# تصمیم گیری خرید و فروش سهام سودا گران در بازار انرژی الکتریکی با استفاده از یادگیری ماشین

محمد قاسمی[۱]، حسین هارون آبادی*[۲]، ابراهیم خرم[۳]

۱- دانشجو گروه برق، دانشکده فنی و مهندسی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران
mohamad.ghasemiy@yahoo.com
*۲- استادیار گروه برق، دانشکده فنی و مهندسی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران، haroonabadi@iiau.ac.ir
۳- استادیار گروه برق، دانشکده فنی و مهندسی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران،
ebrahim.khorram@iiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۶ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۹/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۲/۲۰

**چکیده: پیش‌بینی قیمت برق با هدف بیشینه کردن سود شرکت‌های برقی یا کاهش هزینه برق مشتریان و همچنین تضمین ثبات بازار توسط اپراتور مستقل سیستم انجام می‌شود. پیش از این در بازارهای انرژی الکتریکی شرکت‌کنندگان در بازار غالباً گروه‌هایی بودند که علاوه بر خرید و فروش کالا، تحویل فیزیکی آن را نیز بر عهده داشتند. در این مقاله مدلی معرفی می‌شود که مشارکت در بازار تنها به شرکت‌هایی که برق را تولید یا مصرف می‌کنند محدود نشده، بلکه سوداگران (سفته بازان) را که نمی‌توانند تحویل فیزیکی آن را داشته باشند نیز در بر می‌گیرد. به وجود آوردن نقشی جدید در بازار برق و افزایش شرکت کنندگان در بازار، رقابتی تر شدن بازار برق را به همراه خواهد داشت و این موضوع سبب ارائه قیمت های بهتر به مصرف‌کننده خواهد شد. حال نظر به اینکه پیش‌بینی قیمت برق نقش اساسی را برای جذب سرمایه افراد در این بازار بازی می‌کند، در این مقاله به پیش بینی قیمت برق روزانه با استفاده از روش درخت تصمیم که از روش‌های یادگیری ماشین است پرداخته می شود. فرآیند بهینه سازی سود سوداگر نیز توسط الگوریتم ژنتیک انجام می شود. تمام شبیه سازی ها در نرم افزار MATLAB انجام می شود و با پیش بینی قیمت برق، سود سوداگر در مدت سرمایه گذاری به دست آمده و کارایی سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد.**

**کلیدواژه: بازار برق، یادگیری ماشین، قیمت، سفته باز.**

## ۱- مقدمه

موضوع پیش‌بینی قیمت در بازارهای سرمایه و آتی مهم‌ترین موضوع برای جذب سرمایه افراد در این بازار است. افراد در این بازار انتظار دستیابی به سود را دارند. خرید یک سهم به قیمت پایین و فروش آن به قیمت بالاتر به معنی پیش‌بینی قیمت سهام است. بنابراین در این بازارها همواره این فکر وجود داشته است که به کمک روشی قیمت سهام را پیش‌بینی کنند که در این راه سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و تحلیل های متفاوت مالی و مانند این‌ها ابداع شده و مورد استفاده قرار گرفته است. پیش بینی قیمت در خصوص بازار برق در طی سال‌های مختلف تفاوت‌های زیادی را داشته است. برای سالیان زیادی عرضه برق در انحصار شرکت‌های برق انحصاری یکپارچه با ساختار عمودی بوده است. این شرکت ها نقش تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را بر عهده داشتند. این حالت انحصاری، انگیزه عملکرد کارا را از بین برده و هزینه‌های اضافی را به مشتریان تحمیل کرده است. اما تجدید ساختار سیستم بازار برق باعث شده است که بازیگران بیشتری به بازار برق وارد شوند. در این ساختار تمام مصرف کنندگان می‌توانند در یک بازار رقابتی، برق مورد نیاز خود را خریداری کنند. در خصوص تحقیقات انجام شده پیش از این در بازار برق، شرکت کنندگان بازار، تولیدکنندگان برق، خرده فروش ها و مصرف کنندگان برق بوده اند و فرصت سرمایه‌گذاری برای سوداگران فراهم نبوده است. در [۱-۵] پیش‌بینی قیمت برق با استفاده از روش های یادگیری ماشینی انجام شده است. در این مراجع شبکه های عصبی و نیز روش های مختلف یادگیری ماشین مانند رگرسیون و طبقه بندی به کار گرفته شده‌اند. این روش ها با توجه به خاصیت غیرخطی و پیچیدگی های قیمت برق که به عوامل بسیاری بستگی دارد انتخاب شده اند. در [۶] پیش‌بینی قیمت برق در بازار عمده



