



## چارچوبی جدید پیش بینی قیمت فناوری با استفاده از شبکه های عصبی و ارزش گذاری اختیار

مسعود نگهداری<sup>۱\*</sup>، محمد علی شفیعا<sup>۲</sup>، آرنوش شاکری<sup>۳</sup>

دانشگاه علم و صنعت ایران ، [negahdari.masoud@yahoo.com](mailto:negahdari.masoud@yahoo.com)

دانشگاه علم و صنعت ایران ، [omidshafia@iust.ac.ir](mailto:omidshafia@iust.ac.ir)

دانشگاه علم و صنعت ایران ، [shakeri@iust.ac.ir](mailto:shakeri@iust.ac.ir)

### چکیده:

امروزه در موضوعات اقتصادی - بازرگانی، پیش بینی به عنوان یکی از مهمترین شاخه های علمی مطرح شده است. شبکه های عصبی در تشخیص و پیش بینی به عنوان ابزار مناسب شناخته شده است. در این مقاله چارچوبی جدیدی برای بدست آوردن انتخابهای پیچیده قیمت ارائه می دهد که بوسیله یاد گرفتن درسیستم شبکه عصبی، قیمت ها با استفاده از روش اقدامات شرطی بدست می آیند. از الگوریتم بازگشتی و قیمت گذاری چند جمله ای درختی و سیستم یادگیری سیستم عصبی پیشنهاد شده است که در اجرا برای همه گزینه های قیمت گذاری شده اعمال می شود. در این روش به وسیله ورود اطلاعات به درخت چند جمله گزیننه ای و استفاده از الگوریتم بازگشتی و ورود اطلاعات قیمت قبلی فناوری روند تغییرات را از طریق سیستم شبکه عصبی شناسایی کرده و رابطه های تغییرات در درخت چند جمله ای را شناسایی کند و از این رابطه ها در پیش بینی استفاده کند. برای نشان دادن کارایی این چارچوب از اطلاعات موجود سهام یک شرکت در زمان گذشته استفاده می شود و پیش بینی آینده در گذشته را نمایش می دهد و پیش بینی می کند. برای جمع آوری اطلاعات و مرور ادبیات از روشهای جمع آوری اطلاعات به روش کتابخانه ای استفاده شده است. این تحقیق از نوع توصیفی- اکتشافی است و با بهره گیری از نقطه نظرات کارشناسان، خبرگان، کارشناسان و مدیران و نخبگان جهت ارزیابی و اعتبار سنجی استفاده شده است. نتیجه نشان داد که کاربرد این روش در روند قیمت بوسیله یادگیری روش سیستمهای شبکه عصبی در تشخیص و پیش بینی قیمت ها بهتر از روشهای دیگر بدست می آورد.

واژگان کلیدی: شبکه عصبی، پیش بینی، درخت چند جمله ای، ارزش گذاری اختیار، قیمت فناوری

### ۱- مقدمه

استفاده از روشهایی برای پیش بینی وضعیت آینده و قیمت گذاری فناوری، همواره دغدغه اصلی علوم مختلف بوده است. در سال های اخیر، شبکه های عصبی مصنوعی به طور متداول به عنوان ابزار تقریبی غیرخطی استفاده شده اند و دارای محاسن زیادی در پیش بینی [۱]، طبقه بندی، خوشه بندی و تکنیک های بهینه سازی هستند. در واقع شبکه های عصبی را می توان در حل مسایلی که روابط دقیق ریاضی بین ورودی ها و

<sup>۱</sup> و\* : دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی

<sup>۲</sup>: استادیار و عضو هیئت علمیدانشکده صنایع

<sup>۳</sup>: دانشجوی دکتری مهندسی صنایع



خروجی های آن برقرار نیست بکار برد [۲]. اولین کوششها در شبیه سازی با استفاده از یک مدل منطقی توسط مک کلوک و والتر پیترز انجام شد که امروزه بلوک اصلی سازنده اکثر شبکه های عصبی مصنوعی است [۳]. این مدل فرضیه هایی در مورد عملکرد نورون ها ارائه می کند. عملکرد این مدل مبتنی بر جمع ورودی ها و ایجاد خروجی است.

