

خانم ندا ملکوتی - حوزه هیأت مدیره

## بهبود پیش‌بینی در بازارهای مالی و سرمایه‌گذاری با استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی - مدل «GMDH»

«بخش نخست»

### چکیده

شناسایی ساختار یک فرآیند در پیش‌بینی، کنترل، تجزیه و تحلیل و ارزیابی آن امری حیاتی است. در اقتصاد کلان، تأثیر عواملی هم‌چون: سیاست، خط‌مشی شرکت‌ها، شرایط اقتصادی، انتظار سرمایه‌گذاران در تغییرات بازار، نیاز به یک مدل‌سازی صحیح، سازمان‌یافته و دارای قدرت، صحت پیش‌بینی را به یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر بدل می‌کند. در این بین، عملکرد روش‌های سنتی پیش‌بینی از قبیل: سری‌زمانی و روش‌های تکنیکی آماری، با تردیدهایی برای پیش‌بینی دقیق رفتار پویا (دینامیکی) در فرآیند مواجه گردیده و روش‌های نوینی همانند: روش «شبکه عصبی مصنوعی»، توانایی بالقوه خوبی از خود نشان داده و کاربردهای فراوانی یافته‌اند. این مقاله با هدف بررسی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی با رویکرد خاص به مدل «GMDH» تأکیدی بر استفاده از این مدل در پیش‌بینی‌های غیرخطی و قدرت مدل «GMDH» است که به‌عنوان یک ابزار مدیریتی

قوی به مدیران، اقتصاددانان، سهام‌داران و سرمایه‌گذاران در تصمیم‌سازی یاری می‌رساند. **واژگان کلیدی:** پیش‌بینی، شبکه عصبی مصنوعی، مدل «GMDH».

### مقدمه

بانک، به‌عنوان یک نهاد بنیادین اقتصادی، نیازمند بررسی رشد اقتصادی مداوم و پایدار عملکرد خود است که در هر اقتصادی مستلزم تجهیز و تخصیص بهینه منابع است (مهرآرا و همکاران، ۱۳۸۸). بارزترین ویژگی مسائل اقتصادی این است که به‌شدت تحت تأثیر مسائل اجتماعی، سیاسی و فرهنگی هستند و پارامترهای آن‌ها ناشناخته است و با روش‌های کمی به‌سختی قابل اندازه‌گیری هستند، به نظر می‌رسد که روش‌های مناسب، صحیح و متکی به اصول علمی در بررسی ابعاد بازارهای مالی و سرمایه‌ای لازم است.

در این بین، پیش‌بینی یکی از تمایلات لایتناهی بشر نیز به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی تصمیم‌گیری‌های اقتصادی، پیش‌آمدهای آینده

را با هدف کاهش ریسک تخمین می‌زند. در حال حاضر، ظرافت‌های موجود در صحت پیش‌بینی علمی، سرعت، انعطاف‌پذیری و شبیه‌سازی مدنظر آنانی است که به‌دنبال دستیابی به اهداف تعالی در جهان رقابتی، حداکثر کردن سرمایه، بیشینه نمودن بازده و اجرای استراتژی‌های برد-برد در تجارت هستند. وجود خطای پیش‌بینی در به‌کارگیری مدل‌های مختلف، طبیعی بوده و به‌طبع مدلی ارجح است که از میزان خطای پیش‌بینی کم‌تری برخوردار باشد. از این رو، یک مدل پیش‌بینی هوشمند و مناسب که باعث تخصیص بهینه منابع و در نتیجه، افزایش کارایی در این بازار شود را محرز می‌نماید. امروزه هم‌زمان با افزایش کارایی الگوریتم هوشمند در تحلیل داده‌ها، طبقه‌بندی و استخراج ویژگی و هم‌چنین شناسایی نظام‌ها و الگوها، موارد استفاده این الگوریتم‌ها در شاخه‌های مختلف علوم، به‌ویژه اقتصاد و مدیریت، رو به گسترش است. یکی از پرکاربردترین انواع الگوریتم‌های هوشمند،

1- Group Method of Data Handling



روش‌ها عبارتند از: تجزیه و تحلیل تکنیکی، تحلیل اساسی و تحلیل تصادفی.

