



## شناسایی منابع نوسانات قیمت شیر: کاربرد الگوی فضای حالت (State Space Model)

ندا صدقی

دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

Sedghi\_neda@yahoo.com

### چکیده

با توجه به ارزش غذایی شیر و نقش آن در سبد غذایی روزانه خانوارهای ایرانی نوسانات قیمت شیر حائز اهمیت است. در این راستا هدف اصلی این پژوهش بررسی نوسانات فصلی و سیکلی قیمت شیر می باشد. برای این منظور از داده های ماهانه قیمت شیر در دوره فروردین ۱۳۸۳ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ استفاده گردید. متغیرها به سه شکل تصادفی، قطعی با ضرایب ثابت و قطعی با ضرایب تصادفی در الگو مورد بررسی قرار گرفتند. سه جز روند، فصلی و سیکلی در شکل قطعی با ضرایب ثابت معنا دار شده اند و تأثیر آن روی قیمت شیر مثبت است. اجزاء قطعی با ضرایب تصادفی به دلیل معنا دار نبودن از مدل حذف شده اند. نتایج بدست آمده از الگو فضای حالت و فیلتر کالمن برای اجزاء تصادفی حاکی از آن است که قیمت شیر دارای نوسانات سیکلی و فصلی می باشد اما تأثیر این نوسانات منفی است و همچنین روند تصادفی مشاهده نمی شود.

**کلمات کلیدی:** قیمت شیر، پیش بینی، الگو فضای حالت، فیلتر کالمن.



## مقدمه

قیمت ها از نظر اقتصادی نقش راهنما برای اتخاذ تصمیمات تولیدی و مصرفی را ایفا می نماید. از یک سو تولید کنندگان با ملاحظه قیمت های فعلی نهاده ها و قیمت آینده محصولات نسبت به تولید محصولات مورد نظر و اختصاص منابع تولید بین آنها تصمیم می گیرند. از سوی دیگر مصرف کنندگان با توجه به قیمت های موجود و قیمت ها در آینده، تصمیمات مصرفی خود را جهت می دهند (بخشوده، ۱۳۷۱). با توجه به این که یکی از موانع اصلی در مسیر رشد و توسعه کشاورزی در کشور ما عدم توجه به مساله قیمت و نوسانات آن (همچنین قیمت مناسب شیر) می باشد، لذا انجام مطالعات در این زمینه می تواند راهگشای بسیاری از تنگناهای موجود در بخش کشاورزی ما باشد. به این ترتیب توانایی مصرف روزانه مردم افزایش یافته و دامداران نیز دچار ضرر و زیان نمی شوند. مصرف سرانه خانوارها بر حسب دهک های درآمدی بسیار متفاوت است به طوری که در جامعه شهری مصرف سرانه دو دهک بالای درآمدی حدود ۳/۱۵ برابر دو دهک پایین درآمدی است این نسبت در مناطق روستایی ۳/۱۳ برابر است. طی این دوره متوسط مصرف سرانه شهر به روستا حدود ۱/۲ برابر بوده است به عبارت دیگر مصرف سرانه شیر و فرآوردهها لبنی در مناطق شهری ۹۲ کیلوگرم و در روستا ها ۷۶/۵ کیلوگرم می باشد. مصرف سرانه شیر در کشورمان هنوز تا رسیدن به سطح مطلوب فاصله دارد اما مصرف سرانه کشور به مصرف متوسط جهان نزدیک است و در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و کشورها منطقه از مصرف سرانه خوبی برخوردار است.

نوسانات قیمت در زمانهای مختلف باعث می شود که نتوان به سادگی الگوی مشخصی را برای آن در نظر گرفت، بویژه وقتی که نوسانات نامنظم باشد. مسئله نوسانات قیمت باعث می شود که کاربرد بعضی از تکنیک های برنامه ریزی تولید را مشکل و یا غیر ممکن سازد (نجفی، ۱۳۷۹). مع الوصف، تکنیک هایی وجود دارد که بر اساس آنها با دقت قابل قبولی می توان با در نظر گرفتن اجزا مختلف داده های سری زمانی، شامل تغییرات فصلی، روند، تغییرات دوره ای و تغییرات نامنظم، چگونگی تغییرات آن را در آینده پیش بینی کرد. شیر و فرآورده های آن در زمره مهمترین مواد غذایی هستند که وجود آنها در سبد مصرفی خانوارها ضروری است. با توجه به اهمیتی که این محصولات در تامین سلامت و بهداشت افراد جامعه دارد توجه به نوسانات قیمت آن حائز اهمیت است.

