فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی
سال هجدهم، شماره ۵۶، زمستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۱۲- ۹۵

ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی شاخص‌های بازار بورس ایران

اسداله همایون
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت
homayon@yahoo.com

حمید محمدی
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل
hamidmohammadi@gmail.com

رسول کشتکار
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت
keshtkar@yahoo.com

این مطالعه با هدف شناخت الگوهای مناسب پیش‌بینی شاخص‌های عمده بازار بورس اوراق بهادار ایران شامل شاخص سودنقدی، شاخص قیمت در بازارهای فرعی، اصلی و شاخص قیمت کل صورت گرفت. براساس یافته‌ها متوسط خطای پیش‌بینی الگوهای رگرسیونی مورد استفاده در سری‌های شاخص سود نقدی، شاخص قیمت بازار دوم، شاخص قیمت بازار اول و شاخص قیمت کل به ترتیب برابر با ۰/۷۲، ۲/۴۹، ۴/۴۱ و ۵/۵۵ درصد به دست آمد. بطورکلی برای سری‌های شاخص سود نقدی و همچنین سری شاخص قیمت بازار دوم الگوی ARMA به‌ویژه با انجام تعدیل اثر ماهانه دقیق‌ترین پیش‌بینی‌ها را ارائه نمود. اما درخصوص دو سری شاخص قیمت بازار اول و شاخص قیمت کل لحاظ کردن اثر ARCH مساعدت مطلوبی در پیش‌بینی داشت. البته الگوی ARMA درخصوص سری شاخص قیمت بازار اول نیز در زمره الگوهای دقیق پیش‌بینی کننده قرار گرفت. اما درخصوص شاخص کل مشخص گردید که درصورت استفاده از الگوی EGARCH می‌توان به پیش‌بینی‌های بسیار دقیق‌تر از سایر الگوها دست یافت. بطور کلی در یافته‌ها مشخص گردید که انجام تعدیل ماهانه در اغلب موارد قادر است به بهبود پیش‌بینی‌ها مساعدت نماید.

طبقه‌بندی JEL: *C53, F47, G17.*
واژه‌های کلیدی: *بازار بورس، شاخص سود نقدی، شاخص قیمت بازار اول، شاخص قیمت بازار دوم، شاخص قیمت بازارکل، پیش‌بینی، الگوهای AR، ARMA، TAR، اثر ARCH، و شبکه عصبی مصنوعی.*

* **تاریخ دریافت:** ۱۳۸۷/۱۲/۱۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۸۸/۸/۵

۱. مقدمه

همان‌طور که می‌دانیم سرمایه و نیروی کار از ارکان اصلی تولید هستند و تأمین این عوامل و تخصیص بهینه آنها لازمه رشد اقتصادی است. این تخصیص مستلزم وجود بازار و عملکرد مطلوب نیروهای بازار است. در رابطه با سرمایه، بازار بورس می‌تواند این وظیفه را بر عهده داشته باشد. مهم‌ترین وظیفه بازار بورس، جذب سرمایه‌های پراکنده و هدایت آنها به سوی فعالیت‌های سرمایه‌گذاری از طریق یک فرآیند تخصیص بهینه است. سرمایه‌گذاران با انگیزه دریافت عواید از دوکانال سود حاصل از فعالیت شرکتی که سهام آن را خریداری نموده‌اند و همچنین فروش مجدد سهام وارد عرصه سرمایه‌گذاری می‌شوند. نوسان قیمت سهام در تمام بازارهای بورس امری طبیعی و عادی است، اما درهر صورت می‌توان با یک پیش‌بینی از قیمت سهام ترکیبی مطلوب از آنها را انتخاب و نوسان‌ها را کاهش داد و از این طریق میزان اطلاعات در دسترس افراد را افزایش داد. به‌نظر می‌رسد که افزایش اطلاعات در بازار به عملکرد بهتر آن منجر خواهد شد. پیش‌بینی شاخص‌های مهم بازار بورس می‌تواند گامی درجهت افزایش و شفاف نمودن اطلاعات در بازار سرمایه باشد.

پیش‌بینی شاخص‌های بازار بورس یا بازار سرمایه همواره مورد توجه مطالعات بوده است. این توجه زیاد در سال‌های اخیر منجر به پیشرفت الگوهای مورد استفاده در پیش‌بینی شده است. عموماً روش شبکه عصبی مصنوعی درمقایسه با روش‌های رگرسیونی عملکرد بهتری نشان داده است. به‌عنوان مثال، یافته‌های مطالعه هیل و همکاران (۱۹۹۶) درخصوص پیش‌بینی قیمت سهام حاکی از برتری این روش بر سایر الگوها بود. یافته‌های این مطالعه مبتنی بر داده‌های با افق زمانی کوتاه‌مدت بوده است درحالی‌که نتایج مطالعه وو و لو (۱۹۹۳) نشان داد که در پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت سهام آمریکا شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با روش ARIMA پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را ارائه می‌نماید، اما در بلندمدت فرآیند ARIMA توانایی بیشتری در پیش‌بینی دارد.

اولسون و موس‌من (۲۰۰۳) نیز پیش‌بینی قیمت سهام تعداد زیادی از شرکت‌های فعال در بازار بورس کانادا روش شبکه عصبی مصنوعی را دقیق‌تر از سایر روش‌ها یافتند. یافته‌های مطالعه یانگ (۲۰۰۹) درخصوص شاخص قیمت سهام در بازار بورس تایوان حاکی از آن بود که نوسان‌های موجود در داده‌ها حاوی روندی متناسب با الگوهای خانواده ARCH است که ترکیب آن با شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند منجر به بهبود پیش‌بینی‌ها گردد. یافته‌های راه (۲۰۰۷) درخصوص شاخص قیمت بازار بورس کره نیز حاکی از برتری الگوهای ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و الگوهای سری زمانی در پیش‌بینی بود.

در ایران نیز نتایج مطالعه طلوعی اشلقی و حق دوست (۱۳۸۵) برای قسمت سهام ایران خودرو حاکی از برتری روش‌های رگرسیونی بر روش شبکه عصبی مصنوعی بود. مطالعه مشیری و مروت (۱۳۸۵) نشان داد که از نظر دقت پیش‌بینی میان الگوی شبکه عصبی مصنوعی و الگوهای رگرسیونی تفاوت معناداری وجود ندارد. یافته‌های آذر و رجب زاده (۱۳۷۹) که در مطالعه‌ای به پیش‌بینی قیمت سهام شرکت پارس الکتریک پرداختند نشان داد که ترکیب الگوهای رگرسیونی می‌تواند منجربه بهبود دقت پیش‌بینی الگوهای انفرادی شود. از سوی دیگر، کهزادی و ابوالحسنی (۱۳۷۹) در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت شهد ایران دقت شبکه عصبی مصنوعی را بالاتر از الگوهای سری زمانی تک متغیره ارزیابی نمودند. صمدی و همکاران (۱۳۸۶) تغییرات قیمت جهانی نفت و طلا را بر قیمت سهام در بازار بورس تهران مؤثر ارزیابی نمودند. به این ترتیب مشاهده می‌شود که هر چند در سال‌های اخیر الگوهای جدیدی همانند شبکه عصبی مصنوعی مورد توجه ویژه قرار گرفته است، اما برخی قابلیت‌های الگوهای رگرسیونی همانند مدل‌سازی نوسان‌ها باعث شده تا همواره به‌طور خاص مطرح باشند. در همین راستا این مطالعه با هدف پیش‌بینی برخی از شاخص‌های قیمت در بازار بورس اوراق بهادار ایران با استفاده از الگوهای رگرسیونی صورت گرفت.

