعده کمترین مربعات خطا پایه ریزی می کنیم:

$$\sum [G(x_{ki}, x_{kj}) - y_i]^2 \rightarrow Min \quad (10)$$

۳-۲) نتایج الگو و تحلیل محاسبات:

در ادامه، به بررسی و پیش بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران با استفاده از الگوریتم $GMDH$ پرداخته و در این راستا، الگوریتم $GMDH$ را برای داده های سالانه، روزانه و فصلی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵ به کار می بندیم. ابتدا با استفاده از داده های سالانه یک مدل شامل ۴ متغیر نرخ ارز، تولید ناخالص داخلی، تورم و شاخص قیمت سهام تهران با یک وقفه را در نظر می گیریم. این متغیرها با توجه به توضیح دهندگی بهتری که نسبت به متغیر-های نظیر خود شامل حجم پول، نرخ بهره، سیاست های کلان اقتصادی (سیاست های پولی و مالی)، تراز پرداخت ها (وضعیت صادراتی و وارداتی کشور) و جز اینها داشته اند، به عنوان متغیرهای نهایی توضیح دهنده مدل شبکه عصبی $GMDH$ انتخاب شده اند.

همان طور که در ابتدای معرفی مدل توضیح داده شد، در این روش با استفاده از قابلیت غربال سازی الگوریتم $GMDH$ در چند مرحله به غربال کردن متغیرهای کم اثرتر پرداخته و در نهایت، مدل پیش بینی نهایی را از این طریق استخراج کرده و با مدل به دست آمده اقدام به پیش بینی شاخص قیمت سهام تهران می نماییم.

۱۳..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

داده‌های استفاده شده در فرآیند پیش‌بینی، ابتدا به دو مجموعه، یکی برای برآورد مدل و دیگری برای آزمون نتایج حاصل از پیش‌بینی تقسیم می‌شود. بنابراین، در الگوریتم *GMDH* ابتدا با استفاده از داده‌های مجموعه تمرین به شناسایی و برآورد مدل شبکه عصبی پرداخته و سپس با استفاده از داده‌های مجموعه آزمون شاخص قیمت سهام تهران را پیش‌بینی کرده و بر اساس شبیه‌سازی شکل گرفته، به بررسی میزان خطا و کارایی مدل نهایی خواهیم پرداخت.

این فرآیند به نوعی همانند یک فرآیند شبیه‌سازی است که با استفاده از مدل برآورد شده اولیه بر اساس داده‌های تمرین به شبیه‌سازی متغیر هدف یعنی پیش‌بینی شاخص قیمت سهام تهران پرداخته و با مقایسه نتایج پیش‌بینی با مقادیر واقعی تحقق یافته در مجموعه داده‌های آزمون میزان خطا و لذا کارایی مدل پیش‌بینی را ارزیابی می‌نماید.

با توجه به مبانی نظری بیان شده و متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان یاد شده در آن، در این پژوهش برای برآورد الگو از متغیرهای ارائه شده در جدول زیر استفاده می‌کنیم.

جدول (۱): متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان به کار رفته در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران

ردیف	عنوان	متغیر
۱	نرخ ارز	<i>EX</i>
۲	تولید ناخالص داخلی	<i>GDP</i>
۳	نرخ تورم	<i>INF</i>
۴	شاخص قیمت سهام بورس تهران با یک دوره وقفه	<i>TEPIX (-1)</i>

در این روش با توجه به قابلیت الگوریتم *GMDH* در غربال‌سازی و تشخیص روندهای غیرخطی، از یک شبکه عصبی *GMDH* بر اساس یک الگوی متشکل از ۴ متغیر به عنوان ورودی به شرح جدول ۱ استفاده می‌کنیم. نتایج برازش متغیرهای الگو بر روی متغیر هدف توسط شبکه عصبی *GMDH* به شرح جدول ۲ است، که برای داده‌های سالانه برآورد شده است.