قیمت اغلب محصولات کشاورزی دارای رفتارهای سیکلی منظم ۱۲ ماهه یا همان سیکلهای فصلی است (دوران، ۱۹۷۲)<sup>۱</sup>. در کشورهای در حال توسعه (مانند ایران) ثبات نسبی قیمت ها برای سیاست گزاران از اهمیت

1: Doran, 1972



بالایی برخوردار است. ولی امکان تثبیت قیمت‌های محصولات کشاورزی به‌طور طبیعی بعید بوده و معمولاً با اعمال سیاست‌های قیمتی برقرار می‌شود. نوسانات قیمتی در محصول کشاورزی در اثر تغییرات فصلی (به دلیل تغییرات شرایط جوی)، تغییرات سیکلی (به دلیل وقفه بین تصمیم‌گیری برای تولید تا تولید توسط تولیدکنندگان)، تغییرات روند (به دلیل شرایط اقلیمی، تغییرات فناوری، جمعیت تقاضاکننده و تغییر سلیقه) و تغییرات غیرقابل پیش‌بینی (بحران‌های طبیعی و انسانی) ایجاد می‌شود. شناخت الگوهای سیکلی قیمت نیز در راستای سیاست‌های تثبیت قیمت موثر می‌باشد. همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود میانگین قیمت شیر در دوره مورد مطالعه معادل ۳۸۷۰ ریال بر کیلو گرم است که کمترین قیمت شیر معادل ۲۳۳۸ برای فروردین ۸۳ و بیشترین قیمت مربوط به اردیبهشت ۹۱ در سطحی برابر ۶۸۲۲ کیلو گرم بر ریال می‌باشد و همچنین پراکندگی داده‌ها یا انحراف معیار قیمت شیر ۱۰۹۰/۰۲۱ است. با توجه به معنی داری آماره جاکو برا در سطح ۱۰٪ به این نتیجه می‌رسیم که قیمت شیر توزیع نرمال ندارد.

**جدول (۱): برخی آمارهای توصیفی قیمت شیر در دوره ۹۱-۸۳**

سال ۱۳۸۳-۱۳۹۱	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	Jarque – Bera
قیمت شیر (ریال بر کیلو گرم)	۳۸۷۰	۶۸۲۲	۲۳۳۸	۱۰۹۰/۰۲۱	۴/۴۳۷*

\* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن ۱۰، ۵، ۱ درصد است.

### پیشینه تحقیق

مجاوریان و امجدی (۱۳۷۸) به بررسی علل پیدایش نوسانات فصلی قیمت مرکبات طی سالهای ۷۵-۱۳۶۱ پرداختند. برای این منظور آنها از سه الگو مربوط به سری‌های زمانی استفاده کردند. الگو اول ARIMA بدون توجه به اثرات فصلی و الگو دوم با استفاده از اجزاء AR و فصلی برآورد گردید. در الگو سوم نیز جهت بررسی نوسانات فصلی قیمت مرکبات از توابع مثلثاتی استفاده شد. نتایج نشان داد که الگو مربوط به توابع مثلثاتی دارای قدرت توضیح دهنده‌گی و پیش‌بینی بیشتری نسبت به دو الگو AR و ARIMA می‌باشد. مقدسی و بخشی (۱۳۸۷) با روش سنتی تحلیل هارمونیک به بررسی نوسانات قیمت سیب زمینی و پیاز در تهران پرداختند. نتایج حاکی از آن است که قیمت عمده فروشی سیب زمینی دارای سیکل‌های ۵، ۹ و ۱۵ ماهه است و قیمت عمده فروشی پیاز دارای سیکل‌های ۲، ۳، ۱۲ و ۱۸ ماهه را نشان می‌دهد. در مورد هر دو محصول حداکثر مقدار قیمت در اوایل فروردین ماه و کمترین مقدار در شهریور ماه است.



