*Publisher: Shahid Beheshti University*
*Journal of Financial Management Perspective*
**2023, Vol. 13, No.43**
PP: 51-78
DOI: 10.48308/jfmp.2024.104193
P-ISSN: 2645-4637
E-ISSN: 2645-4645
**Copyright:** © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by /4.0/)

# Designing a Rule-Based Algorithm to Identify Bull and Bear Markets Regimes

**Seyed Jalal Tabatabaei***

Research Paper

## Abstract

To develop the financial literature related to the identification of financial market regimes, the present research proposes a new rule-based method for selecting turning points in business cycles, which eliminates subjectivity in the process of classifying market regimes. The proposed algorithm has a heuristic approach. No conditions are imposed to determine the duration of the regimes or the amplitude of their returns. Also, for the comparison between the proposed algorithm and the algorithms of Pagan, Lunde, White's bootstrap test has been used in various assets, including the Tehran Stock Exchange index, copper and gold metals, and oil commodities, and the Sharpe ratio has been used as a performance measure in out-of-sample data. The results show that the proposed algorithm has better or equal performance with other identification methods in identifying out-of-sample regimes, especially in time series that are different from capital market index data. The obtained results show the success of the proposed algorithm compared to other algorithms. The straightforward structure of the proposed algorithm avoids the potential fluctuations that occur in parameter optimization by providing a specific method and is useful and practical in identifying different regimes in various sets of time series without changing the parameters.

**Keywords: Financial Market, Market Regimes, Financial Cycle, Bull Market, Bear Market, Rule-Based Algorithm.**

Received: 2023. June. 17, Accepted: 2023. December. 04.
* Assistant Prof. Department of Financial Management, Payamenoor University, Tehran, Iran (corresponding author). E-Mail: Tabatabaei@pnu.ac.ir

**ناشر: دانشگاه شهیدبهشتی**
**نشریه چشم‌انداز مدیریت مالی**
۱۴۰۲، دوره ۱۳، شماره ۴۳
ص‌ص. ۵۱- ۷۸

شاپای چاپی: ۴۶۳۷- ۲۶۴۵
شاپای الکترونیکی: ۴۶۴۵- ۲۶۴۵

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

# ارائه الگوریتم قاعده محور برای شناسایی رژیم‌ها در بازارهای افتان‌وخیزان

مقاله پژوهشی

**سیدجلال طباطبائی** *

## چکیده

پژوهش حاضر ضمن توسعه ادبیات مالی مرتبط با شناسایی رژیم‌های بازارها مالی، شیوه قاعده محور جدیدی را برای انتخاب نقاط تغییر در چرخه‌های کسب‌وکار پیشنهاد می‌کند که در آن ذهنیت‌گرایی را در فرآیند طبقه‌بندی رژیم‌های بازار حذف می‌کند. الگوریتم پیشنهادشده از یک رویکرد اکتشافی برخوردار بوده و هیچ شرطی برای تعیین دوره رژیم‌ها یا دامنه بازدهی آن‌ها اعمال نمی‌شود. همچنین برای مقایسه بین الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم‌های پاگان، لیونه از آزمون بوت استرپ وایت در دارایی‌های مختلف شامل شاخص بورس اوراق بهادار تهران، فلزات مس و طلا و کالای نفت از نسبت شارپ به‌عنوان اندازه‌گیری عملکرد در داده‌های برون‌نمونه‌ای استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد الگوریتم پیشنهادی در شناسایی رژیم‌های برون‌نمونه‌ای به‌خصوص در سری‌های زمانی که متفاوت از داده‌های شاخص بازار سرمایه باشد، عملکردی بهتر یا مساوی با سایر روش‌های شناسایی دارد. نتایج به‌دست‌آمده توفیق الگوریتم پیشنهادی را نسبت به سایر الگوریتم‌ها نشان می‌دهد. ساختار صرفه‌جو الگوریتم پیشنهادی با ارائه روشی مشخص از نوسان‌های بالقوه‌ای که در بهینه‌سازی پارامتر ایجاد می‌شود اجتناب کرده و در شناسایی رژیم‌های متفاوت در مجموعه‌های گوناگونی ازسری‌های زمانی بدون تغییر در پارامترها مفید و کاربردی است.

**کلیدواژه‌ها: بازارهای مالی، رژیم‌های بازار، بازار خیزان، بازار افتان، الگوریتم قاعده محور.**

---

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۱۳ .

* استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
E-Mail: Tabatabaei@pnu.ac.ir

## ۱. مقدمه

بازارهای خیزان و افتان[1]اصطلاحات سنتی افزایش و کاهش قیمت‌ها برای دوره‌های متناوب هستند. دسته‌بندی سری‌های قیمت به دوره‌های خیزان و افتان در ادبیات مالی کاربردهای نظری و عملی متعددی دارد. مهم‌ترین ویژگی اساسی، استفاده در تعیین بازدهی رژیم‌های متعدد بازارهای مالی، بهبود کیفیت مدل‌های مرتبط با بازدهی و تلاطم است. این ویژگی به بررسی متغیرهای مالی کلیدی مانند بازده اضافی یا ریسک سیستماتیک و قیمت‌گذاری دارایی‌ها کمک کرده که می‌توان به مطالعات کلاسیک فبوزی و فرانسیس[2](۱۹۷۷) و ترنر و سایرین[3](۱۹۸۹) و مطالعات مؤخر دیبولد و اینو[4](۲۰۰۱) و ماهو سایرین[5](۲۰۱۲) اشاره کرد [۱۱، ۱۳، ۲۵]. تخمین ویژگی‌های مرتبط با هر رژیم بازار به سیاست‌گذاران در جنبه‌های مختلف حوزه سیاست‌گذاری اقتصادی شامل ثبات مالی، ریسک سیستمی و سیاست پولی کمک می‌کند. شناسایی زودهنگام تغییرات رژیم با به‌کارگیری متغیرهای مالی به‌عنوان نشانگرهای اقتصادی، در پیش‌بینی رکود و بحران‌های مالی مورد استفاده قرارگرفته است. تعیین تفاوت‌ها در تغییرات قیمتی در رژیم‌های خیزان و افتان چنانچه با سرعت و دقت شناسایی شوند می‌تواند به سرمایه‌گذاران در زمان‌بندی تصمیمات سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک کمک کند. مهم‌ترین مطالعات در این حوزه توسط پاگان و سوسینوف[6](۲۰۰۳)، گیودولین و تیمرمن[7](۲۰۰۵)، گونادو سایرین[8](۲۰۱۰) و ماهو سایرین (۲۰۱۲) انجام‌شده است [۱۰، ۳۲، ۲۶]. تاکنون تعریف دقیقی از اصطلاح بازار خیزان و بازار افتان وجود ندارد. ازاین‌رو موضوعات گسترده‌ای در بحث شناسایی رژیم‌های مختلف بیان‌شده است. بعضی از روش‌ها بر تعیین میزان مدت افزایش قیمت دارایی و کاهش آن تمرکز داشته و برخی دیگر بر دامنه تغییرات قیمتی توجه داشته است. همچنین ویژگی‌های پویای بازدهی‌ها مورد بررسی قرارگرفته است. پژوهش حاضر روشی برای کاهش پراکندگی موضوعی مذکور با معرفی جدیدی از طبقه‌بندی رژیم‌های بازار معرفی کرده است. در این شیوه تنها از یک پارامتر مشخص استفاده‌شده است. همچنین برتری روش مذکور بر سایر روش‌ها در طبقات مختلف دارایی‌ها (شاخص سهام، شاخص‌های کالایی) از جنبه آماری ارائه شده است. در پژوهش حاضر ادبیات مالی مرتبط با شناسایی رژیم‌های بازارها مالی توسعه داده شده و شیوه قاعده محور جدیدی را پیشنهاد می‌کند که در آن ذهنیت‌گرایی[9]را در فرآیند طبقه‌بندی رژیم‌های بازار حذف می‌کند. الگوریتم پیشنهادشده از یک رویکرد اکتشافی برخوردار است. هیچ شرطی برای تعیین

---

1. Bull and Bear
2. Fabozzi and Francis
3. Turner et al
4. Diebold and Inoue
5. Maheu et al
6. Pagan and Sossounov
7. Guidolin & Timmermann
8. Gunado et al
9. Subjectivity

دوره رژیم‌ها یا دامنه بازدهی آن‌ها اعمال نمی‌شود. تنها یک پارامتر معین در فرآیند شناسایی دوره نگاری داده‌ها تعیین‌شده و نیاز به بهینه‌سازی ندارد. در پژوهش حاضر از شاخص بازار سرمایه ایران و همچنین قیمت کالاهای مهم برای مقایسه الگوریتم پیشنهادی با سایر الگوریتم‌ها استفاده‌شده است. الگوریتم حاضر برخلاف سایر الگوریتم‌های قاعده محور این توانمندی را دارد که با تعیین یک پارامتر برای شناسایی رژیم‌های درون نمونه‌ای[1] مورداستفاده قرار بگیرد. همچنین برای مقایسه بین الگوریتم‌ها از نسبت شارپ به‌عنوان اندازه‌گیری عملکرد در داده‌های برون‌نمونه‌ای[2] استفاده شده است. از ویژگی‌های الگوریتم حاضر آن است که هیچ‌گونه تغییراتی در میزان پارامتر الگوریتم در سری‌های زمانی مختلف موردنیاز نبوده و این ویژگی تحلیل دارایی‌های مختلف در بازارهای خیزان و افتان را امکان‌پذیر کرده و این رویکرد می‌تواند برای اقتصاددانان مالی در بررسی ارتباطات بین بازاری از جنبه جغرافیایی و دارایی‌های مختلف مفید واقع‌شده و همچنین برای مدیران سبدهای سرمایه‌گذاری در مطالعه همبستگی بلندمدت دارایی‌ها و تغییرات آن‌ها در شرایط مختلف بازارها مورداستفاده قرار گیرد. ساختار این پژوهش به این‌گونه خواهد بود که در ادامه، مبانی نظری و تجربی تشریح می‌شود. سپس روش‌شناسی پژوهش معرفی‌شده و تحلیل یافته‌ها انجام می‌شود و در پایان، بحث و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### پیشینه نظری پژوهش

عبارات خیزان و افتان و مشتقات آن متناوباً برای توصیف بازار استفاده می‌شود. زمانی که کل بازار مدنظر باشد، بیانگر فواصلی از زمان است که گستره قیمت‌ها افزایش یا کاهش می‌یابد [۷]. این فواصل با اوج‌ها و حضیض‌ها محصور شده و به‌صورت طبیعی دوره‌های مختلف را شکل می‌دهند. اگر از جنبه مشارکت‌کنندگان بازار به دوره‌های مذکور توجه شود، اصطلاح خیزان و افتان منعکس‌کننده تمایلات رفتاری است. یک سرمایه‌گذار بادید رونق انتظار دارد بازدهی‌ها از متوسط ارزش بیشتر باشد [33]. این انتظار به‌صورت بالقوه از سایر سرمایه‌گذاران تأثیر می‌پذیرد و بر آن‌ها نیز مؤثر هست [۳۷]. بازارهای خیزان درنتیجه احاطه فعالیت‌های معاملاتی این‌گونه سرمایه‌گذاران شکل می‌گیرد و ازاین‌رو برچسب خیزان و افتان مشخص‌کننده تمایلات حاکم بر بازار است، مفهومی که فرموله کردن آن مشکل است.