۲. مبانی نظری و روش تحقیق

روش‌های کمی پیش‌بینی به دو دسته رگرسیونی و غیررگرسیونی قابل تقسیم است. روش‌های رگرسیونی نیز به دو گروه علی و غیرعلی تقسیم بندی می‌شوند. ازجمله روش‌های رگرسیون علی می‌توان به مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی (ARCH) و مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته (GARCH) اشاره نمود. روش‌های رگرسیونی غیر علی نیز شامل روش هارمونیک، فرایند ARIMA و ARMA می‌باشند.

ARIMA خود متشکل از دو فرایند خودرگسیونی (AR) و میانگین متحرک (MA) است. حال هر یک از روش‌های مورد استفاده برای پیش‌بینی سری‌های منتخب ارائه شده است.

۲-۱. الگوی خودرگرسیونی (AR)

اگر متغیر وابسته یا متغیر مورد نظر برای پیش‌بینی Y_t باشد آنگاه فرایند خودرگرسیون درحالت‌کلی به‌صورت زیر است:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \ldots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + U_t \qquad (۱)$$

در اینجا، Y_t یک فرایند خودرگرسیون مرتبه p AR(p) است یا به‌عبارت دیگر، متغیر Y_t از فرایند خودرگرسیو مرتبه p ام پیروی می‌کند.

۲-۲. الگوی خودرگرسیون میانگین متحرک (ARIMA)[1]

بطورکلی فرایندی را ARMA (p,q) می‌نامندکه شامل p مرتبه جمله خود رگرسیون و q مرتبه جمله میانگین متحرک باشد. به‌عبارت دیگر، شامل p مرتبه جمله با وقفه از متغیر وابسته و q مرتبه جمله با وقفه از جملات اخلال باشد. همچنین اگر یک سری زمانی پس از d مرتبه تفاضل‌گیری ساکن شود و سپس آن‌را توسط فرایند ARMA (p, q) مدلسازی کنیم، در این صورت سری زمانی اصلی، سری زمانی خود رگرسیونی میانگین متحرک انباشته ARIMA (p, d, q) می‌باشد (گجراتی، ۱۳۷۸). یک مدل عمومی ARMA (p, q) عبارت است از:

$$y_t = \mu + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \ldots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (۲)$$

۲-۳. الگوهای دارای اثر ARCH[2]

در این روش فرض بر آن است که جمله تصادفی دارای میانگین صفر و به‌طور سریالی غیرهمبسته است اما واریانس آن با شرط داشتن اطلاعات گذشته خود، متغیر فرض می‌گردد (انگل،۱۹۸۲). در این حالت انتظار بر این است که واریانس در طول روند تصادفی سری ثابت نبوده و تابعی از رفتار جملات خطا باشد. در واقع مدل ARCH می‌تواند روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود توضیح دهد. بطور خلاصه ساختار مدل ARCH را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$P_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{S} \beta_i P_{t-i} + \gamma' X_t + \varepsilon_t \qquad (۳)$$

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{q} \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \lambda z_t + v_t \qquad (۴)$$

در سیستم معادلات فوق دو رابطه وجود دارد. رابطه (۳) میانگین شرطی متغیر وابسته را در طول زمان ارائه می‌نماید. درحالی‌که رابطه (۴) مربوط به واریانس شرطی است. X_t و Z_t، متغیرهای برون‌زایی هستند که به ترتیب در معادله‌های میانگین و واریانس قرار دارند (انگل،۱۹۸۲). البته استفاده از مدل

1. Autoregressive Integrated Moving Average
2. Autoregressive Conditionally Heteroscedasticity

ARCH منوط به این است که مدل تخمین زده شده دارای اثر ARCH باشد که مستلزم انجام این آزمون است.

در این مطالعه از سه الگوی این خانواده شامل ARCH تعمیم یافته تا GARCH، GARCH نمایی یا EGARCH و GIR- GARCH استفاده گردید. یکی از ایراداتی که در رابطه با الگوی GARCH مطرح است این است که وارد آمدن شوک مشخص بر معادله میانگین صرف نظر از مثبت یا منفی بودن آن اثر یکسانی بر δ_t^2 دارد. درحالی که اعتقاد بر این است که واکنش بازار در مقابل شوک مثبت یا منفی در قالب یک خبر یکسان نیست (ابریشمی و همکاران، ۱۳۸۶). از این رو، الگوهایی از خانواده ARCH که به موضوع عدم تقارن در آثار بر جای مانده از شوک توجه دارند مورد استفاده قرار گرفت که شامل دو الگوی EGARCH و GIR- GARCH می‌باشد. معادله واریانس الگوی EGARCH یا GARCH نمایی که توسط نلسون (۱۹۹۱) ارائه شد به‌صورت زیر است:

$$\log(\delta_t^2) = w + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \log(\delta_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\delta_{t-i}} \right| + \sum_{k=1}^{r} \theta_k \frac{\varepsilon_{t-k}}{\delta_{t-k}} \qquad (۵)$$

الگوی عدم تقارن دیگری توسط گلاستن و همکاران (۱۹۹۳) موسوم به GIR- GARCH ارایه شد که معادله میانگین آن به‌صورت زیر است:

$$\delta_t^2 = w + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \delta_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \lambda s_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 \qquad (۶)$$

که در آن، برای مقادیر $\varepsilon_{t-1} \geq 0$ مقدار $s_{t-1} = 0$ و برای $\varepsilon_{t-1} < 0$، $s_{t-1} = 1$ درنظرگرفته می‌شود.

۲-۴. الگوی خودتوضیح آستانه‌ای TAR

در الگوی TAR یا خودتوضیح آستانه‌ای[1] رفتار متغیر مورد بررسی بسته به شرایط سیستم متفاوت درنظرگرفته می‌شود. به عبارت دیگر، رابطه میان متغیر با مقادیر گذشته آن بر حسب تغییر رفتار مقادیر گذشته متغیر به‌صورت متفاوت بیان می‌گردد. نکته حائز اهمیت این است که برای تغییر رفتار مقادیر گذشته متغیر لازم است یک حد یا نقطه‌ای شناسایی و به‌عنوان مرز تغییر رفتار بیان شود که در اصطلاح

1. Threshold Autoregressive

آستانه نامیده می‌شود. برای یک الگوی AR (1) الگوی TAR را در صورتی که مقدار صفر به‌عنوان آستانه در نظر گرفته شود می‌توان به‌صورت زیر نوشت (اندرس، ۲۰۰۴):