بخشوده (۱۳۸۳) به منظور بررسی قیمت عمده فروشی سیب زمینی و پیاز در سالهای آینده، یک الگو پیش بینی سری زمانی روی قیمت ماهانه این محصولات در سطح عمده فروشی برای دوره زمانی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۷۰ برآورد کرد. نتایج نشان داد که قیمت پیاز به قیمت سیب زمینی در آینده با شدت بیشتری افزایش یافته و دارای نوسانات فصلی شدید تری خواهد بود.

نجفی و رحیمی (۱۳۷۹) به بررسی نوسانات قیمت محصولات کشاورزی و میزان رفاه از دست رفته کشاورزان نخود کار پرداختند. برای اینکار از آمار شاخص ماهانه نخود از فروردین ۱۳۶۱ تا اسفند ۱۳۷۷ برای تعیین تغییرات قیمت در شهرستان آذربایجان غربی استفاده کردند. نتایج حاصل از شاخص مطلوبیت نشان داد نوسانات قیمت نخود تاثیر زیادی بر میزان رفاه زارعین نخود کار داشته است.

برگمن و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) به بررسی نوسانات قیمت شیر در اتحادیه اروپا، آلمان و ایرلند با استفاده از الگوی فضای حالت و فیلتر کالمن پرداختند. نتایج نشان دهنده این بود که بیشترین حجم نوسانات قیمت شیر مربوط به نوسانات سیکلی می باشد.

امین و رزاق<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) برای بررسی نوسانات فصلی قیمت عمده فروشی سیب زمینی در بنگلادش از الگوهای ARIMA و داده های ماهانه مربوط به دوره ۱۲ ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۸) استفاده کردند. پس از انجام آزمونهای ایستایی الگو نهایی به صورت  $ARIMA(1,1,0)$  برآورد شد. در واقع الگو مورد نظر خود توزیع درجه اول می باشد که پس از یک بار تفاضل گیری ایستا می شود. سپس با کمک الگو برآورد شده، پیش بینی برای ۹ ماه بعد صورت گرفت.

ویس<sup>۴</sup> (۱۹۷۰) روش تحلیل طیفی را برای بررسی الگوهای سیکلی قیمت جهانی کاکائو بکار برد. وی ابتدا سه الگوی سیکلی ۱۴ تا ۲۴ سال، ۱۳ تا ۲۴ ماه و فصلی را برای قیمت جهانی کاکائو طی دوره زمانی ۱۹۵۰-۱۸۲۶ فرض کرد. نتایج نشان داد که سه الگوی نوسانی فصلی، ۲۲ ماهه و ۱۴ ساله در داده ها وجود دارد.

واق و میلر<sup>۵</sup> (۱۹۷۰) به بررسی قیمت و مقدار صید چهار گونه ماهی در کانادا پرداختند. آنها روش تحلیل هارمونیک را برای اندازه گیری طول سیکلهای قیمت و مقدار صید ماهی بکار بردند. نتایج نشان دهنده سیکلهای ۱۲ ماهه، سه و پنج ساله در سری های زمانی مورد بحث بود.

---

2. Bergmann et al,2013

3. Amin and Razzaque, 20004

4. Weiss

5. Waugh and Miller

6. Durbin and Koopman(2012)



## روش شناسی

الگو استفاده شده توسط دوربین و کوپمن<sup>۶</sup> (۲۰۱۲) برای تجزیه و تحلیل نوسانات قیمت به صورت زیر است:

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + c_t + \varepsilon_t \quad t=1, \dots, n$$

در رابطه فوق  $\mu_t$  جزء روند،  $\gamma_t$  و  $c_t$  به ترتیب نوسانات فصلی و سیکلی را نشان می دهد.  $\varepsilon_t$  نیز جزء اختلال الگو می باشد. از آنجایی که این اجزاء مستقیماً قابل مشاهده نیستند از روش فیلتر کالمن برای تخمین آنها استفاده می شود.