فرضیه بازارهای تطبیقی بیان می‌کند که بازارها نمو می‌کنند و فعالان بازار خود را با آن تطبیق می‌دهند. بر این مبنا بازارهای افتان می‌تواند یک انتخاب طبیعی باشد. لو[3](۲۰۰۴) بیان کرد که

---

[1]. In sample
[2]. Out sample
[3]. Lo

در زمان تغییر قرن اکثر مهم فعالان سرمایه‌گذار هیچ‌وقت بازار افتان را تجربه نکردند [۲۳23]. اگر پویایی بازارها با نمو همراه باشد، تبدیل دوره‌های خیزان و افتان بخشی از این تحول هستند.

کانال لغت‌شناسی گوگل[1] نشان داد عبارات خیزان و افتان برای حداقل سه قرن در کتب مختلف به کار گرفته‌شده است. در واژه‌نامه‌های مالی این اصطلاحات تعاریف قابل‌قبول رسمی ندارد. از جنبه تغییرات قیمتی آستانه‌های مختلف درصدی برای دوره‌های خیزان و افتان در نظر گرفته‌شده، همچنین چندین دوره حداقلی نیز برای آن‌ها تعریف شده است [۲۷]. بااین‌وجود وضعیت بازارها مورد توجه بسیاری از سرمایه‌گذاران و پژوهشگران بوده است. مطالعاتی مانند کامینسکی و شوماخر[2] (۲۰۰۳) اثر آزادسازی مالی، جنسن و تای[3] (۲۰۱۰) اثر تغییرات سیاست‌های پولی، کاندلون و سایرین[4](۲۰۰۸) و کلیسنس و سایرین[5](۲۰۱۰) هم‌زمانی بازارها در بین کشورهای مختلف، نتانتامیس و ژو[6](۲۰۱۵) ارتباط بین قیمت‌های کالا و سهم‌های کالا محور، البوکرک و سایرین[7](۲۰۱۵) ارتباط بین بازدهی و عوامل بنیادین رو در دوره‌های خیزان و افتان بررسی کردند [۲۰، ۱۹، ۳۹]

علی‌رغم پژوهش‌های متعدد در زمینه تحولات بازار در وضعیت‌های خیزان و افتان یک تعریف رسمی و مشخص برای تعیین وضعیت بازار حداقل در مورد روندهای اتفاق افتاده موردنیاز است. از طرف دیگر در زمینه چرخه‌های اقتصادی مطالعات متعددی انجام‌شده و اجماع قابل‌قبولی بر تعریف آن وجود دارد. در ایالات‌متحده تلاش‌های ابتدایی برای بیان ارتباط اندازه‌گیری خروجی‌های اقتصاد و زمان‌بندی چرخه‌ها توسط انجمن پژوهش اقتصاد ملی[8]انجام شده، این کار اثر قابل‌توجهی بر زمان‌بندی چرخه‌های مالی داشته است. کتاب تحلیل چرخه سری‌های زمانی توسط برای و باسکن[9](۱۹۷۱) روش‌هایی برای شناسایی دوره‌ها را در داده‌های اقتصادی نشان داده است [۴]. از نکات کلیدی، تقسیم چرخه‌ها به دوره‌های همانند است. اگرچه نویسندگان بیان کردند که الگوریتم واحد و مشخصی که به‌عنوان یک ابزار عینی مورد تأیید همه پژوهشگران منطقی باشد وجود ندارد.

با توجه به عدم توافق بر روی یک تعریف جامع، در تقسیم‌بندی مدل‌ها انعطاف لازم است. افزایش روند بازار در دامنه یا دوره می‌تواند سطح اجماع در طبقه‌بندی از مدل‌ها را افزایش دهد. روش‌شناسی‌هایی که از اجماع کافی برخوردار نباشند در معرض تجدیدنظر در آینده قرار

---

1. Google's Ngram
2. Kaminsky and Schmukler
3. Jansen and Tsai
4. Candelon et al
5. Claessens et al
6. Ntantamis and Zhou
7. Albuquerque et al
8. NBER
9. Bry and Boschan

می‌گیرند. بی‌قاعدگی‌هایی موجود در روش‌ها می‌تواند نتایج متفاوتی را در مطالعات مختلف داشته باشد. طبقه‌بندی‌هایی که بر اساس سری‌های زمانی تاریخی انجام‌شده برای اعتبار در پیش‌بینی‌های دوره‌های خیزان و افتان آتی مورد سؤال هستند [۴۲، ۸]. همان‌طور که در چرخه‌های کسب‌وکار الگوریتم‌های زمان‌بندی ساده، پایا، شفاف و تکرارشونده مورد توجه است [۱۸].

شناسایی این رژیم‌ها برای سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران با توجه به اثر آن‌ها بر قیمت‌گذاری دارایی‌ها به‌عنوان یک منبع مهم تغییرات زمانی صرف ریسک مهم است. مطالعات انجام‌شده برای شناسایی بازارهای خیزان و افتان از جنبه روش‌شناسی به روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می‌شود. در رویکرد پارامتریک روش شناسایی مبتنی برداده در نظر گرفته‌شده که اساساً به افزایش و کاهش قیمت در محدوده‌های کمی توجه داشته تا الگوریتم‌های شناسایی را ایجاد کند. بااین‌وجود این رویکرد توجه به ویژگی‌های موجود مشترک درکل نمونه داشته (مانند میانگین و انحراف معیار کل نمونه) و بازارهای افتان‌وخیزان به‌عنوان موارد فرین در مجموعه بازده‌ها شناسایی می‌شود [۱۳، ۲۱]. در رویکرد دوم که از محدودیت کمتری برخوردار است شناسایی رژیم‌های خیزان و افتان بر اساس طول دوره‌هایی که از نقاط اوج و حضیض فاصله چندانی ندارند انجام می‌شود؛ بنابراین بازارهای خیزان و افتان بر اساس ویژگی‌های حال بازار و نه بر اساس کل دوره نمونه، شناسایی می‌شوند.

## پیشینه تجربی پژوهش

### مروری بر روش‌های موجود

هر روش‌شناسی (M) برای شناسایی دوره‌های بازار در یک سری زمانی ناپیوسته طبق رابطه (۱) تعریف شود،

$$P = \left(t_i, p(t_i)\right) for\ i = 0, \dots, n$$ رابطه (۱)

می‌تواند به‌عنوان یک عملگر ($M(P,\theta)$) که مشخص‌کننده زیرمجموعه‌ای از P است، سری‌ها را به دوره‌های مشخصی بر اساس پارامتر $\theta$ تقسیم کند. زیر دوره‌های تقسیم‌شده به‌وسیله مجموعه از نقاط که نشان‌دهنده تغییر بین دوره‌هاست تعریف می‌شود. این باعث ایجاد ترتیب بخشی در طبقه‌بندی دوره‌ها بر اساس مجموعه‌هایی می‌شود که دارای شرط رابطه (۲) است.

$$M(P,\theta) \leq M(P,\theta^*) \leftrightarrow M(P,\theta) \subseteq M(P,\theta^*)$$ رابطه (۲)

این چارچوب برای مقایسه طبقات ایجادشده توسط پارامترهای مختلف و فرموله کردن رفتارهای آن‌ها کمک می‌کند. اگر روش‌شناسی مشخصی با ماهیت شناسایی دوره‌های خیزان یا

افتان ایجاد شود هرچقدر نقاط کمتری درروش‌شناسی مذکور مشخص شود انتظار می‌رود که فعالان بازار بر روند نشان داده‌شده بین نقاط توافق بیشتری داشته باشند. زمانی که فعالان بازار شرایط سخت‌گیرانه‌تری را برای شناسایی یک بازار خیزان نسبت به سایرین داشته باشند. اگر پارامترهای مربوط نیز مقایسه شوند یک روش شناسایی با رفتار معتبرتری می‌تواند تعیین شود به‌گونه‌ای که طبق رابطه (۳) خواهیم داشت.

$$\theta \leq \theta^* \leftrightarrow M(P, \theta^*) \leq M(P, \theta)$$ رابطه (۳)

در تعیین چرخه‌های خیزان و افتان از رویکرد اقتصاد سنتی که از سری داده‌های هموارشده ماهانه بدون روند بلندمدت استفاده می‌کند اجتناب می‌شود. روش‌شناسی داده‌های مورداستفاده برای داده‌های تاریخی نیازمند شناسایی نقاط تغییر اوج و حضیض است. این نقاط حداکثری، گزینه‌هایی برای شروع و پایان دوره‌ها در چرخه است. برای آنکه مشخص شود کدام‌یک از این نقاط در طبقه‌بندی نهایی باقی می‌ماند، باید قواعد بیشتری با توجه به طول دوره و میزان تغییرات تعریف شود.

در مطالعات انجام‌شده قواعد اصلی ذیل مطرح‌شده است:

۱. دوره‌های قابل‌شناسایی به‌صورت افتان‌وخیزان باشند. بر اساس این اصل مدل‌ها دو وضعیتی خواهد بود و هر دوره باید به یک دوره خیزان و افتان مرتبط شود.

۲. بازارهای خیزان (افتان) افزایش بیشتری را در قیمت‌ها نسبت به دوره شروع و پایان دارند. این اصل اجازه می‌دهد تا دوره‌های کوتاه‌مدت بازگشتی در دوره‌های میان‌مدتی اتفاق افتاده و درنتیجه در هر دوره روند اصلی واضح و از تلاطم‌های نامنظم جدا باشد.

۳. قیمت‌ها در هر دوره باید با مقادیر حاصل‌شده در پایان نقاط هر دوره محدود شود. این بدان معناست که مقادیر حداکثر و حداقل که در هر دوره حاصل می‌شوند، دقیقاً با تاریخ‌های شروع و پایان دوره منطبق است. این اصل از ایجاد دوره‌های جدید خیزان (افتان) کمتر (بالاتر) یا از اتمام دوره‌ها باقیمت‌های کمتر (بیشتر) از دوره قبلی ممانعت می‌کند.