در سال ۱۹۷۳ فیشر بلک<sup>۴</sup> و مای رول شولز<sup>۵</sup> مدلی را برای قیمت گذاری اوراق اختیار ارائه کردند. بلک و شولز یک سری معادلات دیفرانسیل جزئی برای محاسبه رابطه بین ارزش اختیار و ارزش سهام بدست آوردند. این معادلات دیفرانسیل جزئی تحت عنوان فرمول بلک و شولز مطرح هستند. این معادلات پایه ارزش یابی گزینه های سرمایه گذاری هستند. بلک و شولز نشان دادند که برای ارزش یابی خرید یک سهام، داشتن تخمینی منطقی از متغیرهای ارزش فعلی سهام، زمان اعمال اختیار، نرخ واریانس ارزش سهام، ارزش اعمال اختیار و نرخ برگشت بدون ریسک لازم و کافی هستند [۴] و [۵]. روشهای کاکس و راس در سال ۱۹۷۹ متدی جایگزین برای ارزش یابی اختیارات با استفاده از دیدگاه دو جمله ای و در هر بازه زمانی مشخص ابداع کردند [۶]. همچنین شبیه سازی مونت کارلو برای ارزش یابی گزینه ها توسعه یافتند. یکی از مدرن ترین روش های معروف برای رسیدن به قیمت ها روش اندازه گیری شرطی<sup>۶</sup> می باشد. منشأ اصلی تئوری اندازه گیری شرطی می توان به مقاله کاکس و راس که به توصیف روش ارزش یابی بدون ریسک اشاره کرد [۷]. در این مقاله ابتدا به بررسی ساختار شبکه ای و سپس به بررسی انتخاب واقعی پرداخته می شود. سپس فرآیند درخت چند جمله را شرح داده و سپس چارچوبی برای پیش بینی قیمت از طریق گزینه های پیچیده و شبکه های عصبی را توضیح و در پایان به همراه نمونه در سهام آی.بی.ام<sup>۷</sup> مورد ارزیابی قرار می گیرد و در پایان نتیجه گیری ارائه می شود.

## ۲- ساختار شبکه های عصبی<sup>۸</sup>

طرز کار این شبکه ها از روش کار مغز انسان الگو برداری شده است. در واقع شبکه های عصبی طبق تعریف ماشینی است برای ساخت یک مدل که می توان آن را بوسیله سخت افزار یا نرم افزار شبیه سازی کرد و عملکردی شبیه مغز انسان دارند. لایه ورودی دریافت کننده اطلاعات خامی که به شبکه تغذیه شده است. لایه های پنهان به وسیله ورودی ها و وزن ارتباط بین آنها و لایه های پنهان تعیین می شود. وزن های بین واحدهای ورودی و پنهان تعیین می کند که چه وقت یک واحد پنهان باید فعال شود. لایه خروجی، عملکرد واحد بسته به فعالیت واحد پنهان و وزن ارتباط بین واحد پنهان و خروجی می باشد [۸]. شبکه های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده های پیچیده می توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش های مختلفی که برای انسان ها و کامپیوتر شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند.

از مزایای شبکه های عصبی می توان موارد زیر را نام برد [۹] و [۱۰]:

۱. یادگیری تطبیقی: توانایی یادگیری اینکه چگونه وظایف خود را بر اساس اطلاعات داده شده به آن و یا تجارب اولیه انجام دهد در واقع اصلاح شبکه را گویند.
۲. خود سازماندهی: یک شبکه عصبی مصنوعی به صورت خودکار سازماندهی و ارائه داده هایی که در طول آموزش دریافت کرده را انجام دهد. نورون ها با قاعده یادگیری سازگار شده و پاسخ به ورودی تغییر می یابد.
۳. عملگرهای بی درنگ: محاسبات در شبکه عصبی مصنوعی می تواند به صورت موازی و به وسیله سخت افزارهای مخصوصی که طراحی و ساخت آن برای دریافت نتایج بهینه قابلیت های شبکه عصبی مصنوعی است انجام شود.
۴. تحمل خطا: با ایجاد خرابی در شبکه مقداری از کارایی کاهش می یابد ولی برخی امکانات آن با وجود مشکلات بزرگ همچنان حفظ می شود.