[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020

فروشی انجام شده است. این پیش‌بینی با توجه به مسئله پخش بار و وضعیت سیستم قدرت انجام شده است و فعالان بازار برق را قادر می سازد تا در حین تحقق اهداف اقتصادی و زیست محیطی میزان مصرف و عرضه خود را شکل دهند. پیش‌بینی قیمت برق با استفاده از روش‌های آماری در [۷] انجام شده است. این مرجع از ۱۴ عامل برای پیش‌بینی روزانه استفاده می کند. در تمامی مراجع یاد شده سوداگر نقشی در بازار برق نداشته است. نوآوری تحقیق حاضر در حضور سوداگران در این بازار و ایجاد بستری برای جذب سرمایه این افراد در بازار برق است. برای ایجاد انگیزه در سوداگران جهت حضور در بازار برق، مدلی معرفی می‌شود که سوداگران با استفاده از این مدل بتوانند به راحتی در خصوص خرید یا فروش سهام خود در بازار برق تصمیم‌گیری کنند. در این ارتباط در [۸] پیش‌بینی قیمت طلا با یادگیری ماشینی انجام شده است. در [۹-۱۱] قیمت نفت به وسیله شبکه‌های عصبی پیش‌بینی شده است. در [۱۲] قیمت لحظه‌ای گاز طبیعی پیش‌بینی شده است که از مدل شبکه عصبی خودرگرسیون برای پیش‌بینی استفاده کرده است. مراجع [۱۳,۱۴] به موضوع ارزهای دیجیتال پرداخته‌اند و پیش‌بینی قیمت بیت کوین را با شبکه‌های عصبی انجام داده‌اند. در مراجع [۱۵-۲۱] به پیش‌بینی در بازار سهام پرداخته شده است. در این مراجع نیز از شبکه‌های عصبی و روش‌های هوشمند دیگر استفاده شده است. روش مورد استفاده در این مرجع درخت تصمیم که یکی از روش‌های یادگیری ماشینی است می‌باشد. با توجه به تحقیقات انجام شده در خصوص بازارهای آتی مختلف و همچنین خلا حضور سوداگران در بازار انرژی الکتریکی در این مقاله مدلی معرفی می شود که مشارکت در بازار تنها به شرکت کنندگانی که برق را تولید یا مصرف می کنند، محدود نشده، بلکه گروه‌هایی که نمی‌توانند تحویل فیزیکی کالا را داشته باشند نیز به منظور کسب درآمد و سوداگری اجازه حضور در این بازار را خواهند داشت. در این مدل، مسئله اصلی پیش‌بینی قیمت برای تصمیم گیری خرید و فروش سهام سوداگران در بازار آتی انرژی الکتریکی است. روش مورد استفاده برای پیش‌بینی قیمت برق، روش درخت تصمیم است، همچنین سود سوداگر توسط الگوریتم ژنتیک بهینه‌سازی می‌شود.

در ادامه مقاله در بخش ۲ طرح مسئله ارائه می‌گردد. بخش ۳ به ارائه روش مورد استفاده می‌پردازد. در بخش ۴ محاسبات عددی و تحلیل نتایج بررسی می‌شوند و بخش ۵ نیز به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات می پردازد.

## ۲- طرح مسئله

### ۲-۱- تابع هدف

هدف این مسئله بیشینه کردن سود سوداگر در طی مدت سرمایه‌گذاری در بازار برق می باشد. مدت سرمایه‌گذاری یک ماهه فرض شده است.

$$\text{objevtive function}=\max \quad \text{profit} \qquad (۱)$$

$$\text{profit}=\sum_{i=1}^{n}\left(\text{Close(i)-Open(i)}\right) \qquad (۲)$$

در این روابط profit سود سرمایه‌گذار است، n تعداد روزهای سرمایه‌گذاری، Close قیمت بسته شدن و Open قیمت باز شدن می‌باشد. پارامتر اصلی تابع هدف، سود سوداگر است که این مقدار باید در فرآیند بهینه‌سازی، بیشینه شود. بیشینه‌سازی سود سوداگر به وسیله تصمیم‌گیری خرید یا فروش سهام برق در بازار برق اتفاق می افتد. لازم به ذکر است که این بازار نیز همانند بازار فارکس دو طرفه بوده و سوداگر می‌تواند با پیش بینی صحیح روند بازار با خرید یا فروش سهام به سود برسد. همچنین فرض بر این است که سوداگر سبد سهام نداشته و تمام سرمایه خود را در انرژی الکتریکی سرمایه‌گذاری می‌کند. تصمیم‌گیری در خصوص خرید یا فروش سهام، به وسیله خروجی الگوریتم درخت تصمیم تعیین می‌گردد. الگوریتم درخت تصمیم با در اختیار داشتن یک مجموعه داده برچسب‌گذاری شده، سیگنال خرید یا فروش را به سوداگر اعلام می‌کند. مجموعه داده‌ای که در اختیار الگوریتم درخت تصمیم قرار می‌گیرد، دارای ۱۲ ویژگی می‌باشد که این ویژگی‌ها مربوط به یک روز می‌باشند. همچنین فرآیند برچسب‌گذاری بر روی داده‌ها توسط کارشناس انجام می‌شود. در واقع برچسب‌گذاری داده به نوعی طبقه‌بندی و کلاس‌بندی اطلاعات می‌باشد. لازم به ذکر است که سه کلاس شامل خرید، فروش و نگه‌داشتن در این مسئله تعریف می‌شود. نقش الگوریتم ژنتیک در انتخاب ۴ ویژگی از ۱۲ ویژگی نمایان می‌شود. همچنین پارامتر بهینه‌سازی در الگوریتم ژنتیک سود سوداگر است. در ادامه به توضیح ویژگی‌های موجود در مجموعه داده‌ها پرداخته می‌شود.

