اقتصادکشاورزی و توسعه، سال هفدهم، شماره ٦٧، پاییز ١٣٨٨

الگوسازی سریهای زمانی برای پیش‌بینی مصرف سیب و پرتقال در ایران

دکتر حبیب الله سلامی*[1] ، حلیمه جهانگرد*

تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۱

چکیده

پیش‌بینی رفتار متغیرهای اقتصادی یکی از الزامات برنامه‌ریزی برای آینده است که اغلب با استفاده از تکنیکهای سری زمانی انجام می‌شود، اما انتخاب نوع الگوی سری زمانی بردقت پیش بینی بسیار اثرگذار است. با این حال، در مطالعات بسیاری انتخاب الگو به صورت دلخواه و نه براساس یک روش نظام‌مند صورت گرفته است.

هدف اصلی این مطالعه ارائه رویکردی سیستمی برای مشخص کردن الگوی مناسب سری زمانی برای پیش‌بینی مصرف دو محصول سیب و پرتقال است. به این منظور اطلاعات و آمار مصرف سرانه این محصول در دوره زمانی ۱۳۵۳-۸۵ انتخاب و چگونگی استفاده از رویکرد یاد شده برای الگوسازی سریهای زمانی نشان داده شده است. در این راستا دقت

* به ترتیب: دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

e-mail:hsalami@vt.ac.ir

۱. نویسنده مسئول

Archive of SID

www.SID.ir

پیش‌بینی الگوهای پیشنهادی بر مبنای رویکرد سیستمی با الگوی خودتوضیح‌برداری - که معمولاً در مطالعات بدون توجه به این رویکرد و صرفاً به صورت دلخواه مورد استفاده قرار می‌گیرد - مقایسه شده است. نتیجه این مقایسه نشان داد که به‌کارگیری رویکرد سیستمی می‌تواند به میزان قابل ملاحظه‌ای دقت پیش‌بینی را افزایش دهد. در نهایت با استفاده از الگوهای انتخابی، مصرف سرانه سیب و پرتقال برای دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ پیش‌بینی شده است.

طبقه‌بندی JEL: C22، C32، C51، C53، D12، Q11

کلیدواژه‌ها:

الگوسازی سری زمانی، پیش‌بینی مصرف، پرتقال، سیب

مقدمه

پیش‌بینی‌متغیرهای‌اقتصادی یکی از ملزومات اصلی برای سیاستگذاری و برنامه‌ریزی‌های مناسب آینده محسوب می‌شود. در واقع پیش‌بینی و تصویر وقایعی که در آینده اتفاق می‌افتد باعث می‌شود تا فرایند تصمیم‌گیری به نحو مناسبتری صورت پذیرد. اهمیت این بحث باعث شده است که در دهه‌های اخیر روشها و الگوهای مختلفی برای پیش‌بینی معرفی شود و توسعه یابد.

به طورکلی الگوهای پیش‌بینی رایج به دو دسته کلی پارامتری و غیرپارامتری تقسیم‌بندی می‌شوند. الگوهای غیرپارامتری براساس این نظریه شکل گرفته‌اند که رفتار یک متغیر اقتصادی به گونه‌ای در طول زمان تکرار می‌شود. لذا از روی مشخصات رفتاری گذشته متغیر می‌توان به رفتار آینده آن پی برد. مهمترین الگوهای غیرپارامتری شامل الگوی میانگین متحرک[1] و الگوی تعدیل نمایی[2] می‌باشد. علاوه بر این، در سالهای اخیر الگوهای دیگری نیز

1. moving average
2. exponential smoothing

Archive of SID

www.SID.ir

برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی به کارگرفته شده که به الگوهای شبکه عصبی مصنوعی موسومند که به لحاظ فنی جزو روش‌های غیرپارامتری می‌باشند(کارتاپولوس،۱۳۸۱).

الگوهای پارامتری خود براساس نوع روابط بین متغیرها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. بسلر و برانت (Bessler and Brant, 1979) این الگوها را در حالت کلی به دو دسته ساختاری و غیرساختاری تقسیم‌بندی کرده‌اند. الگوهای ساختاری براساس نظریه‌های اقتصادی شکل گرفته‌اند و مبتنی بر روابط بین متغیرهای اقتصادی هستند. در این الگوها با استفاده از پارامترهای برآورد شده، وضع موجود تبیین می‌شود و براساس آن پیش‌بینی مقادیر آتی متغیر وابسته صورت می‌گیرد. از آنجا که این روش بر پایهٔ نظریات اقتصادی شکل گرفته است، روش تئوریک پیش‌بینی نیز نامیده می‌شود. در مقابل، الگوهای غیرساختاری اغلب رفتار گذشته متغیر را مبنای پیش‌بینی آینده قرار می‌دهند.

به طورکلی در الگوهای سری زمانی به جای اینکه بر مبانی نظری برای بررسی رفتار متغیرهای اقتصادی تأکید شود، عقیده بر آن است که ماهیت رفتاری متغیرها باید از درون خود مشاهدات استنتاج شود. الگوهای سری‌زمانی مجموعه‌ای از الگوهاست که شامل دو دستهٔ کلی الگوهای تک‌متغیره و الگوهای چندمتغیره می‌باشد. الگوهای خودتوضیح(AR)[1]، میانگین متحرک(MA) و الگوی خودتوضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA)[2] از جمله مهمترین الگوهای تک‌متغیره و الگوهای خودتوضیح با وقفه توزیعی(ARDL)[3]، خود توضیح‌برداری (VAR)[4] و تصحیح خطای برداری(VECM)[5] در گروه الگوهای چندمتغیره قرار دارند.

