فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت
سال بیست و ششم/ شماره ۱۰۵ / زمستان ۱۳۹٤

شناسایی گسست‌های ساختاری در تحلیل روندهای اقتصادی؛ مطالعه موردی شاخص صنایع برقی بورس تهران

فروزنده جعفرزاده پور
استادیار، جامعه شناسی، پژوهشکده علوم اجتماعی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی جهاد دانشگاهی
Fjafarzadehpour77@gmail.com

امیر ناظمی
استادیار، گروه آینده اندیشی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور
amirnazemy@gmail.com

علیرضا اسدی
دانشجوی دکتری، آینده‌پژوهی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی جهاد دانشگاه (مسئول مکاتبات)
alireza.asadie@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۹ **تاریخ پذیرش:** ۹۴/۵/۲

چکیده

یکی از موضوعاتی که در روش‌های تحلیل روند در مطالعات آینده‌پژوهی دارای اهمیت است، بررسی وقوع گسست است. وقوع گسست‌ها که ناشی از تغییرات محیطی هستند، موجب می‌شوند، روندها تداوم پیدا نکنند و پارامترهای مدل‌های کمی که برای برونیابی روندها طراحی شده‌اند کارآیی خود را از دست دهند. در این مقاله موضوع وقوع گسست‌های ساختاری مورد بررسی قرار گرفته است و روش‌هایی که به کمک آنها می‌توان وقوع گسست و زمان آن را شناسایی کرد، مقایسه شده است. این روش‌ها در دو دسته کلی روش‌های آزمون آماری کلاسیک و روش‌های آماری بیزی طبقه‌بندی شده و قابلیت‌ها و محدودیت‌های هریک مقایسه شده‌است. در ادامه مقاله، وقوع گسست ساختاری در خصوص روند شاخص صنایع برقی بورس تهران به عنوان مطالعه موردی، مورد بررسی قرار گرفته است. برای این‌کار از آزمون گسست‌های چندگانه بای و پرون استفاده شده‌است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که روند شاخص صنایع برقی در بورس تهران در دو نوبت دچار گسست ساختاری شده که این گسست‌ها مقارن با تغییر سیاست‌های اقتصادی دولت‌ها بوده است؛ اولین گسست در ارتباط با سیاست هدفمندی یارانه‌ها و دومین گسست با تغییر دولت و سیاست‌های جدید وزارت اقتصادی مقارن بوده است. این تغییرات منجر به جهش شاخص صنایع برقی بورس تهران شده‌است و در نتیجه پارامترهای مدل تغییر کرده‌اند. این مقاله روش‌شناسی را در شناسایی گسست‌ها ارائه کرده است که می‌توان برای شناسایی گسست‌های ساختاری در هر تحلیل روند اقتصادی دیگری استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل روند، گسست ساختاری، آزمون گسست، صنایع برقی، بورس تهران.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

روش برون‌یابی روند یکی از پرکابردترین روش‌های آینده‌پژوهی است که به کمک مدلسازی‌های کمی وآماری، به پیش‌بینی شاخص‌ها و متغیرها می‌پردازد. برون‌یابی روند کاربرد بسیار گسترده‌ای دارد اما برای اینکه برون‌یابی روندها تخمین درستی از آینده ارائه کنند، لازم است این اطمینان حاصل شود که آیا روند تداوم داشته است؟ آیا روند دچار گسست می‌شود؟ (مردوخی، ۱۳۹۱)یکی از موضوعاتی که در تحقیقات اخیر آینده‌پژوهی اقتصاد و برونیابی روندهای اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است، موضوع گسست‌های ساختاری در مدل‌های تحلیل روند است. شواهد و تحقیقات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد در بیشتر مدل‌های پیش‌بینی روندها، پارامترهای مدل ثابت نمی‌مانند و در برخی مقاطع مقادیر آنها بطور معناداری تغییر می کند(Rossi, 2012; Hansen, 2001). گسست‌های ساختاری در روندها عموما ناشی از تغییرات اساسی هستند که سیستم‌های اقتصادی را دچار دگرگونی بنیادی می‌کنند و موجب می‌شوند سیستم اقتصادی از یک شرایط تعادلی به شرایط تعادلی دیگری جابه‌جا شود. در نتیجه این تغییرات، پارامترهای مدلی که روند را توصیف می‌کرده است دچار تغییر می شوند به طوری‌که بر اساس آنها نمی‌توان آینده روندها را پیش‌بینی کرد. به عبارت دیگر رسیدن به پیش‌بینی با صحت بالا در برون یابی روند نیازمند شناخت گسست‌ها است. . بنابراین با توجه به اهمیتی که این موضوع در تحلیل روندهای مالی و اقتصادی مانند بازار بورس دارد، این سوال مطرح می‌شود که آیا روندهای بازار بورس تهران دچار گسست شده‌اند؟ و چنانچه گسستی رخ داده است، منشاء آن چه بوده است؟ مقاله حاضر نتایج تحقیقی را که در پاسخ به این سوالات انجام شده است، ارائه می‌کند.

