

## آزمون فرضیه بازار انطباقی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده مدل رگرسیون انتقال ملایم (STR)<sup>۱</sup>

غلامحسین اسدی

دانشیار، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی  
[asadi.m@sbu.ac.ir](mailto:asadi.m@sbu.ac.ir)

اسماعیل فدایی نژاد

دانشیار، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی  
[fadaeenezhad.s@sbu.ac.ir](mailto:fadaeenezhad.s@sbu.ac.ir)

حمید فاروقی (نوسینده مسئول)

دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی  
[hamid.faroghi442@gmail.com](mailto:hamid.faroghi442@gmail.com)

نوع مقاله: علمی- پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۷

### چکیده:

هدف این مقاله ارزیابی اعتبار تجربی فرضیه بازار انطباقی (AMH) در بورس اوراق بهادار تهران است. این فرضیه توسط لو در سال ۲۰۰۴ در پاسخ به نقدهای فراوان وارد شده به فرضیه بازار کارا طرح گردیده است. فرضیه بازار انطباقی عدم کارایی در بازارهای مالی را نشأت گرفته از رفتار غیرعقلانی سرمایه‌گذاران می‌داند و بیان می‌دارد هنگامی که سرمایه‌گذاران با محیط در حال تغییر خود را در غالب روند تکاملی وقف می‌دهند، این قابلیت انطباق‌پذیری آنها در غالب تعویض رژیم بازار را به وضعیت کارا بر می‌گرداند. در این پژوهش از مدل رگرسیون غیر خطی انتقال ملایم لاجیت (LSTAR) و اطلاعات آماری بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۸ بر اساس فراوانی داده‌های فصلی برای بازدهی شاخص و نسبت قیمت به درآمد (P/E) و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری (M/B)، تورم و نرخ ارز استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که رفتار بازدهی شاخص تحت فرضیه انطباقی در مواقعی کارا و در مواقعی غیر کارا می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL : G01، G14، G10

کلیدواژه‌ها: فرضیه بازار انطباقی (AMH)، مدل رگرسیون انتقال ملایم (STAR)، بازده، شاخص بورس اوراق بهادار تهران

<sup>۱</sup>. این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری آقای فاروقی می‌باشد.



## ۱. مقدمه

یکی از مهمترین ایده‌های مطرح شده در ادبیات مالی طی چند دهه اخیر فرضیه بازار کارا می‌باشد، این ایده توسط فاما بدین گونه تعریف گردیده است که قیمت‌ها در بازارها همیشه به طور کامل منعکس کننده اطلاعات در دسترس هستند و بازارهای مالی به طور کامل ظرفیت جذب و متراکم ساختن همه اطلاعات سرمایه‌گذاران را دارند و این منجر به کارایی بازارها می‌گردد. این در حالی است در رویکردی مخالف با فرضیه بازار کارا گروهی از اقتصاددانان با بررسی بعد رفتاری سرمایه‌گذاران در یک همکاری نزدیک با روانشناسان، زمینه پیدایش مکتب مالی رفتاری را رقم زدند. طرفداران مالی رفتاری بر این باور هستند که سرمایه‌گذاران همیشه رفتار کاملاً عقلایی ندارند و بنابراین اینکه بازار سهام در همه زمان‌ها به شکل کارا باشد، عموماً امکان پذیر نیست (شفرین<sup>۱</sup>، ۱۹۸۵). طرفداران مالی به شواهد تجربی روانشناسی و مالی رفتاری استناد می‌نمایند که حاکی از این است که سرمایه‌گذاران، بخصوص معامله‌گران خرد، رفتارهای غیرعقلایی در تصمیمات سرمایه‌گذاری و تشکیل پرتفوی از خود نشان می‌دهند که توضیحی برای نقض‌های آشکار فرضیه بازار کارا می‌باشد. (شیلر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰).

عده‌ای از محققین معتقد هستند که دلیل عدم موفقیت در جایگزینی مالی رفتاری با فرضیه بازار کارا، ناتوانی مالی رفتاری در ارائه یک چارچوب تئوریک جایگزین است، علیرغم اینکه چندین تورش رفتاری را در ادبیات مالی مستند نموده‌اند (ورهیدن و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۵).

به دنبال نقدهای فراوان بر فرضیه بازار کارا، لو<sup>۴</sup> در سال ۲۰۰۴ با ترکیب فرضیه بازار کارا با مالی رفتاری فرضیه جدیدی تحت عنوان فرضیه بازار انطباقی<sup>۵</sup> ارائه نمود. ایشان با استفاده از مفهوم عقلانیت و رضایت محدود<sup>۶</sup> و توجه به تکامل زیستی، استدلال می‌نمایند که خیلی از تورش‌ها در مالی رفتاری یک مسیر تکاملی را دنبال می‌نمایند که در آن افراد تلاش می‌کنند یاد بگیرند و خودشان را با شرایط جدید بازار انطباق بدهند. این فرآیند

1. Shefrin

2. Shiller

3. Verheyden

4. Lo

5. Adaptive markets hypothesis

6. انسان‌ها نه اطلاعات کافی دارند و نه روش‌شناسی که بر اساس آن بتوانند همیشه با روش عقلایی تصمیمات بهینه را اتخاذ کنند، در نتیجه آنها از بعضی قواعد سرانگشتی یا ابتکاری برای پیدا کردن نتیجه رضایت بخشی که الزاماً کاملاً عقلایی نیست، استفاده می‌کنند (سایمون، ۱۹۵۵).

انطباق و یادگیری از رقابت بین سرمایه‌گذاران نشأت می‌گیرد و انتخاب طبیعی، اکولوژی<sup>۱</sup> جدید بازار را با بیرون راندن بعضی از سرمایه‌گذاران و باقی ماندن سایر سرمایه‌گذاران در بازار تعیین می‌کند. فرآیند انتخاب طبیعی و رقابت روندهای پویا و تکاملی که در بازار رخ می‌دهد را شکل و حالت می‌دهند به گونه‌ای که آنها بر حسب درجه کارایی بازار نمود پیدا می‌کنند. تا مادامی که شوکی وجود نداشته باشد که اکولوژی بازار را تغییر دهد، بازارهای سهام با درجه بالایی کارا هستند، اما هنگامی که یه رویدادی مشخص رخ دهد که بازار را به طور موقت به سمت عدم کارایی سوق دهد، بر اساس فرآیند انتخاب طبیعی و رقابت، اکولوژی جدید بازار مجدد شکل می‌گیرد و میزان کارایی بازارهای مالی به سطح قبل از بحران یا شوک بر می‌گردد (ورهیدن و همکاران، ۲۰۱۵).

بنابراین می‌توان بیان داشت که فرضیه انطباقی بر این فرض استوار است که ناکارایی‌های بازار ناشی از رفتارهای غیر عقلایی سرمایه‌گذاران است و هنگامی که سرمایه‌گذاران خود را نسبت به تغییرات محیطی با روندی تکاملی تطبیق می‌دهند، این قابلیت سازگاری آنها در طی زمان بازار را به حالت کارا بر می‌گرداند.

از اینرو مسئله اصلی تحقیق حاضر این است که آیا بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران بر اساس فرضیه بازار انطباقی رفتار می‌نماید؟ آیا تحت فرضیه بازار انطباقی، بازار در روندی تکاملی در میان کارایی و ناکارایی در حال حرکت و تعویض رژیم است؟

## ۲. پیشینه تحقیق

### ۲-۱. فرضیه بازار کارا؛ نقدهای وارد به آن

فرضیه بازار کارا یکی از مفاهیم شناخته شده در دانش مالی است که مبنای مفروضات بسیاری از تئوری‌های کلاسیک می‌باشد. فرضیه بازار کارا در دهه ۱۹۷۰ در میان اندیشمندان مالی به اوج شکوفایی خود رسید. تحولی که انتظارات عقلایی در نظریه‌های اقتصادی به راه انداخته بود منجر به ایجاد تفکری جدید در میان اندیشمندان آن زمان شد. این تفکر بر این اساس بود در بازاری که جمع کثیری از معامله‌گران عقلایی و آگاه در آن فعالیت می‌کنند، اوراق بهادار به نحو مناسبی قیمت‌گذاری شده و همه اطلاعات موجود در قیمت منعکس گردیده است. اما در عمل رسیدن به چنین بازار بهینه‌ای با محدودیت‌هایی مواجه است. بخشی از این محدودیت‌ها، محدودیت‌های غیر ذاتی است که وابسته به مکانیزم و مقررات حاکم بر بازار یا به عبارتی محدودیت در آربیتراژ می‌باشد

<sup>۱</sup>. Ecology

(باربریس و تالر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). اما برخی دیگر محدودیت‌های ذاتی یا به عبارتی شناختی است که به ماهیت انسان مربوط می‌شود. خطاهای ادراکی و شناختی، نوع تصمیم‌گیری در شرایط ریسک و بروز برخی سوگیری‌های رفتاری از جمله عوامل طبیعی هستند که موجب بروز محدودیت‌هایی در مقابل کارایی بازار می‌شود (پمپین<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶).

