

## بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه نامعین در قیمت‌های کشاورزی (مطالعه موردی محصولات دامی)

محمد رضا کهنسال، سمانه ایروانی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۳

### چکیده

موضوع تغییرات ساختاری و شوک‌ها در سری‌های زمانی، مسئله‌ای است که برای چندین دهه مورد بحث و بررسی بوده است. نادیده گرفتن آثار شکست ساختاری در سری‌های زمانی می‌تواند منجر به مشکلات جدی در الگوهای اقتصادی شود. هدف از این پژوهش بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه نامعین در سری‌های قیمت محصولات دامی (شیر، تخم مرغ، گوشت مرغ، گوشت گوسفند و گوشت گاو) در دوره فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ۱۳۹۱ با استفاده از آماره QLR است. نتایج پژوهش نشان داد در سری قیمت شیر یک نقطه شکست، در سری قیمت تخم مرغ دو نقطه شکست و در سری‌های زمانی قیمت گوشت مرغ، گوشت گوسفند و گوشت گاو به ترتیب دو، صفر و دو نقطه شکست ساختاری رخ داده است. برخی از سیاست‌های کلان اقتصادی مانند سیاست یکسان‌سازی نرخ ارز، سهمیه‌بندی بنزین و هدفمندسازی یارانه‌ها از عامل‌های اثرگذار بر وقوع شکست ساختاری در سری‌های قیمت محصولات دامی بوده است.

طبقه‌بندی JEL: C12, C32, C53, Q11

واژه‌های کلیدی: تاریخ شکست، تغییر ساختاری، آماره QLR، قیمت‌های کشاورزی، محصولات دامی.

<sup>۱</sup> به ترتیب: دانشیار و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد  
Email: kohansal1@yahoo.com

## مقدمه

موضوع تغییرات ساختاری و اثر شوک‌ها در سری‌های زمانی، مسئله‌ای است که برای چندین دهه مورد بحث و بررسی در بین اقتصاددانان بوده است. نخستین آزمون‌های شکست ساختاری در متون اقتصادی، آزمون‌های چاو (۱۹۶۰)، بوده که برای متغیرهای مانا و یک شکست تعریف شده‌اند و سپس توسط کوانت (۱۹۶۰)، دوفور (۱۹۸۲)، براون، دوربین و اوانس (۱۹۷۵)، کیم سیگموند (۱۹۸۹) و ... توسعه داده شد و همچنین هالبرت (۱۹۸۲) و سالارز (۱۹۸۲) برای شکست نامعلوم و کیم و مادالا (۱۹۹۱) برای حالت چند شکست نامعلوم به روش بیزی و برای متغیرهای مانا و نامانا و بای و پرون (۱۹۹۵) به مسئله سازگاری نقطه شکست اشاره می‌کنند. همچنین گارسیا و پرون (۱۹۹۶) با استفاده از آزمون  $sup\ wald$ ، وجود دو شکست در سری‌های زمانی پویا را بررسی کردند ولی، ویو و زیدک (۱۹۹۷)، شکست‌های چندگانه و جابه‌جایی‌های چندگانه در یک مدل خطی برآورد شده را با روش حداقل مربعات مورد بررسی قرار دادند که کار آنها توسط بای و پرون (۱۹۹۸ و ۲۰۰۳) توسعه یافته و تکمیل شد.

مسئله نادیده گرفتن نقاط شکست ساختاری در سری‌های زمانی می‌تواند منجر به مشکلات جدی در مدل‌های اقتصادی سری‌های زمانی شود. به طوری که ایجاد یک الگوی اقتصادی بدون توجه به تغییرات ساختاری می‌تواند منجر به انحراف در نتیجه‌گیری‌های روابط اقتصادی، توصیه‌های سیاستی نادرست و پیش‌بینی‌های غیر دقیق شود (هانسن، ۲۰۰۱). مشکل دیگر، تفکیک بین شکست ساختاری و ناپایایی سری‌های زمانی است، که توسط اکسی (۲۰۰۹) و مورد توجه قرار گرفته است. همچنین پرون (۱۹۸۹) خاطر نشان می‌کند که اگر شکستی در روند قطعی وجود داشته باشد، آنگاه آزمون‌های ریشه واحد نتایج گمراه‌کننده‌ای را موجب گشته و وجود یک ریشه واحد (در حالتی که اصلاً چنین ریشه‌ای وجود ندارد) را تایید می‌کند.

با این وجود، مشکل معنی‌دار دیگر در آزمون تغییرات ساختاری، مسئله تاریخ‌های شکست چندگانه است. اگر تنها یک تاریخ شکست انتخابی در سری زمانی بررسی شود، تحلیل با فرض نامناسبی که تنها یک تاریخ شکست وجود دارد، محدود می‌شود (چانگ (۱۹۹۵) و بای (۱۹۹۷)). بر این اساس، چانگ و بای (۱۹۹۷)، با به کارگیری تکراری آماره QLR برای اندازه‌های نمونه‌ای متفاوت، به برآورد شکست‌های چندگانه اقدام کرده‌اند. این رویکرد آزمونی، در مطالعه بای و پرون (۱۹۹۸)، هانسن (۲۰۰۱)، اسکات و واتسن (۲۰۰۳) و اکسی (۲۰۰۹) نیز مشاهده می‌شود. رویکرد دیگر برآورد تاریخ شکست این است که یک جداسازی بین یک

## بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه... ۸۹

ریشه واحد و مانایی (روند) درون رژیم‌های مشخص شده توسط تاریخ شکست صورت بگیرد (پرون، ۱۹۸۹ و ۲۰۰۵). در کنار روش‌های اشاره شده، لی و استرازیچ (۲۰۰۳) آزمون حداقل ضریب لاگرانژ را به کار برده‌اند. مزیت این آزمون این است که منجر به اریب و رد شدن‌های ساختگی نمی‌شود و اغلب در مورد اندازه، موقعیت و عدم تشخیص تاریخ شکست، یکسان و بدون تغییر است. عیب آن این است که این آزمون تنها برای دو تاریخ شکست کاربرد دارد. پژوهش‌های مختلفی در داخل و خارج از کشور به بررسی شکست ساختاری نامعین در سری‌های قیمت پرداخته‌اند که به برخی از آنها اشاره می‌شود. جین و میلکاویک (۲۰۰۵) در پژوهش خود، حرکت قیمت‌های کشاورزی نسبت به قیمت سایر کالاها در ایالات متحده آمریکا را طی ژانویه ۱۹۱۳ تا دسامبر ۲۰۰۳ مورد تحلیل قرار داده و زمان و تاریخ شکست‌های ساختاری و دلایل شکست ساختاری در قیمت‌های کشاورزی را مورد بررسی قرار داده است. محقق بر اساس رویکرد بای و پرون (۱۹۹۸، ۲۰۰۳)، آزمون شکست ساختاری چندگانه را با استفاده از یک الگوریتم برنامه نویسی پویا بررسی نموده است. نتایج نشان می‌دهد که شش نقطه شکست ساختاری وقتی تنها میانگین روند و ۲ نقطه شکست وقتی میانگین و فرآیند اتورگرسیو در نظر گرفته می‌شود پیدا شده است. آلاو و همکاران (۲۰۱۰) تاریخ شکست‌های ساختاری در متغیرهای کلان اقتصادی شامل صادرات، واردات و GNP در کشور اتیوپی در دوره ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۹ را بررسی نمودند. آزمون چاو برای بررسی شکست ساختاری در سه تاریخ ۱۹۹۲، ۱۹۹۳ و ۲۰۰۳ مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که تاریخ شکست ساختاری برای متغیرهای کلان اقتصادی اتیوپی در سال ۲۰۰۳ رخ داده است. در واقع شکست ساختاری بعد از ۱۱ سال از تغییر رژیم ایجاد کننده تغییر سیاستی رخ داده است. بوباکوا (۲۰۱۲) در بررسی شکست ساختاری در قیمت محصولات شیر، تخم مرغ، گوشت گوساله و مرغ در دوره ژانویه ۱۹۹۶ تا دسامبر ۲۰۱۱ با استفاده از آماره QLR نشان داد که، تاریخ‌های تعیین شده از شکست ساختاری با استفاده از آماره QLR، با تغییرات در بازار محصولات کشاورزی و تغییرات اقتصاد کلان کشور چک در دوره مورد بررسی قابل تحلیل بوده است. اصغرپور و همکاران (۱۳۸۸) رابطه بین مصرف کل گاز طبیعی و رشد اقتصادی با تاکید بر شکست ساختاری در دوره ۸۵-۱۳۴۶ را مورد بررسی قرار دادند. در این زمینه از آزمون‌های ریشه واحد زیوت و اندریوز برای تعیین تغییرات ساختاری درون‌زا و همچنین از آزمون همجمعی گریگوری-هانسن، برای بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی با تاکید بر شکست

ساختاری، استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد با در نظر گرفتن شکست ساختاری، رابطه بلندمدت مثبت بین مصرف کل گاز طبیعی و رشد اقتصادی ایران وجود دارد. تقوی و همکاران (۱۳۹۰) نیز به بررسی وجود شکست ساختاری در رابطه توسعه بخش مالی و رشد اقتصادی در کشورهای مختلف با سطوح درآمدی متفاوت با استفاده از شاخص آرایه تسهیلات بانکی به بخش خصوصی نسبت به تولید ناخالص داخلی پرداخته‌اند. برای این منظور از داده‌های تلفیقی شامل ۴۵ کشور در ۴۸ سال استفاده شده است. نتایج برآوردها در دهه‌های مختلف و در گروه‌های درآمدی مختلف، وجود شکست ساختاری در رابطه بین توسعه بخش مالی و رشد اقتصادی را تایید می‌کنند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که نقاط شکست ساختاری و اندازه بهینه برای بخش مالی به سطح توسعه کشورها بستگی دارد.

بررسی و آزمون شکست ساختاری یک شرط لازم برای پژوهش‌هایی است که از سری‌های زمانی استفاده می‌کنند در غیر این صورت همان‌طور که بیان شد نتایج با تورش همراه خواهد شد. در بیشتر پژوهش‌های داخلی، به‌طور عموم، از یک نقطه شکست معین استفاده شده است و کمتر به شکست ساختاری نامعین و نامعین چندگانه توجه شده است. همچنین در هیچ پژوهشی شکست‌های ساختاری نامعین چندگانه در سری‌های قیمت محصولات دامی مورد بررسی قرار نگرفته است. ضمن اینکه روش‌های مختلفی برای بررسی شکست ساختاری نامعین وجود دارد که این روش‌ها شامل آزمون CUSUM و CUSUM مربعات ارائه شده توسط براون، دوربین و اوانس (۱۹۷۵)، آزمون نوسان پلابرگر (۱۹۸۳)، آزمون LR کوانت، آزمون‌های والد و ضریب لاگرانژ (LM) می‌باشد که سه آزمون اخیر در زیرمجموعه آزمون چاو حداکثر قرار می‌گیرند که توزیع مجانبی آنها توسط اندروز (۱۹۹۳) به‌دست آمد. این سه آزمون بر خلاف آزمون‌های CUSUM و نوسان که تنها برای الگوهای خطی کاربرد دارند، برای الگوهای غیر خطی نیز استفاده می‌شوند (مادالا و کیم، ۱۹۹۸). همچنین آزمون‌های چاو حداکثر دارای ویژگی‌های بهتری نسبت به آزمون‌های CUSUM و نوسان در رابطه با الگوهای خطی نیز است (اندروز، ۱۹۹۳). ضمن اینکه آزمون CUSUM حالت یک نقطه شکست را در بر می‌گیرد (مادالا و کیم، ۱۹۹۸)؛ در حالی که آزمون‌های QLR، Sup Wald، برای شکست‌های نامعین چندگانه قابل استفاده است. در این مقاله از رویکرد بای (۱۹۹۷) و هانسن (۲۰۰۱) که از آزمون QLR استفاده نموده‌اند به دلیل روند آسان و ساده آن و اینکه تعداد تاریخ‌های شکست نامشخص موجود در سری زمانی با فرض اینکه بیشترین شکست در یک سری زمانی می‌تواند ظاهر شود،