۲- پیشینه تحقیق

موضوع گسست‌های ساختاری در مدل‌های برونیابی روند و آینده‌پژوهی اقتصاد در سال‌های اخیر اهمیت فراوانی یافته است و در تحقیقات متعددی این موضوع با مراجعه به داده‌های تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. پاستور و استامباو وقوع گسست ساختاری در روند بازده ماهانه سهام بورس نیویورک را در فاصله سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۹بررسی کرده‌اند (Pastor & Stambaugh, 2001). آنها در تحقیق خود بر اساس روش شناسی چیب از رویکرد بیزی و مدلسازی زنجیره مارکوفی برای براورد جابه‌جایی رژیم های بین گسست‌ها استفاده کرده‌اند (Chib, 1998). آن‌ها فرضیه وقوع ۱۵ گسست را بررسی کرده‌اند و نتیجه گرفته اند ۱۵ جابه‌جایی بین رژیم ها در فاصله زمانی فوق اتفاق افتاده است. نکته قابل توجه در مطالعه پاستور و استامبو آن است که انها به جای استفاده از مدل‌های رگرسیون یک یا چند متغیره، از سری زمانی یک متغیره استفاده کرده‌اند و برای پیاده‌سازی مدل خود هیچ متغیر پیش‌بینی‌کننده‌ای را بکار نگرفته‌اند.

راپاچ و ووهر وضعیت گسست ساختاری را در روند بازده سهام S&P 500 بررسی کرده‌اند. آن‌ها در تحقیق خود از آزمون آندروز و آزمون بای و پرون برای بررسی وقوع گسست‌ها در این سری زمانی استفاده کرده‌اند (Andrews, 1993; Bai & Perron, 2003). مطالعه راپاچ و ووهر نشان می‌دهد که تمام مدل‌های رگرسیون خطی پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از هر یک از متغیرهای مختلف پیش‌بینی کننده، دچار گسست می‌شود. راپاچ و ووهر وقوع هشت رژیم ناشی از گسست‌های ساختاری را در روند بازده سهام S&P 500 شناسایی کردند (Rapach & Wohar, 2002).

پای و تیمرمن مطالعه‌ای روی دو گروه از روندهای شاخص‌های بورس انجام داده‌اند، این دو گروه شامل بازده سهام بورس آمریکا و انگلستان در بازه سال‌های ۱۹۵۲ و ۲۰۰۳ و بازده سهام بورس کشورهای OECD در فاصله سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۳ بوده است. پای و تیمرمن رابطه رگرسیونی بین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بازده سهام مانند سود نقدی و نرخ بهره را بررسی کرده‌اند (Paye & Timmermann, 2006). آن‌ها در بررسی خود از آزمون گسست ساختاری چندگانه بای و پرون استفاده کرده‌اند. همچنین در این مطالعه از آزمون الیوت و مولر نیز استفاده شده است (Elliott & Müller, 2003). این مطالعه نشان می‌دهد وقوع گسست‌های ساختاری در

Archive of SID

www.SID.ir

کشورهای مختلف در زمان‌های مختلفی رخ می‌دهد که متناسب با شرایط زمینه‌ای آن کشور است.

بررسی‌های فوق نشان می‌دهد روند بازارهای مالی ناپایدار بوده و دچار گسست‌های ساختاری می‌شوند. این گسست‌ها معمولا ناشی از تغییرات عمده‌ای هستند که در محیط‌های سیاسی یا اقتصادی رخ می‌دهند مانند رکودهای بزرگ اقتصادی، تنش‌های بین‌المللی، جنگ‌ها و نزاع‌های منطقه‌ای و محلی و تغییر سیاست های اقتصادی که می‌توانند بر روندهای اقتصادی تاثیر بگذارند و آنها را دچار گسست کنند.

در مورد وقوع گسست‌های ساختاری در روندهای اقتصادی ایران مطالعات زیادی صورت نگرفته است، به جز تحقیقی که توسط برکیش روی گسست‌های ساختاری روند شاخص بورس تهران انجام داده است، بر اساس اطلاعات گرداوری شده توسط نگارندگان، تحقیق دیگری روی گسست ساختاری روندها، انجام نشده است (برکیش، ۱۳۹۴). در مطالعه‌ای که برکیش انجام داده است، دو گسست ساختاری در روند شاخص بورس تهران در فاصله سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۲ مشاهده شده است. در خصوص روندهای اقتصادی صنایع برقی و بطور خاص شاخص صنایع برقی بورس تهران، هیچ مطالعه‌ای قبل از این انجام نشده است و مقاله حاضر برای اولین بار موضوع وقوع گسست ساختاری را در مورد صنایع برقی بورس تهران مورد مطالعه قرار داده است.