بر این اساس طی دهه‌های اخیر، فرضیه بازار کارا با خلاف قاعده‌هایی در بازارهای مالی مواجه شده است که قادر به توضیح آن‌ها نمی‌باشد. این خلاف قاعده‌ها مبتنی بر شواهد تجربی است که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران در هنگام تصمیم‌گیری کاملاً عقلایی نیستند و متغیرهای رفتاری و روان‌شناختی نیز بر تصمیمات‌شان موثر است. از اینرو به دنبال نقد فرضیه بازار کارا، پارادایمی تحت عنوان مالی رفتاری شکل گرفت که بازارهای مالی را با استفاده از رویکردی متفاوت با فرضیه‌های مطلوبیت مورد انتظار و آربیتراژ مورد بررسی قرار می‌دهد. آقای استتمن<sup>۳</sup> در مورد مالی رفتاری این گونه بیان می‌دارد که افراد در نظریه‌های مالی استاندارد، عقلایی هستند اما در مالی رفتاری نرمال هستند (پمپین، ۲۰۰۶).

به طور کلی نقدهای وارد از جانب مالی رفتاری به فرضیه بازار کارا را می‌توان در غالب سه پی<sup>۴</sup> (P's) از کل مدیریت سرمایه گذاری شامل؛ قیمت‌ها، احتمالات و تمایلات و همچنین کاربردهای کاملاً تئوری و تجربی آن یافت که از این رویکرد ما شاهد این هستیم که خیلی از این کاربردها در طی زمان مورد آزمون قرار گرفته است (لو، ۱۹۹۹). آزمون‌های اولیه بر اینکه آیا قیمت‌داری‌های مالی به طور کامل انواع اطلاعات را منعکس می‌کنند تمرکز داشت و سپس تعدادی آزمون بروی احتمالات ضمنی در قیمت‌داری‌ها (به طور مثال مقالات آقای کوتنر<sup>۵</sup> در سال ۱۹۶۴ و آقای لو در سال ۱۹۹۷) صورت گرفت. اما عمده انتقادهای ادامه دار از فرضیه بازار کارا حول تمایلات و رفتار بازیگران بازار می‌چرخد. رویکرد استاندارد برای مدل سازی تمایلات اثبات این است که سرمایه‌گذاران تابع مطلوبیت جمع‌پذیر مورد انتظار را بر اساس ریسک‌گریزی بهینه می‌نمایند. با این وجود روانشناسان و اقتصاددان‌های تجربی مستندات زیادی برای این پارادایم از منظر سوگیری‌های رفتاری که تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان را تحت تاثیر می‌دهد

1. Barberies and Thaler

2. Pompian

3. Statman

4. prices, probabilities, and preferences

5. Cootner

ارائه کردند. در خصوص این سوگیری‌ها می‌توان به فرا اعتمادی، فراواکنشی، زیان‌گریزی، رفتار گله‌وار، حساب‌انگاری، تنزیل‌هذلولی و سوگیری‌های بسیاری اشاره کرد.

## ۲-۲. فرضیه بازار انطباقی؛ ترکیبی جدید

با توجه به نقدهای فراوان به فرضیه بازارکارا در تحقیقات تجربی صورت گرفته از یک سو و از سوی دیگر ناتوانی طرفداران مالی رفتار در ارائه یک تئوری جدید جایگزین برای این رویکرد قیاسی سنتی اقتصاد نئوکلاسیک یک مسیر امیدوارکننده استفاده از اصول تکاملی بر گرفته از زیست‌شناسی در بازارهای مالی است که توسط فارمر<sup>۱</sup> و لو (۱۹۹۹) و فارمر (۲۰۰۲) پیشنهاد شده است.

به طور کلی رویکرد استفاده از اصول تکامل در علوم اجتماعی به شدت تحت تأثیر پیشرفتهای اخیر در رشته نوظهور "روانشناسی تکاملی"<sup>۲</sup> است که بر اساس تحقیقات اولیه ویلسون<sup>۳</sup> (۱۹۷۵) در استفاده از "اصول رقابت، تولید مثل و انتخاب طبیعی" در تعاملات اجتماعی و ارائه توضیحات شگفت‌آور جذاب برای انواع خاصی از رفتار انسان، مانند نوع دوستی، انصاف، انتخاب خویشاوندی، زبان، دین، اخلاقیات و تفکر انتزاعی شکل گرفته است.

زیست‌شناسی اجتماعی<sup>۴</sup> عنوانی است که ویلسون (۱۹۷۵) به ایده‌های فوق (کاربرد اصول رقابت، تکثر، انتخاب طبیعی در علوم اجتماعی) داد و در مقابل خود را با درجه قابل توجه‌ای از انتقادهای مواجه ساخت، در این خصوص لازم به ذکر است که مشابه این اصول می‌تواند در محتوای اقتصاد و مالی به کار گرفته شود. به طور مثال استفاده از اصول زیست‌شناسی در اقتصاد در غالب تئوری بازی تکاملی، اقتصاد تکاملی و همچنین استفاده از مفهوم تکاملی در تعدادی از متون مالی، پدیدار شده است، به طور مثال در یکسری از مقالات لو (۲۰۰۳، ۲۰۰۱، ۱۹۹۸، ۱۹۹۵) نمونه کاربردهایی از انتخاب طبیعی در بازارهای فیوچر را مورد کشف قرار داده است.

همچنین پیش از مطرح شدن فرضیه بازار انطباقی، دو متخصص برجسته رویکرد داروینی را به عنوان جایگزینی برای فرضیه بازار کارا مطرح نموده‌اند. در فصلی از کتاب اکولوژی (بوم‌شناسی) بازارها، نیدرهاوفر<sup>۵</sup> (۱۹۹۷) بازارهای مالی را به اکوسیستم‌های تشبیه

1. Farmer

2. Evolutionary psychology

3. E.O. Wilson

4. sociobiology

5. Niederhoffer

می‌کند که در آن معامله گر به عنوان "گیاه خوار"<sup>۱</sup>، سفته بازار به عنوان "گوشت خوار"<sup>۲</sup>، معامله گران خرد<sup>۳</sup> و سرمایه‌گذاران پریشان به عنوان "تجزیه کننده‌ها"<sup>۴</sup> تعریف می‌شوند. برنستین<sup>۵</sup> (۱۹۹۸) همچنین با مطالعات متقاعد کننده در خصوص مدیریت فعال و با اشاره به مفهوم تعادل که هسته اصلی فرضیه بازار کارا است، بیان می‌دارد که در عمل به ندرت این تعادل به واقعیت می‌پیوندد و بازار دینامیک (متحرک) توصیف بهتری است که توسط فرآیند تکاملی عنوان می‌شود.