۴. یک تغییر کوچک در پارامترها نباید اساساً تاریخ‌های هر دوره را تغییر دهد. این اصل به دنبال ایجاد شکلی از ثبات در روش‌شناسی‌های موجود است طبق این اصل می‌توان نقاط بخش‌بندی دوره‌ها را تغییر داد؛ اما انتظار بر آن است که شرط رابطه (۴) همواره برقرار باشد.

$$M(P,\theta) \subseteq M(P,\theta^*) \text{ or } M(P,\theta^*) \subseteq M(P,\theta)$$ رابطه (۴)

۵. گسترش سری‌های زمانی نباید تغییرات بنیادین در تاریخ‌های هر دوره ایجاد کند. این اصل بدین معناست که نتایج حاصل از مدل‌ها نباید در معرض بازبینی پیوسته باشد. ازاین‌رو گسترش سری زمانی نباید منجر به ارزیابی مجدد نقاط بخش‌بندی تاریخی شود. کول وندایک[1](۲۰۱۷) اظهار داشتند معامله‌گر بر طبق اصل اول در همه چرخه‌ها فعال بوده و از بازنگری گذشته بهره می‌برد 22] اصل دوم سود کافی برای پوشش هزینه‌ها را فراهم می‌کند و اصل سوم به معامله‌گر برای زمان‌بندی بازار به‌صورت کامل اجازه می‌دهد و در اصل چهارم در ادامه اصل دوم انتظار بر این است که سودآوری بیشتری از اقدامات معاملاتی متناوب حاصل شود و اصل پنجم در زمان جستجوی پویایی‌های بازار که مرتبط با وضعیت‌های بازار است مطلوب است و این ویژگی ریسک ناشی از نتایج ضعیف را زمانی که داده‌های آتی موجود باشند، کاهش می‌دهد.

در پژوهش‌های مالی به شناسایی روش‌های تعیین زمان، وضعیت چرخه‌های کسب‌وکار توجه بسیاری شده، اما ایجاد روش‌شناسی زمان‌بندی رژیم‌های بازارهای مالی کمتر موردتوجه قرارگرفته است. اغلب از روش فرآیند تغییرات چرخه مارکوف در شناسایی رژیم‌ها هم در چرخه‌های کسب‌وکار و هم در بازارهای مالی استفاده‌شده است. ترنر و سایرین (۱۹۸۹) و پاگان و شوئرت (۱۹۹۰) از متقدمین در این زمینه بوده‌اند؛ اما هاردینگ و پاگان (۲۰۰۲) از ذهنی‌گرایی موجود در چرخه مارکوف برای تعیین زمان چرخه‌ها انتقاد کردند [۳۱، ۱۸]. ازاین‌رو آن‌ها استفاده از روش‌های غیر پارامتریک را مطرح کردند. این تکنیک‌ها بر اساس طبقه‌بندی قواعد به‌جای مدل‌های از بیش مشخص‌شده است.

دو الگوریتم قاعده محور مهم که مورداستفاده گسترده برای شناسایی رژیم‌های بازار مالی هستند الگوریتم‌های پاگان و سوسینوف و لیونه وتیمرمن هستند. الگوریتم پاگان بر مبنای الگوریتم برای و باسکن شکل‌گرفته که دربردارنده محدوده‌ای از مقادیر حداکثر و حداقل در داده‌های هموارشده با پنجره زمانی از پیش تعیین‌شده است. از میانگین متحرک به‌عنوان فیلتری برای هموارسازی داده‌های ورودی استفاده‌شده است. انتخاب نقاط بعدی اوج و حضیض بدین‌صورت است که بیشترین مقدار اوج از میان نقاط اوج متوالی (کمترین مقدار حضیض از بین نقاط متوالی حضیض) که در بین آن‌ها نقطه حضیض وجود ندارد، با این شرط که فرض مدت حداقل دوره و چرخه کامل رعایت شده باشد، انتخاب می‌شود. در الگوریتم پاگان داده‌های ورودی به‌صورت ناهموار در نظر گرفته‌شده و در مواقعی که میزان دامنه تغییرات زیاد باشد حداقل دوره تعیین‌شده در نظر گرفته نمی‌شود. لیونه و تیمرمن الگوریتمی را ارائه دادند که بر دامنه[2]تغییرات بازدهی در هر دوره بازار توجه دارد. در این الگوریتم فرض بر آن است که تغییرات رژیم در نقاط مشخصی صورت می‌گیرد که نرخ بازدهی در آن نقطه بیشتر از مقدار از قبل تعیین‌شده باشد. نرخ

---

1. Kole and van Dijk
2. Magnitude

بازدهی از قبل تعیین‌شده به‌عنوان یک پارامتر در نظر گرفته‌شده و می‌تواند در دوره‌های خیزان و افتان متفاوت باشد. هانا پیشنهاد کرد، نرخ از قبل تعیین‌شده برای دوره‌های خیزان و افتان به‌گونه‌ای تعیین شود که نرخ بازدهی لگاریتم مربوط به آن‌ها یکسان باشد. با توجه به توضیحات بیان‌شده الگوریتم پاگان دوره خیزان (افتان) را به‌گونه‌ای تعریف می‌کند که افزایش (کاهش) قیمت حداقل برای تعداد روز مشخصی اتفاق افتاده باشد. الگوریتم لیونه دوره خیزان (افتان) بازار را افزایش قیمت بیش از حداقل مقدار تعیین‌شده تعریف می‌کند.

هاردینگ و پاگان و همچنین کول وندایک (۲۰۱۷) نشان دادند که شیوه‌های قاعده محور برای تعیین زمانی رژیم‌های اتفاق افتاده از مدل‌های تغییر مارکوف بهتر هستند؛ اما رویکرد پاگان و سوسینوف و لیونه و تیمرمن دربردارنده مقدار زیادی از ذهنیت گرایی است که تغییر در پارامترهای این دو روش نتایج متفاوت معنی‌داری در طبقات حاصل می‌شود [۱۸، ۲۱، ۲۴]. اخیراً توجه نظری مجددی به روش‌های شناسایی رژیم‌ها انجام‌شده است. کول وندایک به مقایسه عملکرد روش‌شناسی‌های مختلف بر اساس داده‌های درون نمونه و برون نمونه‌ای پرداختند. هانا به بررسی الگوریتم‌های پاگان و سوسینوف و لیونه و تیمرمن پرداخت و یک رویکرد جدیدی را بر اساس اصلاحات جزئی در قواعد لیونه و تینرمن ارائه کرده است.

## ۳. روش‌شناسی پژوهش

### روش قاعده محور جدید برای شناسایی رژیم‌ها

در الگوریتم قاعده محور پیشنهادشده تعریف ضمنی از بازار خیزان دوره‌ای است که قیمت‌ها به یک مقدار جدید حداکثری می‌رسد و نیازی به تعیین دوره حداقلی و میزان تغییر قیمت از قبل نیست. سازوکار الگوریتم بدین‌صورت است که هر دوره خیزان از یک مقدار حداقل شروع‌شده و نقطه مورد انتخاب کمترین قیمت در محدوده است و به یک مقدار حداکثر که بیشترین مقدار در محدوده حداکثری است منتهی می‌شود. تا زمانی که قیمت‌ها از مقدار محدوده حداکثر قبلی بیشتر شود دوره خیزان ادامه داشته و زمانی که مقدار حداکثری کمتر از مقدار قبلی آن باشد، دوره خیزان به اتمام می‌رسد. عکس قاعده مذکور برای شناسایی دوره افتان صادق است.

الگوریتم ارائه‌شده از فرآیند الگوریتم برای و باسکن با فیلترسازی چند مرتبه سری‌های زمانی استفاده می‌کند. داده‌های ورودی چندین مرتبه بر اساس زمان فیلتر می‌شود. در اولین مرتبه قیمت‌های روزانه به‌عنوان داده ورودی در فرآیند وارد می‌شود. اوج‌ها و حضیض‌ها در محدوده داده‌های حداکثری و حداقلی روزانه به دست می‌آید. برای یک روز مشخص (t) قیمت بسته‌شده ($c_t$) آن روز زمانی به‌عنوان محدوده حداکثر تعریف‌شده که قیمت‌های بسته‌شده روز قبل و روز بعد کمتر از آن باشد ($c_{t-1}<c_t>c_{t+1}$). محدوده حداقلی باهمین روش و با فرض ($c_{t-1}>c_t<c_{t+1}$)

تعیین می‌شود. زمانی که دو یا بیش از قیمت‌های بسته‌شده روزانه باهم برابر شود، آخرین قیمت پایانی باقیمت‌های قبلی و بعدازآن مقایسه می‌شود. این مرحله را می‌توان با الگوریتم پاگان با پنجره شناسایی روزانه و بدون شرط دیگری معادل دانست. سری‌های حاصل‌شده در مرحله اول (نقاط اوج و حضیض) به‌عنوان ورودی برای فیلتر در تکرار[1]دوم استفاده می‌شود. در این مرحله نقاط اوج به این صورت شناسایی می‌شوند که از نقاط قبلی و بعد از خود بیشتر باشند ($p_{i-1}<p_i>p_{i+1}$) این رویکرد به‌صورت عکس در تعیین نقاط حضیض مورداستفاده قرار می‌گیرد ($t_{j-1}>t_j<t_{j+1}$). نقاط اوج و حضیض به‌دست‌آمده در تکرار دوم زیرمجموعه‌ای از نقاط حداقلی مرحله قبل است. این فرآیند می‌تواند بر اساس نیاز در تکرارهای متعدد انجام شده که درنتیجه زیرمجموعه‌های قیمتی کمتری از نقاط اوج و حضیض به دست خواهد آمد. شناسایی نقاط اوج و حضیض از تکرار دوم به‌صورت مجزا انجام می‌شود. ازاین‌رو در شرایط اندکی می‌توان شاهد دو اوج متوالی بدون شناسایی نقطه حضیض بین آن‌ها باشیم؛ که طبق رویکرد الگوریتم پاگان مقدار حداکثری در بین نقاط اوج متوالی انتخاب می‌شود. گام‌های ذیل برای ارائه شفاف الگوریتم پیشنهادی ارائه‌شده است.

۱–نقاط اولیه اوج و حضیض از محدوده مقادیر حداکثری ($c_{t-1}<c_t>c_{t+1}$) و حداقلی ($c_{t-1}>c_t<c_{t+1}$) سری قیمت‌های ورودی به دست آورده می‌شود.