■ **نظریه تحلیل گران تکنیکی**، سعی در پیش‌بینی بازار، به‌وسیله دنبال کردن الگوهای موجود و استفاده از اطلاعات گذشته مربوط به بازار را دارند. این گروه معتقدند؛ محاسبه هر گونه ارزش ذاتی، باید براساس نمودار، جدول، الگوی تاریخی رفتار قیمت سهام و اطلاعات مالی انجام گیرد.

■ **نظریه تحلیل گران اساسی**، این گروه هر گونه پیش‌بینی در زمینه مالی و اقتصادی را ناشی از عوامل تصادفی می‌دانند. برای مثال: رفتار قیمت سهام را دارای حرکت تصادفی دانسته و با توجه به ارزش داخلی یک سهم، اقدام به پیش‌بینی می‌نمایند. این گروه، قیمت سهام در هر دوره را برابر با قیمت سهام در دوره قبل، به‌علاوه بسیاری از عوامل تصادفی دیگر می‌دانند.

■ **نظریه تحلیل تصادفی**، این است که جریان اطلاعات سریعاً بر پیش‌بینی‌های حوزه اقتصادی تأثیر گذاشته و تغییرات فردا تنها منعکس‌کننده اخبار همان روز است؛ به‌طوری‌که این تغییرات، مستقل از تغییرات امروز است.

#### ب: روش‌های مدرن

به‌دنبال تلاش‌های دانشمندان علوم ریاضی و سیستم‌های پویا روش‌های جدیدی برای پیش‌بینی فعالیت‌های مالی ایجاد شده است. کاربرد مدل‌های غیرخطی و همچنین تکنیک‌های پیشرفته در مدت زمان کمی توانسته است، جایگاه خود را در علوم مختلف، به‌ویژه در اقتصاد باز کند. متخصصین سیستم‌های غیر خطی، سعی در توضیح رفتار بازارهای مالی و پیش‌بینی آن از طریق روش‌های پیشرفته غیرخطی کرده‌اند. این روش‌ها عبارتند از: نظریه آشوب و روش‌های هوش مصنوعی.

از آن‌جایی‌که پیش‌بینی‌های بازارهای مالی، از جمله بانک‌ها از نوع کمی بوده و اساساً پویا، غیرخطی، پیچیده و غیرمتریک است و از مدل بی‌نظمی در طبیعت (1996 Chaotic in Nature / Abu-Mostafa & Atiya)، تبعیت می‌کند؛ از همین‌رو، برای پیش‌بینی آن با روش‌ها و متدهای متداول مانند: سری زمانی و رگرسیون، به‌سختی می‌توان به پاسخ صحیح دست یافت. در این گونه مسائل مدل‌های شبیه سازی<sup>۱</sup>، داده کاوی<sup>۲</sup>، سیستم‌های خبره<sup>۳</sup>

به‌وضوح امکان اتخاذ استراتژی متناسب‌تر را برای سازمان تسهیل می‌بخشد.

#### سیری در مبانی نظری

در سال‌های اخیر؛ مطالعات بسیاری در زمینه انواع نوسانات در بازار مالی و ابزارهای مربوط صورت گرفته است. نه‌تنها محققین دانشگاهی به‌صورت آکادمیک بلکه تجربه‌گرایان به صورت تجربی و عملی فعالیت‌های شایانی در زمینه پیش‌بینی نوسانات آتی بازارهای مالی و نرخ بازدهی سود تجاری انجام داده و ابزارهای استراتژیکی مالی بسیاری طراحی کرده‌اند که بتواند پیش‌بینی‌ها را به سود تبدیل کند. (Chen, Leung, & Daouk, 2003)

#### پیش‌بینی<sup>۱</sup>

پیش‌بینی یکی از قدیمی‌ترین فعالیت‌ها و وظایف مدیریت و تجارت بوده است. در روزگاران قدیم نمونه‌هایی از پیش‌گویی‌ها و پیش‌بینی‌ها وجود دارد. به طور کلی، مدیری را می‌توان موفق دانست که از قوه تجسم بالایی در تصمیم‌گیری و قضاوت برخوردار باشد. روش‌های هوش مصنوعی، توانایی بالایی را در پیش‌بینی و ارائه عملکرد بهتر در مواجهه با مسائل غیرخطی و سایر مشکلات مدل‌سازی سری‌های زمانی نشان داده‌اند. «رحمان و بهتنگار» (۱۹۹۸) یک سیستم خبره را برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت طراحی کردند؛ این درحالی است که چو (Chew - 1997)، یک شبکه عصبی را در ترکیب با سیستم خبره قانون‌مند برای همین منظور در تایوان مورد استفاده قرار داد. همچنین تحقیقات کانلن و جیمز (Conlon & James - 1998) نشان دادند که می‌توان بین مشخصات دارایی‌های اقتصادی و ارزش دارایی‌های تجاری در یک بازار خاص پیوند برقرار کرد و به مدل ارزش‌گذاری‌ای رسید که به پیش‌بینی کوتاه‌مدت نوسانات ارزش‌گذاری در استفاده از شبکه‌های عصبی می‌پردازد. روش‌های پیش‌بینی می‌توانند کاملاً ساده یا پیچیده، کوتاه‌مدت یا بلندمدت، کمی یا کیفی باشند (مدرس، ۱۳۸۰). از منظر دیگر پیش‌بینی متغیرها را به دو گروه طبقه‌بندی می‌نمایند:

#### الف: روش‌های کلاسیک

قبل از وجود رایانه‌ها و استفاده از آن‌ها برای پیش‌بینی در حوزه‌های مالی، کار پیش‌بینی با روش‌های دیگری انجام می‌شده است. این

شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند. سیستم‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی، به‌علت دارا بودن خصوصیتی مثل هم‌گرایی سریع، پیاده‌سازی آسان الگوریتم، چه از لحاظ نرم‌افزاری و چه از لحاظ سخت‌افزاری و نیز قابلیت‌های گسترده در یادگیری، حوزه کاربرد وسیعی یافته‌اند. مدل شبکه عصبی مصنوعی گره‌برداری شده از سیستم عصبی انسان، یکی از ابزارهای جذاب قرن حاضر برای شناسایی لایه‌های پنهان در بررسی رفتار دینامیک در علوم اقتصادی، بوم‌شناسی و سیستم‌های مهندسی است که به‌طور عموم، پیچیده هستند و در اطلاعات پایه‌ای محدودیت دارند، ضمن این‌که قانون طبیعی پیش‌بینی این علوم، پردازش لایه‌های پنهانی و سازوکار استنتاجی آن‌ها است. (L. Anastasakis & N. Mort)

با توجه به حساسیت انتخاب روش پیش‌بینی در حوزه مالی، به‌دنبال شبکه عصبی خودسازمانی بوده که علاوه بر این‌که با هوشمندی بر رویدادهای ورودی از نظر کمی و کیفی آن، تصمیم‌سازی می‌کند، لایه‌های ناشناخته ارتباطی را نیز درست محک زده و از همین رو، صحت پیش‌بینی را با توجه به اعتبار نون‌سازی در شبکه عصبی مصنوعی با متغیرهای استنتاجی، بالا می‌برد.

بانک‌ها، بلادرنگ در ابعاد متنوعی نیازمند پیش‌بینی درست و صحیح، با در نظر گرفتن متغیرهای دینامیکی و لایه‌های پنهانی هستند. مدل «GMDH» روش ابتکاری خودسازمانی است که در استفاده از متغیرهای مؤثر و ارزشی، پیش‌بینی صحیح‌تری برای مدل‌های پیچیده اقتصادی ارائه می‌کند. بنابراین از این مدل می‌توان در مسائل حیاتی بانک از جمله: پیش‌بینی مقدار منابع جذب شده، با توجه به تغییرات نرخ ارز، نفت و طلا بهره برد. بدین ترتیب، زنجیره‌ای قابل اتکا در فرآیندهای اجرایی بانک به‌دست خواهد آمد که به‌دلیل پیشی گرفتن در استراتژی‌های بازار، ایجاد مزیت رقابتی کرده و منجر به بهینه کردن عملکرد سازمان می‌شود. برای مثال: می‌توان امکان ارائه خدمات متنوع محصولات بازاریابی بانک، از جمله: اعتبارات بلندمدت، در فضای رکود تورمی را نام برد. همچنین امکان پیش‌بینی ریسک اعتباری، قیمت‌گذاری دارایی‌های مشهود بانک، ارائه محصولات خدماتی متناسب با وضعیت اقتصادی،



نشده جامعه را حتی زمانی که نمونه دارای اطلاعات نویزی (noisy) باشد، به خوبی حدس بزنند.

۳. شبکه‌های عصبی در مقایسه با روش‌های آماری سنتی، اشکال تابعی جامع‌تر و انعطاف‌پذیری بیشتری دارند. به‌علاوه پیچیدگی سیستم‌های حقیقی، روش‌های آماری سنتی محدودیت‌های زیادی در تخمین این روابط دارند. در این میان شبکه‌های عصبی می‌توانند گزینه‌ای مناسب برای تخمین این روابط باشند.