به طور مشخص، فرضیه بازار انطباقی را می‌توان به عنوان یک تفسیر یا نسخه جدید از فرضیه بازار کارا دانست که از چارچوب تکامل نشأت می‌گیرد. قیمت‌ها منعکس کننده اطلاعاتی هستند که ترکیبی از شرایط محیطی و تعداد و ماهیت گونه‌ها<sup>۶</sup> در اقتصاد هستند. به طور مثال صندوق‌های بازنشستگی، سرمایه‌گذاران خرد، بازارگردانها، مدیران صندوق‌های سرمایه گذاری ... را می‌توان به عنوان گونه در نظر گرفت. اگر گونه‌های متعدد (اعضای یک گونه بسیار پر جمعیت) بر سر منابع کمیاب در یک بازار واحد رقابت کنند، آن بازار احتمالاً از کارایی بالاتری برخوردار باشد، به طور مثال اسناد خزانه ۱۰ ساله آمریکا که بیشترین اطلاعات مرتبط را به سرعت در خود منعکس می‌نماید. اما اگر تعداد کوچکی از گونه‌ها در حال رقابت بر روی منابع نسبتاً فراوان در یک بازار مشخص باشند، احتمالاً آن بازار کمتر کارا خواهد بود. به طور مثال نقاشی‌های روغنی ایتالیایی از رنسانس. بنابراین کارایی بازار را نمی‌توان در یک فضای از خلاء مورد سنجش و ارزیابی قرار داد، بازار پویا و از وابستگی شدید به زمینه<sup>۷</sup> برخوردار است، درست مانند جمعیت حشرات که کاهش و افزایش آنها تابعی از فصل‌های آبی، تعداد شکارچیان، میزانی که قربانی شکار می‌شوند و توانایی آنها در انطباق با محیط در حال تغییر است (لو، ۲۰۰۴).

به طور کلی ایده فرضیه بازار انطباقی را می‌توان در ۵ اصل کلیدی به شرح زیر خلاصه نمود؛

- 
1. herbivores
  2. carnivores
  3. floor
  4. decomposers
  5. Bernstein
  6. species
  7. Context-dependent

✓ ما انسانها همیشه نه عقلانی و نه غیر عقلانی رفتار می‌کنیم، بلکه ما موجوداتی زیستی هستیم که ویژگی‌ها و رفتارهایشان تحت تاثیر پیشران‌های تکامل شکل می‌گیرد

✓ ما تورش‌های رفتاری از خود نشان می‌دهیم و تصمیماتی به ظاهر نه چندان بهینه می‌گیریم، اما ما می‌توانیم از تجربیات گذشته یاد بگیریم و ابتکارها و اکتشافات خود را در پاسخ به بازخوردهای منفی اصلاح کنیم.

✓ ما برای نگاه و تحلیل آینده از ظرفیت فکر کردن انتزاعی برخوردار هستیم. به عبارتی ما می‌توانیم بر مبنای تجربیات گذشته، آینده را پیش‌بینی کنیم و بر اساس آن آمادگی لازم در برابر تغییرات محیطی را در نظر بگیریم. این نوع تکامل مبتنی بر سرعت و قدرت فکر از تکامل زیستی متفاوت است.

✓ پویایی‌های بازارهای مالی از تعاملات ما در غالب آنچه که رفتار می‌کنیم، یاد می‌گیریم و با یکدیگر انطباق می‌یابیم، نشأت می‌گیرد که این خود بر اساس محیط‌های اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و طبیعی که در آن زندگی می‌کنیم، می‌باشد.

این اصول به نتایج خیلی متعددی از آنچه که عقلانی گرایان یا رفتار گرایان اتخاذ کردند، منجر می‌گردد. تحت فرضیه بازار انطباقی اشخاص هرگز مطمئن نخواهند شد که حس اکتشافی یا ابتکاری فعلی آنها به اندازه کافی خوب است. آنها در واقع با آزمون و خطا به این نتیجه می‌رسند. اشخاص انتخاب‌های خود را بر اساس تجربیات گذشته و بهترین حدس خود از آنچه که می‌تواند بهینه باشد، انجام می‌دهند و آنها بر اساس تقویت‌های مثبت و منفی که دریافت می‌کنند، یاد می‌گیرند. در نتیجه این بازخوردها، اشخاص قوه ابتکاری جدیدی را توسعه می‌دهند و قوانین ذهنی و سرانگشتی به آنها کمک می‌کند که چالش‌های اقتصادی مختلف را حل کنند (لو، ۲۰۱۷).

در هر صورت باید بیان داشت که فرضیه بازار انطباقی از زدن بر چسب غیرعقلانی به چنین رفتاری‌های امتناع می‌کند. حتی هنگامی که رفتارهای اقتصادی شدیداً غیر عقلانی پدیدار می‌گردند، مانند دو برابر کردن حجم خرید برای جبران زیان‌های غیر قابل برگشت، زیرا هنوز ممکن است توضیحی با رویکرد انطباقی برای آن وجود داشته باشد. برای توصیف صحیح این چنین رفتاری‌های که لزوماً غیر عقلانی نیستند، می‌توان واژه ناسازگار با محیط<sup>۱</sup> را از زیست تکاملی قرض گرفت. حشرات یک روزهای که تخم‌های خود را بر روی

<sup>۱</sup>. maladaptive



آسفالت جاده قرار می‌دهد زیرا آنها به گونه‌ای تکامل یافته‌اند که انعکاس نور از آن سطوح را همانند انعکاس از سطح آب تشخیص می‌دهند. لاک پشت‌های که به طور غریزی پلاستیک‌های روی آب را می‌خورند زیرا به گونه‌ای تکامل یافته‌اند که اشیاء شفاف شناور روی آب را به عنوان عروس دریایی تشخیص می‌دهند. اینها مثال‌های از رفتارهای ناسازگار با محیط می‌باشد. به همین نحوه، سرمایه‌گذاری که اقدام به خرید در بالاترین قیمت‌ها در شرایط حبایی بازار می‌کند، زیرا او توانایی مدیریت پرتفوی خود را طی یک بازار رشدی توسعه داده است، می‌تواند مثالی از یک رفتار ناسازگار با محیط تلقی گردد. ممکن است که یک دلیل قانع کننده‌ای برای این رفتارها وجود داشته باشد، اما اینها رفتار ایده آل برای محیط فعلی نیستند (لو، ۲۰۱۷).

از نظر آقای لو (۲۰۰۴) زمان آن رسیده است فرضیه بازار کارا با فرضیه بازار انطباقی که یک نوع رویکرد تکاملی می‌باشد، جایگزین شود. بر خلاف نئوکلاسیک‌ها که در فرضیه بازار کارا فرض را بر این می‌گذارند که افراد به دنبال حداکثر سازی مطلوبیت مورد انتظار خود می‌باشند، از منظر رویکرد تکاملی، افراد به عنوان ارگانیسم‌های که به منظور حداکثر کردن حفظ و بقا ژنتیک خود، مهارت‌های خود را از طریق انتخاب طبیعی نسل‌ها بهبود بخشیده‌اند، نگریسته می‌شود.

## ۲-۳. مروری بر مطالعات پیشین

در ادبیات بررسی فرضیه بازار انطباقی از دو رویکرد استفاده شده است. گروه اول برای تجزیه و تحلیل کارایی بازار از رویکرد مدل زمان-متغیر<sup>۱</sup> استفاده کرده‌اند. این مطالعات نتیجه‌گیری نمودند که درجه کارایی بازار در طی زمان متغیر است. رویکرد دوم به بررسی کارایی بازار با استفاده از آزمون‌های آماری مبتنی بر روش پنجره متحرک<sup>۲</sup> پرداخته است. (لو، ۲۰۰۴؛ کیم<sup>۳</sup>، شمسودین<sup>۴</sup> و لیم<sup>۵</sup>، ۲۰۱۱؛ لیم، لو و کیم، ۲۰۱۳). بعضی از این روش‌ها شامل آزمون نسبت واریانس<sup>۶</sup> چاو (۱۹۹۹) آزمون پورتمن<sup>۷</sup> (عدم وجود خود همبستگی سریالی در جملات اخلال) اسکانکیانو و لوبتو<sup>۸</sup> (۲۰۰۹) و آزمون‌های غیر خطی شامل

1. Time-varying model

2. Moving window

3. Kim

4. Shamsuddin

5. Lim

6. Automatic variance ratio test

7. Automatic portmanteau test

8. Escanciano & Lobato

مدل تعمیم یافته طیفی<sup>۱</sup> اسکانکیانو و ولاسکو<sup>۲</sup> (۲۰۰۶)، آزمون BDS و LM انگل و مکیود لی می‌باشد. تمایز پژوهش فوق در به کار بستن مدل رگرسیون انتقال ملایم از مدل‌های تعویض رژیم است که در آن بر استفاده از متغیر برونزا جهت تعیین عامل انتقال (تعویض رژیم بازده شاخص از رژیم کارا به غیر کارا) تاکید شده است.