برای برآورد تاریخ‌های شکست چندگانه استفاده می‌شود. هدف این تحقیق تعیین تعداد و زمان وقوع شکست‌های معنی‌دار در سری‌های زمانی قیمت برای محصولات شیر، گوشت مرغ، تخم مرغ و گوشت گاو و گوشت گوسفند در دوره فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ۱۳۹۱، است. همچنین تلاش می‌شود زمان رخ دادن این شکست‌ها با توجه به تغییرات موجود در بازار محصولات کشاورزی و محیط کلان اقتصادی مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

### روش تحقیق

برای آزمون شکست ساختاری، آزمون‌های آماری زیادی وجود دارد به طور معمول این آزمون‌ها می‌تواند به چهار دسته تقسیم شوند: ۱- نقاط شکست معلوم در مقابل نقاط شکست نامعلوم ۲- شکست واحد در مقابل شکست‌های چندگانه ۳- رابطه تک متغیره در مقابل روابط چند متغیره ۴- متغیرهای مانا در مقابل متغیرهای نامانا (مادالا و کیم، ۱۹۹۸)

آزمون چاو (۱۹۶۰)، نخستین آزمون برای شکست ساختاری در متون اقتصادی است که برای متغیرهای مانا و یک شکست می‌باشند. در واقع آزمون چاو به منظور بررسی فرضیه صفر مانایی ضرایب در مقابل فرضیه عدم آن، یعنی وجود یک نقطه شکست معلوم و از قبل تعیین شده، با فرض ثابت بودن واریانس‌ها توسعه داده شد (مادالا و کیم، ۱۹۹۸). اساس آزمون چاو بر این است که سری زمانی به دو سری کوچکتر تقسیم می‌شود و برابر بودن ضرایب در دو سری با استفاده از آزمون F بررسی می‌شود. این آزمون هنگامی استفاده می‌شود که اطلاعات پیشین در مورد زمان شکست وجود داشته باشد. در این زمینه، هانسن (۲۰۰۱) اشاره می‌کند، آزمون چاو هنگامی که تاریخ شکست همبسته به زمان و به صورت برون‌زا تعیین می‌شود، می‌تواند به اشتباه یک شکستی را نشان دهد که در واقعیت وجود ندارد.

مسئله نامشخص بودن زمان شکست ساختاری، توسط کوانت (۱۹۶۰) کسی که آماره کوانت (QLR)<sup>۱</sup> را به منظور به دست آوردن نتایج نارایب طراحی کرد، مطرح شد. کوانت، آزمون فرضیه صفر ضرایب ثابت را در مقابل فرضیه غیر صفر کلی‌تر که در آن، تغییر ساختاری در زمان نامعلوم اتفاق افتاده و واریانس خطا نیز متغیر است، مورد بررسی قرار داد. او برای این کار یک رگرسیون تبدیلی که در آن، مشاهدات با استفاده از دو نظام رگرسیون جداگانه تولید شده‌اند را مدنظر قرار داد (مادالا و کیم، ۱۹۹۸). در واقع، آماره QLR حداکثر مقدار از آماره F آزمون چاو

<sup>۱</sup> Quandt likelihood ratio

است؛ که برای همه نقاط شکست در نظر گرفته شده، ایجاد می‌شود. هنگامی که مقدار این آماره از مقدار بحرانی تجاوز می‌کند، تاریخ شکست از نظر آماری معنی‌دار است. به آماره QLR، آماره والد نیز اطلاق می‌شود (بای، ۱۹۹۷).

برای تعیین شکست‌های ساختاری علاوه بر استفاده از برآورد رگرسیونی سری‌های زمانی چندگانه، می‌توان از سری‌های زمانی منفرد نیز استفاده کرد. با توجه به اینکه در این پژوهش هدف بررسی شکست‌های معنی‌دار در سری‌های زمانی منفرد از قیمت است، می‌توان یک الگو با مقدار میانگین (جزء عرض از مبدا به عنوان متغیر مستقل) و یا یک الگوی اتورگرسیو (AR) برآورد کرد و پس از آن تعیین کرد که آیا یک شکست یا شکست‌های معنی‌داری در این روند وجود دارد یا خیر؟

پیش از تعیین نقاط شکست، با توجه به ماهیت داده‌های مورد بررسی، باید وجود پدیده فصلی بودن در داده‌ها بررسی شود. چرا که وجود پدیده فصلی بودن معنی‌دار، نتایج شکست را تحت تاثیر قرار می‌دهد. آزمون F و آزمون فصلی بودن متحرک برای بررسی هر دو نوع از نوسانات (پایدار و غیر پایدار) استفاده می‌شود. همچنین نرمال بودن سری‌های زمانی با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال - والیز<sup>۱</sup> بررسی خواهد شد. در صورت وجود پدیده فصلی در سری‌های زمانی، تعدیلات مورد نیاز صورت خواهد گرفت. به این صورت که در صورت معنی‌دار بودن فرآیند فصلی تنها بر اساس آزمون F و آزمون کروسکال - والیز، عامل فصلی پایدار<sup>۲</sup> استفاده می‌شود و در صورت معنی‌دار بودن فرآیند فصلی متحرک<sup>۳</sup>، تعدیلات بر اساس نرخ فصلی متحرک<sup>۴</sup> صورت خواهد گرفت.

