

# پیش بینی حداقل و حداکثر ماهیانه قیمت سهام با استفاده از شبکه های عصبی

نرجس خاتون حبیبی، زینب زالی، محمدرضا آشوری

دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی اصفهان

E-mail: [nhabibi@ec.iut.ac.ir](mailto:nhabibi@ec.iut.ac.ir) , [zeinabzali@ec.iut.ac.ir](mailto:zeinabzali@ec.iut.ac.ir) , [ashouri@cc.iut.ac.ir](mailto:ashouri@cc.iut.ac.ir)

## چکیده

در این مقاله کارائی روش شبکه های عصبی در پیش بینی حداقل و حداکثر ماهیانه قیمت سهام با استفاده از شاخص های تکنیکی مختلف بررسی شده است. شبکه عصبی مورد استفاده از نوع انتشار به عقب (Backpropagation) می باشد که ساختارها و الگوریتم های متفاوتی از آن آزمایش شده است. طبق ارزیابی های صورت گرفته بر روی سهام دو شرکت AT&T و AMD ، بهترین نتیجه پیش بینی ماهیانه حداقل قیمت سهام برای شرکت AT&T با استفاده همزمان از مجموع شاخص های MA, EMA, MACD و RSI و برای شرکت AMD با شاخص های MA و MACD بدست آمد. همچنین بهترین نتیجه پیش بینی حداکثر قیمت سهام برای هر دو شرکت AT&T و AMD با شاخص EMA-Diff حاصل گردید.

واژه های کلیدی: پیش بینی قیمت سهام. شبکه های عصبی. شاخص های تکنیکی. سری های زمانی مالی

## ۱. مقدمه

مبادلات سهام، وضعیت سهام یک شرکت را ارزیابی می کند. این روش به دنبال الگو در روند تغییرات قیمت است. مقادیر آینده قیمت سهام معمولا به مقادیر قیمت های گذشته و دیگر متغیرهای وابسته، بستگی دارد.

یک سری زمانی (time series) مجموعه ای از اعداد است که وضعیت یک فعالیت (activity) را در طول زمان اندازه گیری می کند. کاربردهای سری های زمانی در حل مسائلی است که به دنبال پیش بینی یک مقدار به وسیله یک یا چند متغیر وابسته به زمان اند. تحلیل سری های زمانی بازار بورس وضعیت آینده سهام را از داده های قبلی استخراج می کند، با این فرض که میان داده ها همبستگی (correlation) کافی وجود دارد. علاوه بر داده های گذشته از شاخص های تکنیکی (technical indicators) نیز می توان بهره گرفت. شاخص های تکنیکی بسیاری در پیش بینی

بازار بورس پیچیده، غیرخطی و پویاست. با وجود این که تئوری Random Walk بیان می کند که تغییرات قیمت سهام کاملا تصادفی و مستقل از مقادیر گذشته است، این ادعا وجود دارد که مقادیر قابل پیش بینی هستند. دو روش اصلی برای پیش بینی قیمت سهام وجود دارد: بنیادی و تکنیکی. تحلیل بنیادی مقدار ذاتی (intrinsic value) یک سهام خاص را با مطالعه وضعیت اقتصادی و صنعتی و نیز وضعیت مالی و مدیریتی شرکت اندازه گیری می کند. این روش از پارامترهای سود سهام (revenue)، درآمد (earning)، رشد آینده (future growth)، حاشیه سود (profit margins) و داده های مشابه دیگر استفاده می نماید. تحلیل تکنیکی به وسیله تحلیل آماری داده های تولید شده از فعالیت بازار، قیمت های گذشته و حجم

بازار بورس استفاده می شوند که برخی از آن‌ها در بخش بعد معرفی می‌گردند.