### مطالعات خارجی

ایتو و ساگیاما<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) بازده ماهانه شاخص S&P را طی دوره زمانی ۱۹۵۵ تا ۲۰۰۶ با محاسبه خود همبستگی با یک وقفه در غالب رویکرد پنجره متحرک مورد مطالعه قرار دادند. آنها بیان داشتند که درجه کارایی بازار در طی زمان متفاوت است و بازار در دوره اواخر دهه ۱۹۸۰ اغلب غیر کارا و در محدوده سال ۲۰۰۰ اغلب کارا بوده است

الوارز-رامیرز رودریگز و اسپینوسا-پاردس<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) بازده روزانه شاخص DJIA را برای دوره ۱۹۲۹ تا ۲۰۱۲ با محاسبه مقیاس بندی نمایی کسری<sup>۵</sup> با استفاده از روش تحلیل مقیاس نوسان روند زدایی شده (DFA) در غالب رویکرد پنجره متحرک مورد استفاده قرار گرفت. هم راستا با فرضیه بازار انطباقی کارایی ممکن است در طی زمان تغییر کند.

اورکیهارت و هادسون<sup>۶</sup> (۲۰۱۳) بازده روزانه شاخص DJIA، FT 30 و TOPIX را از ابتدای انتشار تا ۲۰۰۹ به شکل تقسیم داده‌ها به نمونه‌های ۵ ساله و استفاده از روش‌های خطی (خود همبستگی و به کار بستن آزمون نسبت واریانس) و غیر خطی (آزمون BDS و LM انگل و مکیود لی) مورد بررسی قرار دادند. آزمون‌های خطی از فرضیه بازار انطباقی حمایت کردند اما آزمون‌های غیر خطی نشان می‌دادند که بازارها غیر کارا هستند بخصوص هنگامی که زمان تغییر می‌کند.

هال و مگروتری<sup>۷</sup> (۲۰۱۴) بازده روزانه بازار سهام ۲۲ کشور نوظهور را طی دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۱ با به کار بستن آزمون دامنه هارست<sup>۸</sup> و مندلبروت-والیس<sup>۹</sup> مقیاس مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها حاکی از وجود شواهدی قوی در حمایت از فرضیه بازار انطباقی بود.

1. Generalized spectral test

2. Escanciano & Velasco

3. Ito and Sugiyama

4. Alvarez-Ramirez, Rodriguez and Espinosa-Paredes

5. Fractional scaling exponent

6. Urquhart and Hudson

7. Hull and McGroarty

8. Hurst

9. Mandelbrot-Wallis

رودریگز، آگیلار-کورنو و آلوارز-رامیرز<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) بازده روزانه شاخص DJIA را برای دوره ۱۹۲۹ تا ۲۰۱۴ با استفاده از نوسانات روند زدایی شده (DFA) مورد تحلیل قرار دادند. آنها دریافتند که در رویکرد خطی هم راستا با فرضیه بازار انطباقی، کارایی بازار از هفتگی تا سالانه در دوره‌های زمانی متفاوت و متغیر بوده است.

نودا<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) بازده ماهانه شاخص TOPIX و TSE2 ژاپن را برای دوره زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۵ با استفاده رویکرد مدل متغیر در زمان همانند مدلی که در مطالعات ایتو، نودا و وادا<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) بکار رفته بود، مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند کارایی هر دو بازار طی زمان تغییر می‌کند. شاخص TOPIX از شاخص TSE2 کارا تر است. کارایی شاخص TOPIX (که شاخصی با کیفیت تر است) در حال تغییر است اما کارایی شاخص TSE2 تغییر نمی‌کند. نتایج بدست آمده فرضیه بازار انطباقی را تایید می‌نمود.

یورکهارت و مگرواتی<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) بازده روزانه شاخص S&P ۵۰۰، FTSE ۱۰۰، ۲۲۵ NIKKEI و EURO STOXX را طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ با استفاده از آزمون نسبت واریانس و تست غیر خطی BDS مورد بررسی قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که پیش‌بینی پذیری بازده شاخص مطابق با فرضیه بازار انطباقی طی زمان تغییر می‌کند و هر بازار به شکل متفاوتی خود را با شرایط تغییر می‌دهد.

انترتاس و اوزکان<sup>۵</sup> (۲۰۱۸) بازده ماهانه شاخص BIST-100 و شاخص S&P 500 را برای دوره زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ با استفاده رویکرد پنجره متحرک ۵ ساله همانند روشی که آقای لو (۲۰۰۴) به کار بست، مورد ارزیابی قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که کارایی این بازارها در طی زمان متفاوت است و در توضیح این رفتار دو بازار، فرضیه بازار انطباقی از فرضیه بازار کار موفق تر است.

بویا<sup>۶</sup> (۲۰۱۹) با بررسی درجه کارایی بازار سهام فرانسه به ارزیابی فرضیه‌های بازار کارا و بازار انطباقی پرداخت. ایشان با استفاده از آزمون نسبت واریانس اقدام به مرور رفتار کارایی بازار سهام از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ کردند. نتایج تحقیق ایشان سازگار با فرضیه انطباقی حاکی از این بود که بازار سهام فرانسه به شکل دوره‌ای در زمان‌های کارا و در زمان‌های غیر کارا بوده است.

1. Rodriguez, Aguilar-Cornejo and Alvarez-Ramirez

2. Noda

3. Ito, Noda and Wada

4. Urquhart and McGroarty

5. Ertas and Ozkan

6. Boya

اوبالاد و موزینداتسی<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) بازده روزانه شاخص بازار سهام تونس (TSE) را برای دوره ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸ به منظور اعتبار سنجی فرضیه بازار انطباقی در خصوص ارائه توضیح بهتر از رفتار بازده سهام مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از آزمون‌های نسبت وایانس و BDS به این نتیجه رسیدن که بازده شاخص در دوره‌های با نوسان بالا قابلیت پیش‌بینی پذیری دارد و در شرایط رونق یا رکود قابلیت پیش‌بینی پذیری کمتری دارد. نتایج تحقیق آنها حاکی از معتبر بودن فرضیه بازار انطباقی در بازار TSE بود.

### مطلعات داخلی

قازانی و عراقی (۱۳۹۲) بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران برای دوره زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۲ به صورت خطی با استفاده از آزمون نسبت واریانس و اتوماتیک پورتمن و غیر خطی با استفاده از طیفی تعمیم یافته و مکلیود-لی<sup>۲</sup> مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که رفتار بازدهی شاخص در تایید فرضیه بازار انطباقی در حالت بین وابستگی و عدم وابستگی نوسان<sup>۳</sup> می‌کند و کارایی بازار در طی زمان متغیر است.

### ۳. روش تحقیق

پیرو هدف این پژوهش مبنی بر آزمون فرضیه بازار انطباقی در بورس اوراق بهادار تهران از مدل رگرسیون انتقال ملایم لاجیت (LSTR) استفاده گردیده است. از مهمترین ویژگی‌های مدل (LSTR) توانایی آن در توصیف حرکت فرآیند شکل‌گیری بازده از یک رژیم به رژیم دیگر با انتقال ملایم است. از آنجاییکه فرضیه بازار انطباقی از تعویض رفتار متناوب از کارایی به غیرکارایی در بازارهای مالی سخن به میان می‌آورد، به کار بستن این مدل بر روی بازدهی شاخص بازار این امکان را می‌دهد در صورت وجود این نوع تعویض رژیم رفتاری، بتوان آن را شناسایی کرد و اعتبار تجربی فرضیه بازار انطباقی را بر این اساس تایید نمود (فاهمی<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷).