تعدیلات فصلی اشاره شده در فوق با استفاده از روش میانگین متحرک که توسط فردریک مک‌لای در سال ۱۹۳۱ ارائه شد، صورت می‌گیرد. با توجه به این که یک سری زمانی شامل سه جزء چرخه روند<sup>۵</sup> (T)، اثرات فصلی<sup>۶</sup> (S) و بی‌نظمی<sup>۷</sup> (I) می‌شود، این روش به دنبال حذف این سه جزء از سری زمانی است که شامل گام‌های زیر است:

<sup>۱</sup> Kruskal-Wallis test

<sup>۲</sup> stable seasonal factors(S)

<sup>۳</sup> moving seasonality ratio(M)

<sup>۴</sup> moving seasonality

<sup>۵</sup> Trend- Cycle

<sup>۶</sup> Seasonal Effect

<sup>۷</sup> Irregular

۱- برآورد چرخه زمانی توسط میانگین متحرک

۲- حذف روند از اجزای فصلی و بی‌نظمی

۳- برآورد مولفه‌های فصلی با استفاده از میانگین متحرک برای هموار کردن بی‌نظمی‌ها

در گام اول، یک فرایند ۱۳ وقفه‌ای متقارن (۱۲×۲) از میانگین متحرک برای برآورد روند ( $T_t$ ) از سری زمانی ماهانه  $Y_t$ ، به کار گرفته می‌شود و سپس روند از سری اصلی بر اساس رابطه (۱) حذف شده تا اجزای فصلی و نامنظم مشخص شوند.

$$\frac{Y_t}{\hat{T}_T} = \frac{T_t \times S_t \times I_t}{\hat{T}_t} \approx S_t \times I_t \quad (1)$$

یک روش دیگر برای برآورد روند، روش میانگین متحرک اندرسون است که از وقفه‌های ۳، ۹ و ۲۳ بر روی ارزش‌های تعدیل شده فصلی استفاده می‌کند. این روش که یک فرایند نامتقارن از میانگین متحرک است و با عنوان میانگین متحرک ناپایدار نامیده می‌شود، برای سری‌هایی که ناپایداری و نوسانات زیاد دارند به کار می‌رود تا برآورد بهتری از روند را ارائه کند.

در گام دوم به منظور برآورد اولیه اجزای فصلی، از یک میانگین متحرک ۵ دوره‌ای ( $S_{3 \times 3}$ ) برای سری‌های  $S_t$  و  $I_t$  برای هر ماه به طور مجزا به کار برده می‌شود. که معادله آن به صورت رابطه (۲) است (Monseil, 2009) لازم به ذکر است با توجه به نوسانات سری زمانی مورد بررسی، الگوهای مختلف میانگین متحرک شامل میانگین متحرک پایدار، میانگین متحرک فصلی  $S_{3 \times 1}$ ،  $S_{3 \times 5}$ ،  $S_{3 \times 9}$ ،  $S_{3 \times 15}$  قابل استفاده است.

$$\begin{aligned} (2) \quad & \frac{\left(\frac{1}{3}Y_{t-2} + \frac{1}{3}Y_{t-1} + \frac{1}{3}Y_t\right)}{3} + \frac{\left(\frac{1}{3}Y_{t-1} + \frac{1}{3}Y_t + \frac{1}{3}Y_{t+1}\right)}{3} + \frac{\left(\frac{1}{3}Y_t + \frac{1}{3}Y_{t+1} + \frac{1}{3}Y_{t+2}\right)}{3} \\ & = \frac{1}{9}Y_{t-2} + \frac{2}{9}Y_{t-1} + \frac{1}{3}Y_t + \frac{2}{9}Y_{t+1} + \frac{1}{9}Y_{t+2} \end{aligned}$$

در به‌کارگیری این روش، مقادیر از دست رفته از انتهای مولفه‌های فصلی به وسیله ارزش‌های سال قبل جایگزین می‌شوند. بنابراین یک سری تعدیل شده فصلی می‌تواند با تقسیم سری زمانی اصلی بر مولفه فصلی برآورد شده بر اساس رابطه (۳) به دست آید:

$$\frac{Y_t}{\hat{S}_t} = \frac{T_t \times S_t \times I_t}{\hat{S}_t} \approx T_t \times I_t \quad (3)$$

بنابراین با استفاده از روش میانگین متحرک، چرخه زمانی، اثرات فصلی و همچنین بی‌نظمی‌ها از سری زمانی حذف و سری زمانی مورد بررسی تعدیل می‌شود.

لازم به ذکر است که آزمون‌های وروش بیان شده به منظور تعدیل سری‌های زمانی قیمت با استفاده از نرم افزار Eviews انجام شد.

پس از بررسی پدیده فصلی بودن داده‌ها، یک مدل SAR برای هر سری زمانی ایجاد و تعداد وقفه‌ها بر اساس تابع همبستگی جزئی تعیین شدند. همچنین، آزمون‌های مربوط به رگرسیون خطی شامل ناهمسانی واریانس با استفاده از آزمون بروش-پاگان، آزمون بروش و گلدفردی برای بررسی خود همبستگی و آزمون جارکو-برا برای وجود فرض نرمال بودن استفاده شد. بعد از آن، مناسب‌ترین مدل بر اساس پایداری ضرایب، برای بررسی وجود و زمان شکست ساختاری آزمون شد. به این شکل که پس از برآورد یک مدل SAR برای هر سری زمانی، یک دنباله از آماره‌های  $F$  آزمون چاو در نمونه برآورد شده با حذف ۱۵ درصد از هر دو سو سری‌های زمانی، ایجاد می‌شود. (حذف برای به‌دست آوردن تعداد معنی‌داری از مشاهده‌ها برای برآورد آزمون  $F$  ضروری است.) که بالاترین مقدار آماره  $F$  ایجاد شده، آماره QLR است (رابطه ۴).

$$QLR = \max[F(\tau_0), F(\tau_0+1), \dots, F(\tau_1-1), F(\tau_1)] \quad (4)$$

که در آن،  $\tau$  ها تاریخ‌های شکست می‌باشد و  $F(\cdot)$  مقدار آماره چاو در تاریخ‌های بیان شده است. سپس آماره QLR به‌دست آمده با جدول مقادیر بحرانی ارائه شده توسط استاک و واتسون (۲۰۰۳) مقایسه می‌شود و اگر شکست ساختاری معنی‌دار شد، سری زمانی در آن نقطه به دو سری تقسیم می‌شود و هر زیر نمونه به‌دست آمده به صورت منفرد مجدداً برای وجود شکست آزمون می‌شوند.

