

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۷، تابستان ۱۳۸۷، ۲۳۳ - ۲۰۵

تحلیل هارمونیک نوسانات قیمت محصولات کشاورزی (مطالعه موردی پیاز و سیب زمینی)

دکتر رضا مقدسی * علی بخشی **

پذیرش: ۸۷/۶/۵

دریافت: ۸۵/۱۰/۱۰

قیمت / نوسانات فصلی / محصولات کشاورزی / تحلیل هارمونیک

چکیده

در این تحقیق روش سنتی تحلیل هارمونیک برای بررسی نوسانات فصلی قیمت سیب زمینی و پیاز بکار رفته است. آمار مورد استفاده شامل قیمت عمده فروشی ماهانه سیب زمینی و پیاز در میدان بار مرکزی شهر تهران طی یک دوره ۹۵ ماهه (از شهریور ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۵) می باشد. نتایج نشان می دهد که قیمت عمده فروشی سیب زمینی دارای سیکل های ۵، ۹ و ۱۵ ماهه می باشد. در حالی که قیمت عمده فروشی محصول پیاز سیکل های ۲، ۳، ۱۲ و ۱۸ ماهه را نشان می دهد. در مورد قیمت عمده فروشی هر دو محصول سیب زمینی و پیاز حداکثر مقدار قیمت در اوایل فروردین ماه (شروع سیکل) و کم ترین مقدار در حدود شهریورماه می باشد.

طبقه بندی JEL: C13, C51, Q11.

* عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران.

moghaddasireza@yahoo.com

** عضو هیأت علمی گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد - واحد گلپهار.

a.bakhshy@gmail.com

■ دکتر مقدس مسئول مکاتبات

مقدمه

نوسانات قیمت محصولات کشاورزی می‌تواند اثرات منفی بر هر دو گروه تولید کننده و مصرف کننده داشته باشد. نوسانات قیمت کاربرد بعضی از تکنیکهای برنامه ریزی تولید را مشکل و حتی غیرممکن می‌سازد. چنانچه کشاورز نتواند برآوردی از قیمت فروش محصول خود در زمان برداشت داشته باشد، قادر نخواهد بود منابع در دسترس خود را به درستی و در جهت حداکثر کردن سود به کار گیرد. نوسانات قیمت محصولات کشاورزی یکی از عوامل جلوگیری از پیشرفت و گسترش تکنولوژی نیز می‌باشند. از طرف دیگر به دلیل مصرف بالای سیب‌زمینی و پیاز و به طور کلی گروه سبزی‌ها در بین خانوارهای ایرانی و اهمیت بسیار بالایی که این گروه در سبد غذایی دارد، توجه به قیمت و بازار این محصولات بیش از پیش نمایان می‌شود. نوسانات قیمت سیب‌زمینی و پیاز به ویژه سیب‌زمینی که از مصرف بالایی برخوردار است می‌تواند تأثیر منفی بر تغذیه افراد جامعه بگذارد. سیب‌زمینی به دلیل برخورداری از پروتئین و پیاز به علت دارا بودن ویتامین برای رشد و سلامتی، در بین خانواده‌ها حائز اهمیت می‌باشند.

جریان عرضه محصولات کشاورزی در طول سال یکنواخت نیست، به عبارت دیگر عرضه محصولات کشاورزی دارای تغییرات فصلی است. زیرا برداشت محصولات کشاورزی فقط در زمان‌های خاصی در طول سال صورت می‌گیرد. علاوه بر آن در مورد محصولات فاسدشدنی همچون پیاز و سیب‌زمینی امکانات انبارداری و سردخانه‌ای به اندازه‌ای نیست که توان هموارسازی جریان عرضه را در طول سال داشته باشد. در نتیجه کشاورزان در زمان برداشت مجبور هستند تمام یا قسمت عمده محصول برداشتی خود را به صورت یکجا به بازار عرضه کنند که این امر باعث به هم خوردن تعادل عرضه و تقاضا می‌شود. از طرف دیگر در مقابل جریان غیریکنواخت و گسسته عرضه، تقاضا برای محصولات کشاورزی تا حد زیادی یکنواخت و پیوسته است. در نتیجه این ناهمگونی بین عرضه و تقاضا در فصول مختلف سال، نوسانات فصلی شکل می‌گیرند.

بر اساس تکنیک‌های موجود و با در نظر گرفتن اجزای مختلف داده‌های سری زمانی،

شامل تغییرات فصلی^۱، روند^۲، تغییرات دوره‌ای^۳ (سیکلی) و تغییرات نامنظم^۴، می‌توان چگونگی رفتار متغیرها را در آینده با دقت قابل قبولی پیش‌بینی کرد. از سوی دیگر نوسانات فصلی را می‌توان رفتاری از سری زمانی در نظر گرفت که در طول سال و در فواصل زمانی منظم تکرار می‌شوند. در واقع در رفتارهای فصلی، یک الگوی منظم در درون یک دوره تولیدی تکرار می‌شود. نوسانات موجود در داده‌های سری زمانی را می‌توان به دو دسته تکرارپذیر و غیرقابل تکرار تقسیم کرد. قیمت اغلب محصولات کشاورزی دارای رفتارهای سیکلی منظم ۱۲ ماهه یا همان سیکل‌های فصلی است^۵. این نوسانات اغلب در اثر یکسری عوامل طبیعی و خصوصیات فیزیولوژیکی، همچون تغییرات شرایط آب و هوایی (دمای هوا و میزان بارندگی)، فسادپذیری محصولات کشاورزی و شرایط تولید مثل زاد و ولد (دام و طیور) بوجود می‌آیند. شناخت الگوهای سیکلی قیمت نیز در راستای سیاست‌های تثبیت قیمت مؤثر می‌باشد.

در مطالعه حاضر، اطلاعات قیمت سیب‌زمینی و پیاز در سطح عمده فروشی در میدان بار مرکزی شهر تهران بر مبنای قیمت‌های سال ۱۳۷۶ مورد تجزیه و تحلیل واقع شده است. انتخاب محصولات فوق بویژه از این نقطه نظر صورت گرفته است که در طول سال‌های گذشته مرتباً دچار نوسانات شدید قیمتی بوده و به همین جهت، یا با تولید انبوه و یا با تولید ناکافی آن مواجه بوده است. در نتیجه، مصرف کنندگان نیز در بعضی مواقع یا مقدار کافی این محصولات را در اختیار نداشته‌اند و یا آنکه با عرضه بیش از حد روبرو بوده‌اند. البته در این میان نباید تأثیر اعمال قیمت‌های تضمینی را که معمولاً پایین‌تر از قیمت بازار است، نادیده گرفت. تأکید اصلی مطالعه حاضر بر نوسانات فصلی قیمت محصولات مورد نظر می‌باشد. در این راستا، ابتدا وضعیت قیمت‌ها و مقدار تولید در کل کشور طی سال‌های گذشته بررسی شده و سپس به برآورد مدل مورد نظر پرداخته خواهد شد.

1 - Seasonality
2 - Trend
3 - Cyclical Variations
4 - Irregular
5 - Doran (1972), 646-651.

طی دهه گذشته اقتصاد سنجی دانان اهمیت زیادی برای تئوری تحلیل طیفی^۱ قائل شده‌اند (۱۰). در واقع تجزیه یک سری زمانی به اجزای آن در کی عمیق تر از ساختار و رفتار نوسانی متغیر طی زمان بدست می‌دهد.

اولین کاربردهای روش تحلیل طیفی برای داده‌های کلان اقتصادی در اواسط دهه ۱۹۶۰ بود. در این زمان ضرورت درک عمیق تر از ساختار متغیرهای کلان اقتصادی توجه محققان را به استفاده از روش فوق معطوف نمود. در اغلب این کاربردها، تمرکز بر روش‌های تعدیل فصلی و ساختار طیفی داده‌های اقتصادی بود^۲. در سال‌های بعد، روش تحلیل طیفی در سایر مطالعات اقتصاد سنجی همچون جداسازی جزو روند و جزو سیکلی از یکدیگر نیز بکار گرفته شده که از آن جمله می‌توان به مطالعات واق و میلر (Waugh and Miller, 1970)، ویز (Weiss, 1970) و دوران (Doran, 1972) اشاره نمود.

هدف روش تحلیل طیفی تجزیه یک سری زمانی، به توابعی برحسب سینوس (Sin) و کسینوس (Cos) با طول موج مشخص می‌باشد. در این روش با بررسی و تحلیل ساختار متغیر یا پدیده مورد بررسی به اجزای تشکیل دهنده آن پی می‌بریم. در مورد متغیرهای سری زمانی بویژه قیمت محصولات کشاورزی، روش تحلیل طیفی برای شناخت نوسانات فصلی با طول دوره‌های متفاوت بکار می‌رود.