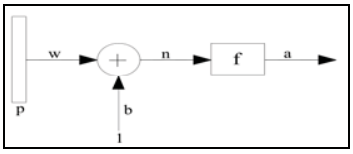
$$y_t = a_1 I_t y_{t-1} + a_2 (1 - I_t) y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (۷)$$

$$\begin{cases} I_t = 1 & \text{if } y_{t-1} \succ 0 \\ I_t = 1 & \text{if } y_{t-1} \leq 0 \end{cases} \qquad (۸)$$

معمولاً مقدار آستانه مشخص نیست و باید آن را به دست آورد. برای این منظور چان (۱۹۹۳) روشی را ارائه کرده است که می‌توان آستانه را برای یک سری به دست آورد. در این روش ابتدا داده‌ها بر حسب مقدار خود به ترتیب صعودی یا نزولی مرتب سپس بسته به تعداد مشاهدات بین ۱۰ تا ۱۵ درصد از مشاهدات از کران بالا و پایین رها می‌شود و جستجوی آستانه در میان ۸۰ تا ۷۰ درصد باقیمانده مشاهدات ادامه می‌یابد. در این برآورد تمام مقادیر سری y به‌عنوان کاندید برای آستانه شدن با استفاده از متغیر موهومی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۵. شبکه عصبی مصنوعی (ANN)[1]

نرون یا گره کوچکترین واحد پردازش اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد (منهاج، ۱۳۷۷). هر یک از نرون‌ها، ورودی‌ها را دریافت نموده و پس از پردازش روی آنها، یک سیگنال خروجی تولید می‌نمایند. لذا هر نرون در شبکه به‌عنوان مرکز پردازش و توزیع اطلاعات عمل می‌کند و ورودی و خروجی مختص خود را دارد (وو، ۱۹۹۵). شکل (۱) نمایش ساختار یک نرون تک ورودی می‌باشد که در آن عددهای p و a به ترتیب ورودی و خروجی نرون هستند.



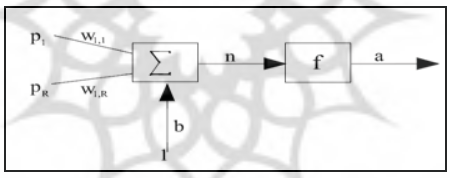
شکل ۱. مدل نرون تک ورودی

1. Artificial Neural Network

میزان تاثیر p بر a ازطریق مقدار عدد w تعیین می‌شود. ورودی دیگر مقدار ثابت ۱ است که در جمله b ضرب شده و سپس با wp جمع می‌شود. این حاصل جمع ورودی خالص n برای تابع تبدیل یا فعال سازی (محرک) f است. به این ترتیب خروجی نرون به‌صورت معادله (۹) تعریف می‌شود:

$$a = f(wp + b) \qquad (۹)$$

پارامترهای w و b قابل تنظیم می‌باشند و تابع محرک f نیز توسط طراح انتخاب می‌شود. بر اساس انتخاب f و نوع الگوریتم یادگیری، پارامترهای w و b تنظیم می‌گردند. در حقیقت یادگیری به این معنا است که w و b به‌گونه‌ای تغییر کنند که رابطه ورودی و خروجی نرون با هدف خاصی مطابقت نماید. عموماً یک نرون بیش از یک ورودی دارد. در شکل (۲) مدل یک نرون با R ورودی نشان داده شده است.



شکل ۲. مدل چند ورودی یک نرون

در شکل (۲)، عددهای P_i عناصر بردار ورودی می‌باشند و با ماتریس وزن w و جمله اریب b، ورودی خالص را به صورت رابطه (۱۰) تشکیل می‌دهند:

$$n = \sum_{i=1}^{R} P_i W_{1,i} + b = W\bar{p} + b \qquad (۱۰)$$

که در آن، $\bar{P} = [P_1, P_2, ..., P_R]^T$ و $W = [W_{1,1}, W_{1,2}, ..., W_{1,R}]$ و در نهایت خروجی نرون به صورت رابطه (۱۱) خواهد بود:

$$a = f(W\bar{P} + b) \qquad (۱۱)$$

۳. انتخاب وقفه

پیش از آنکه به پیش‌بینی بپردازیم لازم است ادبیات نحوه انتخاب وقفه را بیشتر بررسی نماییم. انتخاب وقفه از چالش‌زاترین مراحل پیش‌بینی الگوهای سری زمانی می‌باشد. نگاهی به تعدد در روش‌های یاد شده این نکته را بیشتر آشکار خواهد کرد.

مارسلینیو (۲۰۰۶) به‌منظور انتخاب وقفه در پیش‌بینی سری‌های ماهانه متغیرهای کلان اقتصاد آمریکا با استفاده از الگوی اتورگرسیو (AR) از چهار معیار استفاده نمود که شامل انتخاب وقفه ثابت ۴، انتخاب وقفه ثابت ۱۲، معیار AIC و معیار BIC بود. به اعتقاد این مطالعه در نمونه‌های کوچک استفاده از دو معیار AIC و BIC منجر به افزایش عدم قطعیت در پیش‌بینی می‌گردد. این بررسی استفاده از دو معیار حداقل وقفه و حداکثر وقفه ۱۲ را وسیله‌ای برای ارزیابی دو معیار دیگر می‌داند.

این مطالعه نظریه‌ای است که حاکی براین است که مدل‌های تک دوره‌ای برای مقاصد پیش‌بینی با استفاده از پیش‌بینی‌کننده‌های خطی از بیشترین تناسب برخوردار است، مورد بررسی قرار داده و در نهایت این نظریه را بطور تلویحی مورد تأیید قرار می‌دهد.

پیندک و رابینفلد (۱۹۹۸) استفاده از ضرایب هبستگی جزیی را برای انتخاب وقفه یا مرتبه فرآیند اتورگرسیو مناسب عنوان کردند. آنها معتقدندکه پس از انتخاب وقفه مناسب قاعدتاً نباید ضریب همبستگی جزیی میان جملات اخلال معنادار باشد. به‌عبارت دیگر، درصورت انتخاب وقفه براساس معیارهای دیگراستفاده از ضرایب‌همبستگی‌می‌تواندبه‌عنوان‌راهنما مورداستفاده قرارگیرد. پسران (۱۹۹۷) به‌منظور تعیین وقفه استفاده از معیار AIC را پیشنهاد دادند. براین اساس آنها استفاده از حداکثر ۳ وقفه را برای پیش‌بینی سالانه مناسب عنوان کردند. در مجموع می‌توان گفت که استفاده از بیش از یک معیار و قضاوت نهایی بر اساس خطای پیش‌بینی در اغلب مطالعات مشهودترین نتیجه در ادبیات انتخاب وقفه می‌باشد. اما اندرس (۲۰۰۴) در مقایسه با سایر مطالعات رهنمون جامع‌تری را ارائه کرده است. روش ارائه شده در این رهیافت مبتنی بر ویژگی‌های تابع خود همبستگی (ACF) و تابع خودهمبستگی جزیی (PACF) است.