جدول ۲: نتایج خروجی شبکه عصبی *GMDH* برای داده‌های سالانه

متغیرهای حذف شده	نماد
متغیرهای مؤثر	<i>TEPIX(-1), GDP, EX, INF</i>
متغیرهای با اثر مضاعف	<i>TEPIX(-1), GDP</i>
^۱ MSE	۰.۰۰۰۸۷
^۲ RMSE	۰.۰۲۹۵۶
^۳ MAPE	۰.۰۰۲۳۲
درصد خطای پیش‌بینی ^۴	۰.۳۷۶۴۰
درصد دقت پیش‌بینی	۹۹.۶۲۳۵۹

همان‌طور که پیشتر نیز توضیح داده شد، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های الگوریتم *GMDH* توانایی شناسایی و حذف متغیرهای زاید است. بدین ترتیب، متغیرهایی که در جریان مدل‌سازی اثر کمتری داشته و یا بدون تأثیر بر متغیر هدف هستند، از الگو حذف می‌شوند. این متغیرها در ردیف اول جدول ۲ مشخص شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هیچ متغیری در فرآیند مدل‌سازی از الگو حذف نشده است.

۱. Mean Square Error

۲. Root Mean Square Error

۳. Mean Absolute Percentage Error

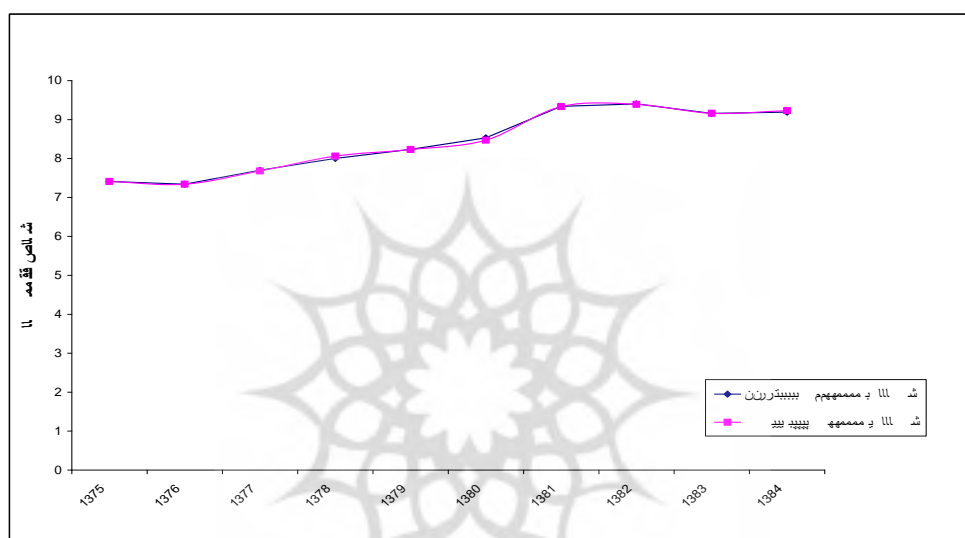
۴. درصد خطای پیش‌بینی بر اساس رابطه روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$\frac{\sqrt{MSE}}{\text{Mean TEPIX (Test)}} * 100 = \frac{\text{St.error}}{\text{Mean TEPIX (Test)}} * 100$$

۱۵..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

در مقابل، تولید ناخالص داخلی و شاخص قیمت سهام بورس تهران با یک دوره وقفه دارای اثر مضاعف^۱ بوده‌اند. افزون بر این، ردیف‌های چهارم تا هشتم جدول ۲، معیارهای اندازه‌گیری خطای پیش‌بینی در مرحله آزمون^۲ شبکه عصبی را تعیین می‌کنند. مقادیر معیارهای خطا، نشان‌دهنده دقت بالا و صحت پیش‌بینی توسط شبکه عصبی GMDH است. نمودار زیر مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص قیمت سهام بورس تهران توسط شبکه عصبی GMDH را نشان می‌دهد.