## روند<sup>۷</sup>

در این پژوهش روند به دو شکل قطعی و تصادفی مورد بررسی قرار می گیرد. که در الگو دوربین و کوپمن روند به عنوان گام تصادفی با انحراف خطی بکار گرفته می شود. که به آن الگو روند خطی موضعی گفته می شود و فرمول آن به صورت زیر است:

$$\mu_{t+1} = \mu_t + v_t + \xi_t \quad \xi_t \sim N(0; \sigma^2_\xi) \quad (1)$$

$$v_{t+1} = v_t + \zeta_t \quad \zeta_t \sim N(0; \sigma^2_\zeta)$$

در معادله (۱) نشان دهنده روند،  $v_t$  شیب روند،  $\xi_t$  و  $\zeta_t$  اجزاء اختلال معادلات بوده که با میانگین صفر و واریانس های  $\sigma^2_\xi$  و  $\sigma^2_\zeta$  توزیع نرمال دارد.

## فصلی<sup>۸</sup>

جزء فصلی همانند روند به دو شکل قطعی و تصادفی مورد بررسی قرار می گیرد. جزء فصلی قطعی به عنوان یک الگو فصلی موهومی در نظر گرفته شده است. فرمول آن عبارتست از:

$$\gamma_{t+1} = \sum_{j=1}^{s-1} \gamma_{t+1-j} + \omega_t \quad \omega_t \sim N(0; \sigma^2_\omega) \quad (2)$$

7. The Trend  
8. The Seasonal



در معادله (۲) جزء فصلی،  $S$  تعداد دوره در سال ( $S=12$ ) و  $\bar{\omega}_t$  جزء اخلاص توزیع شده که اجازه تغییر الگوی فصلی را در طول زمان می دهد.

### سیکلی<sup>۹</sup>

برای یک سیکل فرمول های متفاوتی وجود دارد. تفسیر یک سیکل در زمان عبارتست از مجموعه ای از یک الگوی تکرار شونده تناوبی. در این مقاله جزء فصلی از روش دورین و کوپمن بدست آمده است:

$$c_{t+1} = \rho(\cos\lambda + \sin\lambda)c_t + \bar{\omega}_t \quad \bar{\omega}_t \sim N(0; \sigma_{\bar{\omega}}) \quad (3)$$

$$c^*_{t+1} = \rho(-\sin\lambda + \cos\lambda)c^*_t + \bar{\omega}^*_t \quad \bar{\omega}^*_t \sim N(0; \sigma_{\bar{\omega}^*})$$

در فرمول های بالا  $\rho$  عامل تعدیل است که بین صفر و یک قرار دارد ( $0 < \rho < 1$ ). دوره هر سیکل برابر  $\frac{2\pi}{\lambda}$  و  $\lambda = \frac{2\pi k}{12}$  است.  $K$  تعداد تناوب های متغیر مورد نظر طی یک سال می باشد. با توجه به اینکه داده های بکار رفته در تحقیق بصورت ماهانه می باشند و در طول سال (۱۲ ماه) دوره تناوب می تواند از یک تا ۱۲ باشد. بطور مثال اگر  $K=1$  باشد به مفهوم آن است که در طول سال یک دوره تناوبی داریم.  $k=6$  نیز نشان می دهد که در طول یک سال ۶ تناوب یا به عبارتی هر دو ماه یک تناوب داریم. در این مقاله برای بررسی نوسانات قیمت شیر در جزء سیکلی در  $K=12$  معنی دار شد.

### تجزیه و تحلیل داده ها

جهت استفاده از داده های ماهانه سری زمانی قیمت شیر لازم است ابتدا ایستایی آنها مورد تحلیل قرار گیرد، بدین منظور توصیه بر این است روش های آزمون های ایستایی با فرضیه های صفر مختلف به کار گرفته شود. بر این اساس ایستایی با استفاده از سه روش دیکی فولر تعمیم یافته، فیلیپس پرون و KPSS مورد بررسی قرار گرفت. در این روش ها آزمون ها متفاوت بوده به طوری که در آزمون دیکی فولر تعمیم یافته و فیلیپس پرون فرضیه صفر عدم ایستایی و در آزمون KPSS فرضیه صفر ایستایی سری زمانی است. نتایج آزمون ها در جدول (۲) آمده است. نتایج حاکی از آن است که متغیر مورد استفاده در الگو پس از یک بار تفاضل گیری در سطح ۱٪ ایستا می باشد.



