

## Analysis of Factors Affecting Wheat Derived Demand and Its Forecasting with Emphasis on Consumer Preferences

MOHAMMADREZA KOHANSAL<sup>1\*</sup>, BAHAREH ZANDI DAREHGHARIBI<sup>2</sup>,  
MEISAM HADDAD<sup>3</sup>

1, Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2, Ph.D. Student in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3, Ph.D. Student in Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran and expert in National Statistics, Statistics Center of Iran  
(Received: Aug. 11, 2020- Accepted: Apr. 28, 2021)

### ABSTRACT

Given the ever-increasing demand for wheat as an Input production in developing countries and the necessity of this product in the household basket, the accurate modeling of the Wheat demand function and determining effective factors for planning, as well as predictions for timely provision with low economic and social costs is important. In this study using underlying trend concept and creating a state - space model and kalman filter algorithms the wheat demand was estimated with emphasis on consumer preferences as a production input (derived demand) during 1982-2017. The results are non-smooth and Nonlinear trend (consumer preferences). Income and pricing elasticity of wheat derived demand less than one were estimated to be -0.0270 and 0.2148, respectively. So from one side Wheat was identified as An essential product with a high degree of urgent need and on the other hand price and income policies are not efficient enough to reduce consumption; So according to consumer preferences and the necessity of this product in the household basket, saving policy and consume right along with reducing waste it is suggested. Increasing efficiency in the conversion industry is one of the other ways to properly consume and reduce the ever-increasing demand for this product. The results of the prediction (in 2023, the projected amount is 24.48 million tons) with respect to consumer preferences in the model showed an increasing trend in wheat demand. Therefore, policymakers on the one hand can reduce demand by making decisions and the other hand provide the wheat needed for the conversion industry.

**Keywords:** Derived Demand, Wheat demand forecast, Consumer preferences, Kalman Filter algorithm, State-Space.

### Objectives

The agricultural sector is one of the most important economic sectors of the societies as the main infrastructure for achieving food security. Nowadays, population growth in some developing countries is so rapid that the need for food in the future will reach four to five times the current level. Wheat as a strategic product has two types of demand as direct consumption and the other as input in the production of processed products and consumption in conversion industries. In recent years, on the one hand, with the rapid growth of technology in the processing industry, and on the other hand, with the increase in population, the demand for wheat input as a strategic crop has increased. Given the growing demand for wheat as a production input in developing countries and the necessity of this product in the household basket, correct modeling of the wheat demand function and determining effective factors for planning as well as forecasting timely supply with low economic and social costs, It is very important. The special feature of this research compared to other experimental studies in estimating the demand function of wheat as input in production in the agricultural sector, including deriving the demand function of wheat derivative by deriving the cost function from the price of wheat input (conditional input demand function), Entering the role

E-mail: kohansal@ferdowsi.ac.ir

\* نویسنده مسئول: محمدرضا کهنسال

of the implicit trend as an invisible variable (expressing consumer preferences) and specifying it as a random process is the use of a technique appropriate to the specified model (structural time series), calculating the implicit trend of wheat demand.

### Methodology

One of the important factors influencing the demand functions is the technology progress variable. This variable can not only be considered technically but also from other aspects such as preferences, non-economic factors (population, geographical and social factors) can be analyzed. Therefore, it is necessary to include technology as an explanatory variable in the model. They cannot be entered into the model due to lack of measurement and variability over time. Therefore, in order to examine the effect of the above on demand, it is necessary to enter the implicit trend into the demand model and model it properly. To solve this problem, the structural time series model proposed by Harvey (1989) considered a trend, cyclic and irregular component for each time series. In this study using underlying trend concept and creating a state - space model and kalman filter algorithms the wheat demand was estimated with emphasis on consumer preferences as a production input (derived demand) during 1982-2017. The data used in this study have been collected from the Central Bank as an annual time series. STAMP 8.3 software embedded in the OxMetrics 6.3 software package is used to estimate the model.

### Results and Discussion

The results of estimating the wheat demand function using the structural time series method and the concept of implicit trend show that the price and revenue elasticities of wheat demand with two intervals are -0.0270 and 0.2148, respectively. Firstly, it shows the low elasticity of wheat demand in the short run to changes in price and income, secondly, it shows that wheat is a necessary and strategic commodity, and thirdly, it shows that price and income with two intervals have a very low effect on import wheat. Economic factors such as price and income and substitute goods do not have much effect on wheat demand. So the necessity of this product may depend on invisible factors, such as consumer taste. One of the most important goals in estimating the wheat demand function by structural time series and space-mode modeling is to identify the nature of the demand trend as a substitute variable for technology or consumer preferences. The nature of the trend during the period under study is relative and secondly it is uneven and non-linear. The forecast results indicate that the demand for wheat is increasing.