نمودار (۱): مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص قیمت سهام بورس تهران برای داده‌های سالانه



در مرحله بعدی، این فرآیند را برای همان متغیرها با استفاده از داده‌های فصلی تکرار کرده و نتایج به دست آمده از شبکه عصبی را ملاحظه می‌نماییم. نتایج خروجی برنامه به شرح جدول زیر است.

جدول (۳): نتایج خروجی شبکه عصبی GMDH برای داده‌های فصلی

۱. متغیرهای با اثر مضاعف برای ورودی‌ها در ادبیات شبکه عصبی GMDH، معنای متفاوتی با تحلیل‌های رگرسیونی دارد و به متغیری که تعداد تکرار بیشتری نسبت به متغیرهای دیگر در خروجی برنامه شبکه داشته، یا بتواند از یک لایه پنهان پرش کند، اطلاق می‌شود.

۲. Testing

متغیرهای حذف شده	ندارد
متغیرهای مؤثر	TEPIX(-۱), GDP, EX, INF
متغیرهای با اثر مضاعف	TEPIX(-۱), EX
MSE	۰.۰۳۶۰۵
RMSE	۰.۱۸۹۸۶
MAPE	۰.۰۱۴۳۵
درصد خطای پیش‌بینی	۲.۰۴۳۳۰
درصد دقت پیش‌بینی	۹۷.۹۵۶۶۹

نتایج خروجی نشان می‌دهد که هیچ متغیری در ورودی به سیستم شبکه عصبی GMDH کم‌اثر نبوده و لذا در فرآیند شبیه‌سازی مدل GMDH هیچ متغیری حذف نشده است. بدین ترتیب، معیارهای سنجش ارائه‌شده در جدول ۳ به دست آمده‌اند. در مقابل، متغیرهای نرخ ارز و شاخص قیمت سهام بورس تهران با یک دوره وقفه، دارای اثر مضاعف در برازش مدل بوده‌اند. نمودار زیر مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص قیمت سهام بورس تهران توسط شبکه عصبی GMDH را نشان می‌دهد.

نمودار ۲: مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص قیمت سهام بورس تهران برای داده‌های فصلی



در مرحله پایانی، این فرآیند را برای متغیرهای نرخ ارز، تورم و شاخص قیمت سهام بورس تهران با یک دوره وقفه، با استفاده از داده‌های ماهانه تکرار کرده و نتایج به دست آمده از شبکه عصبی را ملاحظه می‌نماییم. نتایج به دست آمده در جدول زیر مشاهده می‌شود.

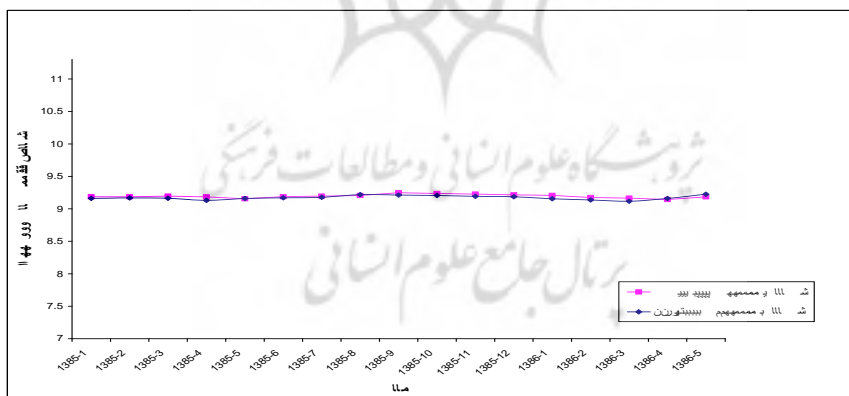
جدول ۴: نتایج خروجی شبکه عصبی GMDH برای داده‌های ماهانه