در حالت کلی می‌توان مدل (LSTR) را به صورت زیر تعریف نمود:

$$y_t = \phi' z_t + \theta' z_t G(\gamma_t, c, s_t) + \varepsilon_t \quad (1)$$

1. Obalade & Muzindutsi

2. Mcleod-Li

3. oscillatory

4. Fahmy

$$y_t = \{\varphi + \theta G(\gamma, c, s_t)\}z_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

که در آن  $y_t$  متغیر وابسته،  $z_t$  بردار متغیرهای مستقل که نقش توضیحی آنها می‌تواند در میان رژیم‌ها بوا سطره ضرایب  $\varphi'$  متفاوت باشد،  $\varphi'$  بردار ضرایب متغیرهای قسمت خطی مدل،  $\theta'$  بردار ضرایب متغیرهای قسمت غیر خطی مدل،  $G(s_t; \gamma, c)$  تابع انتقال تعیین کننده رژیم و محدود به عدد بین ۰ و ۱ خواهد بود،  $s_t$  ضریب متغیر انتقال،  $\gamma$  تعیین کننده شکل تابع انتقال یا به عبارتی شیب،  $c$  مقدار آستانه متغیر انتقال می‌باشد. در واقع معادله (۱) نشان می‌دهد که مدل را می‌توان به عنوان یک مدل خطی با ضرایب مختلف زمانی و تصادفی تفسیر کرد که  $s_t$  تغییرات زمانی را کنترل می‌کند. تابع انتقال در یک مدل لجستیک به این صورت متداول است:

$$G(\gamma, c, s_t) = (1 + \exp\{-\gamma \prod_{k=1}^K (s_t - c_k)\})^{-1}, \quad \gamma > 0 \quad (2)$$

از تلفیق معادله (۱) و (۲) مدل لجستیک (LSTR) حاصل می‌شود، بیشترین حالت‌های ممکن برای  $k$  زمانی است که  $K=1$  و  $K=2$  است. زمانی که  $K=1$  است پارامترهای  $\varphi + \theta G(\gamma, c, s_t)$  به صورت یکنواخت به صورت تابعی از  $s_t$ ، از مقادیر  $\varphi$  به  $\varphi + \theta$  تغییر می‌کند. زمانی که  $k=2$  است پارامترهای  $\varphi + \theta G(\gamma, c, s_t)$  به صورت قرینه اطراف نقطه میانی  $(c_1 + c_2)/2$  تغییر می‌کند. در این حالت، مقدار حداقل تابع لجستیک در بازه  $(1/2, 0)$  قرار می‌گیرد، زمانی که  $\gamma \rightarrow \infty$  باشد، مقدار پارامتر به سمت صفر میل می‌کند و هرگاه  $c_1=c_2$  و  $\gamma < \infty$  باشد مقدار حداقل تابع برابر با  $1/2$  می‌شود.

پارامتر  $\gamma$  شیب را کنترل می‌کند و  $c_1$  و  $c_2$  مکان تابع انتقال را نشان می‌دهند. زمانی که  $k=1$  باشد، نوع مدل LSTR1 خواهد بود که علاوه بر به تشخیص رفتار نامتقارن، می‌تواند فرآیندهایی که ویژگی‌های پویایی آنها در مسیرهای رونق متفاوت از مسیرهای رکود است را توضیح دهد و انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر به صورت ملایم ضبط نماید. وقتی  $k=2$  باشد، نوع مدل LSTAR2 خواهد بود که مختص مواقعی است که حرکت و پویایی‌های مکانی فرآیند تعدیل در مقادیر کم و زیاد  $s_t$  مشابه و در مقادیر متوسط آن متفاوت است. قابل ذکر است زمانی که  $\gamma = 0$  باشد تابع انتقال  $G(\gamma, c, s_t) = 1/2$  خواهد بود.

جهت برآورد مدل فوق از چارچوب مدل سازی به کار گرفته شده توسط گرانجر و تراسویرتا (۱۹۹۳)، تراسویرتا (۱۹۹۴)، ایترهیم و تراسویرتا (۱۹۹۶) به شرح زیر استفاده خواهد گردید؛

#### مرحله اول؛

به منظور اینکه سری‌های زمانی تحت برر سی قادر به نو سان بین دو رژیم بالا و پایین با شد، در ابتدا می‌باید سستی مانا با شدند، بنابراین مانایی تمام متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد فصلی HEGY مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

#### مرحله دوم؛

با برر سی و وضعیت مانایی متغیر در صورت عدم رد فرضیه صفر و نامانا بودن متغیرها آزمون هم انباشتگی برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق انجام می‌گردد.

#### مرحله سوم؛

این مرحله شامل آزمون وجود رابطه غیرخطی بین متغیرها است، که در آن فرضیه صفر برابر با خطی بودن و در برابر آن فرضیه غیرخطی بودن مدل STR است. بدین منظور از آزمون غیر خطی پیشنهاد شده توسط تراسویرتا (۱۹۹۴) و لوکاونتن و همکاران (۱۹۸۸) که مبتنی بر آزمون ضریب لاگرانژ (LM) که یک تابع تقریبی از توزیع  $F$  است و آزمون RESET استفاده خواهد گردید.

#### مرحله چهارم؛

تشخیص فرم تابعی پیشنهادی برای رابطه غیرخطی بین متغیرها و برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم با متغیرهای مستقل و متغیر انتقال پیشنهادی در این مرحله انجام می‌گردد. در این پژوهش آزمون فرضیات با استفاده از نرم افزارهای Ox-Metrics، Eviews صورت گرفته است.

#### ۳-۱. متغیرهای تحقیق

انتخاب متغیر انتقال در مدل رگرسیون انتقال ملایم لاجیت بسیار حیاتی است زیرا علاوه بر توضیح پویایی های بازده، چگونگی حرکت آن از یک رژیم به رژیم دیگر را توضیح می‌دهد. عموماً در ادبیات تعویض رژیم از جزء خود رگرسیون متغیر وابسته با یک وقفه تاخیر (که در این تحقیق بازدهی شاخص می‌باشد) به عنوان متغیر انتقال استفاده می‌شود، این در حالی است که فرضیه بازار انطباقی پیشنهاد می‌نماید متغیر انتقال که تعویض رژیم‌های رفتاری بازده را مقرر می‌دارد، می‌بایستی یک متغیر برونزا باشد که با قابلیت توضیح دهندگی بازده شاخص، بتواند واکنش سرمایه‌گذاران را به

اخبار مالی تسخیر و در برگیرد. در این پژوهش از میان مجموعه متغیرهای مالی، نسبت قیمت به سود هر سهم (P/E) و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری (M/B) و از میان متغیرهای کلان اقتصادی نرخ ارز و تورم به عنوان بهترین متغیرهای برونزایی که قابلیت ضبط و شناسایی پویایی‌های بازده را داشته باشند، انتخاب گردیده‌اند.

مروری بر ادبیات مالی این استدلال را تایید می‌نماید، که نسبت‌های مالی قیمت به سود هر سهم (P/E) و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری (M/B) که در تعریف خود شامل قیمت بازار (قیمت‌ها در بازار تمام اطلاعات و واکنش سرمایه‌گذاران به اخبار مالی را می‌تواند منعکس نماید) هستند از قدرت توضیح دهندگی بالای تغییرات بازده مورد انتظار پرتفوی بازار برخوردار هستند. استاتمن (۱۹۸۰) و روزنبرگ، ریید و لانستین (۱۹۸۵) نشان دادند که سهام شرکت‌ها با نسبت‌های ارزش دفتری به ارزش بازار بالاتر (B/M)، متوسط بازده بیشتری از بازده پیشنهادی و محاسبه شده با نسبت بتا داشته‌اند. در محتوای مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه‌ای (CAPM)، باس (۱۹۷۷) اثر نسبت درآمد به قیمت (E/P) را کشف نمود. باس نشان داد که هنگامی سهام بر اساس نسبت درآمد به قیمت مرتب و دسته‌بندی می‌گردد، بازده آتی سهام دارای نسبت درآمد به قیمت بالا بیشتر از بازده پیش‌بینی شده مدل (CAPM) بوده است. همچنین فاما و فرنچ (۱۹۹۲، ۱۹۹۳) و پونیف و اسچال (۱۹۹۸) توانایی نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری (M/B) در پیش‌بینی بازده‌های بازار را تایید نمودند.

همچنین تحقیقات متعددی مبنی بر تاثیر گذاری متغیرها کلان اقتصادی بر پویایی‌های بازده شاخص صورت گرفته است که از میان آنها می‌توان به پژوهش‌های فاما (۱۹۸۱)، فاما و اسکورت (۱۹۷۷) در خصوص نقش تورم و به پژوهش‌های کیائو (۱۹۷۷)، تاباک و همکاران (۲۰۰۳، ۲۰۱۶) و نگیوین و چکیلی (۲۰۱۳) مبنی بر تاثیر گذاری نرخ ارز بر بازده شاخص اشاره نمود.