۳-۱. آزمون تصادفی بودن

در حالت کلی مدل‌های پیش‌بینی یا بر اساس روند گذشته بنا شده‌اند یا در آنها متغیر علی وجود دارد. اما در صورتی می‌توان از مدل‌های پیش‌بینی فوق استفاده نمود که معیارهایی همچون روند زمانی، سیکل‌های کوتاه‌مدت و بلند مدت در سری وجود داشته باشد. بنابراین، پیش از استفاده از روش‌های پیش‌بینی می‌بایست تصادفی یا غیر تصادفی بودن داده‌ها را مورد بررسی قرار داد زیرا اگر این داده‌ها تصادفی باشند نمی‌توان از مدل‌های پیش‌بینی بر اساس روند گذشته استفاده نمود. آزمون‌های مختلفی برای بررسی تصادفی بودن یک سری زمانی وجود داردکه اغلب این آزمون‌ها غیر پارامتریک هستند. یک روش غیر پارامتریک برای آزمون وجود نوسان‌های سیکلی، روش والد-ولفویتز است. این روش بر اساس علامت‌های حاصل از اختلاف بین اعداد موجود در یک سری با میانه آن سری می‌باشد. اگر

$y_1,...,y_n$ یک سری n تایی بوده و میانه آن y_m باشد، سری علامت‌های جملات اخلال ($u_i = y_i - y_m$) مورد توجه خواهد بود. بر این اساس یک دوره مشاهداتی از جملات اخلال را در بر می‌گیرد که دارای علامت مشابه هستند. تعداد دوره موجود در یک سری کاملاً تصادفی به‌صورت $E(D) = 1 + 2 \times p.\varphi.\varphi$ محاسبه می‌گردد (دی، ۱۹۶۵). در این رابطه p تعداد مثبت‌ها، φ تعداد منفی‌ها، n تعداد نمونه و E(D) تعداد دوره موجود در یک سری کاملاً تصادفی می‌باشد. واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_D^2 = \frac{2p\varphi[2p\varphi - n]}{n^2(n-1)} \qquad (۱۲)$$

در رابطه فوق، σ_D^2 واریانس تعداد دوره‌ها در یک سری کاملاً تصادفی است. تابع آزمون به‌صورت نرمال با میانگین E(D) و واریانس σ_D^2 است. در این آزمون فرض H_0 مبنی بر تصادفی بودن سری می‌باشد.

یکی‌از روش‌های پارامتریک برای‌آزمون تصادفی بودن‌یک سری‌زمانی، آزمون دوربین- واتسون است. برای انجام این آزمون ابتدا لگاریتم متغیر مورد بررسی بر متغیر زمان رگرس می‌شود. سپس با استفاده از آماره دوربین- واتسون وجود خود همبستگی مثبت درجه اول مورد بررسی قرار می‌گیرد. درصورتی‌که وجود خود همبستگی ثابت شود، فرض تصادفی بودن سری رد می‌گردد. البته در صورتی می‌توان از این آزمون استفاده نمود که مشاهدات به‌صورت تقریبی نرمال توزیع شده باشند. جهت بررسی نرمال بودن در این بررسی از آزمون جارکو-برا استفاده شد.

۳-۲. انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی

برای تمام روش‌های پیش‌بینی ابتدا می‌بایست داده‌های سری مورد نظر را به دو قسمت تقسیم کرد. یک سری از آنها معمولاً برای برازش مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد که آنها را اصطلاحاً داده‌های دستگرمی[1] می‌گویند و سری دوم را که برای آزمون مدل بکار می‌روند را اصطلاحاً نمونه پیش‌بینی می‌نامند. درواقع، برای تمام مدل‌های پیش‌بینی محاسبات بر مبنای داده‌های دستگرمی انجام می‌شود و به کمک داده‌های دوره پیش‌بینی مورد آزمون قرار می‌گیرند. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری دقت مدل‌های پیش‌بینی وجود دارد. رایج‌ترین آنها، معیار ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی (RMSE) است. در این مطالعه افزون بر این معیار از معیارهای MAE یا میانگین خطای مطلق، معیار درصد

1. Worm-Up

میانگین خطاهای پیش‌بینی (MAPE) و شاخص نابرابری تایل (TIC) نیز استفاده می‌شود. مزیت استفاده از دو شاخص آخر این است که وابسته به مقیاس نیستند و امکان مقایسه قدرت پیشبینی را برای سری‌هایی که دارای مقیاس متفاوت هستند را نیز فراهم می‌نمایند.

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل داده‌های ماهانه سری‌های شاخص سود نقدی، شاخص قیمت در بازار اول و دوم و شاخص قیمت بازار کل است. دوره مورد استفاده در تخمین الگوها برای سری شاخص سود نقدی شامل مرداد ۱۳۷۸ تا آبان ۱۳۸۶ است. همچنین، یک دوره ۱۲ ماه شامل آذر ۱۳۸۶ تا آبان ۱۳۸۷ به‌منظور پیش‌بینی استفاده شد. درخصوص سری‌های شاخص قیمت بازار اول و دوم دوره مورد استفاده در تخمین الگوها شامل شهریور ۱۳۸۱ تا اسفند ۱۳۸۶ است و دوره فروردین ۱۳۸۷ تا آذر ۱۳۸۷ نیز به‌عنوان دوره پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای سری شاخص قیمت کل دوره مهر ۱۳۷۶ تا آذر ۱۳۷۶ برای تخمین و دوره دی ۱۳۸۶ تا آذر ۱۳۸۷ برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات مورد استفاده از پایگاه اطلاعاتی سازمان بورس اوراق بهادار ایران به دست آمد.

۴. تحلیل داده های آماری

برای الگوهای رگرسیونی داده‌های هر یک از سری‌های یادشده به سه شکل و با استفاده از الگوهای یاد شده مورد استفاده قرار گرفت. نخست، مقادیر این داده‌های بدون تعدیل بکارگرفته شد. سپس، آثار فصلی و ماهانه از طریق بکارگیری متغیرهای موهومی در الگوهای یاد شده تعدیل شد. به عبارت دیگر، در تعدیل‌های فصلی و ماهانه سری‌های اولیه ضمن حذف اثر فصلی و ماهانه در تخمین مورد استفاده قرار گرفتند.

با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده سری زمانی بودند، ابتدا رفتار آماری آنها به لحاظ پایایی با استفاده از آزمون ریشه واحد ارزیابی گردید. نتایج این آزمون نشان داد که سری شاخص سود نقدی تنها پس از دو بار تفاضل‌گیری در سطح معناداری ۱ درصد رفتاری پایا دارد. شاخص‌های قیمت بازار اول و دوم در سطح معناداری ۵ درصد دارای رفتار پایا بودند. همچنین، شاخص کل پس از یک بار تفاضل‌گیری رفتاری پایا نشان داد. نتایج حاصل از آزمون والد-ولفویتز نیز نشان داد در سطح معناداری ۵درصد تمام سری‌های منتخب دارای رفتار غیرتصادفی هستند و لذا امکان پیش‌بینی آنها وجود دارد. یافته‌های مطالعه افشاری (۱۳۸۲) نیز حاکی از قابل پیش‌بینی بودن قیمت سهام در بازار بورس ایران بود. از دیگر آزمون‌های مورد استفاده، آزمون اثر ARCH بود که بر اساس این آزمون تنها سری‌های شاخص قیمت بازار اول و شاخص قیمت کل بازار دارای اثر ARCH بودند و الگوهای حاوی اثر

ARCH تنها برای این سری‌ها استفاده گردید. شبکه مورد استفاده در الگوی شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی سری‌های مورد مطالعه شبکه پیش خور[1] می‌باشد.