۳- مبانی نظری

برای بررسی گسست‌های ساختاری در روش‌های تحلیل روند، از دو رویکرد اصلی شامل رویکرد کلاسیک و آزمون آماری و رویکرد بیزی و شبیه‌سازی استفاده می‌شود (Giordani & Kohn, 2012). هر یک از این دو رویکرد شامل روش‌های مختلفی می‌شوند که در ادامه اشاره اجمالی به آن‌ها می‌شود:

۳-۱- روش‌های تحلیل گسست ساختاری در رویکرد کلاسیک یا آزمون آماری

در روش‌های کلاسیک برای شناسایی گسست‌ها از آزمون‌های آماری بررسی ثبات ضرایب رگرسیون استفاده می‌شود. این روش‌ها را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم کرد:

۱-۱-۳- روش‌های آزمون F؛ این روش‌ها که توسط چو ابداع شده‌است بدین صورت است که داده‌های روند مورد بررسی به چندین زیر دوره تقسیم می شود، سپس این فرضیه مورد آزمون قرار می‌گیرد که آیا بین ضرایب رگرسیون مقید و رگرسیون غیر مقید در روند مورد بررسی، تفاوت معناداری وجود دارد یا خیر. برای آزمون این فرض از آماره F بصورت زیر استفاده می‌شود:

$$F = \frac{RSS_R - (RSS_1 + RSS_2)/K}{(RSS_1 + RSS_2)/(n-2K)} \qquad (۱)$$

که در آن n تعداد کل مشاهدات، k تعداد پارامترهای مدل و RSS_1 ، RSS_2 و RSS_R به ترتیب مجموع مجذور مربعات خطا برای دوره قبل گسست، دوره پس از گسست و کل دوره می باشد. اگر ضرایب با ثبات باشند مقدار F کوچک خواهد بود و فرض صفر رد نمی‌شود یعنی مدل فاقد گسست ساختاری است. به عبارت دیگر بین ضرایب رگرسیون مقید و رگرسیون غیر مقید تفاوت معناداری وجود ندارد و پارامترهای مدل ثابت هستند (Chow, 1960). این آزمون را می توان برای تعداد بیش از یک گسست نیز بکار برد. در این آزمون باید نقطه گسست از قبل معلوم باشد و همین موضوع نقطه ضعف این آزمون محسوب می‌شود. در روشی که کوانت مطرح کرد و بعد توسط آندروز توسعه یافت نیازی به معلوم بودن نقطه گسست نیست (Quandt, 1960). در روش اندروز آزمون چو برای تمام مشاهداتی که بین هر دو نقطه t_1 و t_2 وجود دارند، بررسی می‌شود (Andrews, 1993; Chow, 1960).

۲-۱-۳- روش آزمون گسست چندگانه بای و پرون؛ در روش بای و پرون یک الگوریتم پویا با روش ترتیبی تعریف شده است که بر اساس آن تعداد نقاط گسست و زمان وقوع آن‌ها برآورد می‌شود.در ادامه مقاله، این روش در بخش روش شناسی، به تفصیل توضیح داده می‌شود.

۳-۱-۳- روش‌های آزمون بازگشتی؛ در این روش‌ها از مجموع باقی‌مانده‌های بازگشتی که بصورت متوالی محاسبه می‌شوند استفاده می‌شود. به این ترتیب که اگر

Archive of SID

www.SID.ir

مدل مورد استفاده شده K پارامتر داشته باشد، K مشاهده اول را در نظر می‌گیرد و بر اساس آن مقادیر پارمترهای رگرسیون (β) را برآود می‌کند، سپس مشاهده بعدی به مجموعه داده‌ها اضافه می‌شود و با K+1 مشاهده، مقادیر جدید پارمتر مدل برآود می‌شود. این فرایند تا T-k+1 گام به گام ادامه پیدا می‌کند و در هر مرحله با پارامتر برآورد شده (β) آن مرحله، مقدار متغیر وابسته گام بعدی محاسبه می‌شود و مقادیر خطای پیش‌بینی محاسبه می‌شود. اگر مدل دارای ثبات باشد، نباید خطای پیش‌بینی در آن مرحله با خطای کل مدل رگرسیون تفاوتی زیادی داشته باشد. (سوری، ۱۳۹۴)