شبکه‌های عصبی به عنوان یک روش هوش مصنوعی، اهمیت بسیاری در پیش‌گویی بازار بورس یافته است. استفاده از شبکه‌های عصبی در حل مسائل تجاری و مالی، مزیت خود را بر روش‌های آماری و روش‌هایی که شامل هوش مصنوعی نیستند، به اثبات رسانیده‌اند. به علت توانایی شبکه‌های عصبی در برخورد با داده‌های نامطمئن، فازی و غیرکافی که به سرعت در بازه‌های زمانی کوتاه نوسان می‌کنند، از روش‌های مهم پیش‌بینی بازار بورس به شمار می‌روند. شبکه‌های عصبی قابلیت تعمیم‌دهی خوبی به‌وسیله متناظر کردن مقادیر ورودی و الگوهای خروجی داده شده دارند و معمولاً در مقابل داده‌های نویزی مقاومند [۳].

شبکه‌های عصبی متفاوتی در تحلیل بازار بورس به‌کار رفته‌اند که شبکه‌های انتشار به عقب (Backpropagation) از رایج‌ترین آن‌ها هستند. عوامل متعددی در موفقیت شبکه تاثیرگذارند، از جمله تعداد لایه‌های پنهان، تعداد نورون‌های هر لایه، قانون یادگیری، تابع فعالیت، نرخ یادگیری، انتخاب ورودی‌های شبکه و پیش‌پردازش آن‌ها. شاخص‌های تکنیکی متفاوتی به‌عنوان ورودی، در ساختارهای مختلف شبکه به‌کار رفته‌اند. در [۱] کارایی شبکه انتشار به عقب برای پیش‌گویی حداقل و حداکثر قیمت هفته بعد براساس چهار هفته قبل و با اعمال شاخص‌های MA، EMA، MACD، RSI بررسی شده است. در این تحقیق سعی شده تا بهترین ساختار شبکه عصبی و شاخص‌های تکنیکی برای پیش‌گویی حداقل و حداکثر قیمت سهام دو شرکت AT&T و AMD به‌وسیله آزمایشات استخراج شود. داده‌های استفاده شده از لیست S&P500 که یک شاخص بورس است انتخاب شده‌اند.

شاخص بازار بورس (stock market index) که لیستی از سهام شرکت‌های مختلف و یک آمار است، ارزش ترکیبی (composite value) اجزایش را نشان می‌دهد و به‌عنوان ابزاری برای بیان خصوصیات سهام اجزا به‌کار

می‌رود. همه شرکت‌های یک شاخص خصوصیتی مشترک دارند، مانند تعلق به یک صنعت خاص و یا داشتن اندازه اقتصادی (market capitalization) یکسان. از شاخص‌های معتبر می‌توان Dow Jones، British FTSE 100، S&P500، Industrial Average و French CAC40 را نام برد. شاخص S&P500 شامل سهام شرکت‌هایی است که در دو بازار بزرگ بورس آمریکا، Nasdaq و New York Stock Exchange مبادله می‌شود. این شاخص به‌وسیله Standard & Poor's که بخشی از Mc Graw-Hill است نگهداری می‌گردد.

## ۲. سیستم پیش‌بینی بازار بورس

شبکه عصبی که در این تحقیق استفاده شده، یک شبکه عصبی روبه‌جلو (Feed Forward) است که دارای یک لایه ورودی، یک یا دو لایه پنهان و یک لایه خروجی است و با استفاده از الگوریتم انتشار به عقب (Backpropagation) آموزش داده می‌شود. این شبکه عصبی، مقدار حداقل [حداکثر] چند ماه متوالی و تعدادی شاخص تکنیکی را به عنوان ورودی دریافت نموده و مقدار حداقل [حداکثر] ماه آینده را پیش‌بینی می‌کند.