۵. نتایج حاصل از پیش بینی مدل

در جدول (۱) نتایج حاصل از پیش‌بینی به‌صورت مقادیر خطای پیش‌بینی الگوهای مختلف ارائه شده است. یافته‌های به دست آمده برای الگوهای رگرسیونی حاکی از این است که در هر سه الگو، تعدیل فصلی مساعدتی به بهبود پیش‌بینی‌ها نداشته است درحالی‌که انجام تعدیل ماهانه منجر به بهبود قابل ملاحظه پیش‌بینی‌ها نسبت به حالت بدون تعدیل شده است. به این ترتیب انجام تعدیل ماهانه در داده‌های مورد استفاده برای پیش‌بینی شاخص سود نقدی می‌تواند مطلوب باشد. از میان الگوهای متعدد جدول (۱) به‌طور نسبی الگوی ARMA پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را ارائه کرده است. البته ازلحاظ دقت پیش‌بینی میان دو الگوی AR و ARIMA اختلاف بسیاری دیده نمی‌شوند. یکی از نکات جالب توجه خطای بالای پیش‌بینی الگوی TAR نسبت به الگوی AR است. درواقع می‌توان گفت که الگوی TAR بهره‌گیری بیشتر از اطلاعات و نوعی تعدیل در الگوی AR است حال آنکه این تعدیل در اینجا نه تنها مساعدتی ننموده است بلکه منجر به تضعیف روند تصادفی موجود در داده‌ها و کاهش دقت پیش‌بینی نیز شده است. در مجموع براساس معیار MAPE می‌توان گفت که دقت پیش‌بینی الگوها ۰/۶ درصد است و دقت مطلوبی محسوب می‌شود. الگوی شبکه عصبی نیز در مقایسه با الگوهای رگرسیونی از خطای بالاتری برخوردار بوده و در مقایسه با سایر الگوها از فضای کمی برای توصیه برخوردار است.

جدول ۱. خطای پیش‌بینی سری شاخص سود نقدی بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوهای مختلف

	بدون تعدیل				تعدیل فصلی				تعدیل ماهانه			
	RMSE	MAE	MAPE (درصد)	معیار نابرابری تایل	RMSE	MAE	MAPE (درصد)	معیار نابرابری تایل	RMSE	MAE	MAPE (درصد)	معیار نابرابری تایل
AR	۷۳/۹	۵۱/۸	۰/۸۴	۰/۰۰۶	۷۰/۶	۴۸/۶	۰/۷۸	۰/۰۰۶	۳۹/۵	۳۱/۲	۰/۴۹	۰/۰۰۳
ARMA	۶۲/۲	۴۶/۶	۰/۷۵	۰/۰۰۵	۶۳/۵	۴۸/۵	۰/۷۸	۰/۰۰۵	۳۵/۳	۲۸/۵	۰/۴۶	۰/۰۰۳
TAR	۷۸/۹	۵۲/۷	۰/۸۴	۰/۰۰۶	۷۸/۷	۵۱/۶	۰/۸۲	۰/۰۰۶	۴۹/۶	۳۷/۳	۰/۵۹	۰/۰۰۴
شبکه عصبی مصنوعی	RMSE				MAE				MAPE (درصد)			معیار نابرابری تایل
	۷۲/۷				۰/۵۲				۰/۸۴			۰/۰۰۶

مأخذ: نتایج تحقیق.

1. Feed Forward

در جدول (۲) خطای پیش‌بینی سری شاخص قیمت در بازار فرعی یا بازار دوم ارائه شده است. در این سری نیز همانند سری شاخص سود نقدی انجام تعدیل فصلی در داده‌ها بهبود چندانی را موجب نشده است. البته درخصوص الگوی TAR این بهبود اندکی بالاتر از دو الگوی دیگر است. انجام تعدیل ماهانه باعث افزایش نسبتاً قابل توجه دقت پیش‌بینی نسبت به حالت بدون تعدیل شده است. البته انجام تعدیل ماهانه در الگوی TAR نتیجه‌ای متفاوت با دو الگوی دیگر داشته است. به این ترتیب که در دو الگوی AR و ARMA انجام تعدیل ماهانه نسبت به تعدیل فصلی دقت بالاتری را به همراه داشته است درحالی‌که در رابطه با الگوی TAR دقت پیش‌بینی‌های به دست آمده براساس داده‌های تعدیل شده ماهانه کمتر از پیش‌بینی‌های به دست آمده پس از تعدیل فصلی است. دقت پیش‌بینی‌های به دست آمده از الگوی شبکه عصبی تنها از الگوی AR بالاتر است. در مورد شاخص قیمت بازار دوم نیز براساس تمام معیارها و همچنین بر اساس هر سه گروه داده‌های مورد استفاده دقت پیش‌بینی‌های به دست آمده از الگوی ARMA بالاتر از دو الگوی دیگر است. مقایسه نتایج دو الگوی AR و TAR جالب توجه است. به این ترتیب که الگوی AR با استفاده از داده‌های بدون تعدیل و تعدیلی ماهانه قادر است پیش‌بینی‌های دقیق‌تری را ارائه نماید حال آنکه درصورت تعدیل فصلی الگوی TAR دقیق‌تر پیش‌بینی می‌نماید. خطای پیش‌بینی الگوی ARMA اندکی کمتر از ۲ درصد است در حالی که دو الگوی دیگر بیش از ۲ درصد خطای پیش‌بینی دارند.

جدول ۲. خطای پیش‌بینی سری شاخص قیمت بازار فرعی (دوم) بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوهای مختلف

	بدون تعدیل				تعدیل فصلی				تعدیل ماهانه			
	RMSE	MAE	MAPE (درصد)	معیار نابرابری تایل	RMSE	MAE	MAPE (درصد)	معیار نابرابری تایل	RMSE	MAE	MAPE (درصد)	معیار نابرابری تایل
AR	۴۳۸/۶	۳۶۲/۳	۲/۸۶	۰/۰۱۷	۴۲۹/۴	۳۴۴/۱	۲/۷۱	۰/۰۱۷	۴۰۰/۸	۲۹۳/۳	۲/۳۴	۰/۰۱۶
ARMA	۳۶۹/۳	۲۷۹/۶	۲/۲۳	۰/۰۱۵	۳۵۳/۴	۲۶۷	۲/۱۲	۰/۰۱۴	۳۳۲/۶	۲۴۳	۱/۹۴	۰/۰۱۳
TAR	۴۵۸	۳۸۱/۳	۳/۰۲	۰/۰۱۸	۳۹۶/۵	۳۰۷/۶	۲/۴۶	۰/۰۱۶	۴۲۶/۷	۳۲۰/۶	۲/۵۷	۰/۰۱۷
شبکه عصبی مصنوعی	RMSE				MAE				MAPE (درصد)			معیار نابرابری تایل
	۳۹۹/۱				۳۳۱/۹				۲/۶۰			۰/۰۱۶

مأخذ: نتایج تحقیق.