در این پژوهش از سری‌های زمانی مربوط به قیمت محصولات دامی استفاده شده است. قیمت‌های شیر، تخم مرغ، گوشت مرغ و گوشت گاو و گوشت گوسفند به صورت ماهیانه در دوره فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ۱۳۹۲ (در مجموع ۱۴۴ مشاهده) بررسی شده‌اند. داده‌ها از شرکت سهامی پشتیبانی امور دام کشور استخراج و برای بررسی شکست ساختاری و برآورد آماره QLR از نرم افزار sata(12) استفاده شده است

## نتایج و بحث

همانطور که در بخش روش تحقیق اشاره شد ابتدا وجود فرآیند فصلی بودن در سری‌های زمانی بررسی شد که نتایج آن در جدول (۱) آمده است. به این صورت که در صورت معنی‌دار بودن فرآیند فصلی فقط بر اساس آزمون  $F$  و آزمون کروسکال - والیز، تعدیل بر اساس عامل فصلی



## بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه... ۹۵

پایدار<sup>۱</sup> (A) صورت می‌گیرد و در صورت معنی‌دار بودن فرایند فصلی متحرک، تعدیلات بر اساس نرخ فصلی متحرک<sup>۲</sup> (M) صورت خواهد گرفت.

جدول (۱) بررسی فرآیند فصلی در سری‌های قیمت، دوره فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ۱۳۹۱

| کالا        | آزمون F برای وجود روند فصلی | آزمون ناپارامتریک برای وجود روند فصلی | آزمون فصلی بودن متحرک | روش تعدیل           |
|-------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|
|             | F-value                     | K-S stat                              | F-value               | M or S <sup>1</sup> |
| شیر         | ۱,۳۹۳                       | ۱۷,۶۳                                 | *۲,۸۹                 | M                   |
| گوشت مرغ    | *۱۰,۸۴                      | *۶۹,۵۷                                | ۱,۲۹                  | A                   |
| گوشت گوسفند | *۵,۸۲                       | *۴۵,۳۳                                | ۱,۱۷۶                 | A                   |
| گوشت گاو    | *۴,۳۵                       | *۵۰,۷۶                                | *۳,۲۵                 | M                   |
| تخم مرغ     | *۱۳,۸۹                      | *۸۱,۲۴                                | ۰,۶۵                  | A                   |

منبع: یافته‌های تحقیق \*معنی‌داری در سطح ۱ درصد

با توجه به جدول در همه سری‌های زمانی، پدیده فصلی بودن وجود داشته است. سری‌های قیمت شیر و گوشت گاو دارای فرآیند فصلی متحرک بوده‌اند که بر اساس نرخ فصلی متحرک تعدیل شده‌اند. سری‌های قیمت گوشت مرغ، گوشت گوسفند و تخم مرغ نیز تنها بر اساس دو آزمون F و کروسکال-والیز دارای روند فصلی بوده‌اند که بر اساس عامل فصلی پایدار تعدیل شده‌اند. با استفاده از سری‌های قیمت تعدیل شده، روند SAR برای هر سری زمانی انجام شد و بهترین مدل با توجه به وقفه بهینه بر اساس آماره شوارتز و ضریب تعیین تعدیل شده انتخاب شدند. همچنین نتایج بررسی ویژگی‌های رگرسیون خطی شامل نرمالیتی با استفاده از آزمون جارکو-براه، خودهمبستگی با استفاده از آزمون بروش-گودفری و ناهمسانی واریانس با آزمون بروش-پاگان مورد بررسی قرار گرفت.

جدول (۲) تعداد وقفه بهینه در SAR آزمون‌های رگرسیون کلاسیک در سری‌های قیمت

| کالا        | الگوی ARIMA  | تعداد وقفه بهینه در مدل SAR |
|-------------|--|-----------------------------|
| شیر         | (0,0,0)1,1(2,1,0) <sup>12</sup> (1,0,1) <sup>12</sup>  | ۳                           |
| گوشت مرغ    | (0,0,0)1,1(1,1,0) <sup>12</sup> (0,0,1) <sup>12</sup>  | ۱                           |
| گوشت گوسفند | (0,0,0)1,1 (2,1,0) <sup>12</sup> (0,0,1) <sup>12</sup> | ۲                           |
| گوشت گاو    | (0,0,0)1,1 (2,1,0) <sup>12</sup> (0,0,1) <sup>12</sup> | ۲                           |
| تخم مرغ     | (0,0,0)1,1 (1,1,1) <sup>12</sup> (1,0,1) <sup>12</sup> | ۲                           |

منبع: یافته‌های تحقیق

<sup>1</sup> Adjustment based on stable seasonal factors(A)

<sup>2</sup> Moving seasonality ratio(M)

تعداد وقفه بهینه در فرآیند SAR در جدول (۲) آمده است. تعداد وقفه بهینه برای سری‌های زمانی قیمت گوشت گوسفند، گوشت گاو و تخم مرغ دو وقفه، برای سری قیمت گوشت مرغ یک وقفه و برای سری قیمت شیر سه وقفه تعیین شده است. بر اساس آزمون‌های بروش-گودفری، بروش - پاگان و جارکو- برا نیز هیچ یک از مدل‌ها دچار خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس نبوده و اجزای اخلاص نیز دارای توزیع نرمال بوده‌اند. این مدل‌ها برای بررسی شکست ساختاری چندگانه با استفاده از آماره QLR استفاده شدند.

نتایج برآورد تاریخ‌های شکست برای هر یک از سری‌های قیمت مورد بررسی به صورت مجزا محاسبه شده و در جدول‌های (۳) تا (۷) آمده است. در جدول (۳) نتایج برآورد آماره QLR برای کالای شیر ارائه شده است.