### Conclusion

The results are non-smooth and Nonlinear trend (consumer preferences). Income and pricing elasticity of wheat derived demand was less than one and very small. So from one side Wheat was identified as An essential product with a high degree of urgent need and on the other hand price and income policies are not efficient enough to reduce consumption; So according to consumer preferences and the necessity of this product in the household basket, saving policy and consume right along with reducing waste it is suggested. Increasing efficiency in the conversion industry is one of the other ways to properly consume and reduce the ever-increasing demand for this product. The results of the prediction with respect to consumer preferences in the model showed an increasing trend in wheat demand. Therefore, policymakers on the one hand can reduce demand by making decisions and the other hand provide the wheat needed for the conversion industry.

## تحلیل عوامل مؤثر بر تقاضای مشتق شده‌ی گندم و پیش‌بینی آن با تأکید بر ترجیحات مصرف‌کننده

محمد رضا که‌نسال<sup>۱\*</sup>، بهاره زندی دره غریبی<sup>۲</sup>، میثم حداد<sup>۳</sup>

۱، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲، دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳، دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران و کارشناس آمار

کشوری، مرکز آمار ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۲۱ - تاریخ تصویب: ۰۰/۲/۸)

### چکیده

با توجه به افزایش روزافزون تقاضای گندم به‌عنوان نهاده تولید در کشورهای در حال توسعه و ضروری بودن این محصول در سبب خانوار، الگوسازی صحیح تابع تقاضای گندم و تعیین عوامل مؤثر برای برنامه‌ریزی و همچنین پیش‌بینی برای تأمین به‌موقع با هزینه‌های کم اقتصادی و اجتماعی، دارای اهمیت زیادی است. در این مطالعه با استفاده از مفهوم روند ضمنی و ایجاد یک مدل - فضا حالت، با به‌کارگیری الگوریتم کالمن فیلتر، تقاضای گندم با تأکید بر ترجیحات مصرف‌کننده به‌عنوان نهاده تولید (تقاضای مشتق شده) برای دوره زمانی ۱۳۶۱-۱۳۹۵ برآورد شد. نتایج حاکی از غیر هموار و غیرخطی بودن روند ضمنی (ترجیحات مصرف‌کننده) است. کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای مشتق شده گندم کمتر از یک به ترتیب ۰/۰۲۷۰- و ۰/۲۱۴۸ برآورد گردید؛ بنابراین از یک‌طرف گندم به‌عنوان یک محصول ضروری با درجه ضرورت بالا شناسایی شد و از طرف دیگر بنظر می‌رسد سیاست‌های قیمتی و درآمدی برای کاهش مصرف، کارایی لازم را ندارند؛ بنابراین با توجه به ترجیحات مصرف‌کننده و ضروری بودن این محصول در سبب خانوار، سیاست مصرف درست، پیشنهاد می‌شود. افزایش راندمان در صنایع تبدیلی از جمله راهکارهای مصرف درست و کاهش تقاضای روزافزون این محصول است. نتایج حاصل از پیش‌بینی (در سال ۱۴۰۱ مقدار پیش‌بینی شده ۲۴/۴۸ میلیون تن) با لحاظ ترجیحات مصرف‌کننده در الگو روند افزایش تقاضای گندم را نشان می‌دهد. از این‌رو مدیران و برنامه‌ریزان لازم است با اتخاذ تصمیماتی از یک‌طرف تقاضا را کاهش داده و از طرف دیگر گندم موردنیاز برای صنایع تبدیلی را تأمین کنند.

**واژه‌های کلیدی:** تقاضای مشتق شده، پیش‌بینی تقاضای گندم، ترجیحات مصرف‌کننده،

الگوریتم کالمن فیلتر، فضا - حالت

## مقدمه

جمعیت جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه رو به افزایش است. مطابق گزارش سازمان خواروبار جهانی، انتظار می‌رود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ میلادی، تقریباً ۷۵ درصد نسبت به جمعیت حاضر افزونتر شود. در برخی از کشورهای در حال توسعه، رشد جمعیت آنقدر سریع است که میزان نیاز به مواد غذایی در آینده به چهار تا پنج برابر میزان کنونی خواهد رسید (Yazdani et al, 2019).