برای سری شاخص قیمت بازار افزون بر سه الگوی فوق ابتدا، از الگوهای حاوی اثر ARCH نیز استفاده گردید. در این سری نیز در تمام الگوها مشخص شدکه در سه الگوی AR، ARMA و TAR با انجام تعدیل فصلی و ماهانه دقت پیش‌بینی‌ها افزایش می‌یابد که میزان بهبود پیش‌بینی‌ها درشرایطی‌که داده‌های تعدیل ماهانه را سپری کرده باشند بیش از حالت تعدیل فصلی خواهد بود. درحالی‌که در سه

الگوی حاوی اثر ARCH انجام‌تعدیل فصلی‌منجربه‌کاهش‌دقت‌پیش‌بینی‌آنها شده است. به‌عبارت دیگر، می‌توان‌گفت‌که حذف سیکل‌های فصلی از سری شاخص قیمت بازار اول منجر به کاهش توان پیش‌بینی الگوهای حاوی اثر ARCH می‌گردد که از نوسان‌های موجود در جملات پسماند بهره می‌گیرند. تعدیل ماهانه در الگوهای حاوی اثر ARCH همانند سه الگوی دیگر منجر به بهبود قابل ملاحظه شده است. البته میزان کاهش خطای پیش‌بینی برای تمام الگوها یکسان نیست و درخصوص الگوی GARCH که در میان الگوهای مختلف ارائه شده در جدول (۴) دارای دقیق‌ترین پیش‌بینی بیشتر از سایر الگوها است. در میان الگوهای متعدد مورد استفاده برای پیش‌بینی سری شاخص قیمت بازار اول الگوی GARCH مبتنی بر داده‌های تعدیل ماهانه دارای بالاترین دقت در پیش‌بینی است و پس از آن نیز الگوی ARMA قرار دارد. لازم به ذکر است که در الگوهای حاوی اثر ARCH معادله میانگین همان الگوی ARMA است. در اینجا نیز الگوی شبکه عصبی در مقایسه با الگوهای رگرسیونی از خطای پیش‌بینی بالاتری برخوردار است و همانند دو سری شاخص سود نقدی و شاخص قیمت بازار فرعی توان آن برای پیش‌بینی شاخص قیمت بازار اصلی پایین تر از الگوهای رگرسیونی می‌باشد. به‌این‌ترتیب مشاهده شدکه همانند دو سری شاخص سود نقدی و شاخص قیمت بازار دوم در اینجا نیز تعدیل ماهانه موجب مساعدت بیشتر به پیش‌بینی دقیق‌تر شده است. از دیگر نکات نتایج جدول (۴)، برتری غیرمحسوس الگوی TAR بر الگوی AR است که می‌توان دقت پیش‌بینی این دو الگو را یکسان درنظرگرفت.

جدول ۳. خطای پیش‌بینی سری شاخص قیمت بازار اصلی (اول) بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوهای مختلف

		الگوهای حاوی اثر ARCH						شبکه عصبی مصنوعی	
		AR	ARMA	TAR	GARCH	EGARCH	GIR-GARCH		
بدون تعدیل	RMSE	۷۶۲/۶	۶۲۷/۹	۷۵۸/۶	۵۸۴/۸	۶۳۶/۹	۶۶۴/۹	RMSE	۷۶۶
	MAE	۵۹۶/۹	۵۲۴/۱	۵۹۳/۵	۴۷۱/۵	۵۳۱/۵	۴۷۷/۱		
	MAPE (درصد)	۶/۳۱	۵/۴۰	۶/۲۷	۴/۹۱	۵/۴۶	۴/۹۷		
	معیار نابرابری تایل	۰/۰۳۹	۰/۰۳۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۵	MAE	۶۰۲/۵
تعدیل فصلی	RMSE	۷۱۰/۸	۶۱۳/۸	۷۵۴/۹	۶۴۷/۷	۶۸۱/۵	۶۹۱/۶		
	MAE	۵۵۵/۷	۵۱۰/۵	۶۱۱/۶	۵۲۰/۸	۵۳۸	۵۵۳/۳		
	MAPE (درصد)	۵/۹۲	۵/۲۷	۶/۴۳	۵/۵۲	۵/۵۴	۵/۶۸	MAPE (٪)	۶/۳۴
	معیار نابرابری تایل	۰/۰۳۷	۰/۰۳۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳۴	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶		
تعدیل ماهانه	RMSE	۶۹۸/۸	۵۵۱/۵	۷۰۱	۴۶۲/۷	۶۳۵	۶۳۶/۸		
	MAE	۵۶۲/۳	۴۷۰/۴	۵۶۷/۵	۳۷۷/۹	۴۹۴/۱	۴۸۳/۹	معیار نابرابری تایل	۰/۰۴۰
	MAPE (درصد)	۶/۰۴	۴/۹۴	۶/۰۹	۳/۸۹	۵/۰۹	۵/۳۳		
	معیار نابرابری تایل	۰/۰۳۶	۰/۰۲۸	۰/۰۳۶	۰/۰۲۴	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳		

مأخذ: نتایج تحقیق.

همانند سری شاخص قیمت بازار اول شاخص قیمت کل بازار نیز حاوی اثر ARCH ارزیابی شد. از این رو، الگوهایی متناسب با این اثر بکارگرفته شد (جدول ۳). همانند شاخص‌های پیشین درخصوص شاخص کل نیز الگوی شبکه عصبی از توان رقابت با الگوهای رگرسیونی برخودار نبوده و دقت پیش‌بینی‌های به دست آمده از این روش در مقایسه با روش‌های رقیب پایین‌تر است. اما در خصوص الگوهای رگرسیونی دقت پیش‌بینی‌های به‌دست آمده براساس داده‌های تعدیلی برای تمام الگوها بسیار به یکدیگر نزدیک است. دقت پیش‌بینی این الگوها بر حسب معیار RMSE در داده‌های فصلی و ماهانه به‌ترتیب در دامنه ۵۷۰-۵۲۳ و ۵۵۵-۵۱۷ قرار دارد. دقت پیش‌بینی‌های به دست آمده براساس داده‌های تعدیلی ماهانه تنها مقدار ناچیزی بهتر از پیش‌بینی‌های حاصل از داده‌های تعدیل فصلی است. از دیدگاه مساعدت پایین، تعدیل ماهانه به دقت پیش‌بینی‌ها این سری با سه سری دیگر متفاوت است. مقدار خطای پیش‌بینی‌های به دست آمده براساس داده‌های تعدیلی به جز در مورد الگوی GIR- GARCH بالاتر از پیش‌بینی‌های حاصل از داده‌های بدون تعدیل است. ازلحاظ دقت پیش‌بینی الگوی EGARCH مبتنی بر داده‌های بدون تعدیل با تمام الگوها دارای تفاوت بسیار بالایی است. معیار RMSE برای این الگو حدود ۳۰۰ است درحالی‌که این مقدار برای سایر الگوها در دامنه ۵۶۷-۵۱۴ قرار دارد. برخلاف سایر سری‌ها در این سری دقت پیش‌بینی‌های الگوی ARMA به‌صورت نسبی پایین دیده می‌شوند.