تعاریف شاخص‌های تکنیکی که در این مقاله استفاده شده‌اند بر اساس [۵] عبارتند از:

**میانگین متحرک (Moving Average):** این شاخص قدیمی‌ترین شاخص است که به طور گسترده از آن استفاده می‌شود. میانگین متحرک، میانگین قیمت‌ها در طول یک دوره مشخص است. EM با طول دوره n از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$MA(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{i=n} C_{t-i} \quad (1)$$

در رابطه (۱)  $C_t$  قیمت بورس در زمان t است. هر چقدر که دوره زمانی کوتاه‌تر باشد، میانگین متحرک ارتجاعی‌تر می‌شود. در آزمایشات ما طول دوره بین ۵ تا ۱۲ در نظر گرفته شده است.

### میانگین متحرک نمایی (Exponential MA):

این میانگین، وزن بیشتری را به قیمت‌های اخیر می‌دهد.

رابطه (۲) برای محاسبه میانگین متحرک نمایی با دوره زمانی  $n$  استفاده می‌شود:

$$EMA(t) = \frac{2}{n+1}C_t + (1 - \frac{2}{n+1}) * MA(t) \quad (2)$$

هرچه قدر طول دوره EMA طولانی‌تر باشد، وزن کمتری به قیمت‌های اخیر داده می‌شود.

### تغییر در میانگین متحرک نمایی

#### (Change in Exponential Moving Average):

تفاوت دو EMA. این شاخص می‌تواند به عنوان ممنتیم استفاده شود. این شاخص از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$EMA\_diff(t) = EMA(t) - EMA(t-1) \quad (3)$$

### تغییر در میانگین متحرک

#### (Change in Moving Average):

تفاوت دو MA: تفاوت دو MA که از رابطه (۴) به دست می‌آید:

$$MA\_diff(t) = MA(t) - MA(t-1) \quad (4)$$

### میانگین متحرک همگرا/واگرا

#### (Moving Average Convergence/Divergence):

تفاوت دو EMA که معمولاً یک میانگین متحرک کوتاه و یک میانگین متحرک بلند است. رابطه (۵) فرمول محاسبه این شاخص است:

$$MACD(t) = Short\_EMA(t) - Long\_EMA(t) \quad (5)$$

#### (Relative Strength Index) شاخص دوام نسبی

این شاخص بر مبنای تفاوت بین میانگین سود در مقابل میانگین زیان است. RSI قدرمطلق سود اخیر را با قدرمطلق زیان اخیر مقایسه می‌کند. RSI را از رابطه

(۶) محاسبه می‌کنند:

$$RSI = 100 - [100 / (1 + RS)] \quad (6)$$

در رابطه (۶) RS برابر نسبت میانگین سود با طول دوره  $n$  به میانگین زیان با طول دوره  $n$  است.

### ۳. نتایج تجربی

#### ۱-۳ توان Hurst

توان Hurst [۴] روشی برای محاسبه درجه همبستگی میان داده‌هاست. اگر توان  $0.5$  باشد داده‌ها کاملاً تصادفی‌اند و هیچ شبکه‌ای قادر به پیش‌بینی خروجی نیست. هرچه توان به  $1$  نزدیک‌تر باشد، همبستگی میان ورودی و خروجی بیشتر است. توان کمتر از  $0.5$  نشان می‌دهد که ورودی و خروجی به‌طور غیرمستقیم متناسبند.

$$HurstExponent = \frac{\log(R/S)}{\log(N)} \quad (7)$$

S انحراف معیار استاندارد سری‌های زمانی قبل از نرمال کردن داده‌ها، N تعداد مشاهدات و R اختلاف حداکثر و حداقل انحراف جمعی (cumulative deviation) نسبت به میانه داده‌هاست.

$$R_N = \max[x_{t,N}] - \min[x_{t,N}] \quad (8)$$

$$1 \leq t \leq N$$

$$x_{t,N} = \sum_{u=1}^t (x_u - \mu_N) \quad (9)$$

$\mu_N$  میانگین  $x_u$  برای تمام  $N$  داده است.

نتیجه محاسبه توان داده‌های AT&T برای ۲۷۳ ماه ۰,۷۷ و توان داده‌های AMD برای ۲۹۰ ماه ۰,۷۱ است. با توجه به اعداد به‌دست آمده می‌توان نتیجه متوسطی برای پیش‌بینی این دو سهام انتظار داشت.