جدول (۳) نتایج آزمون شکست ساختاری برای قیمت شیر

| تاریخ شکست | مقادیر بحرانی |         | آماره QLR | اندازه نمونه برای برآورد آماره QLR |                    |               | اندازه نمونه برای مدل برآوردی |                    |
|------------|---------------|---------|-----------|------------------------------------|--------------------|---------------|-------------------------------|--------------------|
|            | ۵ درصد        | ۱۰ درصد |           | دوره                               | Trim* 15%          | تعداد مشاهدات | دوره                          | تعداد مشاهدات      |
| ۱۳۸۹:۱۱    | ۳/۵۹          | ۴/۰۹    | ۵/۸۲      | ۱۰۰                                | -۱۳۸۱:۱۱<br>۱۳۹۰:۳ | ۴۴            | ۱۴۴                           | -۱۳۸۰:۱<br>۱۳۹۱:۱۲ |
| -          | ۳/۵۹          | ۴/۰۹    | ۲/۹۳      | ۸۳                                 | -۱۳۸۱:۶<br>۱۳۸۸:۴  | ۳۵            | ۱۱۸                           | -۱۳۸۰<br>۱۳۸۹:۱۰   |

منبع: یافته‌های تحقیق \* مجموع مشاهده‌های حذف شده از ابتدا و انتهای سری زمانی مورد بررسی.

دوره زمانی در نظر گرفته شده برای برآورد مدل SAR از قیمت شیر، فروردین ۱۳۸۰ الی اسفند ۱۳۹۱ در نظر گرفته شد اما چون برای انجام آزمون چاو، تعداد کافی از مشاهده‌ها لازم است لذا ۱۵ درصد از اول و انتهای سری مورد بررسی یعنی ۴۴ مشاهده حذف شده است و برای برآورد آماره QLR، از ۱۰۰ مشاهده در دوره بهمن ۱۳۸۱ تا خرداد ۱۳۹۰ استفاده شده است. طی این دوره با توجه به جدول (۴)، یک تاریخ شکست در بهمن ماه ۱۳۸۹ مشاهده شده است. در این نقطه مقدار آماره F برآورد شده حداکثر مقدار بوده است و مقدار آن از حد بحرانی در سطح ۱۰ و ۵ درصد بیشتر بوده و لذا شکست معنی‌داری در سری زمانی در این تاریخ رخ داده است. از این نقطه، سری زمانی به دو زیر دوره تقسیم می‌شود و آماره QLR برای هر دوره بررسی شد. زیر دوره دوم به دلیل کوتاه بودن دوره و نداشتن مشاهده‌های لازم مورد بررسی قرار نگرفت. در زیر دوره اول نیز شکست ساختاری معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین یک شکست ساختاری معنی‌دار در قیمت شیر در تاریخ بهمن ماه ۱۳۸۹ مشاهده شده است که علت این شکست می‌تواند به دلیل اعمال سیاست هدفمندسازی یارانه‌ها در آذرماه همین سال باشد. که به دلیل

## بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه... ۹۷

افزایش هزینه‌های تولید از یک سو و افزایش تورم به دنبال افزایش نقدینگی به دلیل پرداخت‌های نقدی یارانه‌ها از سوی دیگر، منجر به افزایش قیمت و وقوع شکست ساختاری در قیمت شیر شده است. در جدول (۴) نتایج برآورد تاریخ‌های شکست در سری قیمت تخم مرغ ارائه شده است.

جدول (۴) نتایج آزمون شکست ساختاری برای قیمت تخم مرغ

| تاریخ شکست | مقادیر بحرانی |         | آماره QLR | اندازه نمونه برای برآورد آماره QLR |                |          | اندازه نمونه برای مدل برآوردی |                |
|------------|---------------|---------|-----------|------------------------------------|----------------|----------|-------------------------------|----------------|
|            | ۵ درصد        | ۱۰ درصد |           | تعداد مشاهدات                      | دوره           | Trim 15% | تعداد مشاهدات                 | دوره           |
| ۱۳۸۶:۸     | ۴/۷۱          | ۴/۰۹    | ۵/۵۴      | ۱۰۰                                | ۱۳۸۱:۱۱-۱۳۹۰:۳ | ۴۴       | ۱۴۴                           | ۱۳۸۰:۱-۱۳۹۱:۱۲ |
| ۱۳۸۲:۲     | ۴/۷۱          | ۴/۰۹    | ۴/۴۱      | ۵۶                                 | ۱۳۸۰:۱۲-۱۳۸۵:۷ | ۲۳       | ۷۹                            | ۱۳۸۰:۱-۱۳۸۶:۷  |
| ۱۳۸۷:۵     | ۴/۷۱          | ۴/۰۹    | ۳/۲۸      | ۴۶                                 | ۱۳۸۷:۵-۱۳۹۱:۲  | ۱۹       | ۶۵                            | ۱۳۸۶:۸-۱۳۹۱:۱۲ |

منبع: یافته‌های تحقیق

در رابطه با قیمت تخم مرغ نیز مانند شیر، دوره مورد بررسی فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ۱۳۹۱ بوده است. که بر اساس آماره QLR در تاریخ آبان ۱۳۸۶ یک شکست ساختاری رخ داده است که مقدار آماره QLR برابر با ۵/۵۴ بوده که از مقادیر بحرانی در سطح ۵ و ۱۰ درصد بیشتر بوده است. از این نقطه زمانی، سری قیمت تخم مرغ به دو زیر دوره تقسیم شده و آزمون شکست ساختاری در آن بررسی شده است. در جدول (۴) دوره‌ها بررسی شده و تاریخ‌های شکست معنی‌دار در قیمت تخم مرغ آورده شده است. در مجموع دو تاریخ شکست معنی‌دار در دوره فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ۱۳۹۱ در قیمت تخم مرغ مشاهده شده است که شامل آبان ماه ۱۳۸۶ و اردیبهشت ۱۳۸۲ بوده است.

وجود شکست ساختاری در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۲ را می‌توان با توجه به تحولاتی که در آن زمان در اقتصاد کشور رخ داده است مورد بررسی قرار داد. افزایش سطح عمومی قیمت‌ها در این تاریخ شاید بتواند یکی از علل شکست ساختاری در قیمت تخم مرغ باشد که از دلایل اصلی افزایش تورم در این دوره، اجرای همزمان سیاست یکسان سازی نرخ ارز در سال ۱۳۸۱، اعمال ماده ۷۱ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت و انتشار اخبار کسری بودجه پیش از وقوع و انتظارات تورمی باشد (وزارت بازرگانی، ۱۳۸۲). شکست ساختاری رخ داده در قیمت تخم مرغ در آبان ماه ۱۳۸۶ می‌تواند مربوط به تغییر سیاست‌های مربوط به سهمیه‌بندی بنزین و افزایش قیمت‌های حمل و نقل به طور عمومی باشد. در جدول (۵) نتایج بررسی شکست ساختاری در قیمت گوشت مرغ ارائه شده است.