متغیرهای حذف‌شده	ندارد
------------------	-------

متغیرهای مؤثر	INF EX, TEPIX(۱),
متغیرهای با اثر مضاعف	INF TEPIX(-۱),
MSE	۰.۰۰۱۰۸
RMSE	۰.۰۳۲۹۳
MAPE	۰.۰۰۳۲۷
درصد خطای پیش‌بینی	۰.۳۵۹۱۷
درصد دقت پیش‌بینی	۹۹.۶۴۰۸۳

ملاحظه می‌شود که در این مرحله نیز بار دیگر تمام متغیرهای ورودی به سیستم مؤثر بوده و هیچ‌یک بی‌اثر شناخته نشده و لذا حذف نشده‌اند. از سوی دیگر، متغیرهای نرخ تورم و شاخص قیمت سهام بورس تهران با یک دوره وقفه دارای اثر مضاعف بوده‌اند. معیارهای سنجش ارائه شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که کارایی مدل در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران با استفاده از داده‌های ماهانه نسبت به مرحله پیشین بیشتر بوده است. این نتیجه در نمودار زیر که مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص قیمت سهام بورس تهران با استفاده از داده‌های ماهانه را نشان می‌دهد نیز بارز است.

نمودار (۳): مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص قیمت سهام بورس تهران برای داده‌های ماهانه



از سوی دیگر، آنچه که بر اساس روش تحلیل‌های تکنیکی انتظار داریم، مبنی بر بروز متغیر هدف (همراه با وقفه) به عنوان یکی از متغیرهای مهم توضیح‌دهنده، در مدل شبکه عصبی به کار رفته برای پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران با استفاده از الگوریتم GMDH به خوبی قابل رؤیت بوده و شاهد بروز متغیر هدف یعنی

شاخص قیمت سهام بورس تهران همراه با یک وقفه (TEPIX(-1)) به عنوان متغیر با اثر مضاعف در هر سه مدل برآورد شده با داده‌های سالانه، فصلی و ماهانه هستیم.

نتیجه گیری:

هدف اصلی این مطالعه، پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران است. این مقاله با توجه به اهمیت پیش‌بینی در حوزه فعالیت‌های اقتصادی به ویژه در فضای اقتصاد مالی و بورس، به ارائه روش جدیدتری نسبت به روش‌های دیگر رایج پیش‌بینی پرداخته است.

روش پژوهش به کار رفته بر اساس مدل‌های فاقد مبنای نظری^۱ است که معروف به مدل‌های مهندسی معکوس^۲ یا مدل‌سازی جعبه سیاه^۳ نیز هستند. این مدل غیرخطی با مراتب بالا را به طور کامل در معرفی مدل تشریح کردیم. در بیان مبنای نظری مرتبط، سعی کردیم تا در شناسایی عوامل اصلی اقتصادی تأثیرگذار بر شاخص قیمت سهام بورس در سطح کلان و نحوه اثرگذاری آنها بر روی شاخص قیمت سهام بورس را بیان کنیم.

در ادامه، پس از معرفی مدل شبکه عصبی *GMDH* و بیان ویژگی‌های آن در مقایسه با روش‌های متعارف اقتصادسنجی و مدل‌های دیگر شبکه عصبی مصنوعی، با استفاده از داده‌های سالانه، ماهانه و فصلی به برآورد این مدل پرداخته و نتایج پیش‌بینی را ارائه نمودیم.

نتایج به دست آمده حاکی از دقت بسیار بالا و قابلیت فوق‌العاده الگوریتم *GMDH* در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران است، به طوری که خطای پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران برای داده‌های سالانه ۰/۳۷ درصد، ماهانه ۰/۳۵ درصد و برای فصلی ۲/۰۴ درصد است.

در مقابل، درصد دقت پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران توسط مدل شبکه عصبی *GMDH* برای داده‌های سالانه، به ترتیب ۹۹/۶۲ درصد، فصلی ۹۷/۹۵ درصد و برای داده‌های ماهانه

۱. Non-Theoretical Models

۲. Inverse Engineering

۳. Black-Box Modeling

۹۹/۶۴ درصد شده است. همان طور که ملاحظه می شود، خطا و درصد دقت پیش بینی حاصله نشان دهنده قدرت بسیار بالای مدل شبکه عصبی *GMDH* در پیش بینی است.