۴. شبکه‌های عصبی، بر خلاف روش‌های اقتصادسنجی سری زمانی، دارای الگوهای غیرخطی‌اند؛ این در حالی است که بیش‌تر سری‌های زمانی حقیقی، غیرخطی هستند. ۵. قدرت ره‌گیری و مسیریابی بالا و خطای کمینه پی‌بینی متغیر هدف، یکی از ویژگی‌های برجسته شبکه‌های عصبی در مقایسه با سایر روش‌های سری زمانی است. در روش شبکه عصبی مدل‌سازی، بر اساس نظرات، طراحی و سپس بر اساس خروجی‌های شبکه، مدل نهایی استخراج می‌شود. نظریات اقتصادی و نظرات و دانش خبره، در قالب ورودی‌های شبکه وارد جریان مدل‌سازی غیرخطی پویا شده و نتایج به‌صورت مرحله‌ای (معادلات لایه‌های پنهان) و خروجی نهایی، تحت یک معادله غیرخطی، که با واقعیت رفتاری و ساختاری مقادیر خروجی، انطباق بیش‌تری دارد، مدل می‌شود.

روش محاسباتی قدرتمند برای یادگیری مثال‌ها و تعمیم این یادگیری به مثال‌هایی که تا کنون مشاهده نشده است، تبدیل می‌نماید (زارع‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۷).

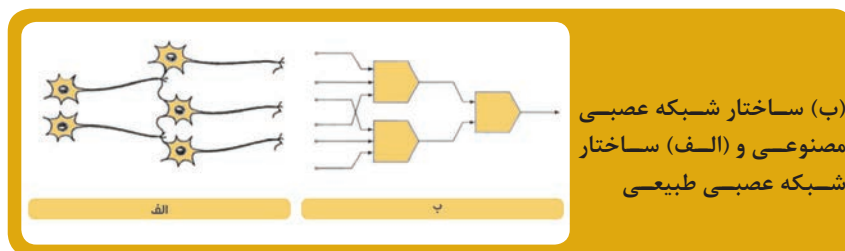
بیش‌ترین دلیل برای استفاده از شبکه عصبی، وجود مسائل بسیار زیاد حل‌نشده توسط الگوریتم‌های حل مدل‌های غیرخطی است. مزیت استفاده از شبکه عصبی این است که محقق، نیازی به دانستن نوع ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته ندارد و علاوه بر بهره‌برداری از آمار و یادگیری بر اساس تجربیات به جنبه‌های ذهنی تیز توجه می‌نمایند. شبکه‌های عصبی بر اساس داده‌های تاریخی، می‌توانند الگوها و روندها را بدون فرمول یا روش خاصی بیاموزند. برخی از مزایای شبکه عصبی مصنوعی در تقابل با سیستم‌های پیش‌بینی سنتی شامل:

۱. این رویکرد مدل‌سازی، همراه با توانایی یادگیری از طریق تجربه، ابزاری مفید برای دستیابی به بسیاری از مسائل عملی است؛ چرا که بسیاری از اوقات داشتن داده‌ها بسیار راحت‌تر از داشتن حدسیات تئوریک خوب در زمینه قوانین مسلط بر مجموعه و یا سیستمی است که داده‌ها از آن استخراج می‌شوند. ۲. شبکه‌های عصبی قابلیت تعمیم‌دهی بسیار بالایی دارند. بعد از آن که توسط قسمتی از داده‌ها (یک نمونه) آموزش داده شوند، این شبکه‌ها بیش‌تر اوقات می‌توانند قسمت دیده

و روش شبکه‌های عصبی «NNS»<sup>۵</sup> برای رفتارهای ناشناخته متغیرهای دارای نوسان بالا، ایده‌آل به‌نظر می‌رسد. مدل «GMDH» از نوع شبکه عصبی، دارای توانایی منحصر به‌فرد در یافتن مدل‌های چندگانه بهینه برای داده‌های پارامتریک و غیرپارامتریک است.