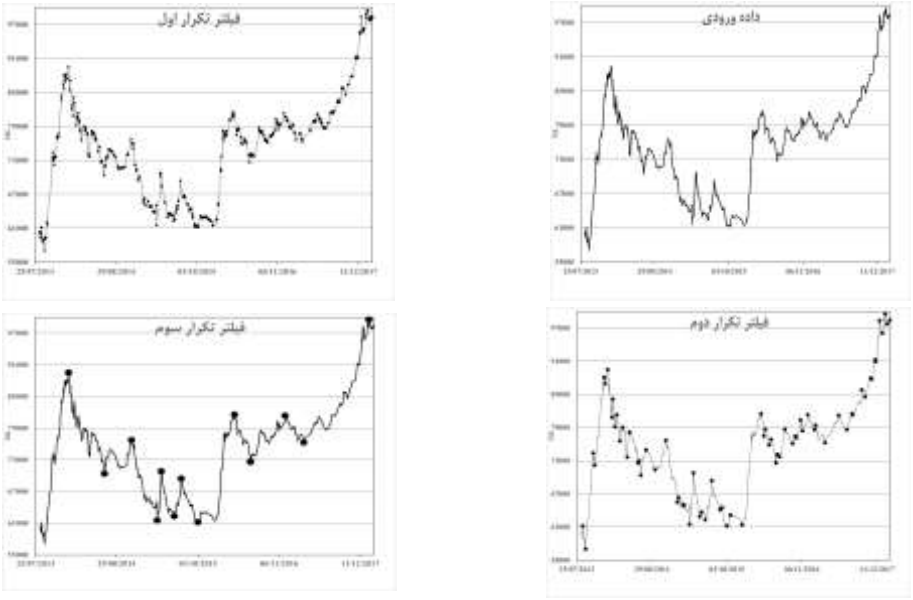
۲– از مجموعه قبلی زیرمجموعه‌ای از اوج‌ها که شامل مقدار حداکثری بر اساس شرط $p_{i-1}<p_i>p_{i+1}$ و زیرمجموعه‌ای از حضیض‌ها که شامل مقدار حداقلی، بر اساس شرط $t_{j-1}>t_j<t_{j+1}$ تعیین می‌شود.

۳–در مواردی که دو مقدار اوج متوالی بدون یک مقدار حضیض مابین آن‌ها مشاهده شود، مقدار اوج کمتر حذف می‌شود. عکس این عمل را برای مقادیر حضیض انجام می‌شود.

۴– مراحل دوم و سوم بر اساس نیاز تکرار می‌شود.

برای اجرای الگوریتم پیشنهادی از برنامه‌نویسی گسترده در نرم‌افزار MQL5 استفاده‌شده است. شکل (۱) مثالی از فیلتر کردن داده‌های شاخص بازار سرمایه را با استفاده از تکرار سه مرحله‌ای الگوریتم نشان می‌دهد. بر اساس بررسی‌ها سه تکرار می‌تواند برای داده‌های روزانه مناسب باشد. کلیه مشاهداتی که بین اولین تاریخ اوج ومتعاقبا حضیض قرار دارد به‌عنوان دوره افتان در نظر گرفته می‌شود.

[1]. Iteration




*شکل ۱. مثالی از به‌کارگیری فیلترینگ در الگوریتم پیشنهادی*

برای مقایسه عملکرد الگوریتم ارائه‌شده با الگوریتم‌های مطرح موجود از آزمون بوت استرپ وایت طبق مراحل ذیل استفاده‌شده است.

۱–در مرحله اول باید الگو یا استانداردی ($h_0$) برای مقایسه استراتژی موردنظر انتخاب شود. اگر فقط عملکرد یک استراتژی موردبررسی باشد، مقدار صفر برای آزمون فرض در داده‌های بدون فرض قابل‌استفاده است. ازاین‌رو رابطه (۵) بیانگر مدل الگوی تعیین‌شده است.

$$h_{0,t+1} = 0, (t = R, \dots, T) \qquad \text{رابطه } (۵)$$

۲–در مرحله دوم بازدهی حاصل از هر استراتژی و بازدهی مدل الگو طبق رابطه (۶) محاسبه‌شده است.

$$h_{x,t+1} = \ln\left(\frac{I_{t+1}}{I_t}\right), (t = R, \dots, T), (x = 1, \dots, s) \qquad \text{رابطه } (۶)$$

۳–برای مقایسه عملکرد، بازده مازاد روزانه هر استراتژی و مدل الگو طبق رابطه (۷) حساب‌شده و میانگین مازاد بازدهی طبق رابطه (۸) محاسبه می‌شود.

$$\hat{f}_{x,t+1} = h_{x,t+1} - h_{0,t+1}, (t = R, \dots, T), (x = 1, \dots, s) \qquad \text{رابطه } (۷)$$

رابطه (۸)
$$\bar{f}_x = \frac{1}{n}\sum_{t=R}^{T} \hat{f}_{x,t+1}\,, (x = 1, \ldots, s)$$

۴–در مرحله چهارم با استفاده از روش نمونه‌گیری بوت استرپ و ۵۰۰ مرتبه نمونه‌گیری مجدد، مجموعه‌ای از بازده مازاد طبق رابطه (۹) ایجاد می‌شود

رابطه (۹)
$$\bar{f}^*_{x,i} = \frac{1}{n}\sum_{t=R}^{T} \hat{f}_{x,\theta,t+1}\,, (x = 1, \ldots, s), (i = 1, \ldots, N)$$

۵–در مرحله آخر مقادیر حاصل از رابطه (۱۰) با مقادیر صدک (سطح ۹۰ درصد) حاصل از رابطه (۱۱) مقایسه شده وبرتری معنی‌دار استراتژی موردبررسی با مقدار الگو مشخص می‌شود.

رابطه (۱۰)
$$\bar{v}_1 = n^{1/2}\bar{f}_1$$

رابطه (۱۱)
$$\bar{v}^*_{1,i} = n^{\frac{1}{2}}(\bar{f}^*_{1,i-}\bar{f}_1)$$

الگوریتم حاضر بر خلاف الگوریتم های پاگان و سوسینوف و لیونه وتیمرمن از شروط حداقلی در مدت زمان دوره و دامنه تغییرات در فرآیند شناسایی رژیم ها استفاده نمی کند و از آن می توان در سری های زمانی مختلفی استفاده کرد. برخلاف سایر روش‌های موجود هیچ‌گونه اصلاحی برای مقادیر پارامترها در شناسایی رژیم‌های مختلف در مجموعه داده‌های مختلف و سطوح مختلف دارایی‌ها نیاز نیست. از آنجا که مقادیر پارامترها از طریق بهینه سازی تعیین نشده و بر اساس دوره مقایس بندی می شوند، پویش داده ها در الگوریتم حاضر محدود می شود. ویژگی مهم دیگر الگوریتم تاخیر در بین زمان تغییر روند و شناسایی آن است در الگوریتم های پاگان و سوسینوف و لیونه وتیمرمن به علت استفاده از شروط حداقلی همواره تاخیر شناسایی وجود دارد حالی که الگوریتم حاضر دارای انعطاف بیشتری در این زمینه است. برای دوره‌های زمانی مختلف تعیین مقدار پارامتر با عدد سه در داده‌های روزانه مناسب است و برای داده‌های بافاصله زمانی بیشتر مقدار آن را کاهش داده و برای داده‌های بافاصله زمانی کمتر مقدار آن افزایش می‌یابد. بااین‌وجود همه این موارد بستگی به افق زمانی مورد ارزیابی دارد.

## ۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

### مقایسه الگوریتم‌ها در طبقه‌بندی رژیم‌ها

برای تبیین عملکرد طبقه‌بندی الگوریتم‌ها، الگوریتم جدید به همراه الگوریتم‌های پاگان و لیونه بر روی چهار سری زمانی از دارایی‌های با طبقه مختلف، شامل شاخص بورس اوراق بهادار تهران، فلزات مس و طلا و کالای نفت اجراشده است. داده‌های مربوط شاخص بورس اوراق بهادار از سامانه شرکت فن‌آوری بورس اوراق بهادار تهران[1] و داده‌های مربوط به مس، طلا و نفت از سایت ماکروترند[2] بارگذاری شده است. برای شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران با توجه به داده‌های در دسترس دوره زمانی از نیمه آذر سال ۱۳۸۷ تا پایان سال ۱۴۰۱ بوده و برای سایر کالاها از سال ۱۹۷۵ تا پایان سال ۲۰۲۲ میلادی را شامل می‌شود. آمار توصیفی بازدهی لگاریتمی مربوط به سری‌های زمانی مذکور در جدول (۱) ارائه‌شده است.

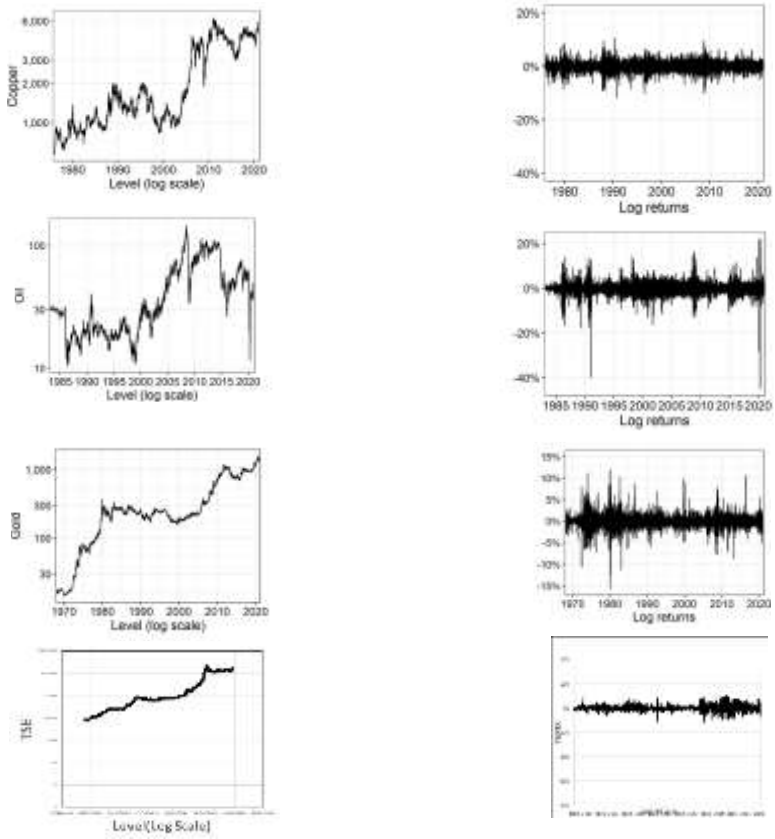
*جدول ۱. آمار توصیفی بازدهی لگاریتمی داده‌های پژوهش*

| | شاخص کل | مس | طلا | نفت |
|---|---|---|---|---|
| تعداد مشاهدات | ۳۱۷۶ | ۱۱۱۹۹ | ۱۳۳۲۷ | ۹۸۱۸ |
| میانگین (به درصد) | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۰۵ |
| میانه (به درصد) | ۰/۰۶ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| واریانس (×۱۰۰) | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۶۲ |
| چولگی | ۰/۲۹۵ | −۰/۲ | ۰/۲ | −۱/۳ |
| کشیدگی | ۳/۸۵ | ۶/۷ | ۱۵/۸ | ۳۱/۹ |

الگوریتم‌های پاگان و لیونه برای بازار سهام طراحی‌شده و ازاین‌رو بررسی عملکرد آن در سایر سری‌های زمانی مبتنی بر کالا می‌تواند قابل‌توجه باشد. طبق آمار توصیفی ارائه‌شده دو سری در زمان‌بندی مربوط به الگوریتم می‌تواند چالش ساز باشد. اول نفت با واریانس بالا در بازدهی لگاریتمی و بیشترین مقدار چولگی منفی. دوم مس با میزان کشیدگی و چولگی کم است. سوم شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با توجه به محدودیت‌های نوسان قیمتی و مقررات حاکم بر بازار سرمایه ایران. شکل (۲) تنوع سری‌های زمانی مورد بررسی را نشان می‌دهد.