### ۲-۲- متغیرهای مسئله

متغیرهای مسئله در واقع ویژگی‌های هر داده می‌باشند. با توجه به اینکه پیش‌بینی روزانه انجام می‌شود هر داده مربوط به یک روز از تاریخ می‌باشد. هر داده شامل ۱۲ ویژگی می‌باشد، ۵ ویژگی مربوط به اطلاعات قیمت آن روز شامل قیمت بسته شدن و باز شدن، بالاترین و پایین‌ترین قیمت و حجم معاملات می‌باشد که در اختیارمان قرار دارند. دیگر ویژگی‌ها اندیکاتورها هستند که از اطلاعات قیمت استخراج می‌شوند [۲۲].

[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020

### ۲-۲-۱- میانگین متحرک

این اندیکاتور از اطلاعات قیمت استفاده می‌کند و بر اساس دوره زمانی تعریف شده، میانگینی از قیمت‌های گذشته را محاسبه می‌کند و آن را بر روی نمودار قیمت نشان می‌دهد. در این تحقیق از سه دوره زمانی برای این اندیکاتور استفاده می‌کنیم که این سه دوره ۵، ۱۰ و ۲۱ است. فرمول آن به صورت زیر است. n دوره زمانی تعریف شده و متغیرهای دیگر فرمول مربوط به بالاترین و پایین‌ترین قیمت در آن روز می باشد.

$$\text{Moving Average}(n)=\frac{\text{n Day High+n Day Low}}{2} \qquad (۳)$$

به طوریکه n Days High و n Days Low به ترتیب حداکثر و حداقل قیمت n روز گذشته می‌باشند.

### ۲-۲-۲- شاخص قدرت نسبی

اندیکاتور شاخص قدرت نسبی جهت بررسی گرایش بازار و قدرت حرکت آن می‌باشد. این اندیکاتور نیز از دوره زمانی خاصی استفاده می‌کند. دوره زمانی مورد استفاده ۱۴ می باشد.

$$RSI=100-\frac{100}{1+RS} \qquad (۴)$$

RS نسبت متوسط هموار سود در n دوره گذشته تقسیم بر قدر مطلق متوسط ضرر در n دوره گذشته است.

### ۲-۲-۳- میانگین متحرک همگرا واگرا

این اندیکاتور شامل دو میانگین متحرک نمایی به نام‌های خط مکدی (MACD) و خط سیگنال می‌باشد. در این تحقیق از خط مکدی استفاده می‌شود. که هیجانات بازار را نشان می‌دهد. خط مکدی میانگین قیمت n دوره گذشته می‌باشد. مقدار n به صورت پیش‌فرض ۱۴ در نظر گرفته شده است.

$$MACD=\text{sum(price(Close).n)}/_{n} \qquad (۵)$$

در رابطه میانگین متحرک همگرا واگرا میانگین قیمت بسته شدن n دوره گذشته محسابه می‌شود.

### ۲-۲-۴- فیلتر قیمت

در این تحقیق یک فیلتر برای خرید یا فروش در نظر می‌گیریم، که برای تصمیم‌گیری خرید یا فروش سهام برق، باید سیگنال از این فیلتر عبور کند [۲۳].

$$\text{Daily Pivot Price}=\frac{\text{High+Low+Close}}{3} \qquad (۶)$$

$$\text{Second Number}=\frac{\text{High+Low}}{2} \qquad (۷)$$

$$\text{Daily Pivot Diff}=\text{absolute(Daily Pivot Price-Second Number)} \qquad (۸)$$

$$\text{Up Limit}=\text{Daily Pivot Price}+\text{Daily Pivot Diff} \qquad (۹)$$

$$\text{Down Limit}=\text{Daily Pivot Price}-\text{Daily Pivot Diff} \qquad (۱۰)$$

در این فرمول‌ها ابتدا از اطلاعات قیمت شامل High، Low و Close دو متغیر Daily Pivot Price و Second Number بدست می‌آیند. سپس از تفاضل این دو Daily Pivot Diff بدست می‌آید. در نهایت طبق فرمول‌های (۹) و (۱۰) یک حد بالا Up Limit و یک حد پایین Down Limit بدست می‌آید. این حدود به صورت یک خط مستقیم می‌باشند که محدوده خرید و فروش را مشخص می‌کنند. بالای این فیلتر محدوده خرید و پایین آن محدوده فروش است.

بنابراین، با توجه به ده فرمول ذکر شده، داده‌های برچسب‌گذاری شده شامل اطلاعات جدول (۱) است.