### شبکه عصبی مصنوعی

از قرن نوزدهم، به‌طور هم‌زمان اما جداگانه، از سوی نروفیزیولوژیست‌ها سعی کردند، سیستم یادگیری و تجزیه و تحلیل مغز را کشف کنند و از سوی دیگر، ریاضیدانان تلاش کردند تا مدل ریاضی بسازند که قابلیت فراگیری و تجزیه و تحلیل عمومی مسائل را دارا باشد. نخستین کوشش‌ها در شبیه‌سازی با استفاده از یک مدل منطقی توسط «مک‌کلوک و والتر پیتز» (McCulloch & Walter Petz) انجام شد که امروزه بلوک اصلی سازنده اکثر شبکه‌های عصبی مصنوعی است. شبکه‌های عصبی یکی از پرکاربردترین و عملی‌ترین روش‌های مدل‌سازی مسائل پیچیده و بزرگ است که شامل صدها متغیر هستند (رضا خسروی، ۱۳۹۲) و شبکه‌های عصبی را می‌توان با اغماض زیاد، مدل‌های الکترونیکی از ساختار عصبی مغز انسان نامید که اساساً بر تجربه استوار است. به‌طور کلی، سیستم عصبی انسان‌ها از یک سری عناصر پردازش ساده‌ای با نام «نرون» (neuron) تشکیل شده‌اند که مجموعه‌ای از این نرون‌ها عصب را تشکیل می‌دهند. شیوه کار نرون‌ها برای پردازش اطلاعات بدین‌صورت است که هر کدام از این نرون‌ها یک سیگنال اولیه را دریافت می‌کنند که حاوی اطلاعات مهمی از یک نرون دیگر و یا محرک خارجی است و آن را به کمک توابع فعال‌سازی یا تبدیل، پردازش می‌نمایند. (شکل الف و ب) این ویژگی شبکه‌های عصبی (پردازش اطلاعات)، آن را به‌عنوان یک



5- Neural networks

### منابع:

- « ابریشمی، حمید و مهرآرا، محسن و احاراری، مهدی و میرقاسمی، سوده (۱۳۸۸)، «الگوسازی و پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با رویکرد شبکه عصبی GMDH»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۸، ص ۲۴-۱.
- « پاکدامن ناینی، مهدی و طارمیان، حمیدرضا و برادران هاشمی، هومن (۲۰۱۰)، «پیش‌بینی بازار سهام با استفاده از شبکه عصبی»، کنفرانس بین‌المللی سیستم‌های اطلاعات کامپیوتر و کاربرد در صنعت مدیریت، ص ۱۳۲-۱۳۶.
- « حیدری زارع، بهزاد و کردلوئی، حمیدرضا (۱۳۸۹)، «پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی»، فصلنامه مدیریت، شماره ۱۷.
- » Avci, E. (2007). Forecasting daily and sessional returns of the ISE-100 index with neural network models. Journal of Dogus University, 8(2), 128-142.
- » Ayodele A, Adebisiyi. Charles K, Ayo. Marion O, Adebisiyi, and Sunday O, Otokiti, "Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators", Department of Computer and Information Sciences, Covenant University, Ota, Nigeria, Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, VOL. 3, NO. 1, January 2012.
- » E. Latysh, O. Koshulko. Testing k-value in k-fold cross validation of forecasting models for time series analysis of G-spreads of top-quality RUB bonds. In: Proc. of Intern. Conf on Inductive Modeling (IWIM-2012), Kyiv, 2012, 4 pp.



خانم ندا ملکوتی - حوزه هیأت مدیره

## بهبود پیش‌بینی در بازارهای مالی و سرمایه‌گذاری با استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی - مدل «GMDH»

«بخش دوم»

### شبکه عصبی خود سازمانی «GMDH»، مبتنی بر الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یکی از الگوریتم‌های جست‌وجو بوده که بر اساس ژنتیک ارگانیسم‌های زنده پایه‌گذاری شده است. این الگوریتم اصل «انتخاب یا بقای اصلح» داروین<sup>۲</sup> را با یک سری اطلاعات تصادفی، ادغام نموده و یک الگوریتم جست‌وجو با خصوصیت روش‌های تکاملی طبیعی ایجاد می‌نماید. در واقع اساس کار این گونه الگوریتم‌ها، حل مسائل دنیای واقعی از طریق شبیه‌سازی فرآیندهای ژنتیک طبیعی است. هم‌چنین با توجه به آن‌که بسیاری از مسائل دنیای صنعتی، به‌ویژه سیستم‌های تولیدی بسیار پیچیده بوده و با روش‌های سنتی و متداول قابل حل نیستند، مدل خودسازمان‌دهی «GMDH» کاربرد وسیعی در مراحل مختلف طراحی شبکه‌های عصبی دارند. چنان‌که دارای قابلیت‌های منحصر به‌فردی در یافتن مقادیر بهینه و امکان جست‌وجو در فضاهای غیرقابل پیش‌بینی هستند.