در زمینه تجزیه و تحلیل قیمت محصولات کشاورزی مطالعات زیادی در خارج و تعداد مطالعات اندکی در داخل صورت گرفته است. اگرچه کاربرد روش تحلیل هارمونیک در این خصوص چندان مورد توجه محققان داخلی واقع نگردیده است. در این بخش به طور خلاصه به مطالعاتی اشاره می‌شود که به تحلیل و بررسی نوسانات فصلی قیمت محصولات کشاورزی پرداخته‌اند.

حسن پور (۱۳۷۹) به منظور مطالعه رفتار قیمت سیب زمینی، گوجه فرنگی و پیاز نسبت به مقدار تولید وارده شده به بازار از سیستم تقاضای معکوس استفاده کرده است. این سیستم به روش معادلات رگرسیونی به ظاهر نامرتب برای چهار محصول سیب زمینی، پیاز، گوجه فرنگی و سایر محصولات خوراکی برآورد گردید. نتایج تحقیق نشان داد که سه محصول

1 - Spectral Analysis

2 - Harlow (1960), 842-853.

سیب زمینی، پیاز و گوجه فرنگی جانشین مقداری یکدیگر می‌باشند.

شیخی و ناظم‌ان (۱۳۸۲) به بررسی تجربی پدیده فصلی بودن قیمت‌ها در بازار جهانی گندم پرداختند. مدل برآورد شده یک مدل خود رگرسیونی است که با استفاده از داده‌های مقطعی و سری زمانی ماهانه ۲۱ سال مربوط به نه گونه گندم صادراتی از پنج کشور عمده صادرکننده این محصول، آرژانتین، استرالیا، کانادا، اتحادیه اروپا و آمریکا برآورد شده است. نتایج بررسی وجود رفتار فصلی در بازار و اثرگذاری آن بر قیمت‌های این محصول را تأیید می‌کند.

نجفی و حاجی رحیمی (۱۳۷۹) به بررسی عوامل ایجادکننده نوسانات قیمت در محصولات کشاورزی پرداختند و میزان رفاه ازدست رفته زارعین در اثر این پدیده را اندازه‌گیری کرده و برای این منظور آمار ماهانه شاخص قیمت نخود طی دوره فروردین ۱۳۶۱ تا اسفند ۱۳۷۷ را برای تخمین تابع مطلوبیت زارعین بکار بردند. بررسی‌ها نشان داد که مهم‌ترین عوامل ایجادکننده نوسانات در قیمت محصولات کشاورزی شامل تغییرات فصلی عرضه محصولات کشاورزی، تغییرات دوره‌ای عرضه محصولات کشاورزی ناشی از ماهیت خاص تعادل در بازار این محصولات، سرایت نوسانات قیمت بازار جهانی به بازارهای داخلی کشاورزی و نوسانات متأثر از روند عمومی قیمت‌ها می‌باشند. همچنین براساس دیگر یافته‌های این تحقیق نوسانات قیمت نخود چشمگیر بوده و تأثیر زیادی بر رفاه زارعین داشته است.

مجاوریان و امجدی (۱۳۷۸) به بررسی علل پیدایش نوسانات فصلی قیمت مرکبات طی سال‌های ۷۵-۱۳۶۱ پرداختند. برای این منظور آن‌ها از سه مدل مربوط به سری‌های زمانی استفاده کردند. مدل اول ARIMA^۱ بدون توجه به اثرات فصلی و مدل دوم با استفاده از اجزاء AR^۲ و فصلی برآورد گردید. در مدل سوم نیز جهت بررسی نوسانات فصلی قیمت مرکبات از توابع مثلثاتی استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل مربوط به توابع مثلثاتی دارای قدرت توضیح دهنده‌گی و پیش‌بینی بیشتری نسبت به دو مدل AR و ARIMA می‌باشد. بخشوده (۱۳۸۳) به منظور بررسی قیمت عمده‌فروشی سیب‌زمینی و پیاز در سال‌های

1 - Autoregressive Integrated Moving Average

2 - Autoregressive

آینده، یک مدل پیش بینی سری زمانی روی قیمت ماهانه این محصولات در سطح عمده فروشی برای دوره زمانی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۷۰ برآورد کرد. سپس، روند تغییرات قیمت این دو محصول برای سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ را پیش بینی نمود. نتایج نشان داد که قیمت پیاز نسبت به قیمت سیب زمینی در آینده با شدت بیشتری افزایش یافته و دارای نوسانات فصلی شدیدتری خواهد بود. گرچه این قیمت‌ها به صورت سیکلی در ماه‌های مختلف تغییر می‌کنند ولی نتایج تحقیق نشان‌دهنده آن نیست که در یک سال به خصوص قیمت یکی از این دو محصول بالا و قیمت دیگری پایین است.

پرتیلو^۱ با هدف نشان دادن اهمیت و اعتبار کاربرد روش‌های تحلیل طیفی در بررسی پدیده‌های اقتصادی، روش تبدیل فوریه^۲ را برای تحلیل طیفی سری‌های ایستا بکار برد. وی با کاربرد داده‌های مربوط به سه کشور اسپانیا، انگلستان و فرانسه نظریه مقداری پول را مورد بررسی قرار داد. دوره مورد مطالعه سال‌های ۱۹۱۳-۱۸۴۰ را در بر می‌گرفت که در این دوران نوسانات متفاوتی در متغیرها دیده می‌شد از جمله اینکه سیستم پول کاغذی^۳ جایگزین استاندارد طلا شد. نتایج تحقیق نشان داد که ضرائب به دست آمده در روش تحلیل طیفی با ضرائب بدست آمده از سایر روش‌های تحلیل سری‌های زمانی از نظر آماری تفاوت معناداری ندارند.

وایس^۴ 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. وقفه ۱۴ تا ۲۴ ساله بواسطه وقفه بین زمان کاشت تا ثمردهی درخت و بر مبنای نتایج سه تحقیق قبلی در این زمینه انتخاب گردید. سیکل ۱۳ تا ۲۴ ماهه نیز به دلیل وقفه بین سرمایه گذاری، بازاریابی و تصمیمات مربوط به قیمت گذاری در صنعت شکلات و عکس العمل مصرف نسبت به تغییرات قیمت کاکائو انتخاب شد. از سوی دیگر سیکل فصلی جهت در نظر گرفتن توالی کشت و همچنین

1 - Portillo, 2000.

2 - Fourier Transformation

3 - Fiduciary System

4 - Weiss, 1970.

انتظارات قیمتی فرض شد. نتایج نهایی نشان داد که سه الگوی نوسانی فصلی، ۲۲ ماهه و ۱۴ ساله در داده‌ها وجود دارد.

یاکوبوسی^۱ روش تحلیل طیفی را برای بررسی رابطه بین دو متغیر بیکاری و تورم (منحنی فیلیپس) در اقتصاد آمریکا بکار برد. وی نشان داد که حتی هنگامی که براساس داده‌های خام رابطه‌ای بین این دو متغیر موجود نباشد، روش تحلیل طیفی می‌تواند رابطه همبستگی را به خوبی نشان دهد.

هارلو^۲ به بررسی سیکل‌های تولید و پرورش خوک طی یک دوره ده ساله پرداخت. وی سیکل‌های تولید خوک را با توجه به سه معیار برابر چهار سال در نظر گرفت. براساس این تحقیق، معیارهای مورد نظر به این صورت می‌باشند که قیمت‌های یک دوره بر میزان تولید خوک طی دوره بعد اثر می‌گذارند. تعداد خوک تولیدی نیز میزان کشتار را تعیین می‌کند. از طرف دیگر تعداد کشتار نیز بر قیمت اثر می‌گذارد و این چرخش زنجیره‌ای ادامه می‌یابد و یک مدل تار عنکبوتی بوجود می‌آید. در نتیجه وقفه بین قیمت و تولید خوک و همچنین وقفه بین تعداد خوک تولید شده و کشتار شده، کل وقفه را تشکیل می‌دهد. هارلو با بررسی نمودار مربوط به سه جزء مذکور وقفه چهار ساله را در نظر گرفت. امین و رزاکو^۳ برای بررسی نوسانات فصلی قیمت عمده‌فروشی سیب‌زمینی در بنگلادش از مدل‌های ARIMA و داده‌های ماهانه مربوط به دوره ۱۲ ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۸) استفاده کردند. پس از انجام آزمون‌های ایستایی مدل نهایی به صورت ARIMA(1,1,0) برآورد شد. در واقع مدل مورد نظر اتورگرسو درجه اول می‌باشد که پس از یک بار تفاضل گیری ایستا می‌شود. سپس با کمک مدل برآورد شده، پیش‌بینی برای ۹ ماه بعد صورت گرفت.