جدول (۱): ویژگی‌های داده‌های قیمت

| Number | Feature |
|---|---|
| 1 | Open |
| 2 | High |
| 3 | Low |
| 4 | Close |
| 5 | Volume |
| 6 | MA5 |
| 7 | MA10 |
| 8 | MA21 |
| 9 | RSI |
| 10 | MACD |
| 11 | Up |
| 12 | Down |

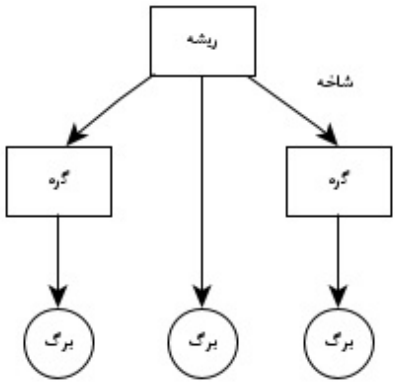
## ۳- الگوریتم روش پیشنهادی

در این تحقیق از روش درخت تصمیم برای پیش‌بینی قیمت برق روزانه استفاده می‌شود. روش درخت تصمیم الگوی سلسله مراتبی برای رسیدن به هدف خاصی را دنبال می‌کند. شکل (۱) یک الگوی درخت تصمیم را نشان می‌دهد.

همان طور که از شکل (۱) پیداست هر گره به صورت یک آزمایش در نظر گرفته می‌شود. از طرفی هر شاخه نیز بیانگر نتایج حاصل از این آزمایش است. به این ترتیب برگ های هر شاخه نیز شامل شماره برچسب کلاس‌بندی است. لازم به ذکر است در این مسئله سه کلاس خرید، فروش و نگه‌داشتن تعریف می‌شود. بدین ترتیب مسیری که از ریشه به برگ طی می‌شود بیانگر قوانین طبقه‌بندی است.



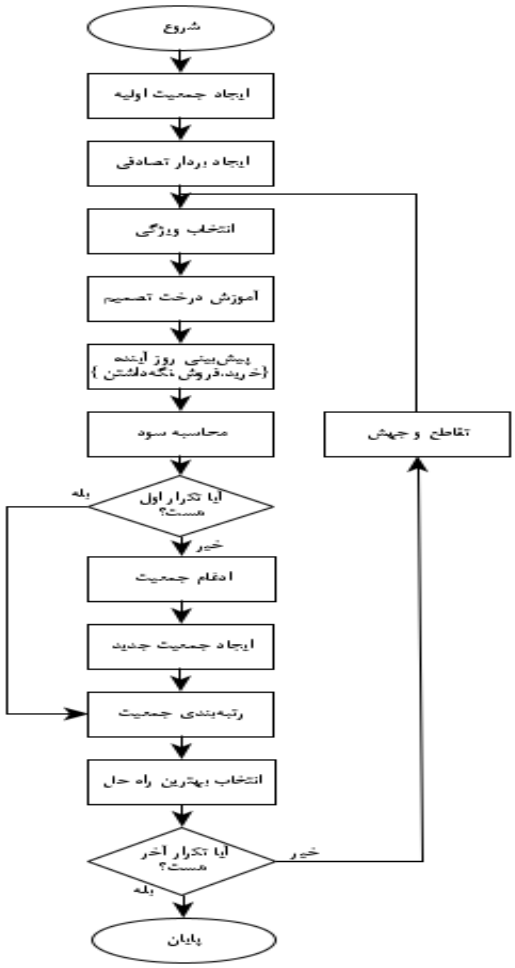
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020




شکل (۱): درخت تصمیم

در مسئله پیش‌بینی قیمت برق، گره‌ها و شاخه‌ها، قواعد و قوانین برای تصمیم‌گیری هستند و برگ‌های درخت کلاس‌های خرید، فروش و نگه‌داشتن می‌باشند. لازم به ذکر است که قواعد و قوانین از طریق کشف روابط پنهان و الگوسازی از ویژگی‌های داده‌ها توسط الگوریتم ساخته می‌شوند. حال برای پیش‌بینی قیمت برق روز آینده الگوریتم درخت تصمیم را با داده‌های گذشته آموزش می‌دهیم. این آموزش به وسیله داده‌های برچسب‌گذاری شده با ۱۲ ویژگی انجام می‌شود. همچنین از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب ۴ ویژگی برتر از بین ۱۲ ویژگی مفروض جهت بهینه‌سازی سود سوداگران استفاده می‌شود. مراحل الگوریتم ژنتیک به این ترتیب است که ابتدا مجموعه‌ای از جواب‌های تصادفی ایجاد می‌شود. سپس این جواب‌ها را مقایسه و رتبه بندی می‌کند و در نهایت بهترین جواب را از میان آنها انتخاب می‌کند. از ترکیب جواب‌های جدید بدست آمده‌ی حاصل از وراثت و جهش با جواب‌های قدیمی مجدداً مقایسه انجام شده و بهترین جواب انتخاب می‌شود. حال با ادغام روش درخت تصمیم و الگوریتم ژنتیک به پیش‌بینی قیمت برق می‌پردازیم فلوچارت کلی در شکل (۲) نشان داده شده است.