<sup>4</sup> Fischer Black

<sup>5</sup> Myron Scholes

<sup>6</sup> Martingale measure

<sup>7</sup> IBM

<sup>8</sup> Neural Network



۵. دسته بندی : شبکه‌های عصبی قادر به دسته بندی ورودی‌ها بر ای دریافت خروجی مناسب می‌باشند.
۶. تعمیم دهی : این خاصیت شبکه را قادر می‌سازد تا تنها با برخورد با تعداد محدودی نمونه، یک قانون کلی از آن را به دست آورده ، نتایج این آموخته‌ها را به موارد مشاهده از قبل نیز تعمیم دهد.
۷. پایداری-انعطاف پذیری : یک شبکه عصبی هم به حد کافی پایدار است تا اطلاعات فراگرفته خود را حفظ کند و هم قابلیت انعطاف و تطبیق را دارد و بدون از دست دادن اطلاعات قبلی می‌تواند موارد جدید را بپذیرد.

## ۱-۲- تقسیم بندی شبکه‌های عصبی

بر مبنای روش آموزش به چهار دسته تقسیم می‌شوند [۸-۱۰]:

۱. وزن ثابت : آموزشی در کار نیست و مقادیر وزن‌ها به هنگام نمی‌شود.
۲. آموزش بدون سرپرست : وزن‌ها فقط بر اساس ورودی‌ها اصلاح می‌شوند و خروجی مطلوب وجود ندارد تا با مقایسه خروجی شبکه با آن و تعیین مقدار خطا وزن‌ها اصلاح شود. وزن‌ها فقط بر اساس اطلاعات الگوهای ورودی به هنگام می‌شوند.
۳. آموزش با سرپرست : به ازای هر دسته از الگوهای ورودی خروجی‌های متناظر نیز به شبکه نشان داده می‌شود و تغییر وزن‌ها تا موقعی صورت می‌گیرد که اختلاف خروجی شبکه به ازای الگوهای آموزشی از خروجی‌های مطلوب در حد خطای قابل قبولی باشد. هدف طرح شبکه‌ای است که ابتدا با استفاده از داده‌های آموزشی موجود، آموزش ببیند و سپس با ارائه بردار ورودی به شبکه که ممکن است شبکه آن را قبلاً فراگرفته یا نگرفته باشد کلاس آن را تشخیص دهد.
۴. آموزش تقویتی : کیفیت عملکرد سامانه به صورت گام به گام نسبت به زمان بهبود می‌یابد. الگوهای آموزشی وجود ندارد اما با استفاده از سیگنالی به نام نقاد بیانی از خوب و یا بد بودن رفتار سامانه بدست می‌آید.

## ۲-۲- اجزای یک شبکه عصبی

۱. ورودی‌ها: می‌توانند خروجی سایر لایه‌ها بوده و با آنکه به حالت خام در اولین لایه باشد
۲. بردار وزن: میزان تاثیر ورودی بر خروجی توسط مشخصه وزن اندازه‌گیری می‌شود. مولفه وزن‌ها قابل تنظیم بوده و بر اساس تابع تبدیل و نوع الگوریتم یادگیری تعیین می‌شوند.
۳. تابع جمع: در شبکه‌های تک نرونی ، تابع جمع در واقع خروجی مسئله را تا حدودی مشخص می‌کنند و در شبکه‌های چند نرونی نیز تابع جمع میزان سطح فعالیت نرون مشخص در لایه‌های درونی را مشخص می‌سازد.
۴. تابع تبدیل : می‌تواند به شکل غیر خطی باشد. بنابراین تابع تبدیل عصبی ضروری در شبکه‌های عصبی محسوب می‌گردد. انواع و اقسام متفاوتی از توابع تبدیل وجود دارد که بنا به ماهیت مسئله کاربرد دارند
۵. خروجی : منظور از خروجی، پاسخ مسئله است. [۹]

## ۲-۳- انواع شبکه‌ها از نظر برگشت پذیری

شبکه‌های پیش‌خور<sup>۹</sup> که مسیر پاسخ همواره رو به جلو پردازش می‌شود و به نرون‌های لایه ( لایه‌های قبل ) باز نمی‌گردد. شبکه‌های برگشتی<sup>۱۰</sup> که تفاوت شبکه‌های برگشتی با شبکه‌های پیش‌خور در آن است که در شبکه‌های برگشتی حداقل یک سیگنال برگشتی از یک نرون به همان نرون یا نرون‌های همان لایه یا لایه‌های قبل وجود دارد. شبکه‌های

<sup>9</sup> Feed Forward

<sup>10</sup> Recurrent

بازگشتی بهتر می‌توانند رفتار مربوط به ویژه‌گی‌های زمانی و پویایی سیستم‌ها را نشان دهند. در این نوع شبکه‌ها که با توجه به ماهیت پویای مسئله طراحی می‌شوند بعد از مرحله یادگیری شبکه نیز پارامترها تغییر کرده و تصحیح می‌شوند [۱۱].