در الگوهای سری زمانی تک‌متغیره، رفتار آینده متغیر براساس رفتار گذشته آن الگوسازی و فرض می‌شود که برای پیش‌بینی رفتار متغیر مورد نظر نیاز به اطلاعاتی به غیر از اطلاعات موجود در خود این سری نیست. بنابراین برخلاف الگوهای ساختاری، که متغیر

1. auto-regressive
2. auto-regressive integrated moving average
3. auto-regressive distributed lag
4. vector auto-regressive
5. vector error correction model

Archive of SID

www.SID.ir

وابسته(y) با استفاده از متغیرهای توضیحی ($x_1,...,x_n$) توضیح داده می‌شود، در این الگوها متغیر y با استفاده از مقادیر گذشتهٔ خود و جملهٔ اخلال توضیح داده می‌شود. به عبارت دیگر اطلاعات موجود در توزیع احتمال یک سری ($y_1,...,y_n$) مبنایی برای استنباط و پیش‌بینی پیشامد y_{n+1} است(Nelson, 1973) .

الگوهای سری‌زمانی چندمتغیره مجموعه روشهایی را در بر می‌گیرد که در آن فرض بر این است که یک متغیر نمی‌تواند تنها توسط گذشته خود توضیح داده شود و اطلاعات دیگری نیز وجود دارد که در توضیح رفتار متغیر مورد نظر مؤثر است. الگوهای چندمتغیره سری زمانی عموماً شامل سه الگوی خودتوضیح با وقفه توزیعی و الگوی خودتوضیح برداری و الگوی تصحیح خطای برداری می‌باشد. هر کدام از این الگوها مبین رفتار ویژه‌ای از متغیرهاست و روابط بین آنها را به صورت خاصی تصویر می‌کند.

موفقیت الگوهای سری زمانی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی نظیر قیمت و نرخ تورم، باعث شده است این الگوها در حال حاضر کاربرد فراوانی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی داشته باشند و اغلب در فرموله کردن رفتار این متغیرها و پیش‌بینی مقادیر آینده آنها به کار روند. اما سؤال این است که در عمل از بین الگوهای مختلف سری زمانی باید کدام الگو انتخاب شود و بر چه اساسی این انتخابات صورت می‌گیرد. پاسخ به این سؤال از این جهت مهم است که در مطالعات بسیاری تنها یکی از الگوهای یاد شده بدون طی مراحلی که در بخش روش‌شناسی تحقیق توضیح داده می‌شود، به عنوان الگوی پیش‌بینی انتخاب و براساس آن پیش‌بینی انجام شده‌است. مطالعه حاضر در پی آن است تا با ارائه یک رویکرد سیستمی، چگونگی تعیین اصولی الگوی مناسب سری زمانی برای پیش‌بینی در مطالعات کاربردی را نشان دهد.

مبانی نظری و روش تحقیق

مهمترین مسئله‌ای که در استفاده از الگوهای سری زمانی وجود دارد شناسایی الگوی مناسب از بین طیف گسترده این الگوها به منظور داشتن پیش‌بینی‌ای با کمترین خطاست.

Archvie of SID

www.SID.ir

براساس نظر فمبای(Fomby, 1998) ، این شناسایی باید براساس ویژگیهای سریهای زمانی و چگونگی رابطه بین آنها صورت گیرد. در این راستا چند مرحله به طور سیستماتیک به شرح زیر باید دنبال شوند: الف) در مرحله اول متغیرهایی که احتمالاً بر همدیگر اثر دارند باید شناسایی شوند. معمولاً این کار با بهره‌گیری از نظریه‌های اقتصادی و مطالعات تجربی انجام می‌شود. برای مثال مقدار مصرف کالا، قیمت کالا و درآمد مصرف‌کننده متغیرهایی هستند که به نوعی بر یکدیگر اثر گذارند، لذا این متغیرها به عنوان کاندید در پیش‌بینی مصرف کالای مورد نظر می‌توانند مورد توجه قرار گیرند. ب) در مرحله دوم متغیرهای کاندید شده به لحاظ خصوصیت آماری از جمله ایستایی و وجود ریشه واحد، مورد بررسی قرار می‌گیرند. این بررسی معمولاً با استفاده از آزمونهایی نظیر دیکی‌فولر صورت می‌گیرد تا مرتبه انباشتگی آنها مشخص شود. نتیجه این آزمون می‌تواند منجر به بروز دو حالت کلی شود: نخست اینکه حداقل دو تا از سریهای مربوط به متغیرهای الگو، انباشته از مرتبه یک باشند و دوم اینکه حداقل n-۱ سری، انباشته از مرتبه صفر باشند؛ به عبارت دیگر در سطح ایستا باشند.