رشد جمعیت کشورهای در حال توسعه، نیاز به غذا و تولیدات کشاورزی را افزایش داده است. و مسائلی از قبیل کاهش منابع آبی و هدر رفت مواد غذایی در فرآیند تولید و توزیع محصولات کشاورزی باعث خواهد شد که تولید مواد غذایی در کشور با چالش‌های مهمی مواجه باشد. بنابراین، تامین کالاهای اساسی و دستیابی به امنیت غذایی از جمله مهمترین ضروریات کشور همزمان با افزایش رشد جمعیت محسوب می‌شود. بررسی سرانه مصرف مواد غذایی در ایران نشان می‌دهد که در میان کالاهای اساسی، فرآورده‌های خانواده گندم بیشترین سهم را در تأمین امنیت غذایی افراد جامعه به خود اختصاص داده است؛ به نحوی که در حدود ۲۵ درصد مواد غذایی در الگوی تغذیه مردم ایران متشکل از محصولات مشتق شده از گندم است (Iran Ministry of Health and Medical Education, 2013).

گندم از لحاظ ارزش غذایی، ایجاد اشتغال و امنیت غذایی محصولی راهبردی (استراتژیک) است (Mahmood et al, 2019). بنابر آمار و اطلاعات وزارت جهاد گندم با حدود ۷۰ درصد رتبه اول سطح زیرکشت را در بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (Ministry of Jihad Keshavarzi, 2020). میزان تولید گندم در ایران از ۹/۴۵ میلیون تن در سال ۱۳۸۰ به حدود ۱۴ میلیون تن در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است. این روند رو به رشد، نمایانگر بهبود وضعیت تولید گندم در کشور است اما عواملی مانند رشد بالای جمعیت، الگوی نامتناسب مصرف نان به‌عنوان اصلی‌ترین شیوهی مصرف گندم، ضایعات تولید و مصرف و نیز افزایش تقاضا برای مصارف دامی، موجبات افزایش تقاضای این محصول را در کشور فراهم نموده است (Feiai et al, 2017).

امروزه گندم حیاتی‌ترین کالا در الگوی مصرفی خانوارهای جهان به شمار می‌آید و به‌عنوان ابزاری سیاستی در روابط بین‌الملل و حتی برای اعمال سلطه و فشار سیاسی بر کشورهای نیازمند جهان سوم به کار گرفته می‌شود (Hojabr Kiani and Haji Ahmadi, 2002). بنابراین با توجه به اهمیت نهاده‌ها در بخش کشاورزی، مدل‌سازی صحیح تقاضای گندم برای اتخاذ سیاست، مهم به نظر می‌رسد. در طی سال‌های اخیر از یکسو با افزایش سریع فناوری در صنایع تبدیلی و از سوی دیگر با افزایش جمعیت، تقاضا برای نهاده‌ی گندم به‌عنوان یک محصول استراتژیک افزایش داشته است (Doust Mohamadi & Ezadpanah, 2013). بطوری- که در سال ۱۳۹۸ مصرف سرانه‌ی گندم در کشور ۱۶۷ کیلوگرم در سال بوده است (Statistical Center of Iran, 2020).

محصول گندم دارای دو نوع تقاضا می‌باشد، یکی به دلیل مصرف مستقیم و دیگری به‌عنوان نهاده در تولید محصولات فرآوری شده و مصرف در صنایع تبدیلی است. به‌طور کلی تقاضای مستقیم گندم بسیار پایین است و بیشترین تقاضای این محصول برای تهیه نان و کاربردهای صنایع تبدیلی محصولات کشاورزی است. طبق گزارش سازمان خوار و بار کشاورزی بالغ بر ۸۰ درصد گندم مورد تقاضای ایران صرف تهیه نان می‌شود و خانواده‌های ایرانی به‌طور متوسط ۴۷ درصد از کالری روزانه خود را از مصرف تولیدات گندم و سایر فرآورده‌های آن تامین می‌نمایند (FAO, 2012). به عبارت دیگر تقاضا برای نان و صنایع تبدیلی باعث ایجاد تقاضا برای گندم می‌شود که به آن تقاضای مشتق شده گندم گویند. به این دلیل در پژوهش حاضر تقاضای مشتق شده مدنظر است.

لذا می‌توان دریافت که گندم یکی از مهمترین اقلام در سبد غذایی خانوارهای ایرانی به شمار می‌رود و تعیین عوامل مؤثر بر عرضه و تقاضا، جهت مدل‌سازی بدون تورش و دقیق‌تر تقاضای این نهاده راهبردی می‌تواند به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران در جهت پیش‌بینی رفتار آتی الگوهای عرضه و تقاضا یاری رساند (Hosseini and shahbazi, 2013).