### ۳- ارزش مالکیت معنوی در قیمت گذاری فن آوری:

تاکنون فرمول استاندارد و معینی برای ارزش گذاری مالکیت معنوی یافت نگردیده است اما روش‌های مختلفی وجود دارد که تا حد بسیار زیادی توانسته‌اند متغیرها و عوامل اثرگذار بر ارزش مالکیت معنوی را مورد توجه قرار داده و راه حل‌های قابل قبولی ارائه دهند. لذا ارزش گذاری دارای روند پیچیده‌ای است و ضریب عدم اطمینان بالایی دارند. شرایط محیطی، وجود بازارهای مناسب و عوامل متعدد دیگر همگی بر قیمت گذاری موثر است. روشهای قیمت گذاری فناوری به شرح زیر است:

روش قاعده انگشتی: طبق این روش مالکیت معنوی حداکثر ۲۵٪ و حداقل ۵٪ فرض می‌شود. روش مقایسه اقتصادی حق امتیازهای مشابه با یکدیگر: در این روش حق امتیازهای مشابه از نظر فناوری، زمان، مکان (بازار)، مشتریان که موضوعاتی مشابه هستند با هم مقایسه می‌شوند و نرخ یکسانی از مالکیت معنوی برای آنها بیان می‌شود. از مشکلات این روش آن است که حق امتیازهای مشابه بسیار کمی در اینگونه موارد یافت می‌شوند؛ لذا روشی معتبر، کارآ و قابل قبول تلقی نمی‌شود. [۱۲]

مدل های قیمت گذاری گزینه ای<sup>۱۱</sup>: بعضی از پروژه های سیستم های فن آوری عدم اطمینان بسیار بالایی دارند. جریان های درآمدی آتی آنها واضح نیست و هزینه های بعدی آنها بسیار بالا هستند. در چنین مواردی، مدیران می‌توانند از مدل های قیمت گذاری گزینه ای منتفع شوند تا سرمایه گذاری های فن آوری را ارزیابی کنند و بدین ترتیب در طول عمر پروژه در پاسخ به شرایط متغیر بازار اثر گذارند. مدل های قیمت گذاری گزینه واقعی از مفهوم ارزشیابی انتخابی استفاده می‌کند. گزینه واقعی وقتی سرمایه گذاری بازگشت ناپذیر است و وقتی در مورد وضعیت آینده عدم اطمینان وجود دارد کاربرد دارد [۱۳] و [۱۴]. ابزار مورد استفاده در تحلیل گزینه‌های واقعی عبارتند از [۱۵]:

- مدل بلک و شولز
- درخت دوجمله ای
- شبیه سازی

### ۴- ارائه چارچوبی برای پیش بینی قیمت از طریق گزینه های پیچیده و شبکه های عصبی

یکی از مدرن ترین روش های معروف برای رسیدن به قیمت یک فناوری روش اندازه گیری و قیمت گذاری شرطی<sup>۱۲</sup> می‌باشد. منشأ اصلی تئوری در اندازه گیری شرطی می‌تواند به مقاله کاکس و راس که به توصیف روش ارزیابی در شرایط بدون ریسک اشاره کرد [۷] یکی از کاربردهای شبکه های عصبی می‌تواند در پیش بینی قیمت آنها است [۱۸] و [۱۷]. در این مقاله برای محاسبه قیمت بعدی فناوری از روش گزینه های متعدد در زمینه روند قیمت استفاده می‌شود. بر اساس این روش، قیمت پیش بینی شده در هر مرحله، هر یک از گزینه های قیمت منجر به ایجاد پارامترهای زیادی می‌شود. هنگامی که قیمت ها برای همه گزینه های پیش بینی شد، به طور مستقل در هر یک از این گزینه ها بر اساس آنها قیمت ها مربوطه می‌توانند معامله انجام شود. در نتیجه چارچوبی برای یادگیری شبکه عصبی در قیمت گذاری بر اساس روند یک فناوری ارائه می‌شود. ابزار که برای انجام این کار استفاده شده، اندازه گیری و قیمت گذاری شرطی است که مربوط به قیمت در حال تغییر است. اگر ما بتوانیم قیمت قابل تغییر در شرایط بدون ریسک پیش بینی کنیم، پس ما می‌توانیم در همه جا قیمت گذاری کنیم.