**جدول (۲): آزمون ریشه واحد جهت تعیین ایستایی متغیر لگاریتم قیمت شیر**

آزمون kpss		آزمون فیلیپس پرون (pp)		آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)		لگاریتم قیمت شیر
آماره t در تفاضل مرتبه اول	آماره t در سطح داده ها	آماره t در تفاضل مرتبه اول	آماره t در سطح داده ها	آماره t در تفاضل مرتبه اول	آماره t در سطح داده ها	
۰/۱۴	۱/۲۴	-۴/۳۴	۲/۳۲	-۱۰/۰۷	۰/۲۵	

از آنجایی که سه جزء روند، فصلی و سیکلی نقش مهمی را در تجزیه قیمت شیر دارند در این پژوهش این اجزا به ۳ حالت مورد بررسی قرار گرفتند. حالت اول به شکل قطعی با ضرایب ثابت مطابق جدول (۳) است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که هر سه جزء در شکل قطعی برای لگاریتم قیمت شیر وجود دارد و البته با تأثیر مثبت. آماره  $\bar{R}^2$  سطوح معنی داری ضرایب متغیر ها نشان می دهد که متغیر مستقل، تغییرات متغیر وابسته را به خوبی نشان می دهد. نتایج حاکی از بالا بودن آماره  $\bar{R}^2$  برای اجزای فصلی، روند و سیکلی می باشد. در حالت دوم اجزاء به صورت قطعی با ضرایب تصادفی می باشند. برای این حالت روند با توجه داده های موجود از یک تا ۹۸ می باشد. اجزاء فصلی و سیکلی نیز با توجه به فرمول های (۲) و (۳) محاسبه شده اند. نتایج حاصل نشان دهنده معنا دار نبودن آنها است و به همین خاطر از الگو حذف شده اند.

**جدول (۳): برآورد رگرسیون خطی حداقل مربعات اجزاء قطعی**

متغیر مستقل									متغیر وابسته
سیکلی (cycle)			فصلی (seasonal)			روند (trend)			لگاریتم قیمت شیر
$\bar{R}^2$	آماره t	ضریب	$\bar{R}^2$	آماره t	ضریب	$\bar{R}^2$	آماره t	ضریب	
۰/۸۹	۲۸,۶۸	۱,۰۰۰	۰/۸۶	۲۴,۳۶	$2,00E-05$	۰/۸۷	۲۶,۶۱	۰,۰۰۹	

در حالت سوم هر سه جزء به صورت تصادفی مطابق جدول (۴) از روش فضای-حالت مورد بررسی قرار گرفتند. به طور کلی، نظام های پویا در یک فرم مشخص عمومی با عنوان فضا حالت قابل ارائه هستند. ارائه



الگو در این شرایط دارای دو مزیت عمده به شرح زیر است: یکی اینکه این گونه الگوها، متغیرهای غیر قابل مشاهده یا متغیر حالت (SV) را در سیستم قرار می دهند. دیگر اینکه الگوهای مزبور، با الگوریتم برگشت پذیر کالمن فیلتر (kalman filter) تخمین زده می شود. با توجه به ضرایب متغیر حالت به این نتیجه می رسیم که اجزاء سیکلی و فصلی در حالت تصادفی وجود دارد اما با تأثیر منفی. ضریب روند تصادفی همانطور که مشاهده می شود برابر صفر است بنابراین روند تصادفی برای قیمت شیر وجود ندارد. واریانس جزء خطا ( $\sigma^2_\epsilon$ ) نشان دهنده این است که داده ها به طور کامل توسط اجزاء فصلی، سیکلی و روند توضیح داده شده اند. همانطور که مشاهده می شود مقادیر واریانس های اجزاء فصلی، سیکلی و روند به ترتیب برابر ۱۲۶۵/۲۱۲، ۰/۵۷۱۷ و ۰/۵۲۰۸ می باشد.