۳-۲- روش‌های تحلیل گسست ساختاری در رویکرد بیزی

۳-۲-۱- مدل نقطه تغییر[1]؛ این روش که توسط چیب ابداع شده است از مدل مارکوف پنهان[2] استفاده می کند. در اینجا یک متغیر گسسته پنهان[3] برای تعیین وضعیت سیستم یا رژیم‌ها تعریف می‌شود و برای آن یک ماتریس احتمالات انتقال در نظر گرفته می‌شود. همچنین برای پارامترهای ماتریس احتمالات انتقال، از توزیع بتا استفاده می شود (Chib, 1998). در این روش فرض می‌شود که تعداد گسست‌ها معلوم است و با توجه به اینکه یک توزیع مشترک بین مدل زنجیره مارکوف و مدل رگرسیون وجود دارد، موقعیت گسست‌ها از انتگرال‌گیری توزیع حاشیه‌ای با روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو بدست می‌آید. مشکل اصلی این روش معلوم نبودن تعداد گسست‌ها است که در این زمینه پسران و همکاران راه‌حلی را ارائه کرده‌اند. در این راه حل مقدار فاکتور بیز برای حالت‌های مختلف گسست‌ها محاسبه می شود و عدم‌قطعیت مدل نسبت به تعداد گسست‌ها از طریق میانگین‌گیری مدل‌های بیزی برطرف می‌شود (Pesaran et al., 2006).

۳-۲-۲- روش توزیع پواسون؛ در این روش که توسط کوپ و پوپر ابداع شده‌است، به جای تعریف متغیر برای رژیم‌ها، متغیری برای طول زمانی بین دو گسست (با فرض زمان به عنوان یک متغیر گسسته) تعریف می‌شود و برای این متغیر توزیع پواسون در نظر گرفته شده‌است. بنابراین در این روش نیازی به دانستن تعداد گسست‌ها نیست، بلکه تعداد گسست‌ها یک متغیر تصادفی است که با روش شبیه‌سازی نمونه‌گیری گیبز برآورد می شود (Koop & Potter, 2004).

۳-۲-۳- استفاده از متغیر مجازی[4]؛ روش دیگری که در مدل‌های بیزی ارائه شده، استفاده از متغیر مجازی است. متغیر مجازی اگر در زمان‌های مختلف یکسان باشد و یا صفر باشد، نشان می دهد که گسست اتفاق نیافتاده است. در این روش از توزیع برنولی برای برآورد متغیر مجازی استفاده می‌شود(Wang & Emerson, 2015).

هر یک از این روش‌ها قابلیت‌ها و محدودیت‌هایی دارند که شرایط استفاده از آنها را مشخص می‌کند. در جدول (۱) مقایسه‌ای از این روش‌ها ارائه شده‌است:

جدول (۱) مقایسه قابلیت‌ها و محدودیت‌های رویکردهای شناسایی گسست در تحلیل روند

رویکردهای شناسایی گسست در تحلیل روند	قابلیت ها	محدودیت‌ها
رویکرد کلاسیک آزمون آماری	- سادگی و سهولت محاسبه - استفاده از آماره‌های متداول - تخمین نقاط گسست و ارائه سناریوهای مختلف	- برای داده‌های درون ـ نمونه‌ای کارآیی دارد اما برای داده‌های برون نمونه‌ای و پیش‌بینی کردن قابل استفاده نیستند
رویکرد بیزی	- امکان استفاده از نظرات خبرگان به عنوان توزیع پیشین - برای داده‌های برون ـ نمونه‌ای و پیش‌بینی کردن قابلیت زیادی دارند	- محاسبات طولانی و پیچیده - نبود نرم افزارهای آماری برای پیاده‌سازی این رویکردها و نیاز به برنامه‌نویسی برای انجام محاسبات

Archive of SID

www.SID.ir

همانطور که در این جدول دیده می‌شود، رویکرد کلاسیک آزمون آماری برای شناسایی و تخمین نقاط گسست در روندها کارآیی زیادی دارند اما در پیش‌بینی ناکارآمد هستند. در حالی‌که روش‌های بیزی برای بازه‌های برون ـ نمونه‌ای و پیش‌بینی کارآیی بیشتری دارند. در رویکرد کلاسیک، روش بای و پرون بدلیل آنکه از آزمون‌های آماری متعدد و بصورت الگوریتم ترتیبی پویا استفاده می‌کند، می‌تواند امکان بهتری برای تشخیص گسست‌ها در سناریوهای مختلف فراهم کند، در نتیجه کاربرد گسترده‌تری یافته‌است و بیشتر محققان در تحقیقات اخیر برای تحلیل روندها و شناسایی نقاط گسست از این آزمون استفاده کرده‌اند. در این مقاله نیز با توجه به اینکه هدف شناسایی نقاط گسست در روند داده‌ها بوده است، از روش آزمون بای و پرون استفاده شده است که در بخش بعدی شرح داده‌شده‌است.