مشاهده حالت اول احتمال وجود یک رابطه بلندمدت (همگرایی متغیرها) را پیشنهاد می‌کند که باید مورد آزمون قرار گیرد. چنانچه وجود چنین رابطه‌ای تأیید شود، الگوی تصحیح خطا برای تبیین رفتار متغیر مورد نظر و پیش‌بینی مقادیر آینده آن الگویی مناسب است و می‌بایست مورد استفاده قرار گیرد. چنانچه وجود رابطه بلندمدت تأیید نشود، آزمون علیت بایدانجام گیردتاازوجودیاعدم‌وجود یک رابطه علت و معلولی بین متغیرها اطمینان حاصل شود.

اما چنانچه نتایج آزمون حکایت از ایستایی متغیرهای مورد مطالعه داشته باشد، باز هم باید نوع رابطه علی بین متغیرهای الگو مشخص شود و براساس آن، الگوی مناسب انتخاب گردد. بررسی علیت در اینجا می‌تواند با استفاده از آزمون علیت گرنجر صورت گیرد. براساس این آزمون، اگر بین متغیرهای مورد بررسی یک رابطه علی دوطرفه وجود داشته باشد، الگوی خودتوضیح برداری(VECM) برای پیش‌بینی مناسب خواهد بود؛ زیرا در این الگو تمامی متغیرها نسبت به هم درونزا هستند که این امر با علیت دوطرفه تناسب دارد. اما چنانچه بین

Archvie of SID

www.SID.ir

متغیرها یک رابطه علی یکطرفه وجود داشته باشد، الگوهای انتقالی برای پیش‌بینی مناسبترند. در نهایت، اگر هیچ رابطه علی معنیداری بین متغیرها وجود نداشت، الگوهای سری زمانی تک‌متغیره پیش‌بینی مناسبی از رفتار آینده متغیر به دست خواهند داد.

طی مراحل به شرحی که گذشت موجب انتخاب الگوی مناسب برای تبیین رفتار متغیرهای مورد مطالعه می‌شود که پیش‌بینی براساس آن دارای بیشترین دقت خواهد بود. اما همان‌گونه که شرح آن گذشت، اولین مرحله پس از تعیین متغیرها آزمون ایستایی آنهاست. آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته یکی از معتبرترین آزمونها برای بررسی ایستایی یک سری زمانی است.برای بررسی رابطه علی بین متغیرها روشهای مختلفی ارائه شده که یکی از ساده‌ترین آنها آزمون علیت گرنجر است. براساس روش گرنجر برای آزمون روابط علی بین دو متغیر x و y لازم است معنیداری ضرایب وقفه‌های مختلف یک متغیر(x) در توضیح متغیر دیگر(y) بررسی شود. در صورت معنیداری این ضرایب، x علت y است. عکس این حالت نیز صادق می‌باشد (Lütkepohl, 2005). برای آزمون همگرایی بین چند متغیر عموماً از دو روش انگل–گرنجر و جوهانسن‌وجوسلیوس(Lütkepohl, 1985) استفاده‌می‌شود.لیکن روش جوهانسن و جوسلیوس که‌قادراست‌وجودبیش‌از یک رابطه بلندمدت را (در صورت وجود) بین متغیرها شناسایی کند، برروش‌انگل–گرنجر که‌چنین‌ظرفیتی‌راندارد،برتری‌دارد(Kirchgässner and Wolters, 2008).در این روش که مبتنی بر رابطه بین رتبه ماتریس و ریشه‌های مشخصه آن است، با استفاده از دو آماره اثر و حداکثر مقدار ویژه، در مورد تعداد روابط بلندمدت قضاوت می‌شود.

براورد الگوها و پیش‌بینی با استفاده از آنها به طورکلی دارای چهار مرحله اساسی شامل شناسایی، تخمین، ارزیابی و پیش‌بینی می‌باشد. این مراحل برای الگوهای تک‌متغیره و چندمتغیره اندکی متفاوت است. برای شناسایی الگوی مناسب از بین الگوهای تک‌متغیره این گونه عمل می‌شود: نخست یک الگوی ARIMA جامع به صورت زیر تشکیل می‌شود(Enders, 2004):

$$\phi_p(L^p)PC_t = \theta_q(L^q)\varepsilon_t \qquad (۱)$$

Archvie of SID

www.SID.ir

که در آن L عملگر وقفه‌ای[1]، $\phi_p(L)$ و $\theta_q(L)$ عبارتهای چندجمله‌ای[2] از L به ترتیب از درجات p و q است که p و q به ترتیب درجات خودتوضیحی و میانگین متحرک می‌باشد. ε_t نیز اجزای اخلال با خصوصیات نوفه سفید[3] $\varepsilon_t \sim iid(0,\sigma^2)$ و PC_t سری زمانی مورد نظر (مصرف سرانه سیب و پرتقال در مطالعه حاضر) است. دوم، با توجه به رفتار جزء میانگین متحرک و جزء خودتوضیح و با بهره‌گیری از توابع خودهمبستگی (ACF)[4] و تابع خودهمبستگی جزئی (PACF)[5] نوع الگوی نهایی تعیین می‌شود.

شناسایی الگوهای چندمتغیره - که متشکل از الگوهای خودتوضیح باوقفه توزیعی و الگوی خودتوضیح برداری و الگوی تصحیح خطای برداری هستند - شامل تعیین متغیرهای الگو و همچنین تعیین تعداد وقفه‌های مناسب آنهاست. انتخاب اولیه متغیرهایی که باید در این الگوها وارد شوند الهام گرفته از نظریه‌های اقتصادی و مطالعات تجربی است.