<sup>11</sup> Real option Pricing Method

<sup>12</sup> Martingale measure

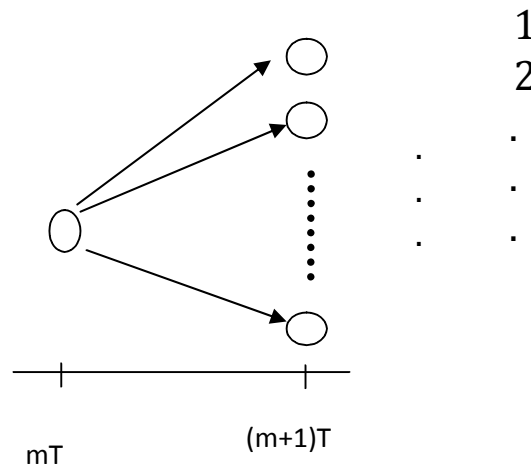
در این روش برای قیمت گذاری بر اساس شرایط بدون ریسک قیمت ها می توانند به عنوان قیمت های مورد انتظار در قیمت گذاری فناوری متغیر محاسبه شوند که بر اساس ساختار یادگیری اندازه گیری و قیمت گذاری شرطی توسعه داده شده است. که در آن قیمت در حال تغییر در یک درخت چند جمله و شاخه نمایش داده می شود. درخت دوجمله ای اغلب برای انتخاب های قیمتی استفاده می شود. این چارچوبی از درخته های چند جمله ای استفاده می شود. به خاطر آنکه کاملتر و انعطاف تر و بهتر از درخته های دوجمله ای و سه جمله ای می باشد. [۱۹]

#### ۴-۱- محاسبه چند دوره قیمت به وسیله درخت چند جمله ای

قبل از معرفی انتخاب بر اساس شبکه عصبی، یک الگوریتم برای محاسبه گزینه های قیمت شرح داده می شود. قیمت توسط بوسیله اندیکس  $C$  نشان داده می شود و زمان را در هر مرحله با  $m$  و مرحله بعدی  $1+m$  در نظر بگیرید و مراحل  $(m(T+1), mT)$  زمانی در نظر بگیرید (به عنوان مثال  $T$  را بازده زمانی یک هفته در نظر بگیرید). در هر مرحله زمانی  $m$ ، ساختار می تواند در یکی از بسیاری از موقعیت های باشد. قیمت در هر شاخه توسط  $\alpha$  با اندیکس  $\alpha$  نمایش داده می شود. که قیمت در موقعیت  $\alpha$  در زمان مرحله  $m$  فرض می شود که ساختار و فرمول می تواند به یکی از موقعیت های  $1$  تا  $L$  در قیمت های  $\{ \dots, \dots \}$  انتقال یابد. بنابراین ما از برای علامت گذاری قیمت ممکن استفاده می کنیم که ساختار از مرحله  $\alpha$  در زمان موقعیت  $m$  می تواند به مرحله زمانی  $m+1$  انتقال پیدا کند. در شکل ۱ زمانی که  $L=2$  است ما یک مدل درخت دو جمله داریم و زمانی که  $L=3$  یک درخت سه شاخه ای داریم و برای  $L>3$  ما یک درخت چندین جمله ای داریم.  $P_j$  نشان دهنده احتمال انتقال به مراحل  $L, \dots, 1$  و  $\sum P_j = 1$  می باشد.  $P_j$  مستقل از  $m$  و  $\alpha$  است. می توانیم  $P_j$  در یک ماتریس برداری نمایش دهیم. [۱۷]

$$(1) \quad \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} \text{ و } \begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{bmatrix}$$

وقتی در  $m=0$ ، تنها یک موقعیت وجود دارد. بعد از هر پرپود زمانی  $T$ ، هر موقعیت می تواند به  $L$  موقعیت ممکن انتقال یابند، که یک درخت چند جمله ای در چندین پرپود زمانی اقتصاد ایجاد می شود.