۴- روش شناسی

در این مقاله از آزمون مدل گسست چندگانه بای و پرون برای بررسی گسست‌های روند شاخص صنایع برقی بورس تهران استفاده شده‌است. آزمون‌های گسست چندگانه بای و پرون به سه گروه اصلی تقسیم می‌شود: آزمون بیشینه‌سازی سراسری، آزمون ترتیبی و آزمون ترکیبی (Bai & Perron, 2003).

۴-۱- آزمون بیشینه‌سازی سراسری

روش بیشینه سازی در دو مرحله انجام می‌شود. ابتدا سناریوهای مختلف را در نظر می گیریم و نقاط گسست را برآورد می‌کنیم. برای براورد کردن نقاط گسست با فرض وجود m گسست، از قاعده حداقل مربعات باقی مانده‌ها استفاده می‌کند. به این معنا که اگر S_t مجموع مقدار حداقل مربعات روند سری زمانی در رژیم‌های (,.., T_1 , T_2 T_m), باشد داریم:

$$S_T(\{T_j\}) = \sum_{k=1}^{m+1} \sum_{t=T_{k-1}+1}^{T_m} (y_t - \mu_m)^2 \quad (۱)$$

در این صورت نقاط گسست، نقاطی هستند که تابع هدف زیر در آن نقاط مینیمم شود:

$$(\hat{T}_1, \hat{T}_2, \ldots, \hat{T}_m) = \arg\min_{T_1, T_2, \ldots, T_m} S_T(T_1, T_2, \ldots, T_m) \quad (۲)$$

در الگوریتم‌های محاسباتی معمولا این محاسبات برای سناریوهای مختلف گسست محاسبه می‌شود و نقاط مختلف گسست با فرض وجود تعداد مشخصی گسست محاسبه می‌شود.

در مرحله دوم از بین سناریوهای مختلف وقوع گسست، سناریویی انخاب می‌شود که مقدار آماره F را که بای و پرون بر مبنای آزمون چو و اندروز پیشنهاد کرده‌اند، بیشینه سازد. بای و پرون مقدار آماره F را برای دو حالت وزن‌های یکسان در سراسر بازه و وزن‌های متفاوت محاسبه کرده‌اند که این مقادیر بصورت جدا گانه برای هر یک از سناریوهای مختلف گسست‌های روند محاسبه می‌شود و تعداد گسست‌های بهینه از روی حداکثر شدن مقادیر این دو آماره F مشخص می‌شود.

علاوه بر این، بای و پرون مقادیر بحرانی آماره F را برای حالت با وزن‌های یکسان و با وزن‌های مختلف ارائه کرده‌اند که بر اساس آن می‌توان فرض صفر یعنی عدم وقوع گسست در برابر وقوع گسست را آزمون کرد. این مقادیر با توجه به تعداد پارامترهای مدل و حداقل بازه‌های مورد بررسی، بدست می آید که در جداول آزمون، بصورت UD_{max} و WD_{max} مشخص می‌شود.

۴-۲- آزمون ترتیبی

در آزمون ترتیبی، از یک الگوریتم حلقه‌ای برای آزمون وقوع l گسست در برابر l+1 گسست استفاده می‌شود. در این روش ابتدا فرض ثبات ضرایب یا عدم وقوع گسست در نقطه نامعلوم در کل بازه سری زمانی بررسی می‌شود. اگر فرض صفر رد شد و معلوم شود که حداقل یک گسست وجود دارد، مشاهدات به دو زیر بخش تقسیم می‌شود و در هر بخش فرض عدم گسست در نقطه نامعلوم آزمون می‌شود. به عبارتی در این حالت فرض l=1 در برابر l+1=2 گسست مورد آزمون می‌شود. این فرایند آنقدر تکرار می شود که در تمام زیر بخش‌ها فرض عدم وقوع گسست رد نشود. و به این ترتیب تعداد وقوع گسست‌ها از طریق آزمون $SupF(l+1|l)$ مورد

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی قرار می‌گیرد تا تعداد و محل وقوع گسست‌ها معلوم شود.

۴-۳- آزمون‌های ترکیبی

شکل دیگری از آزمون‌های بای و پرون، تلفیق آزمون ترتیبی و آزمون بیشینه‌سازی سراسری است. در این حالت در هر گام آزمون، زمان وقوع l گسست از طریق مینیم‌کردن تابع هدف که در روش بیشینه‌سازی سراسری عنوان شده است شناسایی می‌شود، سپس مشاهدات را با توجه به ترایمینگ‌ها به زیر بخش‌ها تقسیم می‌کند و دوباره در هر بخش، از تابع هدف روش بیشینه‌سازی سراسری استفاده می‌شود.

گفتنی در تحلیل داده‌های این مقاله از آزمون بیشینه‌سازی سراسری و آزمون ترکیبی، استفاده نموده‌ایم.