دوران و کویلکی^۴ طی تحقیقی به بررسی بعضی از خصوصیات مهم روش تحلیل هارمونیک داده‌های فصلی پرداختند. آن‌ها دو خصوصیت مهم این روش را کارآیی

1 - Iacobucci, 2003.

2 - Harlow, 1960

3 - Amin and Razzaque, 2000.

4 - Doran and Quilkey, 1972.

مجانبی^۱ برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی و متعامد بودن^۲ متغیرهای توضیحی برشمردند. در ادامه روشی جهت برآورد جزء فصلی پیشنهاد کردند و جهت بررسی معنادار بودن ضرائب الگو نیز آزمونی را ارائه دادند. آن‌ها همچنین روش تحلیل هارمونیک را برای بررسی داده‌های ماهانه خرده فروشی و عمده فروشی برنج در کشور استرالیا بکار بردند.

واق و میلر^۳ به بررسی قیمت و مقدار صید چهار گونه ماهی در کانادا پرداختند. آن‌ها روش تحلیل هارمونیک را برای اندازه‌گیری طول سیکل‌های قیمت و مقدار صید ماهی به کار بردند. نتایج نشان دهنده سیکل‌های ۱۲ ماهه، سه و پنج ساله در سری‌های زمانی مورد بحث بود.

۱. روش بررسی

یک سری زمانی دارای چهار جزء می‌تواند باشد. با در نظر گرفتن سری زمانی مورد نظر به صورت $X(t)$ اجزای تشکیل دهنده این سری و روش رایج جهت تجزیه آن به اجزاء تشکیل دهنده، طبق رابطه زیر می‌باشد:

$$x(t) = T(t) + C(t) + S(t) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

در رابطه فوق $T(t)$ جزء روند، $C(t)$ و $S(t)$ بترتیب نوسانات سیکلی و فصلی را نشان می‌دهند. $\varepsilon(t)$ نیز جزء اخلاص مدل می‌باشد. با توجه به اینکه بررسی رفتار متغیر از طریق چهار جزء مذکور ساده‌تر می‌باشد، روش‌های مختلفی برای مجزاکردن این چهار جزء بکار برده شده است^۴ که یکی از این روش‌ها، روش تحلیل هارمونیک می‌باشد.

در تحلیل هارمونیک، روش سنتی تجزیه سری زمانی بسط داده شده و یک سری زمانی به اجزاء روند، نوسانات فصلی، سیکلی و تصادفی تجزیه می‌شود. این روش در تحقیقاتی که تعداد مشاهدات زیاد باشد، کاربرد بیشتری دارد. لذا در اغلب تحقیقات

1 - Asymptotic Efficiency

2 - Orthogonality

3 - Waugh and Miller (1970).

4 - Raussel, G. C and F. Cargill (1970).

اقتصادی که بر کاربرد آمار سری زمانی سالیانه تأکید دارند، روش فوق کمتر بکار گرفته می‌شود. روش تحلیل هارمونیک در ابتدا برای برآورد نوسانات فصلی طی یک دوره بکار می‌رفت ولی امروزه برای تشخیص نوسانات فصلی بکار می‌رود. این روش برای تعیین طول وقفه در تحلیل عرضه، تقاضا و سایر توابعی بکار می‌رود که دارای متغیرهای باوقفه باشند یا طول وقفه متغیرها از قبل کاملاً مشخص نباشد.

ویژگی‌های مهم روش تحلیل هارمونیک این امکان را فراهم می‌سازد تا با کمک روش حداقل مربعات معمولی برآوردهایی کارا از الگوهای فصلی به دست آوریم.

۱-۱. مدل هارمونیک و ویژگی‌های آن

تحلیل هارمونیک شاخه‌ای از علم ریاضیات است که برای نمایش توابع یا سیگنال‌ها به صورت مجموع امواج اولیه بکار می‌رود. به این موج‌های اساسی که تشکیل دهنده متغیر مورد نظر می‌باشند، هارمونیک گفته می‌شود. در واقع در این روش، متغیر مورد نظر به صورت تابعی بر حسب Sin و Cos بیان می‌شود. قبل از کاربرد روش تحلیل هارمونیک برای تحلیل نوسانات فصلی یک متغیر، می‌توان روند موجود در داده‌ها را حذف کرد. البته چنانچه تحلیل با داده‌های روندزدائی شده یا با داده‌های دارای روند صورت گیرد؛ ضرائب مربوط به متغیرهای اجزاء هارمونیک یکسان خواهد بود. یعنی وجود یا عدم وجود روند در داده‌ها بر ضرائب متغیرهای Sin و Cos تأثیری نخواهد داشت^۱. برای برآورد جزء فصلی یک متغیر که مشاهدات آن بصورت داده‌های ماهانه باشد و روند موجود در داده‌ها حذف شده باشد، مدل هارمونیک به فرم زیر تعریف می‌گردد:

$$y_t = \sum_{k=1}^6 \{ \alpha_k \cos \lambda_k t + \beta_k \sin \lambda_k t \} + u_t \quad (۲)$$

که در آن

$$\lambda_k = \frac{2\pi k}{12} \quad (۳)$$

است و u_t جزء اخلاط مدل است که متغیری ایستا می‌باشد. K تعداد تناوب‌های متغیر

1 - Waugh, Frederick Vand Morthon, M. Miller (1970).

مورد نظر طی یک سال می باشد. با توجه به اینکه داده های به کار رفته در تحقیق به صورت ماهانه می باشند و در طول یک سال (۱۲ ماه) دوره تناوب می تواند از یک تا ۱۲ ماه باشد. به عنوان مثال $k=1$ به مفهوم آن است که در طول سال یک دوره تناوبی (با طول دوره ۱۲ ماهه) داریم. $k=6$ نیز نشان می دهد که در طول یک سال ۶ تناوب یا به عبارتی هر دو ماه یک تناوب داریم. چنانچه داده های بکاررفته در تحقیق مربوط به تعداد m سال باشند، کل تعداد مشاهدات برابر خواهد بود با n :

$$t = 1, 2, 3, \dots, n \quad n = 12 \times m$$

گرنجر و هاتاناکا^۱ پیشنهاد می کنند که در کاربرد روش تحلیل هارمونیک، تعداد مشاهدات نباید کمتر از ۱۰۰ باشد. هر چند در تحقیقات با تعداد مشاهدات کمتر از ۱۰۰، نیز نتایج قابل توجهی بدست آمده است.

چنانچه بردارهای y, δ, u (هر یک با ابعاد $n \times 1$) و ماتریس x با ابعاد $(n \times 11)$ را به

صورت زیر تعریف کنیم، خواهیم داشت:

$$y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad \delta = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix}, \quad u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} \cos \lambda_1 & \sin \lambda_1 & \dots & \cos \lambda_6 \\ \cos 2\lambda_1 & \sin 2\lambda_1 & \dots & \cos 2\lambda_6 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \cos n\lambda_1 & \sin n\lambda_1 & \dots & \cos n\lambda_6 \end{bmatrix}$$

با توجه به اینکه در برآورد رابطه (۲) فقط ۱۱ ضریب^۲ برآورد خواهند گردید، در نتیجه ابعاد ماتریس x برابر $(n \times 11)$ و تعداد λ ها در رابطه (۳) برابر ۱۱ خواهد بود. با در نظر گرفتن روابط مربوط به ۴ ماتریس فوق می توان رابطه (۲) را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$y = x\delta + u \quad (4)$$

به عنوان مثال و با توجه به روابط فوق در یک سیکل ساده ۱۲ ماهه (فصلی) ($k=1$)، تابع

1 - Rausser, G.C and F-Cargin (1970).

۲ - عبارت $\sin \lambda_6 t$ همواره مساوی صفر خواهد بود ($\sin \pi = 0 \Rightarrow \frac{2\pi \times 6}{12} = \pi$).

هارمونیک به صورت

$$\lambda_1 = \frac{2\pi \times 1}{12} = \frac{\pi}{6} = 30^\circ \Rightarrow y = a \cos 30t^\circ + b \sin 30t^\circ$$

خواهد بود.

در حالت سیکل ۵ ساله (۶۰ ماهه) تابع به صورت

$$y = a \cos 6t^\circ + b \sin 6t^\circ$$

معنای $\cos 30t^\circ$ به معنای \cos یک زاویه $30t$ درجه است، که t شماره ماه مورد نظر می‌باشد. در تحقیق فعلی t از یک تا ۹۵ تغییر می‌کند. در سیکل ۵ ساله ۶ درجه در هر ماه، ۷۲ درجه در هر سال و ۳۶۰ درجه (یک سیکل کامل) در طول ۵ سال طی می‌شود.