برای تعیین تعداد وقفه مناسب ابتدا باید یک حداکثر وقفه برای آزمون در نظر گرفته شود و سپس با استفاده از آزمون LR[6] و یا معیارهایی نظیر آکاایک(AIC)، شوارتز و شوارتز - بیزین (SBC) و حنان کوئین، وقفه مناسب - که خطای پیش‌بینی را حداقل می‌کند - انتخاب گردد. براساس نظر ایوانو و کیلیان(Ivanov and Kilian, 2005)، برای الگوهایی با حجم نمونهٔ کمتر از ۱۲۰، مناسبترین معیار شوارتز - بیزین است. در شرایطی که هدف، براورد الگوی‌خودتوضیح برداری(VECM) باشد، معیارشوارتز- بیزین‌برای‌هر حجم نمونه، بهترین ملاک‌برای‌انتخاب‌وقفهٔ‌الگوست. فیلیپ‌و پلوبرگر(Phillips and Ploberger, 1994) نیز براساس مطالعات شبیه‌سازی نشان دادند که در انتخاب وقفه، معیار شوارتز عموماً بهتر از معیار آکاایک است.

---

1. backward shift operator
2. polynomial
3. whit noise
4. auto correlation function
5. partial auto correlation function
6. likelihood ratio

Archvie of SID

www.SID.ir

برای براورد انواع الگوهای ARIMA از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و روش حداکثر راست‌نمایی(ML) استفاده می‌شود. الگوی خودتوضیح برداری نیز در شرایطی که جملات خطای الگو دارای واریانس ثابت و فاقد همبستگی پیاپی باشند، با روش حداقل مربعات معمولی(OLS) و به تفکیک هریک از معادلات موجود در سیستم قابل براورد می‌باشد.

پس‌ازتخمین‌الگو، برای‌ارزیابی‌الگوی ARIMA، الگوهایی‌با مرتبه‌های بالاتر نیز براورد و با الگوی اولیه مقایسه می‌شوند و الگوی درست براساس معیار آکاایک(AIC) و شوارتز – بیزین(SBC)وتصادفی‌بودن‌جملات‌باقیماندهٔ‌حاصل‌ازبراورد مشخص می‌شود. در نهایت، قدرت پیش‌بینی الگو – که یکی از اصلی‌ترین معیارها در تعیین الگوی بهینه است – با استفاده از معیارهای‌میانگین‌قدرمطلق‌خطا(MAE)[1]، درصدقدرمطلق‌میانگین‌خطا(MAPE)[2]و ریشه‌میانگین مجذور خطای پیش‌بینی (RMSE)[3] (Makridakis, Wheelwright and McGEE, 1983) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

در این مطالعه با تعیین الگوی پیش‌بینی مصرف سرانه دو کالای سیب و پرتقال، حل پیشگفته با استفاده از اطلاعات و آمار مربوط به مقدار مصرف و شاخصهای قیمت و درآمد سرانه مربوط به سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۵ (آخرین اطلاعات قابل دسترس) نشان داده می‌شود. این اطلاعات از آمار مربوط به بودجه خانوار اداره آمار بانک مرکزی گردآوری شده است.

نتایج و بحث

۱. نتایج شناسایی الگوی مناسب

مطابق آنچه توضیح داده شد، ابتدا متغیرهایی که امکان ارتباط معنیدار آنها با مصرف این کالاها وجود داشته است، به عنوان بردار تقاضا انتخاب شدند. برای پرتقال بردار متغیرهای الگوی تقاضای پرتقال شامل این موارد است: مصرف سرانه پرتقال(PCO)، شاخص قیمت

1. mean absolute error
2. mean absolute percent error
3. root mean square error

Archvie of SID

www.SID.ir

پرتقال(PIO)، شاخص قیمت سیب(PIA) به عنوان یک کالای مرتبط، درآمد سرانه(I)، شاخص قیمت کالاهای خوراکی و آشامیدنی(PIF) به عنوان شاخصی از قیمت کالاهایی که اگر افزایش یا کاهش یابد می‌تواند بر تصمیم مصرف‌کننده به اختصاص کمتری از درآمدهای او به میوه‌ها اثرگذار باشد. به طور مشابه، متغیرهای الگوی تقاضای سیب نیز شامل مصرف سرانه سیب (PCA)، شاخص قیمت سیب، شاخص قیمت مرکبات (PIC)به عنوان کالای مرتبط، درآمد سرانه و شاخص قیمت کالاهای خوراکی و آشامیدنی می‌باشد. در مرحله بعد متغیرها در هر دو الگو از نظر ایستایی آزمون شدند. نتایج این بررسی - که براساس آزمون دیکی‌فولر تعمیم یافته صورت گرفته است - در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون ایستایی متغیرهای الگو

متغیر	سطح		تفاضل اول	
	آماره محاسباتی	آماره بحرانی(۹۵٪)	آماره محاسباتی	آماره بحرانی(۹۵٪)
Co	-۴/۳۱	-۴/۲۹	-۵/۸۳	-۳/۶۷
CA	-۴/۳۶	-۴/۲۹	-۶/۷۰	-۳/۶۷
PIO	-۲/۵۹	-۴/۲۹	-۷/۳	-۳/۶۷
PIA	-۱/۸۷	-۴/۲۹	-۶/۳۹	-۳/۶۷
PIC	-۱/۸۹	-۴/۲۹	-۵/۳۷	-۳/۶۷
PIF	-۲/۳۳	-۴/۲۹	-۵/۷۳	-۳/۶۷
I	-۱/۷۳	-۴/۲۹	-۵/۲۳	-۳/۶۷