در مجموع، علت این امر را می توان در روش به کار رفته و نحوه شبیه سازی انجام شده توسط الگوریتم *GMDH* جستجو کرد. از آنجا که عوامل مؤثر بر پیش بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران دارای ابعاد و پیچیدگی های زیادی بوده، و همه متغیرهای یادشده سهمی را در کاهش خطای پیش بینی ایفا می کنند، استفاده از الگوریتم *GMDH* باعث شده است که بتوان تمامی عوامل مؤثر را در کنار یکدیگر و ارتباطات آنها را به صورت غیرخطی و حتی با مراتب بالا در فرآیند پیش بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران دخیل نمود. به طوری که در این راستا، بر اساس این مدل که حاصل فرآیند قیاسی الگوی *GMDH* است، متغیرهای مختلف در رقابت با یکدیگر برای پیش بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران ارزیابی شده و ضمن دادن فرصت های برابر به همه آنها در فرآیند پیش بینی، در یک مرحله تکاملی اصلاحی همانند آنچه در فرآیندهای طبیعی اصلاح ژنتیک دیده می شود، به حذف عوامل کم اثرتر و بهبود عوامل تأثیرگذار و در نهایت، شناسایی عوامل مؤثرتر که به اصطلاح دارای اثر مضاعف بر متغیر هدف هستند، پرداختیم. بنابراین، می توان علل و عوامل مؤثر در پیش بینی شاخص قیمت سهام بورس تهران را به طور ویژه ای در تقابل و رقابت با یکدیگر در یک سیستم غیرخطی که دارای ابعاد گوناگون و گسترده ای است، تبیین نمود.

۲۰..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

منابع:

۱. آرمان، بهمن و پوریان، حیدر. (۱۳۷۹). نقش بورس اوراق بهادار در برنامه پنج ساله دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی در ایران. چاپ دوم، انتشارات مؤسسه تحقیقات پولی و بانکی، پژوهشکده بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
۲. برانسون، ویلیام اچ. (۱۳۸۴). تئوری و سیاستهای اقتصاد کلان. ترجمه عباس شاکری. چاپ هشتم.
۳. جعفری صمیمی، احمد و یحیی زاده فر، محمود. (۱۳۷۸). بررسی رابطه علی بین تورم، بازده سهام و شاخص قیمت سهام در ایران: یک تحلیل تجربی (۱۳۷۵ - ۱۳۷۰). مدرس، شماره یک.
۴. ختایی، محمود. (بهار ۱۳۷۸). گسترش بازارهای مالی و رشد اقتصادی. انتشارات مؤسسه تحقیقات پولی و بانکی. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
۵. خاکی صدیق، علی. (پائیز ۱۳۸۳). ارزیابی روش‌های پیش بینی قیمت سهام و ارائه مدل بهینه. پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
۶. سجادی، سید حسین و همکاران. (۱۳۸۷). بررسی رابطه بین متغیرهای کلان و شاخص قیمت کل. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دوازدهم، شماره ۳۶.
۷. عباسیان، عزت‌اله و همکاران. (۱۳۸۷). اثر متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد ایران، سال دوازدهم، شماره ۳۶.
۸. قالیباف اصل، حسن. (۱۳۸۱). بررسی اثر نرخ ارز بر روی ارزش شرکت در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
۹. کدخدایی، حسین. (۱۳۷۸). مبانی مقررات بازار سرمایه. بیمه مرکزی ایران.
۱۰. کریم زاده، مصطفی. (بهار ۱۳۸۵). بررسی رابطه بلند مدت شاخص قیمت سهام بورس با متغیرهای کلان پولی با استفاده از روش همجمعی در اقتصاد ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران. سال هشتم، شماره ۲۶.