### ۳-۲. جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. دوره زمانی مورد بررسی مربوط به بازه زمانی ابتدای سال ۱۳۸۵ تا انتهای سال ۱۳۹۸ به مدت ۱۴ سال است.

#### ۴. برآورد مدل و آزمون فرضیه‌ها

در مرحله اول به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب به بررسی وجود ریشه واحد در متغیرهای تحقیق پرداخته می‌شود. از آنجایی که تواتر متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه فصلی است از آزمون<sup>۱</sup> HEGY برای بررسی ریشه واحد بین متغیرها استفاده شده است. هنگام استفاده از این آزمون ابتدا بر اساس آماره شوارتز وقفه بهینه  $p$  تعیین می‌گردد. سپس با استفاده از آزمون خودهمبستگی LM وجود خودهمبستگی سریالی فصلی، در اجزای اخلاص معادله برآورد شده مورد سنجش قرار می‌گیرد. جدول (۱) بیانگر آزمون ریشه واحد فصلی صورت گرفته در مورد متغیرهای تحقیق مورد استفاده قرار گیرد. به منظور انجام آزمون ریشه واحد فصلی از نرم افزار *Eviews* استفاده گردید.

جدول (۱): نتایج آزمون ریشه واحد فصلی متغیرهای تحقیق

$\pi/6$	$5\pi/6$	$\pi/3$	$2\pi/3$	$\pi/2$	$\pi$	O	فراوانی آزمون متغیرها
$F_{1234}$	$F_{234}$	$F_{34}$	$P_{14}$	$P_{13}$	$P_{12}$	$P_{11}$	
۳/۱۵	۲/۴۵	۲/۲۱	-۱/۵۸	-۱/۶۸	-۱/۵۷	-۱/۴۵	نسبت P/E
۶/۷۸	۶/۳۵	۶/۱۲	۵/۹۸	-۳/۱۲	-۲/۷۸	-۲/۶۵	نسبت M/B
۲/۹۸	۲/۳۸	۲/۱۰	-۱/۶۶	-۲/۱۹	-۲/۴۳	-۲/۱۶	$R_{t-1}$
۷/۱۲	۵/۶۴	۵/۵۶	۶/۴۰	-۳/۵۵	-۳/۳۹	-۳/۲۵	نرخ تورم
۲/۹۸	۲/۸۹	۲/۶۷	۲/۸۷	-۱/۷۴	-۱/۶۸	-۱/۱۴	نرخ ارز
$F_{k,k+1} = ۵/۷۰$				-۲/۶۵		مقادیر بحرانی سطح ۵٪	

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که متغیرهای نرخ ارز، نسبت P/E و بازدهی بدلیل اینکه مقدار آماره  $P_{11}$  از مقدار بحرانی کوچکتر است در سطح دارای ریشه واحد هستند، اما متغیر نرخ تورم و نسبت M/B در سطح مانا هستند.

در مرحله دوم از آنجایی که متغیرها انباشته از یک مرتبه هستند این امر منجر به قابلیت آزمون هم انباشتگی فصلی با نوسانات متفاوت می‌شود. نتایج حاصل از هم انباشتگی فصلی در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲): نتایج حاصل از آزمون هم انباشتگی فصلی

Regressand	Regressors	$t_\phi$	$t_{\lambda_1}$	$t_{\lambda_2}$	F: $\lambda_1 \cap \lambda_2$	k	LM(4)
$Z_1(y_t)$	$Z_1(x_t)$	-۳/۸۲	-۳/۳۸	-	-	۸	۱۳/۳۶
	$Z_1(x_t)$	-۴/۲۵	-	-۳/۴۹	۳/۶۱	۸	۱۱/۲۱

منبع: یافته‌های پژوهش

<sup>۱</sup> Hylleberg, Engle, Granger and Yoo [HEGY] (1990)



مقادیر بحرانی در سطح ۵ درصد عبارت از  $t_{\varphi} = -3.25$ ,  $t_{\lambda_1} = -3.34$ ,  $t_{\lambda_2} = 6.67$  است، لذا با توجه به نتایج بدست آمده وجود رابطه هم انباشتگی بین متغیرها تأیید می‌گردد.

در مرحله سوم با استفاده از دو آزمون مرسوم RESET و آزمون LM وجود اثرات غیرخطی بررسی می‌شود. نتایج حاصل از این دو آزمون در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): آزمون وجود اثرات غیرخطی

LM	RESET
۱۳/۷۸	۲۹/۴۵
$\chi^2(8)$	F(8,78)
معنادار در سطح ۵ درصد	معنادار در سطح ۵ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

همانگونه که مشاهده می‌شود نمی‌توان فرضیه صفر خطی بودن را پذیرفت. در صورت وجود رابطه‌ی غیرخطی، باید متغیر انتقال مناسب و تعداد رژیم‌های مدل غیرخطی بر اساس آماره آزمون‌های  $F$ ،  $F_2$ ،  $F_3$  و  $F_4$  تعیین گردد. نتایج برآوردی این مرحله برای تعیین نوع مدل STR و انتخاب متغیر انتقال در قالب جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۴): نوع مدل و متغیر انتقال

مدل پیشنهادی	ارزش احتمال $F_2$ آماره	ارزش احتمال $F_3$ آماره	ارزش احتمال $F_4$ آماره	ارزش احتمال $F$ آماره	متغیر انتقال
LSTR1	۰/۰۰۲۴	۰/۰۱۲	۰/۱۸۲	۰/۰۰۰۰۱	نسبت P/E
LSTR1	۰/۰۰۲۲	۰/۰۶۴	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰۶۹	نسبت M/B
LSTR1	۰/۰۰۱۴	۰/۰۳۱	۰/۰۴۲	۰/۰۰۰۶۱	$R_{t-1}$
LSTR1	۰/۰۰۱۸	۰/۰۳۹	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰۵۵	نرخ ارز
Linear	۰/۰۰۲۴	۰/۰۴۲	۰/۰۶۸	۰/۰۰۰۷۳	نرخ تورم
LSTR1 (رد فرضیه $H_{02}$ )		غیرخطی بودن دورژیمی با یک حد آستانه	$H_{02}: \beta_1 = 0   \beta_2 = \beta_3 = 0$		
LSTR2 (رد فرضیه $H_{03}$ )		غیرخطی بودن سه‌رژیمی با دو حد آستانه	$H_{03}: \beta_2 = 0   \beta_3 = 0$		
LSTR1 (رد فرضیه $H_{04}$ )		غیرخطی بودن دورژیمی با یک حد آستانه	$H_{04}: \beta_3 = 0$		
Linear (عدم رد خطی بودن)		خطی بودن بدون حد آستانه	عدم لحاظ رابطه غیرخطی		

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه ارزش احتمال آماره  $F$  گزارش شده در جدول (۴) در تمامی موارد بجز متغیر نرخ تورم فرضیه‌ی صفر این آزمون مبنی بر خطی بودن مدل برای متغیرها رد و فرض وجود

رابطه‌ی غیرخطی پذیرفته می‌شود. گام بعدی انتخاب متغیر انتقال مناسب از بین متغیرهای انتقال ممکن برای مدل غیرخطی است. برای انتخاب متغیر انتقال می‌توان هر متغیر بالقوه‌ای را لحاظ نمود، اما اولویت با متغیر انتقالی است که فرضیه صفر آزمون F آن به طور قوی‌تری رد نماید. بر این اساس مناسب‌ترین متغیر انتقال، نسبت P/E و مدل رگرسیون انتقال ملایم با تابع انتقال لاجستیک LSTR1 است.