۵- یافته‌ها

در این مطالعه روند شاخص صنایع شرکت‌های برق حاضر در بورس تهران بررسی شده است. این شاخص توسط سازمان بورس اوراق بهادار بصورت روزانه محاسبه و منتشر می‌شود. تمام داده‌ها از سایت بورس تهران[۵] استخراج شده است. محدوده زمانی این شاخص از ۱۳۸۱/۷/۲۸ تا ۱۳۹۵/۲/۲۰ را در برمی‌گیرد. برای انجام آزمون گسست چندگانه بای و پرون از نرم افزار EViews استفاده شد.

برای برآورد ضرایب مدل از روش HAC (برآوردکننده نیو ـ وست) استفاده شده است که نیازی به تایید فرضیه‌های رگرسیون ندارد. در این مدل پارامتر C با تاخیر ۱ و کرنل طیفی درجه دوم و پهنای باند اندروز استفاده شد.

در ابتدا آزمون بیشینه‌سازی سراسری بای و پرون در مورد سری زمانی داده‌های بدست آمده، انجام شد. فرضیه‌های آزمون بصورت زیر تعریف شده است:

H_0 : هیچ گسستی رخ نداده است

H_0: تعداد گسست ها عددی بین ۱ تا l است

برای شروع آزمون، مقدار l در فرضیه H_1 برابر ۵ در نظر گرفته شد. سطح معنی داری ۵ درصد و مقدار بازه‌ها (ترایمینگ) تا ۱۵ درصد از کل لحاظ شد. نتایج آزمون در جدول (۲) آمده است:

جدول (۲) نتایج آزمون گسست بر اساس روش بیشینه‌سازی سراسری در مورد شاخص صنایع برقی در بورس تهران

Sequential F-statistic determined breaks				0
Significant F-Statistic largest breaks				5
UDmax determined breaks				2
WDmax determined breaks				5
Breaks	**F-statistic**	**Scaled F-statistic**	**Weighted F-statistic**	**Critical Value**
1	0.009672	0.009672	0.009672	8.58
2*	11.20523	11.20523	13.31591	7.22
3*	9.303812	9.303812	13.39374	5.96
4*	9.092578	9.092578	15.63413	4.99
5*	7.154874	7.154874	15.70046	3.91
UDMax statistic*		11.20523	UDMax Critical Value**	8.81
WDMax statistic*		15.70046	WDMax Critical Value**	9.91

*Significant at the 0.05 level
** Bai-Perron (Economic Journal, 2003) critical values
Estimated break dates
1: 2564
2: 1823, 2573
3: 1468, 1953, 2574
4: 983, 1468, 1953, 2574
5: 486, 971, 1468, 1953, 2574

Archive of SID

www.SID.ir

همانطور که در این جدول دیده می‌شود مقدار آماره های UDMax و WDmax از مقادیر بحرانی بیشتر است، بنابراین فرض صفر در هر دو حالت وزن‌یکسان و وزن‌دار رد می‌شود و در این مدل حداقل یک گسست وجود دارد. مقدار آماره های UDMax و WDmax برای حالت‌های یک تا پنج گسست محاسبه شده است، که در حالت یک گسست معنی‌دار نیست اما ۲ تا ۵ گسست مقدار آماره‌ها معنی‌دار است. در روش بیشینه‌سازی تعداد گسست‌های بهینه از روی مقدار حداکثری این دو آماره شناسایی می‌شود. در این آزمون، آماره UDMax در حالت دو گسست و آماره WDmax در حالت پنج گسست بهینه می شود.

برای انتخاب تعداد و موقعیت گسست‌ها از آزمون ترکیبی استفاده شد. شرایط انجام آزمون ترکیبی مشابه آزمون بیشینه‌سازی سراسری در نظر گرفته شد بدین ترتیب که سطح معنی داری ۵ درصد و ترایمینگ ۱۵ درصد انتخاب شد. در این آزمون، فرضیه های l در برابر l+1 گسست برسی شد و محدوده l از صفر تا ۵ تا پنج گسست در نظر گرفته شد. نتایج آزمون در جدول (۳) آمده است.

همانطور که در این جدول دیده می‌شود فرض ۲ در برابر ۱ گسست تایید شده است، و در این حالت مقادیر آماره‌های آزمون UDMax و WDmax هر دو از مقادیر بحرانی بیشتر است. بنابراین با توجه به نتایج دو آزمون بیشینه‌سازی سراسری و ترکیبی، فرضیه دو گسست تایید می‌شود. با فرض این دوگسست مقادیر پارامترهای مدل با روش HAC در سه رژیم محاسبه شده است. این مقادیر در جدول (۴) آمده است.