(2002) در مطالعه‌ی ای با استفاده از روش معادلات به‌ظاهر نامرتب تکراری و روش زلنر نشان دادند تمامی کشش‌های حاصل از برآورد ضرایب برای هر دو نوع گندم آبی و دیم دارای علامتی مطابق با انتظارات نظری است. کشش‌های خودی تقاضای نهاده‌ها همگی گویای رابطه معکوس منفی میان قیمت و مقدار نهاده‌های تولید است. در مطالعه‌ی دیگر Sabouhi and Ahmadpour (2010) با کاربرد روش برنامه‌ریزی ریاضی و برآورد تابع-های تقاضای ۳۵ محصول عمده کشاورزی در قالب ۱۴ گروه کالایی نشان دادند مقدار تقاضای بیش‌تر گروه‌ها نسبت به تغییرات قیمت کم‌کشش است. Zulfiqar and Chishti (2010) در مطالعه‌ی نشان دادند عرضی داخلی گندم نسبت به قیمت باکشش و رابطه مثبت با اندازه‌ی به‌کارگیری مواد مغذی دارد. باینکه از لحاظ آماری قیمت اثر معنی‌داری بر طرف عرضه دارد، اثر معنی‌داری را بر طرف تقاضا نشان نداد. همچنین نتایج نشان داد اندازه‌ی جمعیت اثر آماری معنی‌داری بر تقاضای گندم دارد. (Hosseini and shahbazi 2013) با برآورد عرضه و تقاضای جمعی بخش کشاورزی با استفاده از الگوی ARIMAX نشان دادند تقاضای محصولات کشاورزی از نظر قیمتی در کوتاه‌مدت و بلندمدت کشش‌ناپذیر می‌باشند. این کشش برای کوتاه-مدت و بلندمدت به ترتیب  $-0/112$  و  $-0/162$  می‌باشد. نتایج حاصل به ضروری بودن محصولات کشاورزی تأکید دارد. (Alamri and Mark 2018) در مطالعه‌ی ای به مقایسه مدل‌های رایج، خطی، درجه دوم، کاب-داگلاس، ترانسلوگ، لگاریتمی، برای تخمین عرضه و تقاضا برای گندم عربستان سعودی پرداختند. Uuld and Magda (2019) در مطالعه‌ی ای با استفاده از مدل رگرسیون خطی مضاعف، به بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد کل تقاضای واردات گندم در مغولستان پرداخته‌اند.

تاکنون در همه‌ی مطالعات انجام‌شده در زمینه‌ی برآورد تابع تقاضای محصولات کشاورزی و تعیین عوامل مؤثر بر آن، ترجیحات مصرف‌کننده یا نادیده گرفته شده است یا به‌صورت خطی در نظر گرفته شده است؛ بنابراین در صورتی که این متغیر به‌درستی در توابع تقاضا و همچنین تولید مدل‌سازی نشود منجر به تورش و در نتیجه پیش‌بینی حاصل از این مدل‌ها را مخدوش

برای الگوسازی و برآورد تابع تقاضای گندم به‌عنوان نهاده در تولید فرآورده‌های کشاورزی متغیرهای اقتصادی مانند قیمت‌ها و درآمد تولید ناخالص داخلی، از اهمیت زیادی برخوردارند؛ اما در کنار این متغیرها، متغیرهای دیگری مانند فناوری و ترجیحات مصرف‌کنندگان وجود دارد که قابل‌مشاهده نیستند. مدل سری زمانی ساختاری<sup>۱</sup> این قابلیت را دارد که تحولات ساختاری و متغیرهای غیرقابل مشاهده را به‌صورت تصادفی وارد مدل تقاضا کند و روند ضمنی<sup>۲</sup> را برای برآورد صحیح تابع تقاضا به ما ارائه دهد. زمانی که مدل به‌طور صحیح برآورد شود، خطای پیش‌بینی کمتر می‌شود و تصمیم‌گیری برای مدیران و برنامه‌ریزان دقیق‌تر صورت می‌گیرد (Haddad and Amadeh, 2017).

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در بخش کشاورزی در مورد برآورد تابع تقاضای نهاده‌ها انجام گرفته است؛ اما به‌ندرت مطالعاتی می‌توان یافت که با تأکید بر ترجیحات مصرف‌کننده و در نتیجه تورش پایین باشد.