۲۱. فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹).....
۱۱. محمدی، تیمور؛ تقوی، مهدی و برزنده، محمد. (۱۳۷۸). بررسی متغیرهای اقتصادی اثرگذار بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران مجله برنامه و بوجه، شماره ۴۰ و ۴۱.
۱۲. هال، جان. (۱۳۸۴). مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک. ترجمه سجاد سیاح و علی صالح آبادی، شرکت کارگزاری مفید.

۱۳. Adrangi, B., Chatrath, A., & Z. Sanvicente, A. (۲۰۰۰). Inflation, Output, and Stock Prices: Evidence From Brazil. FINACELAB WORKING PAPER
۱۴. Anastasakis, L., & Mort, N. (۲۰۰۱). The Development of Self-organization Techniques in Modeling: A Review of the Group Methods of Data Handling (GMDH). Department of Automatic Control & Systems Engineering The University of Sheffield, Mappin St, Sheffield, No. ۸۱۳.
۱۵. Azem, A.N., & Gerhard, H.(۲۰۰۲). Stock Market and Macroeconomic: Evidence from Stock Exchange of Indonesia.
۱۶. Bahmani-Oskooee, M., & Sohrabian, A.(۱۹۹۲). Stock Price and the Effective Exchange Rate of the Dollar. Applied Economics, ۲۴(۴), pp.۴۵۹-۴۶۴.
۱۷. Branson, W.H. (۱۹۸۳). Macroeconomic Determinants of Real Exchange Risk. in Managing Foreign Exchange Risk, R.J.Herring ed., Cambridge: Cambridge University Press.
۱۸. Dornbusch, R., & Fischer, S.(۱۹۸۰). Exchange Rates and the Current Account. American Economic Review, ۷۰(۵), pp. ۹۶۰-۹۷۱.
۱۹. Fama, E.F.(۱۹۹۱). Efficient Capital Market: II. the Journal of Finance, ۴۶.
۲۰. Fama, E. F., & Gibbons, M.R.(۱۹۸۰). Inflation, Real Returns, and Capital Investment. Working Paper No.۴۱, Center for Research in

۲۲..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

Security Prices, Graduate School of Business, University of Chicago.

۲۱. Farlow, S. J.(۱۹۸۴). The GMDH Algorithm of Ivakhnenko. The American Statistician, vol.۳۵, No.۴ , pp.۲۱۰-۲۱۵.

۲۲. Faugere, Ch., & Erland, J.V.(۲۰۰۳). A General of Stock Market Valuation and Return .

۲۳. Feldstein, M.(۱۹۹۸). Inflation and the Stock Market. American Economic Review.

۲۴. Fisher, I. (۱۹۳۰). the Theory of Interest. Ed. Macmillan: New York.

Frankel, J.A.(۱۹۸۳). Monetary and Portfolio Balance Models of Exchange Rate Determination. in Economic Interdependence and Flexible Exchange Rates, J.S. Bhandari and B.H. Putnam eds., Cambridge: MIT Press.

۲۵. Gavin, M.(۱۹۸۹). The Stock Market and Exchange Rate Dynamics. Journal of International Money and Finance, ۸(۲), pp.۱۸۱-۲۰۰.

۲۶. Goleusov, I.V., & Kondrasheva, S.A.(۱۹۸۷). Comparative analysis of the interdependence structure of the macro-economic indices of COMECON member-countries by the group method of data handling. Soviet Journal of Automation and information Sciences c/c of Avtomatika, vol.۲۰, No.۳, pp.۳۹-۴۳.

۲۷. Lucas, R.E.(۱۹۷۳). Some International Evidence on Output – Inflation Trade – off. American Economic Review, ۶۳, PP. ۳۲۶ -۳۳۴.

۲۸. Madala, H.R., & Ivakhnenko, A.G. Inductive learning algorithms for complex system modeling.

۲۹. McGee, R., & Stasiak, R.(۱۹۸۵). Does Anticipated Monetary Policy Matter? Another took. Journal of Money, Credit, and Banking, ۱۷, PP. ۱۶-۲۷.