در بخش چهارم پارامترهای مدل با استفاده از الگوریتم نیوتن-رافسون تخمین زده می‌شود که نتایج در قالب جدول (۵) ارائه شده‌است. مقادیر نهایی تخمین زده شده برای تابع انتقال این مدل برای پارامتر سرعت انتقال (۷) ۸/۲۵ و برای مقدار آستانه‌ای (C) برابر با ۲/۳ درصد (معادل حدود ۹,۲ درصد در سال) می‌باشد.

$$G(S_t, 8.25) = \left\{ 1 + \exp \left[ -8.25 \prod_{j=1}^J (\log(s_t)) - (2.3) \right] \right\}^{-1}, \gamma > 0$$

نتایج نهایی حاصل از تخمین مدل در جدول (۵) آورده شده است:

جدول (۵): نتایج حاصل از تخمین مدل

متغیر	قسمت خطی مدل		قسمت غیرخطی مدل	
	ضریب	سطح معنی داری	ضریب	سطح معنی داری
عرض از مبدا	۰/۵۶۴	۰/۰۰۰	۰/۳۴۲	۰/۰۰۲
وقفه بازدهی	۰/۱۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳۵	۰/۰۰۴
نسبت P/E	۰/۰۶۴	۰/۰۰۵	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰
نسبت M/B	-۰/۰۵۲	۰/۰۰۴	-۰/۰۲۲	۰/۰۰۳
نرخ تورم	۰/۰۹۵	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴
نرخ ارز	۰/۱۲۹	۰/۰۰۸	۰/۰۳۲	۰/۰۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

ضرایب برآورد شده در هر دو حالت خطی و غیرخطی (رژیم با نوسان پایین و رژیم با نوسان بالا) در سطح خطای ۵ درصدی اختلاف معنی داری از صفر دارند. در بخش خطی مدل که معادل با رژیم پایین (نوسانات پایین متغیر انتقال P/E) است، ضریب وقفه بازدهی برابر با ۰/۱۱۸ بوده است و در رژیم بالا (نوسانات بالای متغیر انتقال P/E) ضریب این متغیر (حاصل جمع ضرایب قسمت خطی ۰/۱۱۸ و غیر خطی مدل ۰/۰۳۵) برابر با ۰/۱۵۳ است که نشان دهنده بالا بودن ضریب اثرپذیری بازدهی از وقفه خود در رژیم بالا است. ضریب متغیر نسبت P/E در رژیم با نوسانات پایین برابر با ۰/۰۶۴ است و در رژیم با

نوسانات بالا اثرگذاری این ضریب بر روی بازدهی به  $0/026$  می‌رسد که این بیانگر وجود رابطه مثبت و معنی دار به شکل نامتقارن بین نسبت  $P/E$  با بازدهی شاخص بازار در این دو رژیم متفاوت است. ضریب متغیر نسبت  $M/B$  در رژیم پایین برابر با  $-0/052$  است و در رژیم بالا تحت ضرایب قسمت خطی و غیرخطی مدل به  $-0/003$  می‌رسد که نشان دهنده شدت بیشتر اثرگذاری آن در رژیم بالا است. در نهایت ضریب مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی شامل نرخ تورم و نرخ ارز در رژیم نوسانات پایین به ترتیب برابر با  $0/095$  و  $0/129$  است و در بخش مدل با نوسانات بالا این ضرایب برابر با  $0/011$  و  $0/032$  است. نتایج بدست آمده بیانگر این است با تغییرات در متغیر  $P/E$  به عنوان یک متغیر گذار اثرگذاری متفاوت و معنی داری از نرخ تورم و نرخ ارز بر بازدهی را در بازار سرمایه شاهد هستیم. در ادامه به آزمون‌های تشخیصی در خصوص جملات اخلاص مدل رگرسیونی برآورد شده پرداخته شده است که نتایج آن در جدول (۶) گزارش شده است.

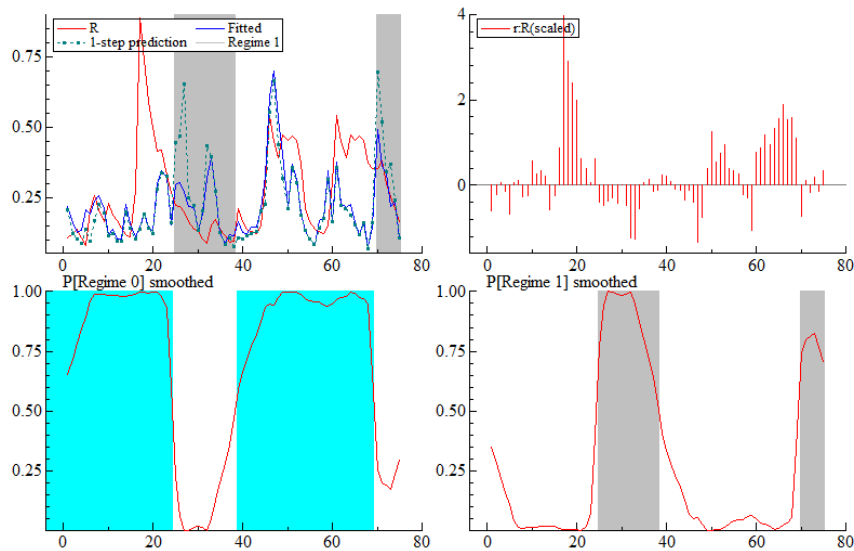
جدول (۶): نتایج حاصل از آزمون‌های تشخیصی جملات اخلاص مدل رگرسیونی

آزمون	آماره آزمون	سطح معنی داری
پورتمن تائو	۹/۵۶	۰/۴۳۵
چارک - برا (نرمالیتی)	۱/۱۹	۰/۲۳۱
ARCH	۰/۰۳۸	۰/۵۵۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در مدل برآورد شده نتایج آزمون پورتمن تائو بیانگر عدم وجود خودهمبستگی در جملات اخلاص مدل برآورد شده است. آزمون نرمالیتی نیز بیانگر نرمال بودن توزیع جملات اخلاص است. همچنین نتایج حاصل از آزمون ARCH بیانگر عدم وجود واریانس ناهمسانی در جملات اخلاص مدل است.

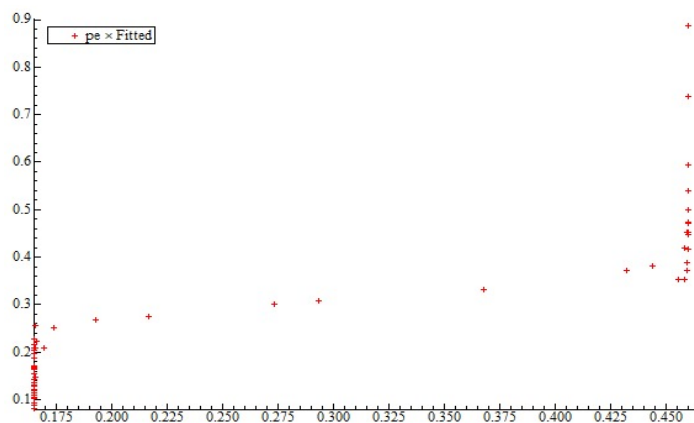
## نمودار (۱): نوسانات متغیر انتقال و روند تعویض رژیم‌ها



منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نمودارهای (۱) مشاهده می‌شود که متغیر انتقال در نظر گرفته شده در این مطالعه در رژیم با نوسانات بالا دارای هم‌حرکتی بالایی با مقادیر برازش شده مدل است، در واقع در شرایط ذکر شده در مدل می‌توان نشان داد که در دوره‌های ۱ تا ۲۰ و ۴۰ تا ۷۰ تحت رژیم با نوسانات بالا بوده و در دوره‌های ۲۰ تا ۴۰ و ۷۰ تا ۸۰ تحت رژیم با نوسانات پایین بوده است.