نقاط گسست در ۱۸۲۳ و ۲۵۷۳ قرار گرفته است. تاریخ این گسست‌ها ۱۳۸۹/۴/۲۰ و ۱۳۹۲/۵/۲۹ است که مقارن با دو تغییر اساسی در سیاست اقتصادی است. سال ۱۳۸۹ قانون هدفمندی یارانه‌ها اجرا شد که مستقیما روی صنعت برق تاثیر گذاشت و منجر به تغییر نظام مالی صنعت برق شد. همچنین سال ۱۳۹۲ مقارن با تغییر کابینه اقتصادی بود که منجر به تغییر سیاست‌های اقتصادی دولت شد و روی کل اقتصاد و بورس تاثیر گذاشت. نمودار (۱) روند شاخص صنایع برقی را در بورس تهران نشان می‌دهد (محور افقی روزها و محور عمودی مقدار شاخص صنایع برقی در بورس تهران است). همانطور که در این نمودار دیده می‌شود روند شاخص در دو نقطه اصلی گسست داشته و روند بصورت دائمی جابه‌جا شده است.

جدول (۳) نتایج آزمون گسست بر اساس روش ترکیبی بای و پرون در مورد شاخص صنایع برقی در بورس تهران

Sequential F-statistic determined breaks:			0
Significant F-statistic largest Breaks:			2
Break Test	**F-statistic**	**Scaled F-statistic**	**Critical Value****
0 vs. 1	0.005917	0.005917	8.58
1 vs. 2*	15.49417	15.49417	10.13
2 vs. 3	0.940061	0.940061	11.14
3 vs. 4	1.179283	1.179283	11.83
4 vs. 5	5.750386	5.750386	12.25

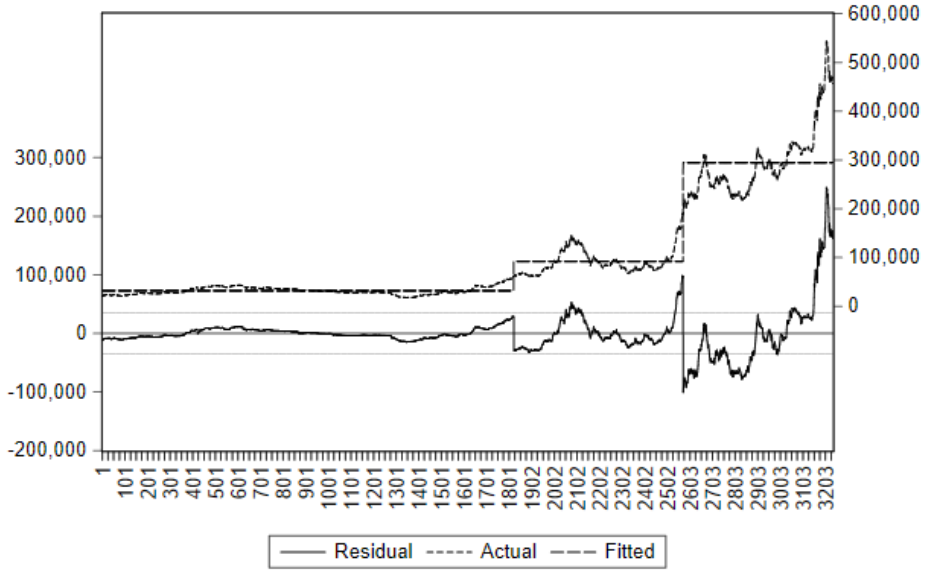
*Significant at the 0.05 level
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.
Estimated break dates:
1: 2564
2: 1823, 2573
3: 1468, 1953, 2574
4: 983, 1468, 1953, 2574
5: 486, 971, 1468, 1953, 2574

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۴) برآورد پارامترهای رژیم های شاخص صنایع برقی در بورس تهران

Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistic	Prob.
	1-1822	1822 obs		
C	32117.20	4492.732	7.148700	0.0000
	1823-2572	750 obs		
C	91872.60	18126.16	5.068508	0.0000
	2573-3235	663 obs		
C	294259.5	312745.8	0.940891	0.3468
R-squared	0.894999	Mean dependent var		99719.17
Adjusted R-squared	0.894933	S.D. dependent var		107551.4
S.E. of regression	34861.68	Akaike info criterion		23.75709
Sum squared resid	3.93E +12	Schwarz criterion		23.76273
Log likelihood	-38400.34	Hannan-Quinn Criter.		23.75911
Prob(F-statistic)	0.000000			