---

[1]. Tse Client
[2]. WWW.MACROTERENDS.NET




*شکل ۲. نمودار سری زمانی‌های استفاده‌شده در تحلیل‌ها*

## درجه مشابهت طبقه‌بندی بین الگوریتم‌ها

برای بررسی مقایسه‌ای نتایج زمان‌بندی رژیم، هر الگوریتم با مقـادیر پارامترهـای آن اجراشـده است. جدول (۲) نشان‌دهنده پارامترهای تعیین‌شده برای هر الگوریتم است.

*جدول ۲. پارامترهای استفاده‌شده در هر الگوریتم*

| | |
|---|---|
| الگوریتم پیشنهادی | |
| تعداد عملیات فیلترینگ | ۳ مرتبه |
| الگوریتم پاگان | |
| اندازه پنجره تعیین اوج و حضیض | ۶۰ روز |
| دوره حذف‌شده در ابتدا و انتهای نمونه | ۱۲۰ روز |
| حداقل دوره هر چرخه | ۸۰ روز |
| حداقل دوره هر فاز | ۶۰ روز |
| نرخ بازدهی که بر حداقل دوره هر فاز توفیق دارد | ۱۵ درصد |
| الگوریتم لیونه | |
| نرخ بازدهی شناسایی دوره خیزان | ۱۵ درصد |
| نرخ بازدهی شناسایی دوره حضیض | ۱۵ درصد |

جدول (۳) تعداد روزهایی کـه دارای طبقه‌بنـدی یکسـان بـین هرکـدام از الگوریتم‌هـا اسـت را به‌عنوان درصدی از نمونه تحلیل‌شده نشان می‌دهد. اولین و آخرین نقطه چرخش برای هر دارایـی در هر الگوریتم در زمان‌های متفاوتی اتفاق می‌افتد ازاین‌رو بـرای مقایسـه، تنهـا مشـاهداتی کـه توسط الگوریتم‌ها به‌صورت زوجی شناسایی‌شده‌اند موردبررسـی قرارگرفتـه اسـت. از جنبـه تعـداد روزهایی که طبقه‌بندی یکسانی دارند، الگوریتم پیشنهادی و پاگان بسیار به هم نزدیک اسـت کـه در بیشتر موارد نود درصد از روزها بر هم منطبـق هسـتند. الگـوریتم لیونـه مشـابهت کمتـری بـا الگوریتم پیشنهادی دارد و بیشترین میزان تفاوت در دارایی طلا است. الگوریتم‌هـای پیشـنهادی و لیونه تفاوت بیشتری را در طبقه‌بندی‌های با یکدیگر دارند. بیشترین تفاوت مربوط به طـلا اسـت. اگرچه کاربرد اصلی این سه الگوریتم برای بازار سهام است، اما درصد تشابه طبقه‌بندی کمتـری را در شاخص بورس اوراق بهادار تهران نشان می‌دهند.

*جدول ۳. درصد تعداد روزهای همسان طبقه‌بندی*

| | الگوریتم پیشنهادی و پاگان | الگوریتم پیشنهادی و لیونه | الگوریتم پاگان و لیونه |
|---|---|---|---|
| شاخص کل | ۸۳/۴۴ | ۷۹/۸۲ | ۸۲/۱۴ |
| مس | ۹۲/۲ | ۸۷/۸ | ۸۹/۲ |
| نفت | ۹۲/۳ | ۸۳/۸ | ۸۰/۴ |
| طلا | ۹۰/۷ | ۷۹ | ۷۹/۸ |

اگرچه به نظر می‌رسد تطابق طبقه‌بندی‌ها برای الگوریتم‌های از درصد بـالا برخورداراسـت؛ امـا تفاوت این طبقه‌بندی‌ها مرتبط با ۱۰ الی ۲۰ درصد نمونه در ترکیب‌هـای مختلفـی اسـت و ایـن تفاوت می‌تواند منجر به نتایج معنی‌داری بخصوص در بررسی عملکرد برون نمونه‌ای شود.

شکل (۳) تفاوت شناسایی رژیم‌ها در سه الگوریتم را در مقطعی از زمان در شاخص کـل قیمـت بورس اوراق بهادار تهران نشان داده است. همان‌طور که مشخص است الگوریتم پیشنهادی تعداد رژیم‌های بیشتر و کوتاه‌تری را شناسایی کرده است درصورتی‌که الگوریتم لیونه تعداد رژیـم کمتـر و الگوریتم پاگان نیز رژیم‌های کمتر با طول زمانی بیشتری را شناسایی کرده است.

*شکل ۳. مقایسه‌ای از طبقه‌بندی رژیم‌ها در هر الگوریتم در بخشی از دوره نمونه*

## تحلیل مقایسه‌ای اندازه‌گیری رژیم‌ها

جزئیات بیشتر مقایسه تحلیلی طبقه‌بندی الگوریتم‌ها شامل رژیم‌های اندازه‌گیری شده برای هر دارایی در نمونه است. مقایسه نتایج الگوریتم‌ها طبق میانه دوره رژیم و دامنه آن در جدول (۴) ارائه‌شده است.

*جدول ۴. مقایسه الگوریتم‌ها طبق میانه دوره رژیم و درصد تغییرات آن*

| | دوره (روز) | | | دامنه (درصد) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه |
| شاخص کل | ۵۹ | ۱۱۷ | ۶۶ | ۱۳ | ۲۰ | ۲۴ |
| مس | ۱۸۲ | ۳۲۴ | ۱۰۹ | ۳۲/۸ | ۴۱/۴ | ۳۲/۶ |
| نفت | ۱۵۶ | ۳۲۱ | ۴۶ | ۵۴/۴ | ۷۱/۷ | ۲۹/۹ |
| طلا | ۱۹۱ | ۲۶۲ | ۱۲۳ | ۲۴ | ۳۰/۷ | ۲۸/۵ |

الگوریتم پاگان در بین دارایی‌های مختلف میزان دوره رژیم باثبات‌تری را ارائه می‌دهد؛ زیرا مبنای شناسایی رژیم‌ها در این الگوریتم زمان است. رژیم‌های مشخص‌شده توسط الگوریتم پیشنهادی نسبت به الگوریتم پاگان کوتاه‌تر است. هیچ‌گونه همبستگی مشخصی بین الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم پاگان از جنبه دوره رژیم‌ها، واریانس و چولگی و کشیدگی بازدهی دارایی‌ها وجود ندارد. الگوریتم لیونه رژیم‌هایی با دوره‌های متفاوت را شناسایی کرده که از مقدار حداقلی ۴۶ روز تا مقدار طولانی ۱۲۳ روز وجود دارد؛ زیرا که نحوه شناسایی رژیم در روش مذکور بر اساس بازده دارایی‌ها است. ازاین‌رو در الگوریتم لیونه رژیم‌های کوتاه‌تری در سری‌هایی که واریانس بیشتری دارند شناسایی‌شده و برعکس. این نتایج با ضریب همبستگی منفی معنادار ۷۶/- میانه دوره رژیم‌های لیونه با واریانس بازدهی تطابق دارد. همچنین الگوریتم لیونه از جنبه دامنه باثبات‌تر است. در رژیم مذکور چولگی مثبت با بازدهی مثبت هر رژیم همراه است؛ اما در الگوریتم پاگان و پیشنهادی رفتار برعکس الگوریتم لیونه بوده و چولگی مثبت با بازدهی کمتر رژیم‌ها همراه است. دامنه رژیم برای الگوریتم پیشنهادی و پاگان تحت تأثیر واریانس بازدهی‌ها است (ضریب همبستگی ۸۷/ و ۶۶/ برای الگوریتم پاگان و پیشنهادی). در شاخص کل سهام از جنبه آماری رژیم‌های پاگان و لیونه شباهت بسیار زیادی در ویژگی‌های رژیم‌های شناسایی‌شده وجود دارد. ازآنجاکه پارامترهای این الگوریتم‌ها در داده‌های بازار سهام بهینه‌سازی شده چنین نتایجی مورد انتظار است؛ اما در سایر موارد تفاوت‌هایی بین این الگوریتم‌ها وجود دارد. دامنه رژیم‌ها در الگوریتم ارائه‌شده و پاگان به هم وابسته است (ضریب همبستگی ۶۸/)؛ اما در الگوریتم ارائه‌شده تعداد رژیم‌های بیشتری شناسایی‌شده که این می‌تواند به علت نبود حداقل شرط برای این الگوریتم باشد. ازاین‌رو دوره میانه و دامنه رژیم‌ها در الگوریتم ارائه‌شده کمتر از

الگوریتم پاگان است. مطالعه تفاوت رژیم‌ها در دوره‌های افتان‌وخیزان بینش بیشتری راجع به شیوه طبقه‌بندی ارائه می‌دهد. نحوه تفاوت در دوره‌های رژیم و دامنه آن در بین الگوریتم‌های مختلف و سری‌های زمانی متفاوت در جدول (۵) ارائه‌شده است.

*جدول ۵. تفاوت میانه و دامنه رژیم در دوره‌های اوج و حضیض*

| | دوره (روز) | | | دامنه (درصد) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه |
| شاخص کل | ۱۵ | -۱۷ | ۶ | ۱۹ | ۲۰ | ۱۳ |
| مس | ۲۱ | ۱۰۵ | ۱۶ | ۶/۶ | ۳۳/۳ | ۱۳/۹ |
| نفت | ۱۴۷ | ۴۰ | ۹۰ | ۴۷/۶ | ۵۳/۳ | ۱۲/۲ |
| طلا | -۴ | -۴۸ | ۳۱ | ۸/۲ | ۱۶/۱ | ۲۴/۹ |

میزان عدم تقارن رژیم‌ها در طبقه‌بندی الگوریتم‌ها متفاوت است؛ اما به‌صورت مستمر رژیم‌های خیزان از دوره‌های زمانی بیشتری نسبت به رژیم‌های افتان برخوردار بوده و همچنین دامنه بیشتری دارد. تنها استثنا در این زمینه مربوط به سری زمانی طلا است. طلا در دوره‌های خیزان دامنه بیشتری را نشان می‌دهد، اما در دوره‌های افتان مدت‌زمان بیشتری را دارد. همان‌طور که در جدول (۶) ارائه‌شده واریانس دوره‌های افتان برای اکثر دارایی‌ها بدون توجه به نوع الگوریتم بیشتر است. درحالی‌که دوره‌های افتان از قدر مطلق بازدهی روزانه بیشتری برخوردارند. به‌طورکلی تغییرات قیمتی در رژیم‌های افتان افزایش بیشتری نسبت به دوره‌های خیزان دارند. اگرچه دوره‌ها کوتاه‌تر است اما تغییرات دامنه بیشتر است. تنها استثنا بازهم مربوط به طلا است این نتایج با اثر اهرمی که نشان‌دهنده رابطه همبستگی منفی تلاطم و بازدهی است تطابق دارد.