پس می‌توان گفت مدل هارمونیک حالت خاصی از مدل کلاسیک رگرسیون خطی است. این مدل دارای دو ویژگی مهم می‌باشد که برآورد ضرایب α_k و β_k را آسان می‌کند. این دو خصوصیت مهم کارآیی مجانبی برآوردگرهای حداقل مربعات خطی و متعامد بودن متغیرهای توضیحی است که قبلاً به آن اشاره شد.

در مدل‌های خطی برآوردگرهای OLS به شرط عدم وجود همبستگی سریالی بین اجزاء اختلال کارآ هستند؛ اگر این شرط برآورده نشود واریانس برآوردگرهای OLS بزرگ خواهد بود و در نتیجه استنتاج آماری معتبر نخواهد بود. ولی گریناندر و روزنبلت نشان دادند که برآوردهای α_k و β_k در رابطه (۲) که از طریق روش حداقل مربعات خطی برآورد شده‌اند، به‌طور مجانبی کارآ هستند.

یکی از مهم‌ترین مزایای روش تحلیل هارمونیک نسبت به سایر روش‌های بدست آوردن اجزاء فصلی، سادگی این روش می‌باشد. این روش را می‌توان با کمک هر نرم افزار کامپیوتری استاندارد انجام داد و حتی با تعداد اندک داده‌های اقتصادی نیز کاربرد دارد.

اگر در مدل (۴) ماتریس x را به صورت زیر در نظر بگیریم:

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_{11}]$$

خواهیم داشت:

$$X_i' X_j = 0, \quad (i \neq j) \quad (5)$$

این ویژگی متغیرهای توضیحی، متعامد بودن نامیده می شود. در صورتی که رابطه (۵) برقرار باشد، ضرائب برآورد شده، همبستگی ندارند و اضافه یا حذف کردن متغیرهای توضیحی اثری بر برآورد سایر ضرائب رگرسیون نخواهد داشت.

دوران و کویلکی^۱ پیشنهاد کردند که یک روش اصولی برای برآورد رابطه (۲) این است که ابتدا هر شش هارمونیک (تناوب) در مدل در نظر گرفته شوند، سپس متغیرهایی که در قدرت توضیح دهی مدل سهم قابل توجهی ندارند، حذف شوند.

در اغلب کارهای تحقیقاتی، رگرسیون برآورد شده با کمک آزمون t یا F سنجیده می شود. اعتبار هر یک از دو آماره مذکور وابسته به فروض مربوط به اجزاء اخلال (نرمال بودن اجزاء اخلال و عدم همبستگی سریالی آنها) می باشد. با توجه به شرط تعامد می توان گفت که وجود یا عدم وجود همبستگی سریالی در اجزاء اخلال، بر کارایی برآورد گره های OLS اثری ندارد ولی آماره های t و F که معنی دار بودن ضرائب براساس آنها تعیین می شود، تحت تأثیر ساختار اجزاء اخلال هستند. لذا در این تحقیق از معیاری جهت پذیرش متغیرهای توضیحی در مدل استفاده می کنیم که به اجزاء اخلال وابسته نباشد. در واقع یک روش پیشنهادی برای انتخاب اجزاء هارمونیک در مدل مورد نظر این است که سهم متغیر مورد نظر در میزان واریانس توضیح داده شده مطابق رابطه زیر، در نظر گرفته شود:

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \hat{y}_t^2 = \sum_{k=1}^{11} \hat{\delta}_k^2 \quad (6)$$

که در آن

$$\hat{y}_t = \sum_{k=1}^6 \{ \hat{\alpha}_k \cos \lambda_k t + \hat{\beta}_k \sin \lambda_k t \} \quad (7)$$

می باشد. در رابطه (۶) $\hat{\delta}_k$ برآورد k امین جزء بردار δ_k می باشد. پس کل تغییرات واریانس توضیح داده شده را می توان به صورت مجموع واریانس اجزاء هارمونیک در نظر گرفت. باید توجه داشت که رابطه (۶) با توجه به ویژگی متعامد بودن متغیرهای توضیحی

بدست می آید.

حال V_k را به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$V_k = \frac{\hat{\delta}_k^2}{\sum_{i=1}^{11} \hat{\delta}_k^2} \quad (8)$$

در واقع V_k معیاری از سهم جزء هارمونیک مورد نظر در کل واریانس توضیح داده شده مدل است. در مقایسه با R^2 ، معیار فوق شامل دو جزء است؛ یک جزء نشان دهنده قدرت توضیح دهی کل مدل است ($\sum_{i=1}^{11} \hat{\delta}_k^2$) و جزء دیگر قسمتی از واریانس توضیح داده شده است که در نتیجه حذف یک متغیر از دست خواهد رفت ($\hat{\delta}_k^2$).

با V_k نسبت مستقیم دارد. در صورتی که داده های مورد بررسی روندزایی شده باشند، این نسبت برقرار نمی باشد. زیرا بعضی از فیلترهایی که برای روندزایی بکار می روند قسمتی از جزء هارمونیک را نیز همراه با روند حذف می کنند^۱.

برای آزمون معنی دار بودن ضرائب مدل، از ماتریس واریانس - کوواریانس ضرائب استفاده می کنیم. با توجه به اینکه ماتریس واریانس - کوواریانس بصورت مجانبی متقارن می باشد داریم:

$$\text{diag}(c_1, c_1, c_2, c_2, \dots, c_5, c_5, c_6) \quad (9)$$

$$c_k = \begin{cases} \frac{4\pi}{n} f(\lambda_k), & k \neq 6 \\ \frac{2\pi}{n} f(\lambda_k), & k = 6 \end{cases} \quad \text{در رابطه فوق}$$

U_t می باشد.

با استفاده از واریانس ضرائب، متغیرهای نرمال استاندارد را به صورت $\frac{\hat{\alpha}_k - \alpha_k}{\sqrt{\hat{c}_k}}$ و

تعریف و جهت آزمون معنی دار بودن ضرائب برآوردی از نسبت‌های Z $\frac{\hat{\beta}_k - \beta_k}{\sqrt{\hat{c}_k}}$ استفاده می‌شود.

در این مقاله روش انجام تحقیق به این صورت است که مدل (۲) به صورت کامل و با در نظر گرفتن همه اجزاء هارمونیک از طریق روش OLS برآورد شده و با کمک معیار V_k متغیرهایی که سهم کمتری در توضیح دهی کل مدل دارند حذف خواهند شد. این روش نسبت به حذف اختیاری بعضی از اجزاء هارمونیک قبل از برآورد مدل معقولانه تر می‌باشد. علاوه بر آن احتمال حذف یک متغیر مهم کاهش می‌یابد. سپس به بحث و بررسی در مورد نوسانات قیمت می‌پردازیم.

۲. برآوردها و محاسبات

در بخش‌های قبل اهمیت تحلیل نوسانات قیمت محصولات کشاورزی به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی و شناخت بیشتر از نوسانات تولید مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه ابتدا وضعیت قیمت و مقدار تولید سیب‌زمینی و پیاز در کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از آن مدل‌های برآورد شده ارائه و در مورد نتایج تحقیق بحث می‌شود.

۱-۲. وضعیت کنونی مقدار تولید و قیمت سیب‌زمینی و پیاز

مطابق با جدول (۱) کل میزان تولید سالانه سیب‌زمینی در کشور طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۰ بین ۳/۴ تا ۴/۲ میلیون تن نوسان داشته است. براساس آمار موجود به طور متوسط از ۱۵۰ هزار هکتار زمین زیر کشت سیب‌زمینی در کشور، سالانه چهار میلیون تن محصول برداشت می‌شود. میزان تولید سالانه پیاز نیز طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۰ بین ۱/۳ تا ۱/۵ میلیون تن نوسان داشته است. طی دوره مورد بحث میزان نوسان تولید سیب‌زمینی بیشتر از نوسانات در میزان تولید پیاز بوده است. مراکز عمده تولید پیاز و سیب‌زمینی ایران شامل اردبیل، همدان، اصفهان، آذربایجان شرقی، زنجان، هرمزگان و مناطق جیرفت و کهنوج می‌باشند.