## نمودار (۲): روند تغییر متغیر انتقال در مدل رگرسیون انتقال ملایم لاجیت



منبع: یافته‌های پژوهش

در مدل برآورد شده بر اساس نمودار (۲) مشاهده می‌شود که نرخ گذار برای متغیر انتقال P/E برابر با ۰,۳۵ است که با عبور از این مقدار، مدل از رژیم با نوسانات پایین وارد رژیم نوسانات بالا می‌گردد.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله به آزمون تجربی فرضیه انطباقی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پرداخته شد. مدل برآورد شده در این تحقیق نشان می‌دهد که نرخ بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران (TEDPIX) بین رژیم پایین غیرکارا جای که قیمت دارایی‌ها زیر ارزش ذاتی هستند و رژیم بالای غیرکارا جای که قیمت دارایی‌ها بالای ارزش ذاتی هستند، به طور مداوم تعویض رژیم انجام می‌دهد و در میان این دو رژیم غیرکارا، بازده بازار برای دوره‌های زمانی کوتاه مدتی از وضعیت کارایی عبور می‌کند. پیامدهای تجربی فرضیه بازار انطباقی را می‌توان در چهار مورد خلاصه نمود. **اول؛** فرآیند انطباق‌پذیری مطرح شده در فرضیه بازار انطباقی به طور ضمنی بر این معنی دلالت دارد که دو رژیم غیرکارا از ثبات برخوردار هستند. به عبارتی بازده بازار می‌تواند در یک رژیم در گردش باشد بدون اینکه حتی به رژیم دیگری برگردد. بر اساس نتایج این تحقیق در بورس اوراق بهادار تهران دو رژیم بالا و پایین (غیرکارا) از ثبات برخوردار هستند، اگر چه در دوره زمانی بیشتر بازار در رژیم با نوسانات بالا بوده است. **دوم؛** فرآیند انطباق‌پذیری (AHM) شامل یک رفتار مبتنی بر قابلیت تعویض‌پذیری یا به عبارتی حرکت میان این دو رژیم غیرکارا می‌باشد. این بدین معنی است که سری زمانی بازده بازار غیر خطی است و بهترین حالت برای مدل نمودن آن استفاده از مدل تعویض رژیم می‌باشد. آزمون غیر خطی و چارچوب تعویض رژیم به کار رفته در این تحقیق مورد تایید قرار گرفت. **سوم؛** انتقال یا گذار بازده بازار از یک رژیم غیرکارا به رژیم دیگر در گذر زمان تحت تاثیر یک متغیر برونزاه (عاملی ثابت که قابلیت ضبط رفتارهای غیر عقلایی بازیگران یا فعالان حاضر در بازار را دارد) می‌باشد. در این خصوص آزمون‌های غیر خطی مربوطه نسبت قیمت به درآمد (P/E) را از میان متغیرهای بالقوه به عنوان متغیر انتقال شناسایی نمودند. **چهارم؛** فرآیند انتقال یا گذار در میان دو رژیم غیرکارا با توجه قابلیت انطباق‌پذیری سرمایه‌گذاران می‌تواند ملایم یا تند باشد.

بنابراین می‌توان بیان داشت نتایج این تحقیق با فرضیه بازار انطباقی مطرح شده توسط لو مبنی بر اینکه بازارهای مالی شاهد نارکارایی‌های سریالی هستند، سازگار است. بر این

اساس به سرمایه‌گذاران نهادی و حقیقی فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران پیشنهاد می‌شود نوع رژیم‌های غیرکارای حاکم بر بازار سرمایه و وضعیت متغیر قیمت به درآمد (P/E) به عنوان عامل تعویض رژیم بازده را به هنگام انتخاب پرتفوی بهینه در نظر گیرند، زیرا مطابق فرضیه بازار انطباقی و نتایج این تحقیق خلق بازدهی در بورس اوراق بهادار تهران تحت دو رژیم بالا و پایین غیرکارای متفاوت شکل می‌گیرد و تاثیرگذاری عوامل اقتصادی و مالی بر بازدهی شاخص در این دو رژیم متفاوت نامتقارن می‌باشد. احتمال تعویض در میان رژیم‌ها، حتی اگر نسبتاً به ندرت اتفاق بیافتد، خود شامل یک عدم اطمینان اضافی است که سرمایه‌گذاران می‌توانند با رصد وضعیت متغیر انتقال قیمت به درآمد (P/E) در برابر آن محافظت شوند.

#### منابع:

- Baum, A., and Koester, G.B. (2011), The impact of fiscal policy on economic activity over the business cycle - evidence from a threshold VAR analysis, Discussion Paper Series 1, Economic Studies, Deutsche Bundesbank.
- Dhankar, R.S., and Shankar, D. (2016), Relevance and evolution of adaptive markets hypothesis: a review, *Journal of Indian Business Research*, 8: 166-179.
- Fama, E. F. (1965), The Behavior of Stock Price, *journal of Business*.
- Jensen M.C. (1978), Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency, *Journal of Financial Economics*, 6: 95-101.
- Kim, J.H. (2006), Wild Bootstrapping Variance Ratio Tests, *Economics Letters*, 92: 38-43.
- Kim, J.H., Shamsuddin, A., and Lim, K.P. (2011), Stock Return Predictability and the Adaptive Markets Hypothesis: Evidence from Century-Long U.S. Data, *Journal of Empirical Finance*, 18: 868-79.
- Lim, K.P., and Brooks, R. (2011), The evolution of stock market efficiency over time: A survey of the empirical literature, *Journal of Economic Surveys*, 25: 69-108.
- Lo, A.W., and MacKinlay, A.C. (1988), Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test, *The Review of Financial Study*, 1: 41-66.

- Lo, A.W. (2004), The adaptive markets hypothesis: market efficiency from an evolutionary perspective, *Journal of Portfolio Management*, 30: 15–29.
- Lo, A.W. (2005), Reconciling efficient markets with behavioral finance: the adaptive markets hypothesis, *Journal of Investment Consulting*, 7:(2), 21–44.
- Neely, C.J., Weller, P.A., and Ulrich, J.M. (2009), the adaptive markets hypothesis: evidence from the foreign exchange market, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44: 467–88.
- Noda, A. (2016), A Test of the Adaptive Market Hypothesis Using a Time-Varying AR Model in Japan, *Finance Research Letters* 17: 66–71.
- Shefrin H., and Statman, M. (1985), The Disposition Effect to sell winners too early and ride losers too long, *Journal of Finance*, 40: 3-21.
- Shiller, R.J. (2000), Human Behavior and Efficiency of Financial System, International Center for Finance.
- Verheyden, T., De moor, L., & Bossche, F. (2015), Towards a new framework on efficient markets, *Research in International Business and Finance*, 34: 294-308.
- Barberis, N., & Thaler, R. (2003), A survey of behavioral finance, NBER Working Paper, 9222.
- Pompian, M. (2006), Behavioral Finance and Wealth Management – How to Build Optimal Portfolios That Account for Investor Biases, *Financ Mark Portfolio Manag*, 21: 491–492.
- Lim, K.P. and Brooks, R.D. (2006), The Evolving and Relative Efficiencies Of Stock Markets: Empirical Evidence From Rolling Bicorrelation Test Statistics, SSRN working paper, Available at: <http://ssrn.com/abstract=931071>.
- Ito, M., and Sugiyama, S. (2009), Measuring the Degree of Time Varying Market Inefficiency, *Economics Letters*, 103(1): 62-64.
- Alvarez-Ramirez, J., Rodriguez, E., and Espinosa-Paredes, G. (2012), Is the US Stock Market Becoming Weakly Efficient Over Time? Evidence From 80-Year-Long Data, *Statistical Mechanics and its Applications*, 391(22): 5643-5647.

Urquhart, A. and Hudson, R. (2013), Efficient or Adaptive Markets? Evidence from Major Stock Markets Using Very Long Run Historic Data, *International Review of Financial Analysis*, 28: 130-142.

Hull, M., and McGroarty, F. (2014), Do Emerging Markets Become More Efficient as They Develop? Long Memory Persistence in Equity Indices, *Emerging Markets Review*, 18: 45-61.

Rodriguez, E., Aguilar-Cornejo, M. and Alvarez-Ramirez, J. (2014), US Stock Market Efficiency over Weekly, Monthly, Quarterly and Yearly Time Scales, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 413: 554-564.

Noda, A. (2016), A Test of the Adaptive Market Hypothesis Using A Time-Varying AR Model In Japan, *Finance Research Letters*, 17: 66-71.

Urquhart, A., and McGroarty, F. (2016), Are Stock Markets Really Efficient? Evidence of the Adaptive Market Hypothesis, *International Review of Financial Analysis*, 47: 39-49.

Ertas F.C., and Özkan, O. (2018), Piyasa Etkinliği Açısından Adaptif Piyasa Hipotezi'nin Test Edilmesi: Türkiye ve ABD Hisse Senedi Piyasaları Örneği, *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 642: 23-40.

Ghazani, M.M., and Araghi, M.K. (2014), Evaluation of The Adaptive Market Hypothesis as an Evolutionary Perspective on Market Efficiency: Evidence From the Tehran Stock Exchange, *Research in International Business and Finance*, 32: 50-59.