با توجه به شکل (۲) روند پیش‌بینی و نیز بیشینه‌سازی سود سوداگر به این ترتیب است که ابتدا جمعیت اولیه توسط الگوریتم ژنتیک به وجود می‌آید سپس بردار تصادفی برای انتخاب ۴ ویژگی برای هر عضو از جمعیت ساخته می‌شود. در ادامه با توجه به بردار تصادفی ۴ ویژگی از ۱۲ ویژگی برای آموزش درخت تصمیم انتخاب می‌شود. پس از آموزش درخت تصمیم، تابع پیش‌بین، پیش‌بینی برای روز آینده را انجام می‌دهد. خروجی این تابع یکی از سیگنال‌های خرید، فروش و نگه‌داشتن است. بر اساس همین پیش‌بینی سود سوداگر با توجه به قیمت خرید و فروش محاسبه می‌شود. بعد از محاسبه سود، جمعیت اولیه براساس بهترین نسل که در واقع بهترین جواب و بیشترین سود را در خود دارد رتبه‌بندی می‌شوند و بهترین جواب نیز برگزیده خواهد شد. در ادامه الگوریتم، تقاطع و جهش را روی جمعیت اولیه اعمال می‌کنیم و سپس از مرحله انتخاب ویژگی الگوریتم را از سر می‌گیریم. در تکرار دوم به بعد مرحله ادغام جمعیت‌های اولیه ، فرزندان و جهش‌یافتگان انجام می‌شود و جمعیت جدید ساخته می‌شود. حال دوباره این جمعیت جدید رتبه‌بندی می‌شود و بهترین پاسخ از آن استخراج می‌شود. در صورتی که به تعداد تکرارهای مطلوب رسیده باشیم الگوریتم به پایان می‌رسد. بدین ترتیب سود بیشینه سوداگر به وسیله این الگوریتم به دست می‌آید.



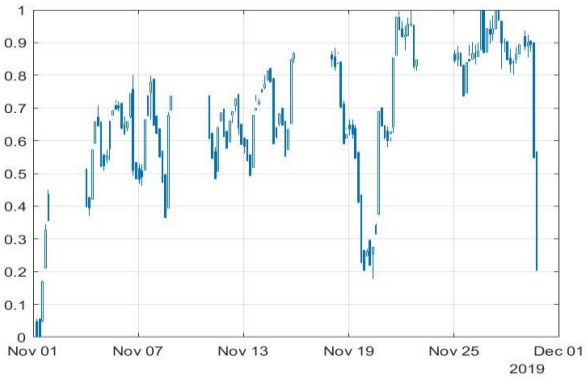

شکل (۲): فلوچارت کلی روش پیشنهادی

## ۴- محاسبات عددی و تحلیل نتایج

پیش‌بینی قیمت روزانه بر روی داده‌های بازار بورس نیویورک انجام می‌شود[۲۴]. این داده‌ها شامل قیمت باز و بسته شدن، بالاترین و پایین‌ترین قیمت و حجم معاملات می‌باشد. به عنوان نمونه، نمودار نرمالیزه شده قیمت برق در ماه نوامبر ۲۰۱۹ در شکل (۳) نشان داده شده است. این نمودار بر اساس حداکثر قیمت پولی است



[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]



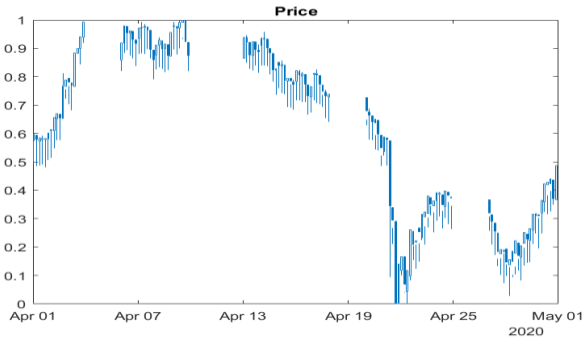

شکل (۳): نمودار شمعی قیمت در ماه نوامبر ۲۰۱۹

برای راستی آزمایی الگوریتم پشنهادی، پیش بینی قیمت برق برای یک دوره یک ساله انجام می‌شود و سود به دست آمده برای ماه‌های مختلف سال محاسبه می‌شود. جدول (۲) سود به دست آمده از ماه نوامبر ۲۰۱۹ تا اکتبر ۲۰۲۰ با استفاده از این سیستم را نشان می‌دهد.