#### ۲-۳ ساختار شبکه عصبی مورد استفاده

برای مسئله پیش‌بینی قیمت سهام طبق آزمایش‌های صورت‌گرفته در [۱] شبکه عصبی با قانون یادگیری

جدول ۱: نتایج پیش‌بینی حداقل قیمت ماهیانه سهام شرکت AT&T، وجود ستاره در هر خانه نشان‌دهنده استفاده از شاخص متناظر است

MA	EMA	MA Diff	EMA Diff	MACD	RSI	درصد خطا
						۹.۶۲
*						۸.۲۹
	*					۸.۳۵
		*				۱۱.۶۸
			*			۱۲.۱۵
				*		۹.۴۸
					*	۱۵.۱۷
*	*					۱۴.۳۱
*				*		۸.۱۷
*				*	*	۹.۶۹
	*			*		۱۱.۳۱
	*			*	*	۱۹.۰۱
*	*			*		۱۱.۱۶
*	*			*	*	۸.۲۷
*					*	۱۰.۷۱
	*				*	۱۱.۶۰

جدول ۲: نتایج پیش‌بینی حداکثر قیمت ماهیانه سهام شرکت AT&T

MA	EMA	MA Diff	EMA Diff	MACD	RSI	درصد خطا
						5.83
*						21.49
	*					5.55
		*				10.42
			*			4.88
				*		9.26
					*	12.91
*	*					17.68
*				*		11.17
*				*	*	7.17
	*			*		7.03
	*			*	*	12.35
*	*			*		7.09
*	*			*	*	10.92
*					*	8.49
	*				*	10.87

Levenberg-Marquardt بهترین جواب را نسبت به قوانین یادگیری دیگر تولید می‌کند. طبق آزمایش‌هایی که در این تحقیق صورت گرفت نیز این مطلب به اثبات رسید. لذا نتایجی که در این بخش ارائه می‌شود، نتایج به دست آمده از شبکه عصبی روبه‌جلو با الگوریتم انتشار به عقب و قانون یادگیری Levenberg-Marquardt است.

آنچه شبکه عصبی به عنوان ورودی دریافت می‌کند، تعدادی شاخص تکنیکی و مقدار حداقل [حداکثر] قیمت سهام در ۱۲ ماه متوالی گذشته است. خروجی شبکه عصبی مقدار حداقل [حداکثر] قیمت سهام در ماه آینده است. با آزمایش‌های صورت گرفته مشخص شد به طور کلی یک لایه پنهان با تعداد ۸ نورون بهتر از تعداد لایه‌های بیشتر و تعداد نورون‌های دیگر عمل می‌کند.

۳۰٪ داده‌ها برای cross validation و ۱۰٪ آن‌ها به عنوان داده‌های آزمون در نظر گرفته شده است. شبکه برای هر سری از داده‌ها، ۱۰۰ دوره (epoch) آموزش دیده است.

پس از آموزش شبکه، کارایی آن با محاسبه تفاوت میان خروجی مطلوب و خروجی محاسبه شده توسط شبکه، ارزیابی شده است. درصد میانگین تفاوت برای داده‌های آزمون در جداول بعدی برای هر دو شرکت آورده شده است.

### ۳-۳ نتایج برای سهام شرکت AT&T

با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که بهترین نتیجه برای پیش‌بینی حداقل قیمت ماهیانه سهام با استفاده از شاخص‌های MA، EMA، MACD و RSI به‌طور هم زمان به دست آمده است. البته استفاده از شاخص MA به‌تنهایی جوابی مشابه تولید می‌کند که با توجه به حجم محاسبات کمتر، استفاده از آن منطقی‌تر به نظر می‌رسد.

با توجه به جدول ۲، بهترین نتیجه پیش‌بینی حداکثر قیمت ماهیانه، با استفاده از شاخص EMA-Diff به دست آمده است. شاخص EMA نتیجه نسبتاً مشابهی تولید می‌کند.