جدول ۱. کل میزان تولید سیب زمینی و پیاز در کشور (میلیون تن)

سال	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵
سیب زمینی	۳/۶۵۸	۳/۴۸۵	۳/۷۵۶	۳/۷۵۰	۴/۸۰۰	۴/۲۰۰
پیاز	۱/۳۴۳	۱/۴۱۹	۱/۵۲۵	۱/۵۰۰	۱/۴۵۰	۱/۴۵۰

منبع: پایگاه اینترنتی سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد (www.fao.org)

مطابق جدول (۲) قیمت تضمینی خرید هر کیلوگرم سیب زمینی و پیاز طی سه سال گذشته بر حسب نوع محصول (بهاره، پائیزه یا طرح استمرار) متفاوت می باشد ولی همواره قیمت تضمینی پیاز کمتر از قیمت تضمینی سیب زمینی بوده است. طی سال های ۸۴-۱۳۸۲ قیمت تضمینی خرید هر کیلوگرم پیاز به طور متوسط از ۵۳۰ ریال به ۶۳۰ ریال افزایش یافته است. طی همین دوره قیمت تضمینی خرید هر کیلوگرم سیب زمینی نیز از ۷۲۰ به ۸۶۰ ریال ارتقاء یافته است.

جدول ۲. قیمت تضمینی خرید هر کیلوگرم سیب زمینی و پیاز (ریال)

سال زراعی	سیب زمینی			پیاز		
	طرح استمرار	بهاره و تابستانه	پائیزه	طرح استمرار	بهاره و تابستانه	پائیزه
۱۳۸۲-۸۳	۸۰۰	۶۹۰	۶۷۰	۵۵۰	۵۲۵	۵۱۵
۱۳۸۳-۸۴	۸۷۰	۷۵۰	۷۴۰	۵۷۰	۵۵۰	۵۴۰
۱۳۸۴-۸۵	۹۶۰	۸۳۰	۸۰۰	۶۵۰	۶۲۰	۶۱۰

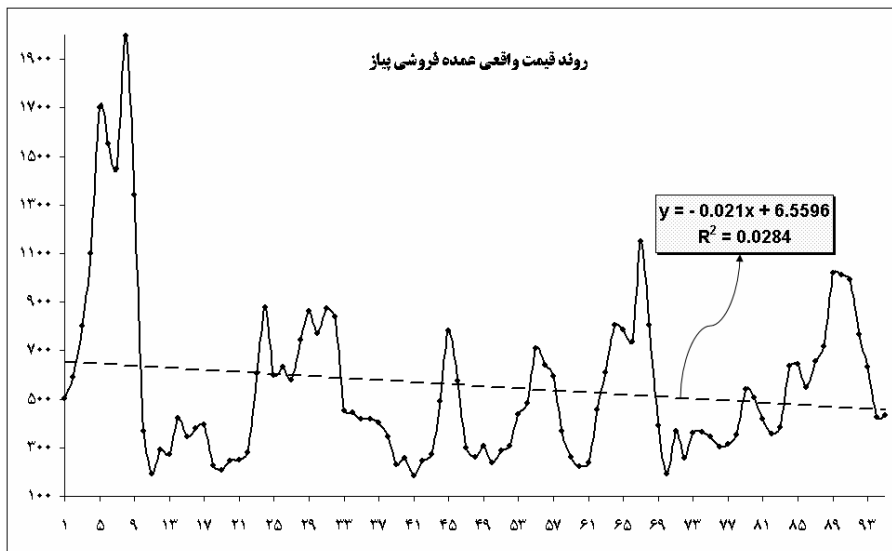
منبع: وزارت جهاد کشاورزی - معاونت زراعت - دفتر سبزی و صیفی

داده های بکار رفته در این تحقیق شامل داده های ماهانه، از شهریور ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۵ می باشند که از دفتر سبزی و صیفی وزارت جهاد کشاورزی جمع آوری شده اند. این آمار شامل قیمت عمده فروشی سیب زمینی و پیاز در میدان بار مرکزی شهر تهران می باشند. قیمت های اسمی با کمک شاخص کل بهای عمده فروشی کالاها در ایران، تبدیل به مقادیر واقعی شده اند. با توجه به اینکه شاخص قیمت عمده فروشی محصولات

کشاورزی برای کل دوره مورد بررسی در دسترس نبود، از شاخص کل بهای عمده فروشی کالاها در ایران استفاده شد.

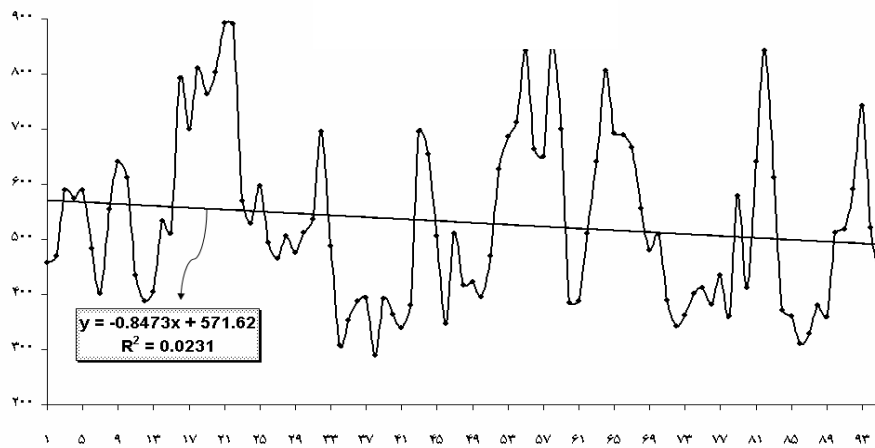
براساس تحقیقات گذشته، داده‌های تعدیل شده فصلی درک بیشتر و بهتری از تغییرات صورت گرفته طی یک دوره زمانی را بدست می‌دهند و بدون از دست دادن تغییرات فصلی، جریان‌های واقعی اقتصاد را منعکس می‌کنند و در اغلب تحقیقات اقتصادی و تجزیه و تحلیل نوسانات، داده‌های تعدیل شده بکار می‌روند^۱.

مطابق با نمودارهای (۱)، (۲) و (۳)، همانگونه که انتظار می‌رود قیمت واقعی دو محصول مورد نظر در تابستان کمترین مقدار را دارد و سپس به مرور زمان و با نزدیک شدن به فصل تابستان و بهار بر مقدار آن افزوده شده است. مطابق نمودارهای مذکور، هر دو محصول پیاز و سیب‌زمینی بدون روند می‌باشند. در واقع نوسانات قیمت واقعی این دو محصول حول یک میانگین ثابت بوده و نیازی به روند زدایی نمی‌باشد. با توجه به اینکه پیاز نسبت به سیب‌زمینی فساد پذیرتر می‌باشد، مطابق نمودار (۳) نوسانات قیمت این محصول نیز نسبت به نوسانات قیمت سیب‌زمینی بیشتر است.

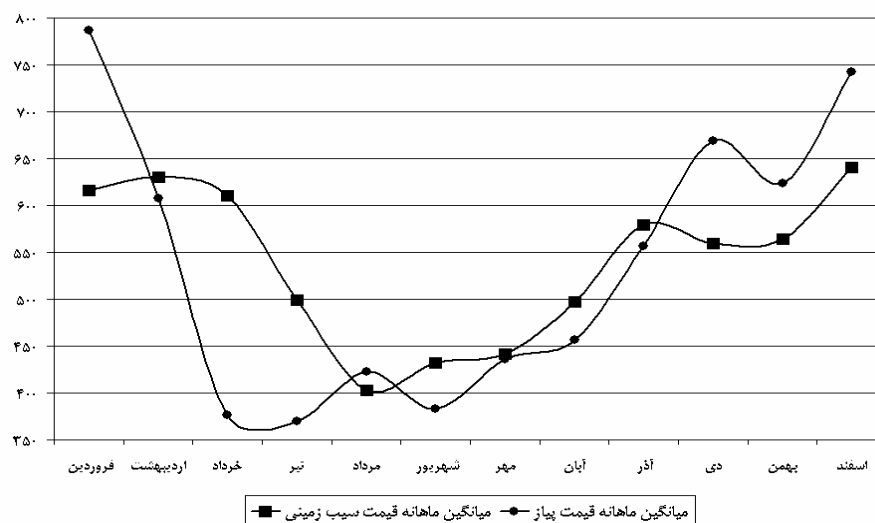


نمودار ۱. روند قیمت واقعی عمده فروشی پیاز در میدان بار مرکزی شهر تهران

1 - Lacobucci, A. (2003).