*جدول ۶. تفاوت میانگین واریانس و قدر مطلق بازدهی روزانه بین دوره‌های افتان‌وخیزان*

| | واریانس (×۱۰۰) | | | بازدهی روزانه (درصد) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه |
| شاخص کل | -۰/۰۰۴۶ | -۰/۰۰۳۹ | -۰/۰۰۵۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ |
| مس | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۳ | -۰/۰۴ | -۰/۰۶ |
| نفت | -۰/۰۷۰ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۲۴ | -۰/۱۶ | -۰/۰۵ | -۰/۲۸ |
| طلا | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ |

## عملکرد برون نمونه‌ای

روش‌های قاعده محور مبنای طبقه‌بندی خود را شناسایی انواع مختلف نقاط اوج و حضیض در سری‌های قیمتی قرار می‌دهند. در الگوریتم پاگان شناسایی این نقاط نیازمند پنجره‌ای از پیش تعیین‌شده است و در الگوریتم لیونه نیازمند دامنه بازدهی از پیش تعیین‌شده است و در الگوریتم پیشنهادی نیازمند تعیین توالی سری‌های اوج و حضیض است. پیش‌بینی وضعیت جاری بازار مسئله مهمی است و در مدیریت سرمایه‌گذاری، معاملات و مدیریت ریسک مطرح است. شناسایی زودهنگام تغییرات رژیم در بازارهای مالی می‌تواند در مدل‌سازی چرخه‌های کسب‌وکار و پیش‌بینی بحران‌های مالی مورداستفاده قرار گیرد. اندازه‌گیری دقت شناسایی رژیم‌ها در روش‌های قاعده محور با مقیاس نکویی برازش تعیین‌شده که در آن میانگین بازدهی و نوسانات را در نظر داشته، به‌خصوص در مواردی که عملکرد هر روش با عملکرد سایر روش‌ها مقایسه می‌شود. همان‌طور که توسط ساتچل و تیمرمن (۱۹۹۵) مطرح‌شده در پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی با فرآیند غیرخطی نتایج حاصل از خطای مربع میانگین و خطای قدر مطلق میانگین بازدهی‌ها می‌تواند بیشتر از رویکرد گام تصادفی باشد [۳۶]. بااین‌وجود می‌توان استراتژی معاملاتی خاصی را بر اساس پیش‌بینی‌های غیرخطی که منجر به بازدهی بیشتر از استراتژی خرید و نگهداری شود، ارائه کرد. ازاین‌رو عملکرد معاملاتی هر روش قاعده محور بر اساس طبقه‌بندی رژیم‌ها می‌تواند یک معیار مناسب اندازه‌گیری نکویی برازش باشد.

در مطالعه حاضر آزمون عملکرد برون نمونه‌ای شامل مقایسه الگوریتم‌های پاگان و سوسینوف، لیونه و تیمرمن و الگوریتم پیشنهادی با استراتژی خرید و نگهداری و مدل چرخه مارکوف دو رژیمی است. شرایط معاملاتی برای ارزیابی عملکرد به‌صورت ذیل است.

۱–خرید دارایی زمانی که دوره خیزان شناسایی‌شده و فروش دارایی زمانی که دوره حضیض شناسایی می‌شود، به‌عنوان یک قاعده معاملاتی عمومی پذیرفته‌شده است.

۲–امکان فروش استقراضی وجود ندارد.

۳– هزینه معاملاتی معادل یک‌دهم درصد برای جریمه الگوریتم‌هایی که تعداد دفعات بیشتری موقعیت‌های معاملاتی را بازمی‌نمایند در نظر گرفته‌شده است.

۴– سرمایه‌گذاری در دارایی بدون ریسک برای زمان‌هایی که هیچ‌گونه موقعیت معاملاتی بازی وجود ندارد مدنظر قرار نمی‌گیرد.

۵– ایجاد موقعیت باز و بستن موقعیت‌ها یک روز کاری بعد از شناسایی رژیم است.

مدل تغییر چرخه مارکوف دو رژیمی، به‌صورت روزانه تخمین زده‌شده و رفتار واقعی سرمایه‌گذاران را شبیه‌سازی می‌کند.

مهم‌ترین معیارهای اندازه‌گیری شامل میانگین بازدهی روزانه و انحراف معیار و نسبت شارپ سالیانه شده است. همچنین تعداد موقعیت‌های بازشده و سهم روزها در یک موقعیت باز نیز قابل‌توجه است. برای اندازه‌گیری مقایسه عملکرد روش‌های قاعده محور، رویکرد مشخصی با عنوان آزمون معناداری آماری تفاوت در بازدهی تعدیل‌شده با ریسک پیشنهاد می‌شود. حاصل‌ضرب بردار بازدهی‌های روزانه حاصل از یک قاعده معاملاتی در یک مقدار ثابت برابر با اهرم مالی با هزینه صفر خواهد بود و باوجود تغییر میانگین بازدهی و تلاطم‌ها، نسبت شارپ را باثبات نگه می‌دارد. ازاین‌رو می‌توان در جهت تساوی سطح تلاطم‌ها برای همه روش‌های قاعده محور از ضرب بردار بازدهی متناسب استفاده شود و آزمون تفاوت معناداری در میانگین بازدهی‌ها در روش‌های معاملاتی قاعده محور معادل با آزمون آماری تفاوت در نسبت شارپ است. بدین منظور برای انجام این رویکرد از روش آزمون مبتنی بر واقعیت بوت استرپ وایت[1] استفاده‌شده است [۳۴، ۳۹، ۳۳]. در بوت استرپ هموار که مبتنی بر حرکت در بلوک‌های تصادفی با توزیع نمایی است. سطح معناداری ده درصد به‌عنوان آستانه آزمون برای به حداقل رساندن خطای نوع دوم استفاده‌شده است. برای انجام عملیات مذکور از نرم‌افزار R استفاده‌شده است.

## تحلیل عملکرد

نسبت شارپ برای تفاوت معنی‌داری آماری قواعد معاملاتی ذکرشده بررسی‌شده است. نمایش کلی نتایج معاملاتی در جدول (۷) نشان می‌دهد، الگوریتم پیشنهادی عملکرد مطلوب‌تری داشته است. عملکرد هر قاعده معاملاتی در جدول (۸) نشان داده‌شده است.

*جدول ۷. تعداد دفعات تفاوت معنی‌دار نسبت شارپ در مقایسه الگوریتم‌ها*

| | عملکرد بهتر حداقل از یک روش معاملاتی | عملکرد بدتر حداقل از یک روش معاملاتی |
|---|---|---|
| شاخص کل | الگوریتم پیشنهادی و خرید و نگهداری | الگوریتم پاگان |
| مس | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان |
| نفت | الگوریتم پیشنهادی، خرید و نگهداری | الگوریتم لیونه |
| طلا | الگوریتم پیشنهادی، الگوریتم پاگان، خرید و نگهداری | الگوریتم لیونه، چرخه مارکوفی |

[1]. Bootstrap Reality Check of White

*جدول ۸. رتبه‌بندی عملکرد معاملاتی هر الگوریتم*

| | موارد عملکرد بالاتر | موارد عملکرد ضعیف‌تر |
|---|---|---|
| جایگاه اول–الگوریتم پیشنهادی | ۴ | ۰ |
| جایگاه دوم– خرید و نگهداری | ۳ | ۰ |
| جایگاه سوم– الگوریتم پاگان و لیونه | ۱ | ۲ |
| جایگاه چهارم–الگوریتم چرخه مارکوفی | ۰ | ۱ |

در جداول (۹) الی (۱۲) مقادیر نسبت شارپ سالانه شده طبق ۲۴۰ روز کاری برای هر الگوریتم و دارایی محاسبه‌شده است. میانگین بازدهی و انحراف معیار طبق مقادیر درصد روزانه ارائه‌شده است. همچنین درصد روزهای فعال طبق استراتژی خرید تعریف‌شده برای بررسی عملکرد تعیین‌شده است. تعداد موقعیت‌های باز در دوره نمونه ارائه‌شده است.

*جدول ۹. عملکرد برون نمونه‌ای الگوریتم‌ها در کالای نفت*

| نفت | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | استراتژی خرید و نگهداری | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| نسبت شارپ | ۰/۱۲ | ۰/۰۲ | −۰/۱۵ | ۰/۰۳ | −۰/۰۴ |
| میانگین بازدهی | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۰۲ | −۰/۰۱۶ | ۰/۰۰۵ | −۰/۰۰۳ |
| تلاطم | ۱/۷۱ | ۱/۶۵ | ۱/۶۷ | ۲/۵۰ | ۱/۵۰ |
| درصد روزهای فعال | ۵۷/۳ | ۵۵/۴ | ۵۰ | ۱۰۰ | ۵۳/۷ |
| تعداد موقعیت‌ها | ۱۷ | ۱۲ | ۶۷ | ۱ | ۱۰۷۷ |

*جدول ۱۰. عملکرد برون نمونه‌ای الگوریتم‌ها در فلز طلا*

| طلا | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | استراتژی خرید و نگهداری | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| نسبت شارپ | ۰/۴۸ | ۰/۵۱ | ۰/۳۶ | ۰/۴۱ | ۰/۲۶ |
| میانگین بازدهی | ۰/۰۳۱ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۱۶ |
| تلاطم | ۱/۰۲ | ۰/۹۹ | ۰/۹۳ | ۱/۲۳ | ۰/۹۹ |
| درصد روزهای فعال | ۵۴/۴ | ۴۹/۷ | ۵۰/۸ | ۱۰۰ | ۳۳/۶ |
| تعداد موقعیت‌ها | ۲۶ | ۱۵ | ۲۴ | ۱ | ۸۰۱ |