نخستین بار در دهه ۸۰ توسط پروفیسور «ایواخنکو»<sup>۳</sup> برای مدل‌کردن سیستم‌های پیچیده‌ای که شامل یک سری داده با چندین ورودی و یک خروجی بودند، مورد استفاده قرار گرفت و بیش‌ترین انعطاف را در گروه مدل‌های پیش‌بینی برای داده‌های تجربی دارد. از دو یا چند سری داده برای ساختاردهی مدل، گزینش، تأیید مدل استفاده می‌کند. در این حالت، به‌صورت خودکار به طبقه بندی منبع داده می‌پردازد. به‌طور عموم، داده‌ها به دو دسته «استنتاجی» و «استقرایی» تقسیم و مورد مطالعه قرار می‌گیرند. سیستم‌های مهندسی از نوع استقرایی هستند؛ در حالی‌که حل مسائل اقتصادی طبیعتاً نیاز به بررسی‌های استنتاجی دارند. مدل «GMDH» به طبقه داده‌های استنتاجی خودسازمان‌دهی تعلق دارد و به نمونه کوچکی از داده ورودی نیازمند است تا بتواند ساختار مدل پیش‌بینی

را به بهترین شکل طراحی نماید. معیارها و ضوابط انتخاب داده‌های ورودی، در الگوریتم «GMDH» نماد کلیدی و مؤثری محسوب می‌شود و این مدل، به‌صورت هوشمند، داده را شناسایی و تعداد لایه‌های مورد نیاز را تعیین می‌کند. زمانی که ردیابی ارتباط، تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها غیرممکن باشد، «GMDH» کارآمد است.

در طی مراحل مدل‌سازی؛ الگوریتم ژنتیک شامل ۴ خاصیت اصلی می‌شود: ۱- جمع‌آوری داده‌های مربوط به متغیر اصلی، ۲- تقسیم تمام مشاهدات به دو دسته. گروه نخست برای تخمین ضریب مدل و گروه دوم جداسازی اطلاعات جمع‌آوری شده به دو گروه داده مفید و مضر. حتی جمله‌ای معروف در این خصوص است که می‌گوید: "بدون جداسازی داده‌ها، «GMDH» وجود ندارد. ۳- ایجاد مجموعه‌ای از عمل‌گرهای ابتدایی در رویه تولید انواع مدل در جایی‌که پیچیدگی رو به افزایش است. ۴- یک معیار و ضابطه خارجی برای انتخاب بهینه‌ترین مدل است.

### نرم افزار «GMDH SHELL»

امروزه در بازارهای «IT»، ابزارهای هوش مصنوعی و پیش‌بینی بسیاری در زمینه تجاری، اقتصادی و ... عرضه می‌شود. تفاوت بین آن‌ها بیش‌تر در نحوه دریافت داده‌های ورودی و یکسان‌سازی آن‌ها است. به‌نظر مدیران، برخی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب یک ابزار

پیش‌بینی عبارتند از:

- ◆ دامنه ارائه نرم‌افزار در بازار و خدمات آن.
- ◆ هزینه دریافت نرم‌افزار.
- ◆ مدل‌های پیش‌بینی و میزان صحت آن.
- ◆ محدوده پشتیبانی داده‌های ورودی.
- ◆ گرافیک کاربر پسند.

بر اساس بررسی‌های بسیار در بین نرم‌افزارهای پیش‌بینی، «GMDH SHELL»، با توجه به نحوه اکتساب داده، یکپارچگی، مدل‌های شبکه عصبی، آنالیز و پیش‌بینی داده‌ها، یک محیط مناسب دارد.

طبق مستندات روش دسته‌بندی گروهی داده‌های عددی «GMDH»، نرم‌افزار «GMDH SHELL»، یک نرم‌افزار ساده ولی در عین حال پیشرفته است و قادر است به‌طور مؤثر داده‌ها را در برنامه فراگیر و مورد استفاده قرار دهد و مطابق با مسأله، داده‌ها را منتقل کرده و در نهایت مدلی برای پیش‌بینی ارائه نماید.