### ۴-۳ نتایج برای سهام شرکت AMD

بهترین نتیجه پیش‌بینی حداقل قیمت ماهیانه در جدول ۳ با استفاده از شاخص‌های MA و MACD به‌دست آمده است.

با توجه به جدول ۴ مناسب‌ترین شاخص برای پیش‌بینی حداکثر قیمت، EMA-Diff است.

جدول ۳: نتایج پیش‌بینی حداقل قیمت ماهیانه سهام شرکت AMD

MA	EMA	MA Diff	EMA Diff	MACD	RSI	درصد خطا
						20.55
*						19.88
	*					11.99
		*				21.40
				*		11.9
					*	20.18
					*	31.49
*	*					17.63
*				*		17.83
*				*	*	18.40
	*			*		19.35
	*			*	*	18.56
*	*			*		18.54
*	*			*	*	17.83
*				*	*	18.51
	*			*	*	19.03

جدول ۴: نتایج پیش‌بینی حداکثر قیمت ماهیانه سهام شرکت AMD

MA	EMA	MA Diff	EMA Diff	MACD	RSI	درصد خطا
						۲۰.۰۲
*						۱۹.۰۱
	*					۱۹.۲۱
		*				۱۸.۱۵
			*			۱۸.۶۰
				*		۱۸.۶۴
					*	۳۲.۵۳
*	*					۲۰.۷۴
*				*		۲۰.۲۲
*				*	*	۲۰.۳۳
	*			*		۲۰.۲۱
	*			*	*	۲۰.۰۵
*	*			*		۲۰.۵۸
*	*			*	*	۲۰.۹۴
*					*	۲۰.۴۰
	*				*	۲۱.۴۹

### ۴. نتیجه‌گیری و کار آینده

استفاده از شاخص‌های تکنیکی مناسب به‌عنوان ورودی سیستم پیش‌بینی حداقل [حداکثر] قیمت ماهیانه سهام، نتیجه پیش‌بینی را بهبود می‌بخشد. برای هر شرکت تعیین شاخص متناسب با ساختار داده‌های آن ضروری است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که شاخص‌های MA و EMA و مشتقات مستقیم آن‌ها، یعنی MA-Diff و EMA-Diff، برای حل این مساله مناسب هستند.

به‌عنوان کار آینده می‌توان اثر شاخص‌های دیگر مانند RRS، CCI، CMF و ترکیبات آن‌ها را مورد آزمایش قرار داد.

انجام پیش‌پردازش‌های (preprocessing) مختلف بر روی مجموعه داده‌های آموزشی نیز نتیجه را بهبود می‌بخشد [۲]. از جمله پیش‌پردازش‌های موثر می‌توان به حذف داده‌های دور (outlier) و یکسان نمودن تعداد ماه‌هایی که قیمت حداقل [حداکثر] سهام

افزایش می‌یابد، با تعداد ماه‌هایی که قیمت کاهش می‌یابد، اشاره نمود.

## مراجع

- [1] M. Klassen, "Investigation of Some Technical Indexes in Stock Forecasting Using Neural Networks", ENFORMATIKA Transaction on Engineering, Computing and Technology, Vol. 5, pp. 75-79, Apr. 2005.
- [2] B. Doeksen, A. Abraham, J. Thomas and M. Paprzycki, "Real Stock Trading Using Soft Computing Models", Proc. Of the International Conference on IT: Coding and Computing (ITCC'05). Conf. IEEE, 2005.
- [3] M. Zekic, "Neural Network Application in Stock Market Predictions - A Methodology Analysis".
- [4] J. Yao and C. Tan, "A Study on Training Criteria for Financial Time Series Forecasting", Proc. Of The International Conference on Neural Information Processing, pp. 772-777, Nov. 2001.
- [5] Technical Indices:  
[http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart\\_school:technical\\_indicators](http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:technical_indicators)