*جدول ۱۱. عملکرد برون نمونه‌ای الگوریتم‌ها در فلز مس*

| مس | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | استراتژی خرید و نگهداری | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| نسبت شارپ | ۰/۲۱ | ۰/۱۱ | ۰/۱۷ | ۰/۲۰ | ۰/۰۸ |
| میانگین بازدهی | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۰۵ |
| تلاطم | ۱/۲۲ | ۱/۲۶ | ۱/۱۲ | ۱/۲۲ | ۱/۰۱ |
| درصد روزهای فعال | ۵۸/۱ | ۵۵/۹ | ۴۵/۳ | ۱۰۰ | ۶۱/۴ |
| تعداد موقعیت‌ها | ۲۲ | ۱۵ | ۳۴ | ۱ | ۶۴۲ |

*جدول ۱۲. عملکرد برون نمونه‌ای الگوریتم‌ها در شاخص کل*

| شاخص کل | الگوریتم پیشنهادی | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | استراتژی خرید و نگهداری | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| نسبت شارپ | ۰/۲۳ | ۰/۱۷ | ۰/۱۵ | ۰/۲۰ | ۰/۱۴ |
| میانگین بازدهی | ۰/۰۲۸ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۱۰ |
| تلاطم | ۱/۸۸ | ۲/۶۳۳ | ۲/۳۲ | ۳/۹۸ | ۲/۱۶ |
| درصد روزهای فعال | ۶۵/۲ | ۴۷/۶ | ۵۱/۳ | ۱۰۰ | ۵۲/۸ |
| تعداد موقعیت‌ها | ۱۷ | ۶ | ۸ | ۱ | ۳۱۱ |

جداول (۱۳) الی (۱۶) نشان‌دهنده مقدار احتمال نسبت شارپ برای هر دارایی در استراتژی‌های مختلف است. فرض صفر در آزمون معنی‌داری بیانگر آن است که هر استراتژی معاملاتی در هر ردیف ازلحاظ آماری مقداری برابر با سایر استراتژی‌های معاملاتی دارد و فرض مقابل بیانگر مقدار بیشتر نسبت شارپ استراتژی معاملاتی در هر ردیف نسبت به مقادیر استراتژی‌های معاملاتی در هر ستون است.

*جدول ۱۳. مقایسه مقدار احتمال معنی‌داری نسبت شارپ در فلز مس*

| مس | استراتژی خرید و نگهداری | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| استراتژی خرید و نگهداری | - | ۰/۱۶۶ | ۰/۳۷۶ | ۰/۶۰۸ | ۰/۲۲۶ |
| الگوریتم پاگان | ۰/۸۲۶ | - | ۰/۶۸۸ | ۰/۹۰۴ | ۰/۴۸۲ |
| الگوریتم لیونه | ۰/۶۶۰ | ۰/۳۲۶ | - | ۰/۶۴۴ | ۰/۴۲۲ |
| الگوریتم پیشنهادی | ۰/۴۹۶ | ۰/۰۹۴ | ۰/۳۷۸ | - | ۰/۲۵۰ |
| چرخه مارکوفی | ۰/۷۵۴ | ۰/۴۷۲ | ۰/۶۱۲ | ۰/۷۲۰ | - |

*جدول ۱۴. مقایسه مقدار احتمال معنی‌داری نسبت شارپ در کالای نفت*

| نفت | استراتژی خرید و نگهداری | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| استراتژی خرید و نگهداری | - | ۰/۴۲۶ | ۰/۰۷۸ | ۰/۷۸۶ | ۰/۴۳۴ |
| الگوریتم پاگان | ۰/۵۵۲ | - | ۰/۱۳۲ | ۰/۸۱۴ | ۰/۴۴۶ |
| الگوریتم لیونه | ۰/۹۵۶ | ۰/۸۴۲ | - | ۰/۹۶۶ | ۰/۸۴۶ |
| الگوریتم پیشنهادی | ۰/۲۸۴ | ۰/۱۵۴ | ۰/۰۳۴ | - | ۰/۲۱۴ |
| چرخه مارکوفی | ۰/۵۵۸ | ۰/۵۳۲ | ۰/۱۴۶ | ۰/۷۸۰ | - |

*جدول ۱۵. مقایسه مقدار احتمال معنی‌داری نسبت شارپ در فلز طلا*

| طلا | استراتژی خرید و نگهداری | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| استراتژی خرید و نگهداری | - | ۰/۸۲۸ | ۰/۲۴۲ | ۰/۷۰۰ | ۰/۰۴۰ |
| الگوریتم پاگان | ۰/۱۷۶ | - | ۰/۰۸۴ | ۰/۳۵۲ | ۰/۰۲۰ |
| الگوریتم لیونه | ۰/۷۹۰ | ۰/۹۳۲ | - | ۰/۹۲۰ | ۰/۱۸۴ |
| الگوریتم پیشنهادی | ۰/۲۷۲ | ۰/۶۶۲ | ۰/۰۹۰ | - | ۰/۰۱۴ |
| چرخه مارکوفی | ۰/۹۷۰ | ۰/۹۸۸ | ۰/۸۱۲ | ۰/۹۹۰ | - |

*جدول ۱۶. مقایسه مقدار احتمال معنی‌داری نسبت شارپ در شاخص کل*

| شاخص کل | استراتژی خرید و نگهداری | الگوریتم پاگان | الگوریتم لیونه | الگوریتم پیشنهادی | چرخه مارکوفی |
|---|---|---|---|---|---|
| استراتژی خرید و نگهداری | - | ۰/۰۹ | ۰/۳۲۱ | ۰/۶۱۲ | ۰/۲۰۷ |
| الگوریتم پاگان | ۰/۸۰۱ | - | ۰/۶۰۳ | ۰/۹۱۲ | ۰/۴۶۵ |
| الگوریتم لیونه | ۰/۶۲۱ | ۰/۳۴۱ | - | ۰/۶۲۳ | ۰/۴۱۲ |
| الگوریتم پیشنهادی | ۰/۴۱۳ | ۰/۰۸۳ | ۰/۲۵۵ | - | ۰/۲۶۵ |
| چرخه مارکوفی | ۰/۷۱۳ | ۰/۴۷۴ | ۰/۶۵۵ | ۰/۷۴۱ | - |

در تحلیل تفضیلی تمرکز بر نتایج دارایی‌های زیر است؛ زیرا بیشترین میزان تفاوت در قواعد معاملاتی و درنتیجه شیوه‌های طبقه‌بندی وجود دارد

در فلز مس فقط الگوریتم پیشنهادی عملکرد معنی‌دار بالاتری در سطح نود درصد نسبت به الگوریتم پاگان داشته است.

در شاخص بازار سرمایه، علی‌رغم طراحی و تنظیم الگوریتم‌های پاگان و لیونه برای بازار سرمایه، الگوریتم پیشنهادی عملکردی مشابه با رقبایش دارد. با توجه به تعداد زیاد موقعیت‌های معاملاتی باز ایجادشده در رویکرد چرخه مارکوفی هزینه معاملاتی قابل‌توجهی را تحمیل کرده و عملکرد ضعیف‌تری به‌صورت معنادار با سایر الگوریتم‌ها را دارد.

در نفت استراتژی‌های پیشنهادی و خرید و نگهداری عملکرد معنی‌داری نسبت به استراتژی لیونه داشته‌اند. تلاطم بالای نفت به‌عنوان دارایی پرتلاطم باعث عملکرد نامطلوب برای الگوریتم لیونه شده، به صورتی که نسبت شارپ منفی شده و از الگوریتم پاگان و همچنین استراتژی خرید و نگهداری نیز بازدهی کمتری حاصل‌شده است. در طلا با توجه به روند صعودی بلندمدت، استراتژی‌های پیشنهادی، پاگان و خرید و نگهداری عملکرد بالاتری از استراتژی چرخه مارکوفی داشته است. الگوریتم چرخه مارکوف نیز با تعداد بالای موقعیت‌های معاملاتی باز از عملکرد نامطلوبی درنتیجه هزینه‌های معاملاتی زیاد برخورداراست. همچنین استراتژی پیشنهادی و استراتژی خرید و نگهداری عملکرد بالاتری از استراتژی لیونه داشته‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد الگوریتم پیشنهادی در شناسایی رژیم‌های برون نمونه‌ای به‌خصوص در سری‌های زمانی که متفاوت از داده‌های شاخص بازار سرمایه باشد، عملکردی بهتر یا مساوی با سایر روش‌های شناسایی دارد. ساختار صرفه‌جو الگوریتم پیشنهادی از نوسان‌های بالقوه‌ای که در بهینه‌سازی پارامتر ایجاد می‌شود اجتناب کرده و باعث کاربرد آن در مجموعه‌های گوناگونی ازسری‌های زمانی بدون تغییر در پارامترها می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده توفیق الگوریتم پیشنهادی را نسبت به سایر الگوریتم‌ها نشان می‌دهد. الگوریتم لیونه در بعضی از دارایی‌ها که از واریانس بازدهی بالاتر برخوردار است عملکرد نامطلوبی دارد. الگوریتم پاگان فقط در یک مورد بازدهی بهتری از استراتژی خرید و نگهداری داشته و این نشان‌دهنده آن است که در بررسی برون نمونه‌ای، طبقه‌بندی پاگان نمی‌تواند از فرض فقط یک دوره خیزان عملکرد بهتری داشته باشد. رویکرد چرخه مارکوفی درروند برون نمونه‌ای باوجود موقعیت‌های معاملاتی باز متعدد دارای هزینه معاملاتی بالایی است. همچنین مفید بودن آن در زمان‌بندی رژیم‌ها نیز پایین است؛ زیرا الگوریتم مذکور به‌صورت متناوب بین دوره‌های خیزان و افتان سریع درحرکت است و به‌ندرت یک‌روند قیمتی بلندمدت پایدار را شناسایی می‌کند.