نحوه پردازش داده در نرم‌افزار «GMDH SHELL» به این صورت است که در مرحله نخست، ورود اطلاعات از نرم‌افزارهای داده‌پرداز مثل: «اکسل» وارد نرم‌افزار می‌شود. در این مرحله، هر یک از سلول‌ها خوانده شده و در صورت نیاز ویرایش می‌گردد. برای انجام این مرحله، اکتشاف داده‌ای ادامه می‌یابد. به‌عبارتی مطالعه اکتشافی در خصوص داده‌های ورودی صورت می‌پذیرد که متناسب با مطالعه موردی و مؤثر بر پیش‌بینی و متغیر مربوط، باشند. سپس نرم‌افزار داده‌های ورودی را انتخاب کرده و برای پیش‌بینی انتقال می‌دهد. در مرحله عملیاتی، پایگاه داده استخراج می‌شود ولی آن‌چه نرم‌افزار در حال انجام آن است، مرحله «SOLVER» نام دارد که مدل‌ها استخراج شده، سپس اعتبارسنجی صورت می‌گیرد و بهترین مدل پیش‌بینی انتخاب می‌شود. حاصل این عملیات، استخراج مدل است. نرم‌افزار پیش‌فرآیند انتقال پیش‌بینی صورت گرفته را مهیا می‌کند و به سیستم شبیه‌سازی انتقال می‌دهد در شبیه‌سازی، پلات‌های پیش‌بینی، جداول و اهمیت داده‌ها، عملکرد آن‌ها شبیه‌سازی می‌شود، در حالی‌که آن‌چه کاربر مشاهده می‌کند، پیش‌بینی استخراج شده است. شکل (ج) نشان‌دهنده مراحل پیش‌بینی نرم‌افزار «GMDH SHELL» است.

<http://www.gmdhshell.com/docs>

نقاط قوت این نرم‌افزار عبارت است از:

- ◆ با محیط ویندوز سازگار است.
- ◆ کاربرپسند و دارای چند پنجره فعال هم‌زمان است.
- ◆ داده‌ها را از «XLS» و «CSV» دریافت می‌کند.
- ◆ مسائل و مشکلات مربوط به پیش‌بینی‌های انواع

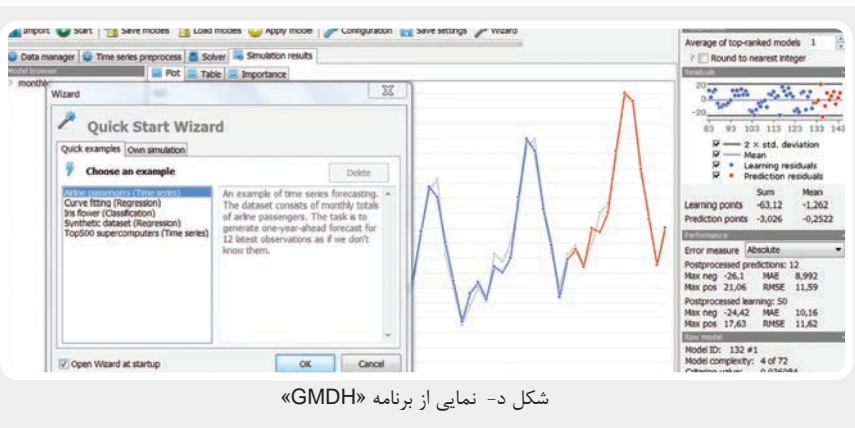
مدل پیش‌بینی → شناسایی پارامترها → انطباق با قوانین شبکه عصبی مصنوعی → شناسایی ساختار → ورودی و خروجی داده‌ها



مختلف نیست. سپس به کمک حداقل‌سازی معیار میانگین مجذور خطا «MSE» و بر اساس وزن های نرون های مختلف، به غربال سازی نرون های مؤثرتر و حذف آن هایی که مهم نیستند، می پردازد. در نهایت، برای هر ترکیب، یک خروجی (Ŷ) استخراج نموده و به ارزیابی عملکرد مدل های حاصل از ترکیبات استخراجی مختلف (حاصل از به کارگیری الگوریتم «GMDH»)، می پردازد. مهم ترین محک برای این که مدل مناسبی برای شبکه عصبی انتخاب شود، دقت یا به عبارتی نزدیکی مقدار پیش بینی به مقدار واقعی است. متداول ترین معیار در زمینه پیش بینی «RMSE» (جذر میانگین مجذور خطا) است.