نمودار ۲. روند قیمت واقعی عمده فروشی سیب زمینی



نمودار ۳. میانگین ماهانه قیمت عمده فروشی سیب زمینی و پیاز در

میدان بار مرکزی شهر تهران

طی دوره مورد مطالعه میانگین قیمت ثابت سیب زمینی در سطح عمده فروشی از ۶۱۶ ریال در فروردین ماه به ۴۰۳ ریال در مرداد ماه کاهش یافته و مجدداً به ۶۴۱ ریال در اسفندماه افزایش یافته است. البته، در بین ماه‌های مشابه در طی این سال‌ها نیز تفاوت‌هایی

وجود دارد. بعنوان مثال، این قیمت در فروردین ماه بین ۴۱۲ ریال و ۸۰۲ ریال در نوسان بوده است و میزان تغییر آن در اسفندماه سال‌های مزبور بین ۴۰۲ تا ۸۴۳ ریال بوده است. همچنین میانگین قیمت پیاز از ۷۸۶ ریال در فروردین ماه به ۳۸۳ ریال در شهریور رسیده و مجدداً به مرور افزایش یافته و نهایتاً در اسفندماه برابر ۷۴۳ ریال بوده است. تغییر این قیمت در فروردین ماه بین حداقل ۲۴۷ تا ۱۹۹۶ ریال، در شهریورماه بین ۲۳۸ تا ۶۴۳ ریال و در اسفندماه بین ۲۰۷ و ۱۴۴۸ ریال بوده است.

علاوه بر این مطابق جدول (۳)، میانگین قیمت ثابت سیب زمینی در فصل بهار ۶۱۹ ریال، در فصل تابستان ۴۴۵ ریال، در فصل پاییز ۵۰۶ ریال و در فصل زمستان ۵۸۸ ریال بوده است. این ارقام برای پیاز به ترتیب برابر ۵۹۰، ۳۹۲، ۴۸۳ و ۶۷۸ ریال بوده است.

جدول (۳): میانگین قیمت عمده فروشی سیب زمینی و پیاز در فصول مختلف سال طی دوره پائیز ۱۳۷۷ تا بهار ۱۳۸۵ (ریال)

فصل	میانگین قیمت سیب زمینی	میانگین قیمت پیاز
بهار	۶۱۹	۵۹۰
تابستان	۴۴۵	۳۹۲
پائیز	۵۰۶	۴۸۳
زمستان	۵۸۸	۶۷۸

۲-۲. برآورد مدل

دو مدل نهایی برآورد شده برای قیمت سیب زمینی و پیاز براساس روابط (۲) و (۴) به صورت زیر می‌باشند:

مدل هارمونیک قیمت سیب زمینی:

$$\text{Log}\hat{P} = 0.437 - 0.083\text{Cos}(24t) + 0.043\text{Sin}(24t) + 0.054\text{Cos}(40t) - 0.001\text{Sin}(40t)$$

$$(۳/۵۹) \quad (-۲/۹۳) \quad (۱/۵۳) \quad (۱/۹۲) \quad (-۰/۰۴)$$

$$+ 0.072 \text{Cos}(67.5t) - 0.053 \text{Sin}(67.5t) + 0.73 \text{Log}(P(-1)) \quad (10)$$

(۲/۵۳) (-۱/۹) (۹/۹۲)

$$R^2 = 0.58$$

مدل هارمونیک قیمت پیاز :

$$\text{Log}\hat{O} = 0.269 - 0.04 \text{Cos}(20t) + 0.09 \text{Sin}(20t) + 0.09 \text{Cos}(30t) + 0.02 \text{Sin}(30t)$$

(۲/۶۵) (- ۱/۰۰) (۲/۲۲) (۲/۰۸) (۰/۵۵)

$$- 0.01 \text{Cos}(120t) + 0.01 \text{Sin}(120t) + 0.08 \text{Cos}(180t) + 0.02 \text{Sin}(180t) + 0.82 \text{Log}(P(-1))$$

(-۲/۳۳) (-۲/۲۸) (۱/۵۶) (۰/۵۵) (۱۳/۳۵)

$$R^2 = 0.72$$

(۱۱)

مقادیر داخل پرانتزها آماره t نشان می‌باشند. $\text{Log}P$ و $\text{Log}O$ به ترتیب نشان دهنده لگاریتم قیمت عمده فروشی سیب زمینی و پیاز می‌باشند. لازم به ذکر است که به منظور بررسی ایستایی متغیرها و اجتناب از برآورد رگرسیون کاذب و همچنین ضرایب تورش دار، ایستا بودن متغیرها از طریق آزمون‌های ریشه واحد (آزمون دیکی - فولر و آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته) بررسی شد. نتایج آزمون‌های ریشه واحد نشان داد که هر دو متغیر قیمت سیب زمینی و قیمت پیاز در سطح ایستا می‌باشند. در مدل هارمونیک قیمت سیب زمینی، سه سیکل همراه با یک وقفه از متغیر وابسته، در حدود ۵۸ درصد تغییرات قیمت سیب زمینی را توضیح داده‌اند. در مورد محصول پیاز نیز ۴ سیکل همراه با یک وقفه متغیر وابسته، ۷۲ درصد تغییرات قیمت پیاز را توضیح می‌دهند. در اغلب کارهای تحقیقاتی قبلی نیز مقدار آماره R^2 کمتر از ۰/۸ بدست آمده است. بعنوان مثال در کار واق و میلر^۱ ضریب تعیین در اغلب مدل‌های برآوردی، بین ۰/۶ تا ۰/۸ بدست آمد. در کار دوران نیز ضریب تعیین ۰/۶۲ بدست آمد. آماره h دوربین و LM نیز نشان از عدم وجود همبستگی سریالی در اجزاء اخلاص مدل دارد. با توجه به اینکه در مدل هارمونیک قیمت سیب زمینی مقادیر λ برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۷/۵ می‌باشد، می‌توان گفت سیکل‌های برآوردی

1 - Wagh and Miller (1970).

برای قیمت عمده فروشی سیب زمینی در بازار مرکزی تهران به ترتیب ۱۸، ۹ و ۵/۳ ماهه می باشند. عبارت دیگر قیمت سیب زمینی طی دوره مورد مطالعه دارای سه سیکل می باشد. سیکل اول در طول ۱۸ ماه طی می شود و سیکل های دوم و سوم به ترتیب طی ۹ و ۵/۳ ماه تکمیل می شوند. سیکل ۱۸ ماهه به مفهوم آن است که یک سیکل کامل (برابر با ۳۶۰ درجه) در ۱۸ ماه طی می شود. در واقع در هر ماه $(\frac{360}{18} = 20)$ درجه، در یک سال $(12 \times 20 = 240)$ درجه و در طول ۱۸ ماه $(18 \times 20 = 360)$ درجه طی می شود. به عبارت دیگر بر اساس این سیکل هرگونه الگوی رفتاری تغییر قیمت پس از ۱۸ ماه مجدداً خود را نشان خواهد داد. این موضوع می تواند در سیاستگزاری های مرتبط با بازار محصول مورد توجه قرار گیرد. در مورد قیمت عمده فروشی پیاز نیز چهار سیکل برآورد گردید. با توجه به مقادیر λ که برابر با ۲۰، ۳۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ می باشد، می توان گفت سیکل های قیمت پیاز به ترتیب ۱۸، ۱۲، ۳ و ۲ ماهه می باشند. جهت آزمون معنادار بودن ضرائب هر یک از مدل های برآورد شده می توان با کمک آماره t و همچنین براساس روش ارائه شده در مبحث روش تحقیق عمل نمود. اطلاعات بیشتر در جداول (۴) تا (۷) ارائه شده است.

جدول (۴): اجزاء فصلی قیمت ماهانه عمده فروشی سیب زمینی

متغیر	ضرائب $(\hat{\delta}_k)$	V_k	t
Cos(24*T)	- ۰/۰۸۴	۰/۳۵۰	-۲/۹۳۲
Sin(24*T)	۰/۰۴۴	۰/۰۹۶	۱/۵۳۵
Cos(40*T)	۰/۰۵۴	۰/۱۴۸	۱/۹۲۲
Sin(40*T)	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	-۰/۰۴۶
Cos(67.5*T)	۰/۰۷۲	۰/۲۶۰	۲/۵۳۴
Sin(67.5*T)	-۰/۰۵۴	۰/۱۴۵	-۱/۹۰۷

مطابق معیار V_k ، سهم ضرائب مربوط به متغیرهای $\text{Sin}(30^*T)$ و $\text{Sin}(180^*T)$ در توضیحی دهی مدل قابل توجه نمی باشد و می توان مدل را بدون در نظر گرفتن این متغیرها

برآورد کرد. مطابق آماره t نیز اثر این دو متغیر بر قیمت سیب زمینی از نظر آماری معنادار نمی باشد. در واقع در این مدل آماره t و معیار V_k هر دو نتایج یکسانی را بدست می دهند. ضرائب مدل نهایی پس از حذف دو متغیر مذکور، با مدل اولیه تفاوت چندانی ندارند که در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۵): مدل نهایی هارمونیک قیمت سیب زمینی