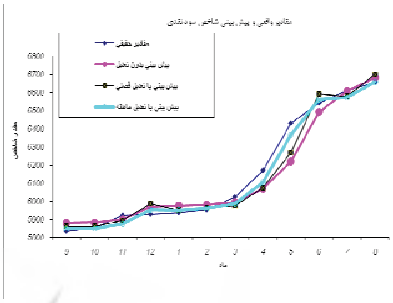
جدول ۴. خطای پیش‌بینی سری شاخص قیمت کل بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از الگوهای مختلف

		AR	ARMA	TAR	الگوهای حاوی اثر ARCH			شبکه عصبی مصنوعی	
					GARCH	EGARCH	GIR-GARCH		
بدون تعدیل	RMSE	۵۶۷	۵۴۳/۴	۵۶۷	۵۱۴/۶	۲۹۹/۱	۵۴۷	۶۷۷/۷	RMSE
	MAE	۴۵۴/۹	۴۴۸/۵	۴۷۱/۸	۴۰۹/۱	۲۵۵/۱	۴۴۵/۸		
	MAPE (درصد)	۴/۱۴	۴/۴۷	۴/۷۲	۴/۰۷	۲/۵۳	۴/۴۴		
	معیار نابرابری تایل	۰/۰۲۶	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۰/۰۲۵	۵۱۲/۷	MAE
تعدیل فصلی	RMSE	۵۷۲/۶	۵۴۳/۲	۵۷۰/۸	۵۶۱/۷	۵۶۵/۶	۵۲۳/۳		
	MAE	۴۶۳/۷	۴۵۲/۹	۴۸۵/۳	۴۶۱/۵	۴۶۷/۱	۴۳۱/۷		
	MAPE (درصد)	۴/۶۱	۴/۵۲	۴/۸۷	۴/۶۱	۴/۶۷	۴/۳۲		
	معیار نابرابری تایل	۰/۰۲۶	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۵/۱۳	MAPE (٪)
تعدیل ماهانه	RMSE	۵۴۸	۵۲۸/۵	۵۴۴/۷	۵۳۱/۲	۵۵۴/۲	۵۱۷/۲		
	MAE	۴۴۹/۸	۴۴۳/۴	۴۵۷/۵	۴۳۸	۴۵۴/۷	۴۲۳/۸		
	MAPE (درصد)	۴/۴۹	۴/۴۵	۴/۵۹	۴/۳۹	۴/۵۵	۴/۲۵		
	معیار نابرابری تایل	۰/۰۲۵	۰/۰۲۴	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۰/۰۳۱	معیار نابرابری تایل

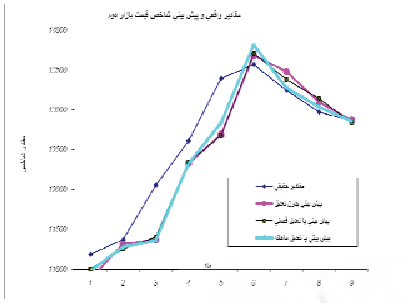
مأخذ: نتایج تحقیق.

در نمودارهای (۱) تا (۴) نیز مقادیر حقیقی به همراه دقیق‌ترین پیش‌بینی به‌دست آمده ارائه شده است. برای شاخص‌های سود نقدی، شاخص قیمت بازار اول و شاخص قیمت بازار دوم دقیق‌ترین پیش‌بینی توسط یک الگو ارائه شده است اما درخصوص شاخص قیمت کل درحالی‌که داده‌های با تعدیل فصلی و ماهانه توسط الگوی GIR-GARCH دقیق‌تر پیش‌بینی شده است، اما برای داده‌های بدون تعدیل الگوی EGARCH دقیق‌ترین پیش‌بینی را ارائه نموده است. با توجه به تعدد نمودارهای به‌دست آمده تنها به ارائه دقیق‌ترین پیش‌بینی برای هر سری از شاخص‌ها اکتفا شده است. در هر مورد هر دو شاخص سود نقدی و شاخص قیمت بازار دوم دقیق‌ترین پیش‌بینی از الگوی ARIMA حاصل‌شده است. درخصوص این شاخص‌ها کمترین دقت پیش‌بینی مربوط به ماه‌های ۳، ۴ و ۵ می‌باشد. به‌عبارت دیگر، رفتار دو شاخص یاد شده در ماه‌های مزبور مستلزم دقت بیشتر و رعلایت احتیاط در برخورد با پیش‌بینی‌های به دست آمده می‌باشد. در نمودارهای (۱) و (۲) همچنین بهبود پیش‌بینی‌ها بعد از تعدیل ماهانه نیز تا حدودی مشخص می‌باشد.

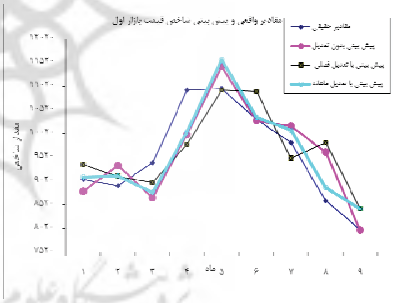
در نمودار (۳) پیش‌بینی‌های به دست آمده از الگوی GARCH برای شاخص قیمت در بازار اول ارائه شده است. برخلاف دو نمودار قبل در این نمودار به سختی می‌توان برحسب دقت پیش‌بینی میان ماه‌های مختلف تمایز قایل شد. البته بطور نسبی در رابطه با این شاخص نیز می‌توان بالاترین خطای پیش‌بینی را به ماه‌ها ۳ و ۴ نسبت داد. همچنین دقت پیش‌بینی به دست آمده برای سری تعدیلی ماهانه بالاتر است. برای‌شاخص قیمت‌کل‌با انجام تعدیل‌ماهانه و فصلی‌خطای‌پیش‌بینی‌به‌ویژه‌در ماه‌های ۶ تا ۱۲ به شدت افزایش یافته است. افزون بر این پیش‌بینی‌های به دست آمده دو گروه داده‌های با تعدیل فصلی و ماهانه تقریباً بر یکدیگر منطبق است. مشاهده می‌شود که در مورد ماه ۸ دقت تمام الگوها در سطح پایین‌تری قرار دارد.