مطالعات بسیاری به برآورد تابع تقاضای محصولات کشاورزی به‌عنوان نهاده در تولید محصولات دیگر پرداخته‌اند. از جمله موهنتی و پیترسون (۱۹۹۹)، تابع تقاضای گندم را برای دو گروه ایالات‌متحده و اتحادیه‌ی اروپا با استفاده از مدل سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل (AIDS) پویا برآورد نمودند. نتایج نشان داد که کشش قیمتی تقاضای گندم وارداتی از کانادا به ایالات‌متحده بیش‌تر از کشش قیمتی تقاضا برای گندم تولیدشده در ایالات‌متحده است؛ اما در بازار اتحادیه‌ی اروپا وضعیت چنین نبود. (Rezaee and Torkamani 2000) برآورد توابع تقاضای نهاده‌های تولید و عرضه‌ی گندم در کشاورزی ایران، به این نتیجه رسیدند که کشش‌های خودی تقاضا گویای رابطه‌ی معکوس میان قیمت و مقدار نهاده‌ی تولید است، همچنین مقادیر کشش‌های متقاطع تقاضا، بر قدرت مکملی ضعیف میان نهاده‌ها بستگی دارد. (Hojabr Kiani and Haji Ahmadi

1. Structural Time Series Model.

2. Underlying Trend

لذا این مطالعه بدنبال پاسخ به این سوال است که ترجیحات مصرف کننده چه تاثیری بر تابع تقاضای گندم دارد؟

### روش تحقیق

تقاضای گندم در بخش کشاورزی به صورت یک تقاضای مشتق شده و به عنوان ماده اولیه (نهاده) در تقاضا برای نان و صنایع غذایی ناشی می شود. برای استخراج تابع تقاضای گندم ابتدا یک تابع تولید در بخش کشاورزی معرفی شده و تابع هزینه همزاد با آن تعیین می شود؛ سپس با مشتق گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت گندم، تابع تقاضای گندم بدست می آید. تابع تولید نان و سایر صنایع غذایی که از گندم استفاده می کنند به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

$$Y = f(x) \quad (1)$$

نهاده های تولید به چند دسته، دسته بندی می شود. با توجه به هدف تحقیق که برآورد تقاضای گندم است، نهاده های تولیدی نان یا ماده اولیه صنایع غذایی در دو گروه گندم و جو در صنایع غذایی در نظر گرفته می شود:

$$Y = f(x_w, x_g) \quad (2)$$

که در آن  $Y$  میزان تولید نان،  $X_w$  نهاده های گندم و  $X_g$  نهاده های جو در صنایع غذایی است. با حداقل کردن هزینه تولید در سطح مشخصی از  $Y$  تابع تقاضای نهاده گندم به صورت زیر استخراج می شود:

$$x_w = x_w(Y, P_w) \quad (3)$$

که در آن  $P_w$  قیمت نسبی نهاده گندم و  $Y$  درآمد (تولید ناخالص داخلی) است.

با توجه به تابع تقاضای مشتق شده و روش تحقیق که در بالا به آن اشاره شد، در این تحقیق تابع تقاضای گندم جهت تولید نان و به عنوان نهاده در صنایع غذایی به صورت لگاریتمی و طبق معادله ی زیر پیشنهاد می شود:

$$LW = c + \beta_1 LP_w + \beta_2 LP_g + \beta_3 LY + \varepsilon_t \quad (4)$$

که در آن  $c$  به عنوان عرض از مبدأ مدل،  $LW$  لگاریتم کل مصرف گندم،  $LP_w$  لگاریتم قیمت گندم،  $LP_g$  لگاریتم قیمت جو،  $LY$  لگاریتم درآمد ناخالص ملی و  $\varepsilon_t$  جزء اخلال است.

می کند. مطالعاتی نیز از روش سری زمانی و روند ضمنی برای برآورد توابع تقاضا استفاده کرده اند از جمله (Chitnis (2005) در برآورد کشش قیمتی تقاضای بنزین، (Keshavarz Haddad and Mirbagherijam (2007) بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی، (Shakeri et al (2010) در برآورد تابع تقاضای بنزین و نفت گاز در بخش حمل و نقل، Sa'ad (2009) در برآورد تابع تقاضای برق در بخش خانگی کره جنوبی، Dilaver and Hunt (2010) در برآورد تابع تقاضای برق در بخش صنعت ترکیه (Emami Meibodi et al (2010) در برآورد تابع تقاضای داخلی گاز طبیعی، (Amadeh et al (2013) در برآورد تابع تقاضای نفت گاز در بخش کشاورزی ایران با رویکرد سری زمانی ساختاری، (Amadeh et al (2014) در برآورد مدل ساختاری تقاضای برق در بخش کشاورزی با استفاده از مفهوم روند ضمنی و الگوریتم کالمن فیلتر، (Sadeghi et al (2015) در الگوبندی و پیش بینی تقاضای آب شهر اصفهان با روند ضمنی و سری زمانی، (Haddad and Sadeghi Saghdal (2016) در آشنایی با مفهوم روند ضمنی و به کارگیری آن در مدل سازی تابع تولید کشاورزی با توجه به نهاده های آب، (Haddad and Amadeh (2017) در مدل سازی منحنی زیست محیطی کوزنتس در بخش حمل و نقل ایران با سری های زمانی ساختاری به برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش های مختلف پرداختند.