**جدول (۴): نتایج حاصل از آزمون فضای حالت**

جزء اخلاص	سیکلی		فصلی		روند		
$\sigma^2_\epsilon$	SV	$\sigma^2_\omega$	SV	$\sigma^2_\omega$	SV	$\sigma^2_\xi$	لگاریتم قیمت شیر
۳/۵۴۶۲	-۱۷۰۷۴۳/۷	۰/۵۷۱۷	-۱۷۰۷۴۲/۵	۱۲۶۵/۲۱۲	۰	۰/۵۲۰۸	

### بحث و نتیجه گیری

این مطالعه با هدف بررسی نوسانات قیمت شیر اجرا شده است. برای این منظور داده های قیمت ماهانه شیر در دوره فروردین ۸۳ تا اردیبهشت ۹۱ از سازمان امور پشتیبانی دام تهیه شده است. جهت استفاده از داده ها لازم است ابتدا ایستایی آنها مورد تحلیل قرار گیرد، بدین منظور از آزمون های ریشه واحد استفاده گردید و نتایج حاکی از آن بود که داده ها پس از یک بار تفاضل گیری در سطح ۱٪ معنی دار شده اند. سپس برای بررسی نوسانات قیمت شیر متغیرها را در سه حالت تصادفی، قطعی با ضرایب تصادفی و ثابت بررسی کردیم. اجزاء قطعی با ضرایب تصادفی به دلیل معنا دار نبودن از الگو حذف شده اند. هر سه جزء قطعی با ضرایب ثابت به دلیل معنا داری برای لگاریتم قیمت شیر با تأثیر مثبت دیده شده است. برای اجزاء تصادفی و قطعی با ضرایب تصادفی از آزمون های فضای حالت و کالمن فیلتر استفاده شده است. نتایج بدست آمده از این آزمون ها نشان دهنده وجود نوسانات سیکلی و فصلی تصادفی در قیمت شیر می باشد اما این نوسانات تأثیر منفی روی قیمت شیر دارد. با توجه به نتایج می توان گفت که توجه به نوسانات فصلی و سیکلی تغییرات قیمت شیر در برنامه ریزی تولید و بکارگیری الگوهای فضای حالت و کالمن فیلتر نظیر آنچه در مطالعه حاضر به کار گرفته شده و مقایسه آن با روش های دیگر، در پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی توصیه می شود.





## منابع

۱. بخشوده. م(۱۳۸۳)، برآورد نوسانات فصلی قیمت سیب زمینی و پیاز، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵، ۲: ۵۱۶-۵۱۱.
  ۲. مقدسی. ر، بخشی. ع(۱۳۸۷)، تحلیل هارمونیک نوسانات قیمت محصولات کشاورزی، نشریه پژوهش نامه مدیریت بازگانی، ۴۷: ۲۳۴-۲۰۵.
  ۳. مجاوریان. م، امجدی. ا(۱۳۷۸)، مقایسه روشهای معمول با توابع مثلثاتی در قدرت پیش بینی سری زمانی قیمت محصولات کشاورزی همراه با اثرات فصلی مطالعه موردی مرکبات، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۵.
  ۴. نجفی. ب، حاجی رحیمی. م(۱۳۷۹)، نوسانات قیمت محصولات کشاورزی: عوامل ایجاد کننده و عواقب رفاهی، مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
1. Amin, R., Razzaque, M. A(2000), " Autoregressive Integrated Moving Average(ARIMA) modeling for Monthly Potato Price in Bangladesh"Journal of Financial Management & Analysis, Jan-Jun2000, 13, 1, P.74.
  2. Bergmann, D.,Connor, D.,Thummel,A(2013), " Adecomposition Analysis of The Farm Gate Milk Price" 87<sup>th</sup> Annual Conference Agricultural Economics Society,University of Warwick, United Kingdom.
  3. Doran, H. E., Quilkey, J. J(1972), "Harmonic Analysis of Seasonal data:some important perperties"Agricultural Economic,56:646-651.
  4. Durbin, J., Koopmman, S. J(2012), "Time Series Analysis by State Space Methods"Oxford Statistical Science Series, Oxford University Press.
  5. Waugh, V., Miller, M(1970)," Fish cycles: A harmonic Analysis"Agr.Econ,52:422-430.
  6. Weiss, J. S(1970)," A Spectral Analysis of World Cocoa Price "American Journal of Agricultural Economics, 52:122-126.