متغیر	ضریب	t-Statistic
C	۰/۴۰۶	۳/۳۸
$\text{Cos}(24 * T)$	-۰/۰۸۵	-۲/۹۷
$\text{Cos}(40 * T)$	۰/۰۵۴	۱/۹۳
$\text{Sin}(67.5 * T)$	-۰/۰۵۳	-۱/۸۸
$\text{Cos}(67.5 * T)$	۰/۰۷۴	۲/۶۲
$\text{LOG}(P(-1))$	۰/۷۵۰	۱۰/۳۴
R-squared	۰/۵۷۰	—

اجزاء فصلی قیمت ماهانه عمده فروشی پیاز نیز مطابق جدول (۶) می باشد:

جدول (۶): اجزاء فصلی قیمت ماهانه عمده فروشی پیاز

متغیر	ضرائب $(\hat{\delta}_k)$	V_k	t
$\text{Cos}(20 * T)$	-۰/۰۴۴	۰/۰۴۰	-۱/۰۰۸
$\text{Sin}(20 * T)$	۰/۰۹۸	۰/۱۹۵	۲/۲۲۷
$\text{Cos}(30 * T)$	۰/۰۹۰	۰/۱۶۶	۲/۰۸۱
$\text{Sin}(30 * T)$	۰/۰۲۴	۰/۰۱۲	۰/۵۵۱
$\text{Cos}(120 * T)$	-۰/۱۰۶	۰/۲۲۹	-۲/۳۳۶
$\text{Sin}(120 * T)$	۰/۱۰۲	۰/۲۱۳	۲/۲۸۹
$\text{Cos}(180 * T)$	۰/۰۸۰	۰/۱۳۳	۱/۸۶۱
$\text{Sin}(180 * T)$	۰/۰۲۴	۰/۰۱۲	۰/۵۵۱

بر اساس معیار V_k ، در این مدل نیز سهم ضرائب مربوط به متغیرهای $\text{Cos}(20^*T)$ ، $\text{Sin}(30^*T)$ و $\text{Sin}(180^*T)$ در توضیحی دهی مدل قابل توجه نمی باشد لذا می توان مدل را بدون در نظر گرفتن این متغیرها برآورد کرد. ضرائب مدل نهایی پس از حذف دو متغیر مذکور، در جدول (۷) خلاصه شده است.

جدول (۷): مدل نهایی هارمونیک قیمت پياز

متغیر	ضریب	آماره t
C	۰/۲۶۶	۲/۶۷
$\text{Sin}(20^*T)$	۰/۰۹۹	۲/۲۷
$\text{Cs}(30^*T)$	۰/۰۹۰	۲/۱۱
$\text{Cos}(120^*T)$	-۰/۱۰۴	-۲/۳۱
$\text{Sin}(120^*T)$	۰/۱۰۳	۲/۳۲
$\text{Cos}(180^*T)$	۰/۰۸۰	۱/۸۶
$\text{LOG}(O(-1))$	۰/۸۲۶	۱۳/۶۵
R-squared	۰/۷۲	

جهت بررسی نقاط حداقل و حداکثر قیمت ها طی سیکل های مختلف و بررسی بیشتر نوسانات قیمت ها به صورت زیر عمل می کنیم.

با توجه به اینکه برای برآورد سیکل ها به هر دو جزء توابع Sin و Cos نیاز است، لذا این امکان وجود دارد که معادلات (۱۰) و (۱۱) را بر حسب Cos به تنهایی بیان نمود. این امر بررسی نوسانات را آسان تر می سازد. برای این منظور از رابطه زیر استفاده می شود (۱۶):

$$a\text{Cos}x + b\text{Sin}x = \sqrt{a^2 + b^2} \cos(x - \arctan(b/a)) \quad (12)$$

در این رابطه چنانچه که ملاحظه می شود عبارت سمت چپ که تابعی از Sin و Cos است بصورت یک تابع بر حسب Cos یا Sin بیان می شود. در این شرایط انحراف معیار $\sqrt{a^2 + b^2}$ برابر $\sqrt{s_a^2 + s_b^2}$ می باشد. که در آن s_a و s_b انحراف معیار a و b می باشند.

باتوجه به روابط فوق می توان روابط (۱۰) و (۱۱) را به صورت زیر بازنویسی کرد:

مدل هارمونیک قیمت سیب زمینی :

$$\text{Log } \hat{P} = 0.438 + 0.094 \text{ Cos}(24t - 27.69) + 0.054 \text{ Cos}(40t - 1.35) \quad (1.36)$$

$$+ 0.09 \text{ Cos}(67.5t - 36.77) + 0.73 \text{ Log}(P(-1)) \quad (2.25)$$

$$(9.92)$$

(۱۳)

مدل هارمونیک قیمت پیاز:

$$\text{Log } \hat{O} = 0.269 + 0.107 \text{ Cos}(20t - 65.7) + 0.093 \text{ Cos}(30t - 15) + 0.147 \text{ Cos}(120t - 44) \quad (2.3)$$

$$+ 0.084 \text{ Cos}(180t + 16.6) + 0.82 \text{ Log}(O(-1)) \quad (1.37)$$

$$(13.35)$$

(۱۴)

مطابق رابطه (۱۳)، براساس سیکل ۹ ماهه، قیمت عمده فروشی سیب زمینی وقتی به حداکثر مقدار خود می رسد که $\text{Cos}(40t - 1.35)$ برابر حداکثر مقدار خود یعنی مساوی یک باشد. برای این منظور باید: $40t - 1.35 = 0 \Rightarrow 40t = 1.35 \Rightarrow t = 0.033$ باشد. با توجه به اینکه بر اساس مباحث قبلی و نمودار (۳)، شروع سیکل فروردین ماه می باشد می توان گفت نقطه حداکثر قیمت عمده فروشی سیب زمینی همان شروع سیکل می باشد که معادل اوایل فروردین ماه می باشد. براساس سیکل ۹ ماهه نقطه حداقل قیمت عمده فروشی سیب زمینی به صورت زیر بدست می آید:

$$\text{Cos}(40t - 1.35) = -1 \Rightarrow 40t - 1.35 = 180 \Rightarrow t = 4.53$$

یعنی در حدود ۴,۵ ماه بعد (۱۴۰ روز بعد از شروع سیکل)، یعنی اواسط مردادماه،

قیمت عمده فروشی سیب زمینی به حداقل مقدار خود می رسد.

براساس سایر سیکل های ۱۵ و ۵/۳ ماهه نیز نتایج مشابهی در مورد نقاط حداقل و

حداکثر قیمت سیب زمینی بدست می آید.

با توجه به سیکل ۱۲ ماهه قیمت عمده فروشی پیاز برای بدست آوردن نقاط حداقل و حداکثر قیمت عمل می‌کنیم:

$$30t - 15 = 0 \Rightarrow t = 0.5$$

یعنی نقطه حداکثر قیمت عمده فروشی پیاز در ۱۵ فروردین می‌باشد. (یعنی باید به اندازه نصف دوره یک ماهه از شروع سیکل گذشته باشد تا قیمت پیاز به حداکثر مقدار خود برسد.

نقطه حداقل قیمت پیاز نیز به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\cos(30t - 15) = -1 \Rightarrow 30t - 15 = 180 \Rightarrow t = 6.29$$

یعنی در حدود هفته اول مهرماه قیمت عمده فروشی پیاز در میدان بار مرکزی تهران به حداقل مقدار خود می‌رسد. با بررسی سایر سیکل‌های ۲، ۳ و ۱۸ ماهه نیز نتایج مشابهی در مورد نقاط حداقل و حداکثر قیمت پیاز بدست می‌آید.

۳. یافته‌های تحلیلی

در این تحقیق ابتدا به بررسی اهمیت نوسانات قیمت محصولات کشاورزی و اثرات منفی آن بر هر دو گروه تولید کننده و مصرف کننده پرداخته شد. با توجه به اینکه طی سال‌های گذشته قیمت سیب‌زمینی و پیاز همواره دچار نوسانات شدید قیمتی بوده و به همین جهت، یا با تولید انبوه و یا با تولید ناکافی آن مواجه بوده در ادامه به منظور بررسی نوسانات قیمت این دو محصول، اطلاعات مربوط به قیمت سیب‌زمینی و پیاز در سطح عمده فروشی در میدان بار مرکزی شهر تهران و بر مبنای قیمت‌های سال ۱۳۷۶ (دوره زمانی شهریور ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۵) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور تشخیص نوسانات فصلی قیمت، از روش تحلیل هارمونیک استفاده شد. در این روش متغیر مورد نظر به صورت تابعی بر حسب Sin و Cos بیان می‌شود.

بر اساس یافته‌های تحقیق سیکل‌های برآوردی برای قیمت سیب‌زمینی به ترتیب ۱۸، ۹ و ۵،۳ ماهه و در مورد محصول پیاز این سیکل‌ها به ترتیب ۱۸، ۱۲، ۳ و ۲ ماهه می‌باشند.