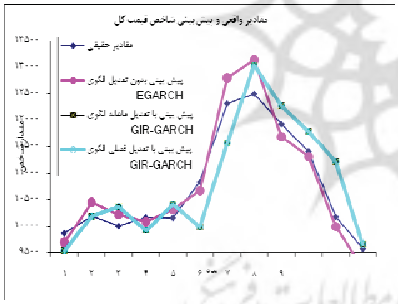
نمودار ۱. مقادیر حقیقی و پیش بینی شده الگوی ARIMA برای شاخص سود نقدی



نمودار ۲. مقادیر حقیقی و پیش بینی شده الگوی ARIMA برای شاخص قیمت بازار دوم



نمودار۳. مقادیر حقیقی و پیش بینی شده الگوی GARCH برای شاخص قیمت بازار دوم



نمودار ۴. مقادیر حقیقی و پیش بینی شده قیمت کل

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بطورکلی می‌توان گفت‌که الگوهای رگرسیونی برای پیش‌بینی شاخص‌های عمده بازار بورس ایران درمقایسه با روش شبکه عصبی مصنوعی از توان بالاتری برخوردارند. در میان الگوهای رگرسیونی نیز برای سری‌های شاخص سود نقدی و همچنین سری شاخص قیمت بازار دوم استفاده از الگوی ARMA به‌ویژه با انجام تعدیل اثر ماهانه می‌تواند دقیق‌ترین پیش‌بینی‌ها را ارائه نماید، اما در رابطه با دو سری شاخص قیمت بازار اول و شاخص قیمت کل وجود اثر ARCH نباید از نظر دور داشت. البته الگوی ARIMA در مورد سری شاخص قیمت بازار اول نیز در زمره الگوهای پیش‌بینی کننده با دقت بالا قرار دارد. اما درخصوص شاخص کل روند نسبتاً پیچیده‌تر جملات اخلال معادله میانگین که خود یک

تصریح ARIMA است. در صورت استفاده از الگوی EGARCH قادر است پیش‌بینی‌های بسیار دقیق‌تر از سایر الگوها ارائه نماید. مشخص شدکه دقت پیش‌بینی الگوها برای سری شاخص سود نقدی بالاتر از سایر سری‌ها است و شاخص‌های قیمت بازار دوم، شاخص کل و شاخص بازار اصلی یا بازار اول در رتبه‌های بعدی قرار دارند. متوسط خطای پیش‌بینی الگوهای مورد استفاده در سری‌های یاد شده براساس شاخص MAPE به ترتیب برابر است با ۰/۷۲، ۲/۴۹، ۴/۴۱ و ۵/۵۵ درصد باتوجه به یافته‌های مطالعه می‌توان پیشنهادات زیر را مطرح نمود:

۱. تعدیل اثر ماهانه در پیش‌بینی سری شاخص سود نقدی، شاخص قیمت بازار دوم و بازار اول

۲. تمرکز بر الگوی ARIMA در پیش‌بینی سری شاخص سود نقدی و شاخص قیمت بازار دوم

۳. تمرکز بر الگوهای دربرگیرنده اثر ARCH در پیش‌بینی سری شاخص‌های بازار اول و شاخص بازار کل

۴. رعایت جانب احتیاط در برخورد با پیش‌بینی‌های به دست آمده برای شاخص سود نقدی و شاخص قیمت بازار دوم در ماه‌های ۳، ۴ و ۵.

منابع

آذر، عادل و علی رجب‌زاده (۱۳۷۹)، "ارزیابی ترکیبی روش‌های پیش‌بینی در بورس اوراق بهادار تهران به‌منظور پیش‌بینی قیمت سهام"، *مدرس*، شماره ۲، صص ۱۶۷-۱۵۳.

ابریشمی، حمید، مهرآرا، محسن و یاسمین آریانا (۱۳۸۶)، "ارزیابی عملکرد مدل های پیش‌بینی بی‌ثباتی قیمت نفت"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۷۸، صص ۲۱-۱.

افشاری، حسین (۱۳۸۲)، "بررسی ساختاری قابلیت پیش‌بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران"، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۳۲، صص ۱۲۶-۱۰۳.

صمدی، سعید، شیرانی فخر، زهره و مهتاب داورزاده (۱۳۸۶)، "بررسی میزان اثرپذیری شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهراناز قیمت جهانی نفت و طلا (مدل سازی و پیشبینی)"، *فصلنامه بررسی‌های اقتصادی*، شماره ۲، صص ۵۱- ۲۵.

طلوعی اشلقی، عباس و شادی حق‌دوست (۱۳۸۵)، "مدل سازی پیش‌بینی قیمت سام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۲۵، صص ۲۵۱-۲۳۷.

کهزادی، نوروز و لیلی ابوالحسنی (۱۳۷۹)، "مقایسه پیش بینی قیمت سهام کارخانه شهد ایران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و سری زمانی تک متغیره"، *مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران*، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۸۸۶ - ۸۶۵.

گجراتی، دامودار (۱۳۷۸)، *مبانی اقتصادسنجی*، ترجمه حمید ابریشمی، جلد دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

مشیری، سعید و حبیب مروت (۱۳۸۵)، "پیش‌بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدل‌های خطی و غیرخطی"، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، شماره ۴۱، صص ۲۷۶-۲۴۵.

مشیری، سعید (۱۳۸۰)، "پیش بینی تورم ایران با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری زمانی و شبکه‌های عصبی"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۵۸، صص ۱۸۴- ۱۴۷.

منهاج، محمد باقر (۱۳۷۷)، *مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)*، تهران: نشر دکتر حسابی.

Chan, K. S. (1993), "Consistency and limiting Distribution of the Least Square Estimator of a Threshold Aautoregressive Model", *The Annals of Statistics,* Vol. 21, PP. 520-533.

Day, R. H. (1965), "Probability Distributions of Field Crop Yields", *Journal of Farm Economics,* Vol. 47, PP. 713-741.

Enderse, W. (2004), *Appliec Econometrics Time Series,* John Wiley and Sons, Inc.

Engle, R. (1982), "Autoregressive Conditional Heterosccedasticity with Estimates of the Variance of the United Kingdom Inflation", *Econometrica,* Vol. 50, PP. 987-1007.

Eviews Inc (2004), "EViews 5 User's Guid", Quantative Micro Software, LLC.

Glosten, L. R., Jagannathan, R. & D. Runkle (1993), "On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks", *Journal of Finance,* Vol. 48, PP. 1779–1801.

Hill, T., Oconnor, M. & W. Remus (1996), "Neural Network Models for Time Series Forecasts", *Management Science,* Vol. 42, PP. 1082-1092.

Marcellinio, M., Stock, J. H. & M. W. Watson (2006), "A Comparison of Direct and Indirect and Iterated Multi Step AR Methods for Forecasting Macroeconomic Time Series", *Journal of Econometrics,* Vol. 135, PP. 499-526.

Nelson, D. (1991), "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", *Econometria,* Vol. 59, PP. 347–370.

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

Pesaran, H. M. & B. Pesaran (1994), *Working With Microfit 4.0: An Introduction to Econometrics,* Oxford: Oxford University Press.

Pindych, R. S. & D. L. Rubinfeld (1998), *A Computer Handbook Using EViews,* Fourth Edition, McGraw-Hill.

Roh, T. H. (2007), "Forecasting the Volatility of Stock Price Index", *Expert Systems with Applications,* Vol. 33, PP. 916–922.

Wang, Y. H. (2009), "Nonlinear Neural Network Forecasting Model for Stock Index Option Price: Hybrid GJR–GARCH Approach", *Expert Systems with Applications,* Vol. 36, PP. 564 – 570.

Wu, S. H. (1995), *Artificial Neural Networks in Forecasting, Neural Networks World,* 2, IDG VSP, PP. 199-220.

Wu, S. H. I. & R. P. Lu (1993), *Combining Artificial Neural Networks and Statistics for Stock-Market Forecasting,* PP. 257-264.