جدول (۵) نتایج آزمون شکست ساختاری برای قیمت گوشت مرغ

| تاریخ شکست | مقدار بحرانی |        | آماره QLR | اندازه نمونه برای برآورد آماره QLR |                    |          | اندازه نمونه برای مدل برآوردی |                    |
|------------|--------------|--------|-----------|------------------------------------|--------------------|----------|-------------------------------|--------------------|
|            | ۱۰ درصد      | ۵ درصد |           | تعداد مشاهدات                      | دوره               | Trim 15% | تعداد مشاهدات                 | دوره               |
| ۱۳۸۴:۹     | ۵            | ۵/۸۶   | ۵/۵۷      | ۱۰۰                                | -۱۳۸۱:۱۱<br>۱۳۹۰:۳ | ۴۴       | ۱۴۴                           | -۱۳۸۰:۱<br>۱۳۹۱:۱۲ |
| ۱۳۸۰:۹     | ۵            | ۵/۸۶   | ۵۹/۰۷     | ۴۱                                 | -۱۳۸۰:۸<br>۱۳۸۳:۱۲ | ۱۵       | ۵۶                            | -۱۳۸۰:۱<br>۱۳۸۴:۸  |
| -          | ۵            | ۵/۸۶   | ۳/۲۸      | ۶۳                                 | -۱۳۸۵:۹<br>۱۳۹۰:۱۱ | ۲۵       | ۸۸                            | -۱۳۸۴:۹<br>۱۳۹۱:۱۲ |
| ۱۳۸۴:۹     | ۵            | ۵/۸۶   | ۶/۰۴      | ۹۷                                 | -۱۳۸۲:۴<br>۱۳۹۰:۴  | ۳۹       | ۱۳۶                           | -۱۳۸۰:۹<br>۱۳۹۱:۱۲ |

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۵)، در مجموع دو نقطه شکست (آذرماه ۱۳۸۰ و ۱۳۸۴) در سری زمانی قیمت گوشت مرغ طی دوره فروردین ۱۳۸۰ الی اسفند ۱۳۹۱ وجود داشته است. بررسی علت شکست در سال ۱۳۸۴ ممکن است به دلیل اجرای سیاست خودکفایی در تولید گندم باشد که منجر به کاهش شدید در تولید نهاده‌های تولید محصولات دامی شد (معاونت امور دام کشور، ۱۳۸۴). در جدول (۶) نتایج بررسی آماره QLR در سری قیمت گوشت گوسفند آورده شده است.

جدول (۶) نتایج آزمون شکست ساختاری برای قیمت گوشت گوسفند

| تاریخ شکست | مقادیر بحرانی |        | آماره QLR | اندازه نمونه برای برآورد آماره QLR |                |          | اندازه نمونه برای مدل برآوردی |                            |
|------------|---------------|--------|-----------|------------------------------------|----------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
|            | ۱۰ درصد       | ۵ درصد |           | تعداد مشاهدات                      | دوره           | Trim 15% | تعداد مشاهدات                 | دوره                       |
| ۱۳۸۱:۱۰    | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۳/۹۲      | ۱۰۰                                | ۱۳۹۰:۲-۱۳۸۱:۱۰ | ۴۴       | ۱۴۴                           | ۱۳۹۱:۱۲-۱۳۸۰:۱<br>-۱۳۸۱:۱۰ |
| -          | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۳/۰۸      | ۸۸                                 | ۱۳۹۰:۶-۱۳۸۳:۳  | ۳۵       | ۱۲۳                           | ۱۳۹۱:۱۲                    |

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۶)، در دوره فروردین ۱۳۸۰ تا اسفند ماه ۱۳۸۱، تنها یک نقطه شکست در سری قیمت گوشت گوسفند در تاریخ دی ماه ۱۳۸۱ مشاهده شده است. که با توجه به مقادیر بحرانی آماره QLR این شکست ساختاری معنی‌دار نشده است. آخرین سری قیمت مورد بررسی مربوط به گوشت گاو است که نتایج بررسی شکست ساختاری در آن در جدول (۷) بیان شده است.

بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه... ۹۹

جدول (۷) نتایج آزمون شکست ساختاری برای قیمت گوشت گاو

| تاریخ شکست | مقادیر بحرانی |        | آماره QLR | اندازه نمونه برای برآورد آماره QLR |                 |          | اندازه نمونه برای مدل برآوردی |                 |
|------------|---------------|--------|-----------|------------------------------------|-----------------|----------|-------------------------------|-----------------|
|            | ۱۰ درصد       | ۵ درصد |           | تعداد مشاهدات                      | دوره            | Trim 15% | تعداد مشاهدات                 | دوره            |
| ۱۳۸۴:۱۱    | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۳/۷۶      | ۱۰۰                                | ۱۳۸۱:۱۰-۱۳۹۰:۲  | ۴۴       | ۱۴۴                           | ۱۳۸۰:۱-۱۳۹۱:۱۲  |
| -          | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۳۰۰/۷۳    | ۴۱                                 | ۱۳۸۴:۱-۱۳۸۰:۹   | ۱۷       | ۵۸                            | ۱۳۸۰:۱-۱۳۸۴:۱۰  |
| ۱۳۹۰:۱۱    | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۴/۳۷      | ۴۱                                 | ۱۳۸۵:۱۱-۱۳۹۰:۱۱ | ۲۵       | ۸۶                            | ۱۳۸۴:۱۱-۱۳۹۱:۱۲ |
| ۱۳۸۹:۲     | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۴/۳۱      | ۹۲                                 | ۱۳۸۹:۳-۱۳۸۱:۸   | ۳۸       | ۱۳۰                           | ۱۳۸۰:۱-۱۳۹۰:۱۰  |
| -          | ۴/۰۹          | ۴/۷۱   | ۳/۰۶      | ۷۸                                 | ۱۳۸۷:۹-۱۳۸۱:۴   | ۳۱       | ۱۰۹                           | ۱۳۸۹:۱-۱۳۸۰:۱   |

منبع: یافته‌های تحقیق \* دروه مشخص شده نمی‌تواند یک تاریخ شکست را نشان دهد.