سیکل ۱۸ ماهه به مفهوم آن است که یک سیکل کامل (برابر با ۳۶۰ درجه) در ۱۸ ماه طی می‌شود. در واقع در هر ماه ($\frac{360}{18} = 20$) درجه، در یک سال ($12 \times 20 = 240$) درجه و در طول ۱۸ ماه ($18 \times 20 = 360$) درجه طی می‌شود و کل نوسانات متغیر مورد نظر برابر با مجموع سیکل‌های مختلف می‌باشد. به عبارت دیگر بر اساس این سیکل هر گونه الگوی رفتاری تغییر قیمت پس از ۱۸ ماه مجدداً خود را نشان خواهد داد. این موضوع می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بازار محصول مورد توجه قرار گیرد. بر اساس یافته‌های تحقیق، حداکثر قیمت عمده فروشی پیاز در ۱۵ فروردین و حداقل آن در اول مهرماه می‌باشد. در مورد محصول سیب‌زمینی نیز حداکثر قیمت عمده فروشی اوایل فروردین ماه و حداقل آن در اواسط مردادماه می‌باشد.

در پایان نیز بر اساس یافته‌های تحقیق، توصیه‌های سیاستی ارائه شده است.

جمع‌بندی و ملاحظات

با توجه به اینکه قیمت عمده فروشی سیب‌زمینی و پیاز در اوایل فروردین هر سال به حداکثر مقدار خود و در اواخر تابستان به کمترین مقدار خود در طول سال می‌رسد، پیشنهاد می‌شود تمهیدات لازم و توصیه‌های سیاستی ارائه شده برای جلوگیری یا کاهش میزان نوسانات قیمت در فصول مختلف صورت گیرد. از جمله تمهیدات مورد نظر می‌توان فراهم کردن امکانات مناسب جهت انبارداری و ذخیره محصول در زمانی که قیمت حداقل است و همچنین امکانات حمل و نقل محصول از شهرهای تولیدکننده عمده به سایر نقاط کشور را نام برد. از طرف دیگر با توجه به اینکه سیکل‌های مورد بررسی در مورد سیب‌زمینی و پیاز دارای سیکل‌های ۲ تا ۱۸ ماهه بودند، در سیاست‌گذاری بازار محصولات کشاورزی، به‌ویژه در تثبیت قیمت محصولات، سیکل‌های مختلف محصولات مد نظر قرار گیرند. علاوه بر آن با در نظر گرفتن حداقل و حداکثر قیمت هر محصول در زمان‌های مختلف دولت می‌تواند با برنامه‌ریزی قبلی سیاست‌های مختلفی همچون کاهش یا افزایش

واردات از نوسانات زیاد قیمت جلوگیری کند. همچنین پیشنهاد می‌شود روش تحلیل هارمونیک با تعداد داده‌های بیشتر (بیشتر از ۱۰۰ ماه)، برای محصولات کشاورزی که از درجه فسادپذیری کمتری برخوردار می‌باشند نیز انجام پذیرد.

پیشنهادات

- ۱- با اطلاع از زمان به حداقل و به حداکثر رسیدن قیمت محصول، پیشنهاد می‌شود تا دولت امکانات و تسهیلات را در اختیار گروه‌های کشاورزان، بویژه تعاونی‌ها در شهرهای عمده تولیدکننده قرار داده تا در مواقع نیاز مازاد محصول به نقاط دارای کمبود عرضه حمل شود.
- ۲- با توجه به اینکه دو محصول سیب‌زمینی و پیاز دارای وارته‌های مختلف (طرح استمرار، بهاره و تابستانه، پائیزه) می‌باشند، پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن نوسانات قیمت محصولات و با مدیریت کشت وارته‌های مختلف، میزان نوسانات قیمت این محصولات کاهش داده شود.
- ۳- پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن تعداد سیکل‌های قیمتی برای هر محصول و همچنین دوره زمانی هر سیکل، افزایش و کاهش قیمت در زمان‌های مختلف مد نظر قرار گرفته و با شناخت این سیکل‌ها، از آن‌ها به عنوان ابزاری جهت تنظیم بازار محصولات سیب‌زمینی و پیاز بهره گرفته شود.
- ۴- با کاربرد روش تحلیل هارمونیک می‌توان مشخص کرد که در چه زمانی از سال، یک قیمت مشخصی برای محصول مورد نظر وجود دارد. در واقع شناخت الگوهای سیکلی قیمت محصولات کشاورزی در راستای تعیین قیمت در زمان معین و همچنین تثبیت قیمت این محصولات مؤثر می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود چنانچه دولت به دنبال تثبیت قیمت در آن زمان یا دوره زمانی مشخص باشد، کاربرد روش تحلیل هارمونیک در این زمینه کمک شایانی خواهد کرد.

۵- در صورتی که کالای کشاورزی مورد نظر وارداتی باشد (در مورد محصول سیب زمینی و پیاز اینگونه نیست) می توان با کاربرد روش تحلیل هارمونیک، زمان واردات را تعیین کرده و در پی آن تعرفه فصلی را برقرار کرد. به این صورت که پیشنهاد می شود در زمان حداکثر قیمت، تعرفه بر واردات محصول مورد نظر حداقل شود و در زمان حداقل قیمت محصول، تعرفه حداکثر شود.

منابع:

- بخشوده، محمد (۱۳۸۳)؛ "برآورد نوسانات فصلی قیمت سیب زمینی و پیاز"، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۲)، صص ۵۱۱-۵۱۶.
- حسن پور، ابراهیم (۱۳۷۹)؛ "بررسی رفتار قیمت سیب زمینی، گوجه فرنگی و پیاز با استفاده از سیستم تقاضای معکوس"، مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، جلد دوم، مؤسسه پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، چاپ اول، تهران.
- شیخی عبدالمجید و حمید ناظمیان (۱۳۸۲)؛ "بررسی تجربی پدیده فصلی بودن قیمتها در بازار جهانی گندم"، مجله پژوهشهای اقتصادی، ۳ (۸-۷)، صص ۹۳-۱۲۲.
- مجاوریان، مجتبی و افشین امجدی (۱۳۷۸)؛ "مقایسه روش های معمول با تابع مثلثاتی در قدرت پیش بینی سری زمانی قیمت محصولات کشاورزی همراه با اثرات فصلی مطالعه موردی مرکبات"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۵.
- نجفی، بهاء الدین و محمود حاجی رحیمی (۱۳۷۹)؛ "نوسانات قیمت محصولات کشاورزی: عوامل ایجاد کننده و عواقب رفاهی"، مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، جلد دوم، مؤسسه پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، چاپ اول، تهران.
- Amin, R. and Razzaque, M. A. (2000); "Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Modeling for Monthly Potato Prices in Bangladesh", *Journal of Financial Management & Analysis*, 13(1), P. 74.
- Doran, H. E and Quilkey J. J. (1972) ; "Harmonic Analysis of Seasonal Data: some important properties", *Am. Journal of Agricultural Economics*. 56, pp. 646-651.
- Goodwin, j. w. (1994); " *Agricultural price analysis and forecasting*", John Wiley and Sons, United States of America.

- Grenander, U., and M. Rosenblatt (1957); "*Statistical Analysis of Stationary Time Series*", New York, John Wiley & Sons,
- Harlow, A.A., (1960); "the hog cycle and the cobweb theorem," *Journal of Farm Economics* 42, pp. 842-853.
- Iacobucci, A. (2003); "*Spectral Analysis for Economic Time Series*," Working paper, IDEFI.
- Oguz Atuk & Beyza Pinar Ural, (2002); "*Seasonal Adjustment Methods: An Application to the Turkish Monetary Aggregates*," Central Bank Review, Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey, vol. 2(1), pp 21-37.
- Portillo, F, PA Pérez y R Rodríguez-Ibeas (2000); "*Harmonic Analysis: The Application of Theoretical Cycles to the Economic Analysis*", First International Meeting on Economic Cycles, 645-670. UNED, Ourense. ISBN M-26, pp. 529-2000.
- Rausser, G. C., and F. Cargill, (1970); " The Existence of Broiler Cycles: An Application of Spectral Analysis, *American Journal of Agricultural Economics*, 32, pp. 109-21.
- Rillinger, D.R. and Hatanaka, M. (1969); "An harmonic analysis of nonstationary multivariate economic processes," *Econometrica*, pp. 131-141.
- Waugh, Frederick V., and Morton M. Miller, (1970); " Fish Cycles: A Harmonic Analysis ", *American Journal of Agricultural Economics*, 52, pp 422-430.
- Weiss, J. S. (1970); "A Spectral Analysis of World Cocoa Prices," *American Journal of Agricultural Economics*, 52, pp 122-126.