۲۳..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹)

۳۰. Mehrara, M.(۲۰۰۷). the Relationship between Stock Market and Macroeconomic Variables: A Case Study for Iran. Iranian Economic Review, vol.۱۲, No.۱۸. pp.۵۱-۶۲.
۳۱. Mookerjee, R., & Yu, Q.(۱۹۹۷). Macroeconomic Variable and Stock Prices in a Small Open Economy: The Case of Singapore. Pacific – Basin Finance Journal, ۵.
۳۲. Muhammad, N., & Rasheed, A.(۲۰۰۱). Stock Prices and Exchange Rates: Are they Related? Evidence from South Asian countries. Karachi University, Karachi-Pakistan.
۳۳. Muradoglu, Y.G., & Metin, k. (۱۹۹۶). Efficiency of the Turkish stock Exchange with Respect to Monetary Variables: A Cointegration Analysis. European Journal Operational Research.
۳۴. O'connor, M., & Madden, M.G.(۲۰۰۶). A Neural Network Approach to Predicting Stock Exchange Movements Using External Factors. National University of Ireland, Galway, University Road, Galway, Ireland, pp.۳۷۱-۳۷۸.
۳۵. Pesaran, M.H., & Shin, Y.(۱۹۹۹). An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to Cointegration Analysis. in (Ed) S. Strom, Econometrics and Economic Theory in the ۲۰th Century: the Ragnar Frisch Centennial Symposium, Chapter ۱۱, Cambridge University Press, Cambridge.
۳۶. Phylaktis, k., & Ravazzolo, F.(۲۰۰۵). Stock Prices and Exchange Rate Dynamic. Journal of International Money and Finance, ۲۴, PP.۱۰۳۱ -۱۰۵۳.
۳۷. Ram, R., & Spencer, D.E.(۱۹۸۳). Stock Return, Real Activity, Inflation and Money: Comment. American Economic Review, ۷۱, pp.۴۶۳-۴۷۰.

..... فصلنامه علوم اقتصادی (سال سوم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۹) ۲۴

۳۸. Rosenblatt, A.B., & Silis, Ya. Algorithms for Construction of Decision Function in the Form of a Complex Logic Proposition. Soviet Automatic Control, ۹, pp. ۱-۵.

۳۹. Sargent, T. J., & Wallace, N. (۱۹۷۵). Rational Expectations and the theory of Economic Policy. Journal of Monetary Economic, ۲, PP. ۱۶۹

—

۱۸۴



Anticipation of Macroeconomic Variables Impact on Stock Prices Using Artificial

Neural Network with GMDH Algorithm

Omid Farmanara^۱

Vahid Farmanara^۲

Abstract:

The economy of every country is composed of different parts, the relationship among which determines the economics direction of that country. The capital market together with money market make up the financial market as the fundamental basics of an economy. Their operation has significant influence on the growth and development of the economy. In cases where there is no constructive relationship between the financial market and other parts of the economy, economic performance might be subject to distortions. The stock market as a fundamental basic of the financial market has a crucial role in facilitation of investments in the capital market. Given the importance of expectations in different economic fields, the main purpose of this study is to project behavior of the Tehran stock exchange price index. Therefore, after a review of dominant economic theories, we use a new method, artificial neural network GMDH, to forecast the impact of macroeconomic variable on the Tehran stock exchange price index. The GMDH Algorithm is a nonlinear model to anticipate complex systematic relationships between variables of the model. The special feature of this deductive algorithm is recognition and screening of the most effective variable to estimate the model with training samples and omit the non-significant ones from the simulation process with testing samples. So, we can solve the model via iterative methods to minimize the typical standard Error like RMSE, MAPE, and so on.

JEL Classification: E۳, C۶

Keywords: Anticipation, Stock prices, Macroeconomics Variables, Artificial Neural Network, GMDH Algorithm.

^۱.Economics Ph.D. student at Tehran University, E.Mail:omidfarmanara@yahoo.com

^۲.MA in Economics, E.Mail:vahidfarmanara@yahoo.com