بر این اساس وجه تمایز این مطالعه نسبت به سایر مطالعات تجربی، در زمینه برآورد تابع تقاضای گندم به عنوان نهاده در تولید در بخش کشاورزی، شامل استخراج تابع تقاضای مشتق شده<sup>۱</sup> گندم از طریق مشتق گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت نهاده های گندم (تابع تقاضای شرطی نهاده)، وارد کردن نقش روند ضمنی به عنوان متغیر غیرقابل مشاهده (بیان کننده ی ترجیحات مصرف کننده) و تصریح آن به صورت یک فرآیند تصادفی، استفاده از تکنیک متناسب با مدل تصریح شده (سری زمانی ساختاری) و محاسبه ی روند ضمنی تقاضای گندم می باشد.

1. Derived Demand

2. Conditional Factor demand Function.

عدم مدل‌سازی صحیح آن‌ها می‌تواند منجر به وجود تورش در برآورد شود (Amadeh et al, 2014). روش سری زمانی ساختاری در برآورد جزء روند بین این عوامل با عوامل اقتصادی تفاوت قائل می‌شود. مدل موردبررسی در این تحقیق، مدل

رگرسیون مرکب از یک سری زمانی ساختاری است که به جزء غیرقابل مشاهده در طول زمان اجازه می‌دهد تا به‌طور تصادفی تغییر کند. در حالت کلی مدل سری زمانی ساختاری به‌صورت زیر ارائه می‌شود.

$$Q_t = \mu_t + Z_t'\delta + \varepsilon_t \quad (5)$$

که در آن  $Q_t$  متغیر وابسته،  $\mu_t$  جزء روند،  $Z_t$  بردار متغیرهای توضیحی،  $\delta$  پارامترهای نامعلوم و  $\varepsilon_t$  جزء تصادفی مدل و مشابه همان باقیمانده‌ها در رگرسیون مرسوم است و فرض می‌شود که توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت است  $NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$ . فرض می‌شود جزء روند دارای فرآیند تصادفی به‌صورت زیر باشد:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad (6)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t$$

که در آن  $\eta_t$  و  $\xi_t$  دارای توزیع نرمال  $NID(0, \sigma_\eta^2)$  و  $\xi_t \sim NID(0, \sigma_\xi^2)$  هستند.

معادلات فوق به ترتیب بیان‌کننده سطح و شیب روند می‌باشند. فرآیند فوق را به این صورت می‌توان توصیف کرد که روند در یک دوره برابر است با روند در یک دوره قبل، به‌علاوه جزء رشد و برخی عوامل غیرقابل پیش‌بینی است، که جزء رشد همان شیب می‌باشد که در طول زمان متغیر است. واریانس‌های  $\sigma_\varepsilon^2$  و  $\sigma_\eta^2$  ابرپارامترها نامیده می‌شوند که نقش بسیاری در ماهیت روند دارند. بسته به اینکه در فرآیند مذکور ابرپارامترها صفر باشند یا نه و همچنین دارای شیب و سطح باشند یا نه، مدل‌های رگرسیونی متفاوتی شکل خواهد گرفت.

#### 1- Hyper parameters

۲- اگر شیب و سطح روند هر دو تصادفی باشند مدل روند نسبی (Local Trend Model)، اگر فاقد شیب اما سطح روند تصادفی مدل سطح نسبی (Local Level Model)، در صورتی که شیب ثابت و سطح تصادفی مدل سطح نسبی یا انتقال (Local Level Model with Drift) و در صورتی که شیب روند تصادفی و سطح ثابت مدل روند هموار (Smooth Trend Model) خواهد بود (هاروی و همکاران، ۱۹۹۲).

یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در توابع تقاضا، متغیر پیشرفت فناوری است. این متغیر نه تنها از نظر فنی مورد توجه است، بلکه از جنبه‌های دیگر نظیر ترجیحات، عوامل غیراقتصادی (جمعیت، عوامل جغرافیایی و اجتماعی) می‌تواند مورد تحلیل قرار می‌گیرد (Amadeh et al, 2013).

تغییر در کارایی از طریق توسعه تکنولوژی و بهبود طرف عرضه اقتصاد، از عوامل مهم تعیین‌کننده‌ی روند (ترجیحات مصرف‌کننده به‌عنوان جایگزینی برای روند) می‌باشد (Shakeri et al, 2010). به‌طور کلی تکنولوژی به دو نوع تقسیم می‌شود. نوعی از آن در ماشین‌آلات (تکنولوژی متبلور) و نوع دیگر در مردم، ساختارهای سازمانی و الگوهای رفتاری (تکنولوژی غیر متبلور) است. هر یک از این دو نوع تکنولوژی می‌تواند درون‌زا و برون‌زا باشند. بخش برون‌زا به‌طور مستقل در طی زمان انجام می‌گیرد ولی بخش درون‌زا ممکن است با نرخ ثابتی انجام نگیرد. لذا همیشه خطی بودن آن صحیح نیست و باید به‌درستی محاسبه شود. با توجه به مطالب گفته‌شده ارجح است که متغیرهای توضیح‌دهنده تکنولوژی (چه متبلور و چه غیر متبلور) در مدل لحاظ شوند، اما به دلیل عدم اندازه‌گیری و متغیر بودن در طی زمان نمی‌توان آن‌ها را وارد مدل کرد. لذا برای این که بتوان اثر موارد فوق را بر تقاضا بررسی کرد باید روند ضمنی را وارد مدل تقاضا کرد.

و آن را به‌درستی مدل‌سازی کرد. مدل سری زمانی ساختاری توسط Harvey (1989)، جهت مدل‌سازی تقاضا با توجه به روند ضمنی برای هر سری زمانی برای هر سری زمانی یک جزء روند، سیکلی<sup>۲</sup> و نامنظم<sup>۳</sup> در نظر گرفتند. در کنار عوامل اقتصادی نظیر درآمد و قیمت گندم، قیمت جو به‌عنوان یک کالای مکمل، عوامل دیگری مانند تغییر در ترجیحات مصرف‌کنندگان و ساختار اقتصادی، کارایی تکنیکی و یا عوامل غیراقتصادی که قابل مشاهده نیستند می‌توانند اثر قوی و زیادی بر تقاضای گندم داشته باشند که ممکن است آثار مذکور در طول زمان دارای روند معینی نباشند و

1. Trend
2. Cyclical
3. Irregular

حداکثر راستنمایی مقید کمتر از حالت غیر مقید است لذا نسبت کسر کوچکتر از یک خواهد شد. حال اگر قید بار سنگینی بر دوش داده‌ها باشد (قید معتبر باشد) در این صورت نسبت فوق به سمت یک متمایل می‌شود و اگر قید معتبر نباشد به سمت صفر متمایل خواهد شد (شاکری و همکاران، ۱۳۸۹).

$$LR = \frac{\text{Log likelihood}(\hat{\theta}_R)}{\text{Log likelihood}(\hat{\theta}_{UR})} \approx \chi^2(k) \quad (9)$$

با توجه به مفهوم روند ضمنی که در بالا به آن اشاره شد، مدل پیشنهادی (رابطه ۴) با استفاده از مفهوم روند ضمنی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$LC = \mu_t + \beta_1 LP_w + \beta_2 LP_g + \beta_3 LY + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t$$

$$\eta_t \sim NID(0, \sigma_\eta^2), \xi_t \sim NID(0, \sigma_\xi^2)$$

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه بصورت سری زمانی سالیانه طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۵-۱۳۶۱ از بانک مرکزی جمع‌آوری گردیده است. برای برآورد مدل از نرم‌افزار STAMP 8.3 که در بسته نرم‌افزار OxMetrics 6.3 تعبیه شده است، استفاده می‌شود.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون مانایی دیکی فولر تعمیم‌یافته<sup>۸</sup> (ADF) متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تمامی متغیرها در تفاضل مرتبه اول، هم با عرض از مبدأ و هم با عرض از مبدأ و روند در سطح معنی‌داری یک درصد مانا هستند. قیمت گندم و درآمد در سطح معناداری ۵ درصد و با عرض از مبدأ و روند در سطح و بدون تفاضل مرتبه اول مانا هستند. به عبارت دیگر همه متغیرهای مدل هم جمع از درجه‌ی یک هستند.