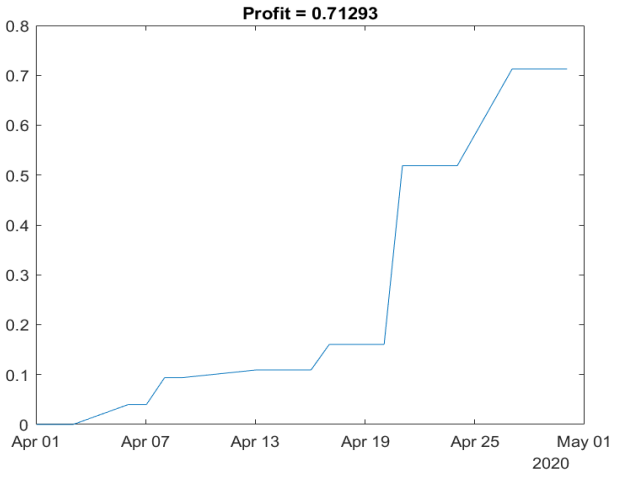
جدول (۲): سود به دست آمده بر اساس ماه‌های مختلف

| Month | Profit(%) |
|---|---|
| Nov 2019 | 4.64 |
| Dec 2019 | 6.95 |
| Jan 2020 | 14.17 |
| Feb 2020 | 8.32 |
| Mar 2020 | 46.62 |
| Apr 2020 | 71.29 |
| May 2020 | 53.24 |
| Jun 2020 | 15.17 |
| Jul 2020 | 7.05 |
| Aug 2020 | 4.12 |
| Sep 2020 | 10.09 |
| Oct 2020 | 14.96 |

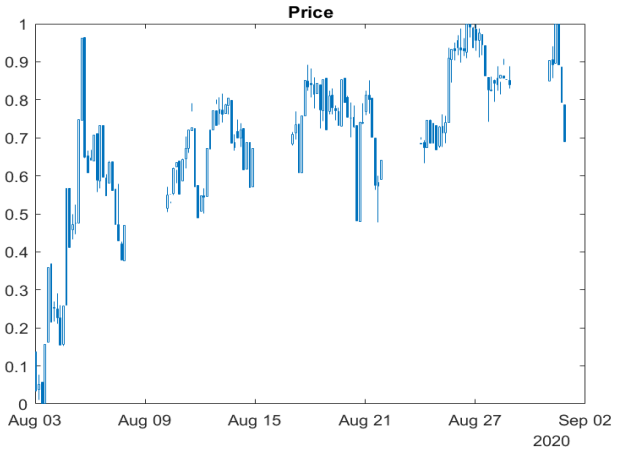
سود سوداگر در بازار برق با در نظر گرفتن نتایج جدول (۲) با توجه به میزان سرمایه‌گذاری دراین بازار محاسبه می‌شود. با نگاهی به جدول (۲) مشاهده می‌شود که بیشترین سودهای به دست آمده مربوط به آوریل ۲۰۲۰ و می ۲۰۲۰ است همچنین کمترین سود برای نوامبر ۲۰۱۹ و آگوست ۲۰۲۰ است. با دقت در نمودار قیمت‌های ماه‌ها مشاهده می‌شود که پیش‌بینی قیمت زمانی که حرکت قیمت رونددار باشد بهتر انجام می‌شود و سود بیشتری نصیب سوداگر می‌گردد، اما زمانی که قیمت در محدوده‌ای در حال نوسان باشد با توجه به ریسک سرمایه‌گذاری بالا سود کمتری برای سوداگر به دست می‌آید. شکل‌های (۴) و (۵) به ترتیب نمودار قیمت و سود برای ماه آپریل ۲۰۲۰ را نشان می‌دهند. همچنین شکل‌های (۶) و (۷) به ترتیب نمودار قیمت و سود برای ماه آگوست ۲۰۲۰ را نشان می‌دهند.




شکل (۴): نمودار قیمت آپریل ۲۰۲۰



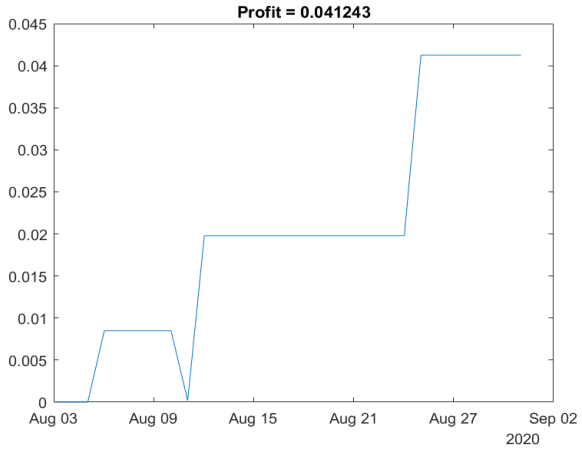

شکل (۵): نمودار سود آپریل ۲۰۲۰




شکل (۶): نمودار قیمت آگوست ۲۰۲۰



[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]




شکل (۷): نمودار سود آگوست ۲۰۲۰

خروجی پیش‌بینی قیمت برق سه سیگنال خرید، فروش، نگه‌داشتن است که در هنگام خرید، اگر قیمت رشد کند سوداگر سود خواهد کرد و در هنگام فروش نیز برای سود سوداگر قیمت باید نزولی شود. اگر این اتفاقات برعکس بیفتد قطعا سوداگر با ضرر مواجه خواهد شد. نکته‌ای که در همه‌ی ماه هایی که در شکل‌های (۴) و (۵) و نیز در بقیه ماه ها وجود دارد این است که سوداگر هیچ گاه حتی در ماه‌هایی که سود کمتری می‌کند وارد مرحله ضرر نمی‌شود. در آخر می توان نتیجه گرفت که سوداگر در صورت حضور در بازار برق سودی بین ۴/۱۲ الی ۷۱/۲۹ درصد را به دست می‌آورد و هیچ گاه وارد مرحله ضرر نمی‌شود، که این مسئله انگیزه حضور در بازار برق را در سوداگران تقویت می‌کند.

## ۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مقاله پیش‌بینی قیمت برق به صورت روزانه انجام شد. روش مورد استفاده برای پیش‌بینی قیمت، الگوریتم درخت تصمیم بود و بهینه‌سازی سود سوداگر نیز توسط الگوریتم ژنتیک انجام گردید. پیش بینی بر روی داده‌های بازار برق آمریکا آزموده شد و نتایج زیر بدست آمد:

۱- سود به دست آمده برای ماه‌های مختلف ثابت نبوده و به حرکت و روند قیمت بستگی دارد.

۲- در ماه‌هایی که قیمت در روند باشد سود حاصل از پیش‌بینی بیشتر است.

۳- زمانی که قیمت در محدوده‌ای در حرکت باشد سود قابل برداشت کمتر می‌شود.

۴- با استفاده از این سیستم پیش‌بینی سوداگر هیچ گاه، حتی در زمانی که قیمت در محدوده‌ای در حال نوسان باشد وارد مرحله ضرر نمی‌شود.

در ادامه برای کارهای آتی، موارد زیر پیشنهاد می‌شوند:

۱-تغییر نوع شبکه عصبی

۲-استفاده از الگوریتم‌های هوشمند دیگری نظیر بهینه‌سازی ازدحام ذرات به جای الگوریتم ژنتیک

۳- پیش‌بینی ساعتی و کوتاه‌مدت به جای پیش‌بینی روزانه

## مراجع:


[1] Fei Wang, Kangping Li, Lidong Zhou, Hui Ren, Javier Contreras, Miadreza Shafie-khah, João P.S. Catalão,*" Daily pattern prediction based classification modeling approach for dayahead electricity price forecasting"*, Electrical Power and Systems, pp.529-540, Aug.2018

[2] Rahul Kumar Agrawal, Frankle Muchahary, Madan Mohan Tripath, *"Ensemble of relevance vector machines and boosted trees for electricity price forecasting"*, Applied Energy, pp.540-548, May.2019

[3] Guzmán Díaz, José Coto, Javier Gómez-Aleixandre, *"Prediction and explanation of the formation of the Spanish day-ahead electricity price through machine learning regression"*, Applied Energy, pp.610-625, Jan.2019

[4] Ashkan Yousefi, Omid Ameri Sianaki, Dean Sharafi, *" Long-Term Electricity Price Forecast Using Machine Learning Techniques"*, IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Asia, pp.2909-2913, 2019

[5] João Nascimento, Tiago Pinto, Zita Vale, *" Day-ahead electricity market price forecasting using artificial neural network with spearman data correlation"*, IEEE Milan Power Tech, pp.978-982, 2019

[6] Ana Radovanovic, Tommaso Nesti, Bokan Chen, *"A Holistic Approach to Forecasting Wholesale Energy Market Prices"*, IEEE Transactions on Power Systems, pp.1-14, 2019

[7] Catherine McHugh, Sonya Coleman, Dermot Kerr, Daniel McGlynn, *" Forecasting Day-ahead Electricity Prices with A SARIMAX Model"*, IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), pp.1523-1529, Dec.2019

[8] Wedad Ahmed Al-Dhuraibi, Jauhar Ali, *" Using Classification Techniques to Predict Gold Price Movement"*, International Conference on Computer and Technology Applications, pp.127-130, 2018

[9] Xueheng Qiu and P. N. Suganthan, Gehan A. J. Amaratunga, *" Ensemble Incremental Random Vector Functional Link Network for Short-term Crude Oil Price Forecasting"*, IEEE Symposium Series on Computational Intelligence SSCI, pp.1758-1763, 2018

[10] NUR FAZLIANA RAHIM, MAHMOD OTHMAN, RAJALINGAM SOKKALINGAM, EVIZAL ABDUL KADIR, *"Forecasting Crude Palm Oil Prices Using Fuzzy Rule-Based Time Series Method"*, IEEE ACCESS, pp.32216-32224, Jun 2018

[11] Y. Jeevan Nagendra Kumar, Partapu Preetham, P. Kiran Varma, P. Rohith, P. Dilip Kumar, *"Crude Oil*




[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]

*Price Prediction Using Deep Learning"* , International Conference on Inventive Research in Computing Applications, pp.118-123, 2020

[12] Atiq W. Siddiqui, Imam Abdulrahman Bin Faisal , *"Predicting Natural Gas Spot Prices Using Artificial Neural Network"*, IEEE Xplore, pp.1-6, 2019