شکل ج- مراحل پردازش داده در نرم افزار «GMDH SHELL»

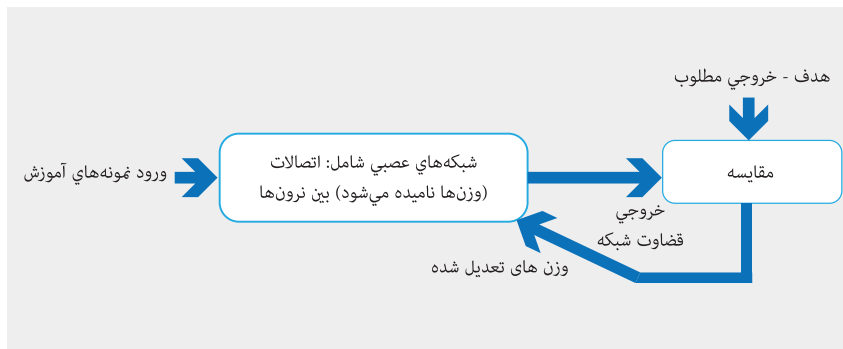


شکل د- نمایی از برنامه «GMDH»

- ♦ سری زمانی و پیچیده را انجام می دهد.
- ♦ به راحتی داده های مناسب و قابل استفاده را از میان داده های دیگر انتخاب می کند.
- ♦ داده ها را درست مطابق با مسأله انتقال می دهد.
- ♦ ورودی های نامتناسب را حذف می کند.
- ♦ اصول بنیادی را خود پایهریزی نماید.
- ♦ بهترین مدل سازگار پیش بینی را می سازد، شکل زیر فضای این برنامه را به نمایش می گذارد.
- ♦ نحوه عملکرد مدل شبکه عصبی با الگوریتم ژنتیک «GMDH»، بدین صورت است که پس از دریافت اطلاعات از لایه ورودی، سعی در یادگیری فرآیند تولید داده ها می نماید که چیزی جز تنظیم وزن های ارتباطی این نرون ها به ازای دریافت مثال های

**نتیجه گیری**

بر اساس دقت و کاربرد بالای شبکه عصبی به مسئولین و سرمایه گذاران در بازارهای مالی پیشنهاد می شود؛ علاوه بر مدل های رایج در زمینه پیش بینی، شبکه های عصبی مصنوعی را نیز به عنوان یک ابزار قدرتمند برای پیش بینی ها مورد توجه قرار دهند. برای به دست آوردن نتایج بهتر، انتخاب بهتر متغیرهای ورودی، به عنوان مثال: متغیرهای زمانی و فرهنگی در ایران، انتخاب ساختار بهتر برای شبکه عصبی، انتخاب بهتر مجموعه آموزش دیده برای استفاده در مدل «Varahrami» و «Vida» پیشنهاد می شود.



**منابع:**

« ابریشمی، حمید و مهرآرا، محسن و احاراری، مهدی و میرقاسمی، سوده (۱۳۸۸)، «الگوسازی و پیش بینی رشد اقتصادی ایران با رویکرد شبکه عصبی GMDH»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۸، ص ۲۴-۱.

« پاکدامن نایینی، مهدی و طارمیان، حمیدرضا و برادران هاشمی، هومن (۲۰۱۰)، «پیش بینی بازار سهام با استفاده از شبکه عصبی»، کنفرانس بین المللی سیستم های اطلاعات کامپیوتر و کاربرد در صنعت مدیریت، ص ۱۳۲-۱۳۶.

« حیدری زارع، بهژاد و کردلوئی، حمیدرضا (۱۳۸۹)، «پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی»، فصلنامه مدیریت، شماره ۱۷.

» Avci, E. (2007). Forecasting daily and sessional returns of the ISE-100 index with neural network models. Journal of Dogus University, 8(2), 128-142.

» Ayodele A, Adebiyi. Charles K, Ayo. Marion O, Adebiyi, and Sunday O, Otokiti, "Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators", Department of Computer and Information Sciences, Covenant University, Ota, Nigeria, Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, VOL. 3, NO. 1, January 2012.

» E. Latysh, O. Koshulko. Testing k-value in k-fold cross validation of forecasting models for time series analysis of G-spreads of top-quality RUB bonds. In: Proc. of Intern. Conf on Inductive Modeling (IWIM-2012), Kyiv, 2012, 4 pp.