مأخذ:یافته‌های تحقیق

بزرگتر بودن مقدار مطلق آماره محاسباتی از مقادیر بحرانی مربوطه در مورد دو متغیر مصرف سرانه سیب و پرتقال در سطح و صادق بودن این وضعیت در مورد تفاضل اول سایر متغیرها حاکی از ایستایی متغیرهای مصرف سرانه سیب و پرتقال در سطح و انباشتگی سایر متغیرها از درجه یک است. با در نظر گرفتن نتایج آزمون ایستایی، در مرحله بعد آزمون وجود رابطه همگرایی بین متغیرهای الگوی مصرف هر دو کالا صورت گرفت. ازآنجا که در هر دو

Archvie of SID

www.SID.ir

الگو بیش از دو متغیروجود دارد، از روش جوهانسن برای تعیین تعداد روابط بلندمدت یا به عبارت دیگر همان مرتبه همگرایی استفاده گردید که نتایج در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون همگرایی

الگوی مصرف پرتقال				
فرض H0	**آماره اثر**	**مقداربحرانی(٪۹۵)**	**آماره‌حداکثرمقدارویژه**	**مقداربحرانی(٪۹۵)**
R=0	۵۴/۵۲	۶۹/۸۱	۲۰/۰۹	۳۳/۸۷
R=1	۳۸/۴۳	۴۷/۵۸	۱۶/۱۳	۲۷/۵۸
R=2	۲۲/۲۹	۲۹/۷۹	۱۵/۴۰	۲۱/۱۳
R=3	۶/۸۹	۱۵/۴۹	۴/۳۱	۱۴/۲۶
R=4	۲/۵۸	۳/۸۴	۲/۵۸	۳/۸۴
الگوی مصرف سیب				
فرض H0	**آماره اثر**	**مقداربحرانی(٪۹۵)**	**آماره‌حداکثرمقدارویژه**	**مقداربحرانی(٪۹۵)**
R=0	۸۲/۱۶	۸۸/۸۰	۲۸/۸۳	۳۸/۳۳
R=1	۵۳/۳۳	۶۳/۸۷	۲۰/۹۷	۳۲/۱۱
R=2	۳۲/۳۵	۴۲/۹۱	۱۷/۷۸	۲۵/۸۲
R=3	۱۴/۵۷	۲۵/۸۷	۹/۸۵	۱۹/۳۱
R=4	۴/۷۱	۱۲/۵۱	۴/۷۱	۱۲/۵۱

مأخذ:یافته‌های تحقیق

براساس اطلاعات جدول ۲، مقادیر محاسباتی آماره "حداکثر مقدار ویژه" و آماره "اثر" برای آزمون فرضیه عدم وجود رابطه بلندمدت (R=0) از مقادیر بحرانی آنها در سطح ۹۵ درصد اطمینان کوچکتر است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با ۹۵ درصد اطمینان هیچ رابطه بلندمدتی بین متغیرهای الگوی مصرف پرتقال و سیب وجود ندارد.

با توجه به نتایج آزمون همگرایی و براساس آنچه در روش تحقیق گفته شد، در این مرحله آزمون علیت به روش علیت گرنجر انجام شد تا گام بعدی در مورد انتخاب الگوی مناسب با توجه به نتایج آن برداشته شود. نتایج این آزمون حاکی از نبود ارتباط علی یکطرفه یا

Archvie of SID

www.SID.ir

دوطرفه معنیدار بین متغیرها در هر دو الگوست، بنابراین مناسبترین الگو برای پیش‌بینی مصرف سرانه این دو محصول الگوهای تک‌متغیره می‌باشد که نـوع خـاص آن بایـد از درون مجموعـه الگوهای ARIMA با آزمونهای بعدی مشخص شود.

۲. نتایج براورد الگو و پیش‌بینی

تعیین وقفه جزء خودتوضیح و مرتبه جزء میانگین متحرک در الگوی ARIMA مربوط به مصرف سرانه پرتقال از طریق رسم نمودارهای خودهمبستگی(ACF) و خودهمبستگی جزئی(PACF) انجام شد. از آنجا که نمودارACF به صورت موجهای سینوسی کاهش یافته و PACF در وقفه اول منقطع شده است، الگوی فرایند خودتوضیح از درجه یک - ARIMA(1,0,0) - به عنوان الگوی اولیه انتخاب و با روش OLS براورد گردید. اما در مرحله بعد و برای ارزیابی الگوی کاندید شده، الگوهایی با مرتبه بالاتر نیز براورد شدند. از بین الگوهای براورد شده، الگوی خود توضیح میانگین متحرک با وقفه یک و خودتوضیح از مرتبه دو - ARIMA(2,0,1) - که دارای کمترین خطای پیش‌بینی و کمترین مقدار آماره‌های آکاایک و شوارتر است، انتخاب شد. الگوی انتخابی از نظر نوفه سفید بودن جملات پسماند نیز مورد آزمون قرار گرفت که به استناد عدم معناداری آماره Q، این خصوصیت - که مبین درستی تصریح الگوی انتخابی است - تأیید می‌شود. جدول ۳ مقایسه الگوهای براورد شده براساس معیارهای آکاایک و شوارتز و نیز قدرت پیش‌بینی آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج الگوی ARIMA مربوط به مصرف سرانه پرتقال