[13] Yan Li, Wei Dai, *"Bitcoin price forecasting method based on CNN-LSTM hybrid neural network model "*, The Institution of Engineering and Technolgy, pp.344-347, Nov 2019

[14] Rahmat Albariqi, Edi Winarko, *"Prediction of Bitcoin Price Change using Neural Networks"*, International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA), pp.1-4, 2020

[15] Kaustubh Khare, Omkar Darekar, Prafull Gupta, Dr. V. Z. Attar, *"Short Term Stock Price Prediction Using Deep Learning"*, IEEE International Conference On Recent Trends in Electronics Information & Communication Technology (RTEICT), pp.482-486, May 2017

[16] Sahaj Singh Maini, Govinda.K, *"Stock Market Prediction using Data Mining Techniques"*, Proceedings of the International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), pp.654-661, 2017

[17] SONDO KIM, SEUNGMO KU, WOOJIN CHANG1, JAE WOOK SONG, *"Predicting the direction of US stock prices using effective transfer entropy and machine learning techniques"*, IEEE ACCESS, pp.1-24, 2018

[18] Srinath Ravikumar, Prasad Saraf, *"Prediction of Stock Prices using Machine Learning (Regression,Classification) Algorithms"*, International Conference for Emerging Technology (INCET), pp.1-5, 2020

[19] Sayavong Lounnapha, Wu Zhongdong, Chalita Sookasame, *"Research on Stock Price Prediction Method Based on Convolutional Neural Network"*, International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS), pp.173-176, 2019

[20] Thaloengpattarakoon Sanboon, Kamol Keatruangkamala, *"A Deep Learning Model for Predicting Buy and Sell Recommendations in Stock Exchange of Thailand using Long Short-Term Memory"*, IEEE International Conference on Computer and Communication Systems, pp.757-760, 2019

[21] Nima Gozalpour, Mohammad Teshnehlab, *"Forecasting Stock Market Price Using Deep Neural Networks"* , Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems (CFIS), pp.1-4, 2019

[22] John J. Murphy, *" Technical Analysis of the Financial Market"*, 1999.

[23] Mark Fisher, *"The Logical trader"*, John Wiley & Sons, Chap. 2, 2002.

[24] nymex (cmegroup.com)

## رزومه



**محمد قاسمی** در تهران متولد شده است(۱۳۷۳). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- کنترل از دانشگاه آزاد اسلامشهر(۱۳۹۵) سپری کرده است. فعالیت های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه بازار برق و منابع تولید پراکنده در سیستم های قدرت است و در حال حاضر دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق-قدرت در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر می‌باشد.



**حسین هارون‌آبادی** در تهران متولد شده است. تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد تهران جنوب (۱۳۷۸)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد تهران جنوب (۱۳۸۰) و دکتری مهندسی برق- قدرت از دانشگاه علوم تحقیقات (۱۳۸۷) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه بازار برق، قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت و محاسبات هوشمند در سیستم‌های قدرت است و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر می باشد.



**ابراهیم خرم** در بندرلنگه متولد شده است. تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت در دانشگاه شیراز (۱۳۸۲)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت در دانشگاه تربیت مدرس (۱۳۸۴) و دکتری مهندسی برق- قدرت در دانشگاه تربیت مدرس (۱۳۹۲) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه‌های مرتبط با بازار برق، توسعه تولید و دینامیک سیستم‌های قدرت است و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر می‌باشد.

[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020

# Buy and Sell Decision Making of Speculators in the Electricity Market using Machine Learning

**Mohamad Ghasemi[1], Hosein Haroonabadi[2*], Ebrahim Khorram[3]**

1-student, Department of Electrical Engineering, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran, mohamad.ghasemiy@yahoo.com
*2- Assistant Professor - Department of Electrical Engineering, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran, haroonabadi@iiau.ac.ir
3- Assistant Professor - Department of Electrical Engineering, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran, ebrahim.khorram@iiau.ac.ir

[ DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.3.6.8 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.3 Autumn 2020
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14 ]

**Abstract**: **Electricity price forecasting is done by an independent system operator with the aim of maximizing the profits of electric companies or reducing the cost of electricity to customers, as well as ensuring market stability. Previously, in the electricity markets, market participants were often players that, in addition to buying and selling goods, were also responsible for their physical delivery. This paper introduces a model in which market participation is not limited to companies that generate or consume electricity, but also includes traders (speculators) who cannot physically taking it. Creating a new role in the electricity market and increasing market participants will make the electricity market more competitive, and this will lead to better prices for consumers. Since electricity price forecasting plays a key role in attracting people's capital in this market, this article deals with daily electricity price forecasting using the decision tree method, which is one of the machine learning methods. The process of optimizing the trader's profit is also performed by a genetic algorithm. Case study is simulated in MATLAB and by predicting the price of electricity using the algorithm, the trader's profit is obtained during the investment period and shows the efficiency of this proposed method.**

**Keywords**: **Electricity market, Machine Learning, Price, Speculator.**