نمودار (۱) روند شاخص صنایع برق در بورس تهران

۶- بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل روند یکی از روش‌های پرکاربرد آینده‌پژوهی است که بصورت کمی و کیفی انجام می‌شود. در تحلیل روندهای کمی، موضوع مدلسازی روند و برونیابی روند اهمیت فراوانی دارد که معمولا این روندها بدلیل تغییرات بیرونی دچار گسست می‌شوند و تداوم پیدا نمی‌کنند. در نتیجه برونیابی‌هایی که مبتنی بر فرض ادامه روند موجود انجام می‌شوند، دچار خطا هستند و نمی‌توانند پیش‌بینی قابل اعتمادی از آینده ارائه کنند. برای اجتناب از این خطای پیش‌بینی، لازم است که وقوع گسست در تحلیل روندها مورد بررسی قرار گیرد. یکی از روش‌های شناسایی عدم تداوم روند، روش بای و پرون است که در این تحقیق در مورد روند شاخص صنایع برقی در بورس تهران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داده است که در بازه ۱۵ ساله این روند، در دو نقطه اصلی گسست اتفاق افتاده است. این دو نقطه مقارن با تغییر اساسی در سیاست‌های اقتصادی دولت بوده است که منجر به جهش روند شاخص صنایع برق شده‌است. از این

www.SID.ir

رو می‌توان گفت برونیابی که در مورد این روند انجام می‌شود بدون در نظر گرفتن وقوع گسست دچار خطا خواهند بود. بنابراین با توجه به اینکه در این مقاله وقوع گسست‌های گذشته تایید شده‌است، در تحقیقات آتی که برای برون‌یابی این روند انجام می‌شود لازم است امکان وقوع گسست‌های آینده نیز مورد بررسی قرار گیرد. برای بررسی وقوع گسست‌های آینده آزمون‌های کلاسیک بررسی گسست قابل استفاد نیستند و استفاده از رویکرد بیزی و تکنیک‌های شبیه‌سازی می‌تواند راهگشا باشد.

فهرست منابع

۱) برکیش، احمدقلی (۱۳۹۴) بررسی ویژگی‌های حافظه بلندمدت و شکست ساختاری در بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال بیستم، شماره ۶۳، ۱۸۵-۱۴۵

۲) سوری، علی (۱۳۹۴) اقتصادسنجی مقدماتی، فرهنگ شناسی، تهران

۳) مردوخی، بایزید(۱۳۹۱) روش‌شناسی آینده‌نگری، نشر نی، تهران

4) Andrews, D. W. (1993). Tests for parameter instability and structural change with unknown change point. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 821-856.

5) Bai, J. (1997). Estimating multiple breaks one at a time. Econometric theory,13(03), 315-352.

6) Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. Journal of applied econometrics, 18(1), 1-22.

7) Chib, S. (1998). Estimation and comparison of multiple change-point models.Journal of econometrics, 86(2), 221-241.

8) Chow, G. C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 591-605.

9) Elliott, G., & Müller, U. K. (2003). Optimally testing general breaking processes in linear time series models.

10) Giordani, P., & Kohn, R. (2012). Efficient Bayesian inference for multiple change-point and mixture innovation models. Journal of Business & Economic Statistics.

11) Hansen, B. E. (2001). The new econometrics of structural change: Dating breaks in US labor productivity. The Journal of Economic Perspectives,15(4), 117-128.

12) Kang, S. (2015). Bayesian change-point analysis in linear regression model with scale mixtures of normal distributions.

13) Koop, G. M., & Potter, S. (2004). Forecasting and estimating multiple change-point models with an unknown number of change points.

14) Pastor, L., & Stambaugh, R. F. (2001). The equity premium and structural breaks (No. w7778). National bureau of economic research.

15) Paye, B. S., & Timmermann, A. (2006). Instability of return prediction models. Journal of Empirical Finance, 13(3), 274-315.

16) Pesaran, M. H., Pettenuzzo, D., & Timmermann, A. (2006). Forecasting time series subject to multiple structural breaks. The Review of Economic Studies, 73(4), 1057-1084.

17) Quandt, R. E. (1960). Tests of the hypothesis that a linear regression system obeys two separate regimes. Journal of the American statistical Association, 55(290), 324-330.

18) Rapach, D. E., & Wohar, M. E. (2002). Structural Change and the Predictability of Stock Returns,". manuscript, Seattle University.

19) Ross, G. J. (2014). Sequential change detection in the presence of unknown parameters. Statistics and Computing, 24(6), 1017-1030.

20) Ross, G. J. (2014). Sequential change detection in the presence of unknown parameters. Statistics and Computing, 24(6), 1017-1030.

21) Rossi, B. (2012). Advances in forecasting under instability. Economic Research Initiatives at Duke (ERID) Working Paper, (111).

22) Wang, J., & Zivot, E. (2000). A Bayesian time series model of multiple structural changes in level, trend, and variance. Journal of Business & Economic Statistics, 18(3), 374-386.

23) Wang, X., & Emerson, J. W. (2015). Bayesian Change Point Analysis of Linear Models on Graphs. arXiv preprint arXiv:1509.00817.

24) Zhang, B., Geng, J., & Lai, L. (2015). Multiple change-points estimation in linear regression models via sparse group lasso. IEEE Transactions on Signal Processing, 63(9), 2209-2224.

Archive of SID

www.SID.ir