نوع الگو	آماره Q	معیار آکاایک(AIC)	معیار شوارتز بیزین(SBC)	میانگین مجذور خطای پیش‌بینی(RMSE)
ARIMA(۰،۰،۱)	۳۱/۷۷*	-۲/۹۵	-۲/۸۲	۲/۳۵
ARIMA(۱،۰،۱)	۳۲/۲۶*	-۲/۸۶	-۲/۶۹	۱/۱۷
ARIMA (۱،۰،۲)	۳۲/۴۰*	-۲/۸۴	-۲/۶۵	۱/۱۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

*: عدم معناداری در سطح ۹۵٪

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی‌خودتوضیح میانگین متحرک با وقفه یک و مرتبه دو برای پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای و برون‌نمونه‌ای سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ استفاده شد که نتایج مربوط به ارزیابی قدرت آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ٤. نتایج مربوط به دقت پیش‌بینی الگوی ARIMA مربوط به مصرف پرتقال

معیار ارزیابی‌خطا	میانگین مجذور خطا(RMSE)	میانگین قدرمطلق خطا (MAE)	میانگین درصد قدرمطلق خطا (MAPE)
پیش‌بینی‌درون‌نمونه‌ای	۰/۸۹	۰/۷۴	۵/۴۲
پیش‌بینی‌برون‌نمونه‌ای	۱/۱۵	۱/۰۱	۷/۱۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که مشاهده می‌شود، این پیش‌بینی دارای دقت قابل قبولی است به طوری که در پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای این الگو، مقدار خطا حدود ۷ درصد است.

براورد الگوی مربوط به مصرف سرانه سیب از بین مجموعه الگوی عمومی ARIMA نیز مشابه مورد قبل انجام شد؛ یعنی نمودارهای خودهمبستگی(ACF) و خودهمبستگی جزئی(PACF) این متغیر در سطح ترسیم شد تا الگوی کاندید اولیه مشخص شود. با توجه به اینکه در اینجا هم نمودار ACF دارای روندی نزولی بوده و نمودار PACF در وقفه اول منقطع شده است، فرایند خودتوضیح از درجه یک – ARIMA(1,0,0) – به عنوان کاندید اولیه برای تبیین رفتار متغیر مصرف سرانه سیب انتخاب و این الگو با استفاده از روش OLS براورد شد. برای ارزیابی الگوی براورد شده، الگوهایی با مرتبه‌های بالاتر نیز براورد و با استفاده از معیارهای آکاایک، شوارتز و نیز قدرت پیش‌بینی با هم مقایسه شدند. نتایج این مقایسه در جدول ۵ مشاهده می‌شود. براساس آزمونQ، جملات پسماند هر سه الگو نوفه سفید هستند. بهترین الگو که دارای بیشترین قدرت پیش‌بینی و حداقل مقادیر آکاایک و شوارتز است، همان الگوی انتخاب شده قبلی یعنی الگوی خودتوضیح از درجه یک می‌باشد. با استفاده از

Archive of SID

www.SID.ir

این الگو پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای و درون‌نمونه‌ای برای سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ انجام گرفت که مقادیر معیارهای ارزیابی آن در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج الگوی ARIMA مربوط به مصرف سرانه سیب

نوع الگو	آماره Q	معیار آکاایک (AIC)	معیار شوارتز بیزین (SBC)	میانگین مجذور خطای پیش‌بینی (RMSE)
ARIMA(۰،۰،۱)	۲۲/۵۵*	۲/۴۹	۲/۴۰	۰/۴۷
ARIMA(۱،۰،۱)	۲۲/۴۳*	۲/۴۹	۲/۶۳	۰/۶۲۵
ARIMA (۱،۰،۲)	۲۲/۷۰*	۲/۶۲	۲/۸۰	۰/۵۸۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

*: عدم معناداری در سطح ۹۵٪ اطمینان.

جدول ٦. نتایج مربوط به دقت پیش‌بینی درون نمونه‌ای الگوی خودتوضیح از درجه یک ARIMA(1,0,0) مصرف سیب

معیار ارزیابی خطا	میانگین مجذور خطا (RMSE)	میانگین قدرمطلق خطا (MAE)	میانگین درصد قدرمطلق خطا (MAPE)
پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای	۰/۳۶	۰/۳۳	۲/۰۱
پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای	۰/۴۷	۰/۳۷	۲/۲۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس معیارهای میانگین مجذور خطا و میانگین قدرمطلق خطا و میانگین درصد قدرمطلق خطا (جدول ۶)، خطای پیش‌بینی الگوی انتخاب شده بسیار کم می‌باشد، لذا این الگو دارای دقت بسیار بالایی در پیش‌بینی مصرف سرانه سیب است به طوری که مقدار خطای پیش‌بینی چه براساس درون‌نمونه‌ای و چه برون‌نمونه‌ای حدود ۲ درصد است.