بررسی وجود شکست ساختاری در سری قیمت گوشت گاو نشان می‌دهد که اولین تاریخ شکست در بهمن ماه سال ۱۳۸۴ رخ داده است که از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. دومین نقطه شکست در بهمن ماه ۱۳۹۰ بوده و سومین تاریخ شکست نیز در خردادماه ۱۳۸۹ مشاهده شده است. مقدار آماره QLR در تاریخ فروردین ۱۳۸۴ نیز معنی‌دار شده است اما نمی‌توان این تاریخ را به عنوان تاریخ شکست در نظر گرفت چون مقدار آماره از قبل از این تاریخ روند افزایشی داشته و این نقطه، آخرین مشاهده سری در نظر گرفته شده است لذا معلوم نیست که مقدار آماره F در بعد از این تاریخ چه وضعیتی داشته باشد در نتیجه نمی‌توان این نقطه را به عنوان نقطه حداکثر در نظر گرفت. تاریخ شکست بهمن ماه ۱۳۹۰ می‌تواند به دلیل اثرات ناشی از سیاست هدفمندسازی یارانه‌ها و در اواخر سال ۱۳۸۹ و همچنین اثرات اعمال تحریم‌های شدید اقتصادی در تیرماه ۱۳۹۰ باشد. بنابراین در مجموع دو تاریخ شکست در سری زمانی قیمت گوشت گاو مشاهده شده است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

برخی از سیاست‌های کلان اقتصادی در داخل کشور مانند سیاست یکسان سازی نرخ ارز، هدفمندسازی یارانه‌ها از عوامل اثرگذار بر وقوع شکست ساختاری در سری‌های قیمت محصولات دامی بوده است. با توجه به اینکه شکست‌های ساختاری در برخی موارد در همان

سال اعمال سیاست‌ها رخ نمی‌دهد، بهتر است در الگوسازی الگوهایی که لازم است شکست ساختاری بررسی شود، با استفاده از آماره QLR، شکست‌های ساختاری نامعین تعیین شود.

## منابع

- اصغری‌پور، ح.، بهبودی، د و قزوینیان، م. ح. ۱۳۸۷. شکست ساختاری: مورد مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی در ایران، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره ۱۹، ۱۰۵-۱۲۲.
- تقوی، م.، باقری پرمهر، ش.، مهاجری، پ. ۱۳۹۰. بررسی وجود شکست ساختاری در رابطه میان توسعه بخش مالی و رشد اقتصاد و استخراج میزان بهینه آرایه تسهیلات بانکی به بخش خصوصی، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال اول، شماره چهارم، ۳۷-۵۴.
- شبکه خبری صنایع غذایی ایران، ۱۳۸۶. موجود در آدرس اینترنتی [www.worldfood.ir](http://www.worldfood.ir)
- مادالا، ج. ا.، کیم، ا. م. ۱۹۹۸. ریشه‌های واحد، همجمعی و تغییر ساختاری، ترجمه: قربانی، م.، حیات غیبی بلداجی، ف و شاه حسینی دستجردی، س، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۹، ۴۶۱-۴۲۳.
- وزارت بازرگانی. ۱۳۸۲. روند تورم، ریشه‌یابی و راهکارهای مهار آن در اقتصاد ایران، معاونت برنامه ریزی و بررسی‌های اقتصادی، دفتر مطالعات اقتصادی.
- وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۴)، معاونت امور دام.
- Allaro, H.B., Kassa, B. and Hundie, B (2011), A time series analysis of structural break time in the macroeconomic variables Ethiopia, *African Journal of Agricultural Research*, vol.6(2), 392-400.
- Bai, J.(1997), Estimating multiple breaks one at a time. *Econometric Theory*, 13, issue 3, pp. 315-52.
- Bai, J., Perron, P., 1998: Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, 66, 1: 47-78.
- Bubakova, p (2012), Testing of breakdates in agricultural prices of selected representatives of animal production. *Acta Universitatis Agrecolturae Et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, N: 7, 45-54.
- Chong, T. T. (1995), Partial parameter consistency in a misspecified structural change model. *Economics Letters*, 49, 4: 351-57.
- Chow, G (1960), Tests of equality between sets of coefficients in two linear regression. *Econometrica*, 28: 591-605.
- Eksi, O (2009), Structural break estimation: a survey working paper, Universitat Pompeu Fabra, 9 p.
- Hansen, B. E. (2001), The new econometrics of structural change: dating breaks in U.S. labor productivity. *Journal of Economic Perspectives*, 15, 4: 117-128.

بررسی شکست‌های ساختاری چندگانه... ۱۰۱

- Jin, H. J., and Miljkovic, D. 2005. Analysis of multiple structural breaks in relative farm prices in the United States, 1913-2003, Selected paper prepared for presentation at the *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Providence, Rhode Island, July 24-27.
- Lee, J., Strazicich, M. C. (2003) Minimum lagrange multiple unit root test with two structural breaks. *Review of Economics and Statistics*, 85, 4: 1082-1089.
- Perron, P. (1989), The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57, 4: 1361-1401.
- Perron, P. (1997), Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables. *Journal of Econometrics*. 80, 2: 355-385.
- Perron, P. (2005), Dealing with structural breaks. Boston university working papers series in macroeconomics WP2005-017, Department of Economics, Boston University.
- Quandt, R. (1960), Tests of the hypothesis that a linear Regression Obeys two separate regimes. *Journal of the American Statistical Association*, 55: 324-30.
- Stock, J. H., Watson, M. W. (2003), Introduction to econometrics. Boston: Addison Wesley. 696 p. ISBN 0-321-22351-9.
- Zivot, E., Andrews, D. W. K. (1992), Further evidence on the great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10, 3: 251-270.