شکل ۱: درخت چند جمله ای [۲۰]

#### ۲-۴- قیمت گذاری

روش شرطی برای گزینه ها قیمت گذاری به صورت زیر می باشد. فرمول اساسی که قیمت تقریبی در مرحله بعدی می تواند مشخص می شود.

$$G(t) = G_0 + \sigma \epsilon_t$$

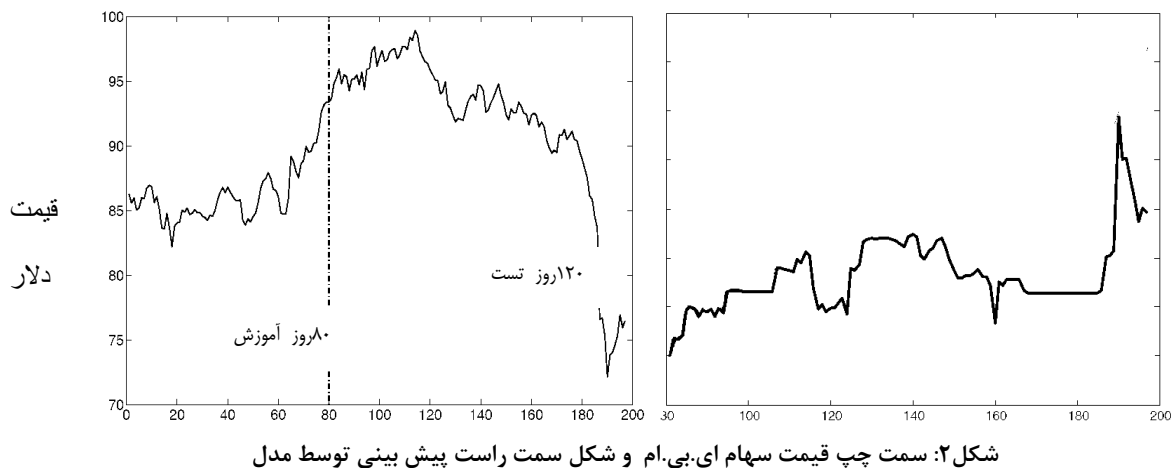
در واقع مقدار تغییر قیمت ها بر اساس قیمت قبلی خود می باشد که احتمال وقوع آن بوده است. با استفاده از الگوریتم بازگشتی می توانیم میزان و روند تغییرات در هر مرحله مشخص کنیم. در واقع با شناسایی روند تغییرات متغیر  $N$  می توان به روند تغییرات قیمت دست یافت. در واقع با تغییرات قیمت بر اساس روند قیمت های قبلی بدست می آید.

#### ۳-۴- الگوریتم یادگیری انتخاب و گزینش توسط شبکه های عصبی

الگوریتم یادگیری انتخاب توسط شبکه های عصبی شامل دویبخش است، یکی شبکه عصبی پیش بینی احتمال و دیگری درخت چند جمله ای قیمت گذاری است. از الگوریتم یادگیری توسط شبکه های عصبی، درخت قیمت گذاری چند جمله ای همزمان برای شناسایی و یادگیری تغییرات که از برای قیمت تمام انتخابها استفاده می شود و از مقایسه بازگشتی برای یادگیری و تغییر رو بهبود وزنها در شبکه عصبی استفاده می شود.

- انتشار رو به جلو: با مقایسه قیمت های کنونی
۱. موقعیت و مقایسه آن با موقعیت
  ۲. بدست آوردن

بر اساس این روش و استفاده از شبکه عصبی بازگشتی در واقع وزنهای روند نمایش تغییرات بهبود پیدا می کنند، سپس با استفاده از داده های جدید به پیش بینی تغییرات می پردازیم تا بتوانیم روند تغییرات را مشاهده کنیم. برای مدل پیش بینی با استفاده از شبکه های عصبی، از نرم افزار های برنامه نویسی و نرم افزار مناسب و قابل اطمینانی استفاده شده است. برای تست این روش انتخاب گزینه ای قیمت بر اساس شبکه عصبی در سهام شرکت در بازه زمانی مناسب انتخاب شده است. که از آن ۸۰ روز برای آموزش و یادگیری سهام استفاده شده است. از ۱۲۰ روز باقیمانده در این بازه به عنوان تست این مدل استفاده شده است. و جواب دادهای مسئله به شکل نمودار خواهد بود.