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر در روش‌شناسی نسبتاً کمتر توسعه‌یافته شناسایی رژیم‌های بازارهای مالی کمک کرده است. شیوه پیشنهادی جدید قاعد محور در طبقه‌بندی رژیم بازار تنها از یک پارامتر مشخص معین استفاده می‌کند. در دوره بندی داده‌های درون نمونه‌ای علی‌رغم ساختار صرفه‌جوی الگوریتم در طبقه‌بندی مانند شیوه‌های پاگان و لیونه عمل می‌کند. الگوریتم پیشنهادشده با به‌کارگیری یک پارامتر مزیت مهمی در حذف ذهنیت گرایی و ریسک بهینه‌سازی

بیش‌ازاندازه پارامترهای الگوریتم‌ها برای یک مجموعه‌ای از داده دارد. از این الگوریتم بدون تغییرات در پارامتر می‌توان در سری‌های مالی متفاوت با دوره بندی‌های یکسان استفاده کرد و درنتیجه می‌توان ویژگی‌های بازار را بدون ایجاد اختلال ناشی از اصلاحات الگوریتمی ارائه کرد. قوت الگوریتم ارائه‌شده در ویژگی‌های داده‌های ورودی در مقایسه عملکرد برون نمونه‌ای در دارایی‌های مختلف واضح می‌شود. با به‌کارگیری نسبت شارپ برای اندازه‌گیری نکویی برازش، الگوریتم ارائه‌شده در همه موارد عملکرد بهتری داشته یا با سایر شیوه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشته است. با توجه به کاربردهای گوناگون وسیع در شیوه‌های طبقه‌بندی رژیم بازار، الگوریتم ارائه‌شده نسبتاً ساده اما ازلحاظ روش‌شناسی ابزاری مهم در مقایسه با مسائل متعدد موجود در سایر پژوهش‌های انجام‌شده است. ازآنجاکه که توانمندی روش حاضر امکان استفاده از آن را در داده‌های متفاوت بدون تعدیلات اضافی می‌دهد. نتایج پژوهش حاضر بامطالعه کل و دایک (۲۰۱۷) متفاوت است 22]. در مطالعه مذکور نشان داده شد که شیوه‌های قاعده محور در شناسایی رژیم‌ها در معاملات برون نمونه‌ای عملکرد مناسبی ندارد؛ اما آن‌ها نتیجه گرفتند. هیچ‌کدام از روش‌های معاملاتی بازدهی تعدیل‌شده با ریسک که به‌صورت باثبات و معنادار بر پرتفوی بازار غلبه داشته باشد ندارد.

نتایج پژوهش می‌تواند برای مطالعه هم‌زمانی چرخه‌های بازارهای مختلف و رابطه آن در دوره‌های پر ریسک و کم ریسک قابل‌استفاده باشد. بررسی پایداری رژیم‌ها می‌توانند عوامل بیشتری را که بر قیمت دارایی‌ها در بلندمدت اثرگذار است آشکار کند. پژوهش‌های آتی می‌تواند شامل بررسی ویژگی‌های رژیم‌های بازار به‌صورت تفضیلی‌تر شامل معنی‌داری بالقوه رژیم‌های فرعی متعدد باشد. همین‌طور شناسایی رژیم‌ها بر اساس الگوریتم ارائه‌شده می‌تواند به‌عنوان یک متغیر آستانه برون‌زا در مدل‌های اقتصادسنجی برای تغییر رژیم استفاده شود؛ بنابراین ویژگی رژیم‌های افتان‌وخیزان می‌تواند موردبررسی چارچوب اقتصادسنجی مرسوم شود. ارائه رویکردهایی که بتواند تأخیر در شناسایی رژیم‌ها را کاهش دهد می‌تواند به‌عنوان بهبود مهمی در مجموعه ادبیات مالی مطرح شود تحلیل جزئیات بیشتر کاربرد معاملاتی پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان یک مسیر موردبررسی در پژوهش‌های آتی استفاده شود. به‌کارگیری استراتژی خرید در زمان شناسایی دوره خیزان و فروش در زمان شناسایی دوره افتان می‌تواند ابزاری برای مقایسه عملکرد الگوریتم‌ها باشد؛ اما دربردارنده یک استراتژی معاملاتی متبحر نیست. می‌توان در استفاده از الگوریتم حاضر در چارچوب مدیریت پرتفوی و همین‌طور در بررسی وضعیت جاری به‌عنوان یک فیلتر برای سیگنال‌های معاملاتی بهره برد.

## سپاسگزاری

از کلیه افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر می‌نماییم. در این پژوهش از سازمان، نهاد یا شخصی کمک مالی دریافت نشده است.

## References


1. Albuquerque, R., Eichenbaum, M., Papanikolaou, D., & Rebelo, S. (2015). Long-run bulls and bears. *Journal of Monetary Economics*, 76, 21-36.
2. Bohl, M. T., Siklos, P. L., & Werner, T. (2007). Do central banks react to the stock market? The case of the Bundesbank. *Journal of Banking & Finance*, 31(3), 719-733.
3. Brown, G. W., & Cliff, M. T. (2004). Investor sentiment and the near-term stock market. *Journal of empirical finance*, 11(1), 1-27.
4. Bry, G., & Boschan, C. (1971). Front matter to" Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs". In Cyclical analysis of time series: Selected procedures and computer programs (pp. -13--12). NBEr.
5. Candelon, B., Piplack, J., & Straetmans, S. (2008). On measuring synchronization of bulls and bears: The case of East Asia. *Journal of Banking & Finance*, 32(6), 1022-1035.
6. Cashin, P., McDermott, C. J., & Scott, A. (2002). Booms and slumps in world commodity prices. *Journal of development Economics,* 69(1), 277-296.
7. Chauvet, M., & Potter, S. (2001). Nonlinear risk. *Macroeconomic Dynamics*, 5(4), 621-646.
8. Chen, S.-S. (2009). Predicting the bear stock market: Macroeconomic variables as leading indicators. *Journal of Banking & Finance*, 33(2), 211-223.
9. Claessens, S., Kose, M. A., & Terrones, M. E. (2012). How do business and financial cycles interact? *Journal of International economics,* 87(1), 178-190.
10. Cunado, J., Gil-Alana, L., & de Gracia, F. P. (2010). Mean reversion in stock market prices: New evidence based on bull and bear markets. *Research in International Business and Finance*, 24(2), 113-122.
11. Diebold, F. X., & Inoue, A. (1999). Long memory and structural change. Available at SSRN 267789.
12. Estrella, A., & Mishkin, F. S. (1998). Predicting US recessions: Financial variables as leading indicators. *Review of Economics and Statistics*, 80(1), 45-61.
13. Fabozzi, F. J., & Francis, J. C. (1977). Stability tests for alphas and betas over bull and bear market conditions. *Journal of Finance*, 32(4), 1093-1099.

14. Gordon, S., & St-Amour, P. (2000). A preference regime model of bull and bear markets. *American Economic Review*, 90(4), 1019-1033.

15. Gregg, P., Washbrook, E., Propper, C., & Burgess, S. (2005). The effects of a mother's return to work decision on child development in the UK. *Economic Journal*, 115(501), F48-F80.

16. Hamilton, J. D. (2011). Calling recessions in real time. *International journal of forecasting,* 27(4), 1006-1026.

17. Hanna, A. J. (2018). A top-down approach to identifying bull and bear market states. *International Review of Financial Analysis*, 55, 93-110.

18. Harding, D., & Pagan, A. (2002). Dissecting the cycle: a methodological investigation. *Journal of Monetary Economics*, 49(2), 365-381.

19. Jansen, D. W., & Tsai, C.-L. (2010). Monetary policy and stock returns: Financing constraints and asymmetries in bull and bear markets. *Journal of empirical finance*, 17(5), 981-990.

20. Kaminsky, G. L., & Schmukler, S. L. (2003). Short-run pain, long-run gain: the effects of financial liberalization. In: National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.

21. Kim, M. K., & Zumwalt, J. K. (1979). An analysis of risk in bull and bear markets. *Journal of Financial and Quantitative analysis*, 14(5), 1015-1025.

22. Kole, E., & Van Dijk, D. (2017). How to identify and forecast bull and bear markets? *Journal of Applied Econometrics*, 32(1), 120-139.

23. Lo, A. W. (2004). The adaptive markets hypothesis. *Journal of Portfolio Management*, 30(5), 15-29.

24. Lunde, A., & Timmermann, A. (2004). Duration dependence in stock prices: An analysis of bull and bear markets. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(3), 253-273.

25. Maheu, J. M., & McCurdy, T. H. (2000). Identifying bull and bear markets in stock returns. *Journal of Business & Economic Statistics*, 18(1), 100-112.

26. Maheu, J. M., McCurdy, T. H., & Song, Y. (2012). Components of bull and bear markets: bull corrections and bear rallies. *Journal of Business & Economic Statistics*, 30(3), 391-403.

27. Nguyen, L., Novák, V., & Mirshahi, S. (2020). Trend-cycle Estimation Using Fuzzy Transform and Its Application for Identifying Bull and Bear Phases in Markets. Intelligent Systems in Accounting, *Finance and Management*, 27(3), 111-124.

28. Ntantamis, C. (2009). A duration hidden markov model for the identification of regimes in stock market returns. Available at SSRN 1343726.

29. Ntantamis, C., & Zhou, J. (2015). Bull and bear markets in commodity prices and commodity stocks: Is there a relation? *Resources Policy*, 43, 61-81.

30. Nyberg, H. (2010). Dynamic probit models and financial variables in recession forecasting. *Journal of Forecasting*, 29(1-2), 215-230.

31. Pagan, A. R., & Schwert, G. W. (1990). Alternative models for conditional stock volatility. *Journal of econometrics*, 45(1-2), 267-290.

32. Pagan, A. R., & Sossounov, K. A. (2003). A simple framework for analysing bull and bear markets. *Journal of Applied Econometrics,* 18(1), 23-46.

33. Politis, D. N., & Romano, J. P. (1994). The stationary bootstrap. *Journal of the American Statistical association*, 89(428), 1303-1313.

34. Rigobon, R., & Sack, B. (2003). Measuring the reaction of monetary policy to the stock market. *quarterly journal of Economics*, 118(2), 639-669.

35. Rydén, T., Teräsvirta, T., & Åsbrink, S. (1998). Stylized facts of daily return series and the hidden Markov model. *Journal of Applied Econometrics*, 13(3), 217-244.

36. Satchell, S., & Timmermann, A. (1995). An assessment of the economic value of non-linear foreign exchange rate forecasts. *Journal of Forecasting,* 14(6), 477-497.

37. Shiller, R. J. (1995). Conversation, information, and herd behavior. *American economic review*, 85(2), 181-185.

38. Veronesi, P. (1999). Stock market overreactions to bad news in good times: a rational expectations equilibrium model. *Review of Financial Studies*, 12(5), 975-1007.

39. White, H. (2000). A reality check for data snooping. *Econometrica*, 68(5), 1097-1126.

40. Woodward, G., & Marisetty, V. B. (2005). Introducing non-linear dynamics to the two-regime market model: Evidence. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 45(4-5), 559-581.

41. Wruck, K. H. (1989). Equity ownership concentration and firm value: Evidence from private equity financings. *Journal of Financial economics*, 23(1), 3-28.

42. Wu, S.-J., & Lee, W.-M. (2015). Predicting severe simultaneous bear stock markets using macroeconomic variables as leading indicators. *Finance Research Letters*, 13, 196-204.

**استناد**

طباطبایی، سید جلال (۱۴۰۲). ارائه الگوریتم قاعده محور برای شناسایی رژیم‌ها در بازارهای افتان‌وخیزان. *چشم‌انداز مدیریت مالی*، ۱۳(۴۳)، ۵۱-۷۸.

**Citation**

Tabatabaei, Seyed Jalal (2023). Designing a Rule-Based Algorithm to Identify Bull and Bear Markets Regimes. *Journal of Financial Management Perspective*, 13(43), 51 - 78. (*in Persian*)