اما ملاحظه شد که آزمون علیت وجود یک رابطه علی معنیدار بین متغیرها را تأیید نمی‌کند. براین اساس، اگر محققی رویکرد توضیح داده شده را پیش بگیرد، الگوی VAR را برای پیش‌بینی انتخاب نخواهد کرد، در حالی که این الگو به دلیل آنکه نیاز به تفکیک متغیرهای برونزا از درونزا ندارد و همه را درونزا فرض می‌کند، در مطالعات تجربی دارای مطلوبیت ویژه‌ای است و بارها ولی بدون طی مراحل ذکر شده و آزمون مناسب بودن آن،

Archive of SID

www.SID.ir

مورد استفاده قرار گرفته است. حال سؤال این است که اگر این الگو در چنین شرایطی مورد استفاده قرار می‌گرفت تا چه میزان بر دقت پیش‌بینی اثر می‌گذاشت. در پاسخ به این سؤال الگوی VAR نیز براورد شد و مقدار مصرف سرانه دو کالای سیب و پرتقال با استفاده از این الگو مورد پیش‌بینی قرار گرفت تا امکان مقایسه توان پیش‌بینی این الگو (که بدون توجه به فرایند تعریف شده برای انتخاب الگوی مناسب و صرفاً به صورت دلخواه درنظر گرفته شده است) با الگوهای ARIMA (که حاصل فرایند یاد شده‌اند) فراهم شود. نتایج مربوط به مقایسه دقت پیش‌بینی الگوی VAR با الگوهای انتخابی از مجموعه ARIMA در پیش‌بینی مصرف پرتقال و سیب براساس معیارهای MSE و MAE و MAPE در جدول ۷ مشاهده می‌شود. به طوری که جدول نشان می‌دهد، خطای پیش‌بینی الگوهای به دست آمده از فرایند انتخاب الگو به مراتب کمتر از خطای پیش‌بینی الگوی انتخاب شده به روش دلخواه[1] می‌باشد. این نتیجه از این نظر اهمیت دارد که در بسیاری از مطالعات، محققان بدون طی مراحل یاد شده، یکی از الگوهای سری زمانی را به صورت دلخواه انتخاب و با استفاده از آن، مقادیر متغیر مورد نظر را پیش‌بینی می‌کنند و در نتیجه دچار نوعی از خطای تصریح الگو می‌شوند.

جدول ۷. مقایسه قدرت پیش‌بینی الگوهای مختلف

کالا	نوع الگو	میانگین مجذور خطا (RMSE)	میانگین قدرمطلق خطا (MAE)	میانگین درصدقدرمطلق خطا (MAPE)
پرتقال	ARIMA	۱/۵۶	۱/۲۱	۷/۸۶
	VAR	۲/۸۰	۲/۲۵	۱۴/۷۰
سیب	ARIMA	۰/۴۸	۰/۳۷	۲/۲۵
	VAR	۳/۲۸	۳/۰۶	۱۶/۴۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

چنانکه مشاهده می‌شود، الگوهای تک‌متغیره از مجموعه الگوهای ARIMA دارای دقت بیشتری در پیش‌بینی مقدار مصرف سرانه پرتقال و سیب برای ایران می‌باشند. این مسئله گویای آن است که مصرف این کالاها بیشتر از آنکه از متغیرهای دیگر تأثیر پذیرد، توسط

1. Adhoc

Archive of SID

www.SID.ir

رفتار گذشته خود توضیح داده می‌شود؛ به عبارت دیگر مصرف سرانه سالهای قبل حاوی اطلاعات کافی برای پیش‌بینی رفتار آینده این متغیر می‌باشد. این نتیجه در واقع تأییدکننده نتایج آزمون علیت است که رابطه علی معنادار بین مصرف سرانه سیب و دیگر متغیرهای به ظاهر مرتبط با آن را رد کرد؛ به عبارت دیگر رویکرد ارائه شده برای انتخاب الگوی سری زمانی قادر است به درستی الگوی مناسب پیش‌بینی را مشخص نماید.

۳. نتایج پیش‌بینی خارج از دوره

با توجه به دقت بالای الگوهای انتخابی در پیش‌بینی مصرف هر دو کالا، از این الگوها برای پیش‌بینی مصرف سرانه و کل سالهای ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ استفاده شد. براساس این پیش‌بینی که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، مقدار مصرف سرانه سیب و پرتقال کاهشی جزئی در آینده خواهد داشت. اما چنانچه جمعیت با نرخ ۱/۵ درصد افزایش یابد، مصرف کل جامعه با نرخ رشدی ملایم افزایش خواهد یافت و از ۱۲۰۰ هزار تن در سال ۱۳۸۵ به ۱۳۲۷/۸۳ هزارتن در سال ۱۳۹۵ خواهد رسید.