### ۵. نتیجه گیری:

شکل سمت راست شکل ۲ نشان دهنده خروجی نمودار سهام ای.بی.ام می باشد. که تا اندازه ای نمایش خروجی نمایش می دهد. پس می توان از درخت های چند جمله و برای شناسایی عوامل مهم از شبکه های عصبی در تشخیص و پیش بینی در حالت یادگیری بر اساس اطلاعات ورودی استفاده می شود. که بر اساس پیش بینی قیمت بوسیله یاد گرفتن در سیستم شبکه عصبی، قیمت ها در شرایط بدون ریسک و عوامل خارجی با استفاده از روش اقدامات شرطی بدست می آیند. برای تحقیقات آینده و پژوهشگران آینده تحقیق گسترده تر در این مورد مدل و تحقیق بیشتر درباره افزایش توانایی بیشتر و شناسایی بخش های پنهان ضروری به نظر می رسد.

### مراجع

- [1]. N. Refenes, M. Azema-Barac, L. Chen and S.A. Karoussos, "Currency Exchange Rate Prediction and Neural Network Design Strategies", *Neural Computing & Applications*, No. 1, 1993, pp46-58.
- [2]. آذر عادل، افسر امیر، "مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با رویکرد شبکه های عصبی فازی" فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۰، پاییز ۵۲، ۱۳۸۵، ۳.
- [3]. Kelemen Jozef, "From Artificial Neural Networks to Emotion Machines with Marvin Minsky", *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 4, No. 4, 2007
- [4]. Black, F., Scholes, M.S.: The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy* 3 (1973) 637-654
- [5]. Merton RC. Theory of rational option pricing. *Bell J Econ* 1973;4(1):141±83.
- [6]. Rivey, D. "A Practical Method for Incorporating Real Options Analysis into US Federal Benefit-Cost Analysis Procedures", Master Thesis at University of Massachusetts Institute of Technology, Feb(2007).
- [7]. Cox, J.C., Ross, S.A.: "The valuation of options for alternative stochastic processes". *Journal of Financial Economics* (1976) 145-166
- [8]. Fausett, L. V. "Fundamentals of neural networks: Architectures, algorithms, and applications". Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc. (1994).
- [9]. Robert J. Schalkoff "Artificial Neural Networks", McGraw-Hill Higher Education, Year of Publication: 1997, ISBN:007057118;
- [10]. Gurney K., *An Introduction to Neural Networks*, UCL Press, 1997, ISBN 1 85728 503 4
- [11]. David J. Cavuto, AN EXPLORATION AND DEVELOPMENT OF CURRENT ARTIFICIAL NEURAL NETWORK THEORY AND APPLICATIONS WITH EMPHASIS ON ARTIFICIAL LIFE, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Engineering, May 6, 1997

- [12]. 2. Pablo fernandes ,”Valuing companies by cash flow discounting, research paper no: 451, January 2002, university of Navarra
- [13] Kulatilaka N., ‘The value of flexibility: a general model of Real Options’, in Trigeorgis, L. (ed.), *RealOptions in Capital Investment—Models, Strategies,and Applications*, Praeger, New York, 1995,pp. 87–107.
- [14]. Trigeorgis L., ‘Real Options: an overview’, in Trigeorgis, L. (ed.), *Real Options in Capital Investment Models, Strategies, and Applications*, Praeger, New York, pp. 1–28.
- [15]. Amram, M. and Kulatilaka, N. (1999) *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press
- [16] Cox, J.C., Ross, S.A., Rubinstein, M.: Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics* (1979) 229–263
- [17]. Paul R. Lajbcygier, J.T.C.: Improve option pricing using artificial neural networks and bootstrap methods. *International Journal of Neural System* 8(4) (1997) 457–471
- [18]. Amari SI, Xu L, C.L.: Option pricing with neural networks. In *Progress in Neural Information Processing* 2 (1996) 760–765
- [19].Baxter, M., Prnnie, A.: *Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing*.Cambridge University Press (1996)
- [20].Kargin, V.: Lattice option pricing by multidimensional interpolation. *Mathematical Finance* 15(4) (2005) 635–647
- [21]. Bishop, C.M.: *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford University Press (1995)
- [22]. Haykin, S.: *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. 2nd edn. Prentice Hall (1998)