جدول ۸. مقدار پیش‌بینی‌شده مصرف سیب و پرتقال در دوره زمانی ۱۳۸٦-۹۵

سال	مصرف کل پرتقال(هزارتن)	مصرف سرانه پرتقال	مصرف کل سیب(هزار تن)	مصرف سرانه سیب
۱۳۸۶	۱۱۹۹/۹۴	۱۶/۷۷	۱۲۱۷/۹۸	۱۷/۰۲
۱۳۸۷	۱۲۰۷/۰۵	۱۶/۶۳	۱۲۰۳/۳	۱۶/۵۶
۱۳۸۸	۱۲۱۶/۳	۱۶/۵	۱۲۰۲/۲۱	۱۶/۳
۱۳۸۹	۱۲۲۷/۸۲	۱۶/۴۱	۱۲۰۶/۸۹	۱۶/۱۳
۱۳۹۰	۱۲۴۱/۶۸	۱۶/۳۵	۱۲۱۶/۲۱	۱۶/۰۱
۱۳۹۱	۱۲۵۷/۲۲	۱۶/۳۱	۱۲۲۸/۴۲	۱۵/۹۳
۱۳۹۲	۱۲۷۳/۷۳	۱۶/۲۸	۱۴۲/۷۳	۱۵/۸۸
۱۳۹۳	۱۲۹۱/۳۵	۱۶/۲۶	۱۲۵۸/۶	۱۵/۸۴
۱۳۹۴	۱۳۰۹/۰۱	۱۶/۲۴	۱۲۷۵/۸۳	۱۵/۸۲
۱۳۹۵	۱۳۲۷/۸۳	۱۶/۲۳	۱۲۹۴۵۷	۱۵/۸۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

چنانکه گفته شد، هدف اصلی مطالعه حاضر ارائه و توضیح یک رویکرد سیستمی برای تعیین و انتخاب الگوی مناسب سری زمانی برای پیش‌بینی رفتار متغیرهای اقتصادی بوده که با الگوسازی مصرف سرانه سیب و پرتقال در کشور نشان داده شد. مقایسه میزان خطای پیش‌بینی الگوهای به دست آمده از رویکرد ارائه شده با خطای پیش‌بینی الگویی (VAR) که از این روش حاصل نشده است، مشخص نمود که چنانچه انتخاب براساس مشخصات آماری متغیرها و به طریقی که در این مطالعه توضیح داده شد صورت پذیرد، دقت پیش‌بینی به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد و نتایج قابل اعتمادتری حاصل می‌شود. در واقع انتخاب یک الگوی سری زمانی به صورت دلخواه و بدون در نظر گرفتن اصول یاد شده ممکن است منجر به پیش‌بینی‌های دور از واقعیت و خطا در سیاستگذاری و برنامه‌ریزی شود. بنابراین، درپیش گرفتن روش سیستمی این مطالعه برای الگوسازی سریهای زمانی مفید است و می‌تواند ضمن افزایش دقت از بروز خطا در استنباطهای سیاستگذاری جلوگیری نماید.

گرچه پیش‌بینی مقادیر مصرف دو محصول سیب و پرتقال هدف اصلی این مطالعه نبوده است، لیکن براساس نتایج به دست آمده از پیش‌بینی مصرف این دو محصول مهم در سبد غذایی خانوارها در ایران چنین استنباط می‌شود که کاهش جزئی رشد مصرف سرانه این دو کالا و رشد نه چندان قابل ملاحظه مصرف کل می‌تواند رشد تولید این دو محصول مهم باغی کشور را در آینده محدود نماید. لذا توجه به آن و یافتن راههای مصرف غیرتازه آنها ضروری می‌باشد. در چنین شرایطی توسعه صنایع فراوری کشاورزی می‌تواند با اهمیت باشد و با ایجاد تقاضا برای این دو محصول باغی از کندشدن رشد تولید آنها جلوگیری کند؛ البته پیدا کردن بازارهای جدید صادرات را نیز می‌توان راهکار دیگری در این زمینه دانست.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، آمار بودجه خانوار (۱۳۵۳-۱۳۸۵)، اداره آمار بانک مرکزی.

۲. کارتالوپولوس، اس .وی. (۱۳۸۱)، منطق فازی و شبکه‌های عصبی، ترجمه محمود جورابیان و رحمت الله هوشمند، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ اول.

3. Bessler, D. and J. Brant (1979), Composite forecasting of livestock prices: an analysis of combining alternative forecasting method, Purdue University, USA.

4. Enders, W. (2004), Applied econometrics time series, 2nd edition, John Wiley& Sons, Inc.

5. Fomby, B.Thomas (1998), How to model multivariate time series data, Department of Economics, Southern Methodist University Dallas, USA.

6. Ivanov,V. & L. Kilian (2005), A practitioner's guide to lag order selection for VAR impulse response analysis, *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics,* Vol 9. Issue 1.Article 2.

7. Lütkepohl, H. (1985), Comparison of criteria for estimating the order of a vector autoregressive process, *Journal of Time Series Analysis*, Vol .6:35-52.

8. Lütkepohl, H. (2005), New introduction to multiple time series analysis, Springer, New York.

9. Makridakis, S. S. C. Wheelwright and V.E. McGEE (1983), Forecasting: method and applications, New York. Wiley.

Archvie of SID

www.SID.ir

10. Nelson, C. (1973), Applied time series analysis, San Francisco: Holden-Day.

11. Phillips, P.C.and W. Ploberger (1994), Posterior odd Testing for a unit root with data-based Model selection, *Econometric Theory* , Vol. 10: 774-808.

12. Kirchgässner, G. and J. Wolters (2008), Introduction to modern time series analysis, Berlin, Heidelberg: Springer.

Archvie of SID

www.SID.ir