با توجه به آماره نسبت راستنمایی مناسب‌ترین حالت برای ابرپارامترها، حالت تصادفی بودن سطح و

همان‌طور که اشاره شد به دلیل وجود جزء غیرقابل مشاهده در این مدل، لذا مدل مذکور با روش حداقل مربعات معمولی قابل برآورد نخواهد بود. با این وجود، چنان چه معادله (۵) همراه معادلات (۶) در شکل فضا - حالت در حالت دو معادله به صورت مجزا، یکی معادله انتقال<sup>۱</sup> و دیگری معادله اندازه‌گیری<sup>۲</sup> تنظیم شوند، در این صورت الگوریتم کالمن فیلتر<sup>۳</sup> می‌تواند یک دسته معادلات بازگشتی تولید کند که پارامترهای نامعلوم (ابر پارامترها و سایر پارامترها) از طریق روش حداکثر راستنمایی<sup>۴</sup> برآورد شوند (چیت نیس، ۱۳۸۴).

حال با داشتن مقادیر این پارامترها، برآوردهای مناسب از اجزاء سطح و شیب روند، توسط کالمن فیلتر ارائه می‌شود. در شکل فضا - حالت، پارامترهای غیرقابل مشاهده مانند روند به عنوان متغیرهای وضعیت<sup>۵</sup> تلقی می‌شوند. معادله انتقال به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\alpha_t^* = \begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \\ \delta_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ \beta_{t-1} \\ \delta_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ \xi_t \\ 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

که در آن  $\alpha_t^*$  بردار وضعیت است. معادله اندازه‌گیری به صورت زیر می‌باشد:

$$Q_t = (1 \ 0 \ Z_t') \alpha_t^* + \varepsilon_t \quad (8)$$

معادله اندازه‌گیری با معادله رابطه (۵) مطابقت دارد. کاربرد معادله فوق در این است که بردار وضعیت غیرقابل مشاهده را به ارزش‌های عددی قابل مشاهده  $Q_t$  مرتبط کند. جهت انتخاب مناسب‌ترین حالت از طریق آماره نسبت راستنمایی (LR)، فرضیه تصادفی بودن هر دو جزء روند در مقابل حداقل ثابت بودن یکی از آن‌ها آزمون می‌شود<sup>۶</sup> (شاکری و همکاران، ۱۳۸۹).

آماره نسبت راستنمایی از طریق رابطه (۹) بدست می‌آید. که در آن صورت کسر مقدار حداکثر راستنمایی حاصل از برآورد تابع تقاضایی است که در آن قید لحاظ شده است و مخرج آن مقدار حداکثر راستنمایی در حالت غیرمقید است. با توجه به اینکه معمولاً مقدار

1 - Transaction  
2 - Measurment  
3 - Kalman filter  
4 -Maximum Likelihood.  
5 - State  
6 -Likelihood ratio

<sup>۸</sup> Augmented Dickey-Fuller test statistic.

<sup>۷</sup> - جهت مطالعه بیشتر به چیت نیس (۱۳۸۴) رجوع شود.



معنی‌دار بوده و هم با الگو سازگاری داشت. علت شکست ایجاد شده در سطح می‌تواند این باشد که در این سال تولید و ذخیره محصول گندم به دلیل خشکسالی‌های پیاپی در سال‌های اخیر کاهش یافته و همچنین با توجه به وضعیت جنگ و تحریم‌های ایران در دوران جنگ، واردات گندم با کاهش روبرو شده است. از آنجایی که علامت این ضریب منفی است، نشان‌دهنده‌ی کاهش سطح مصرف گندم در این سال است. متغیرها در مدل به صورت لگاریتمی وارد شده‌اند بنابراین ضرایب برآورد شده نشان‌دهنده کشش‌ها هستند. کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای گندم با دو وقفه به ترتیب  $0/0270-$  و  $0/2148+$  به دست آمده است. اولاً کم‌کشش بودن تقاضای گندم در کوتاه‌مدت را به تغییرات قیمت و درآمد نشان می‌دهد، ثانیاً نشان می‌دهد که گندم یک کالای ضروری و استراتژیک است و ثالثاً نشان می‌دهد قیمت و درآمد با دو وقفه اثر خود را با ضریب اهمیت خیلی پایین بر تقاضای گندم وارد می‌کنند. علت وقفه‌های وارد شده در مدل این است که به دلیل ضروری بودن محصول گندم و نبود جانشین کامل برای این محصول، مصرف‌کننده تغییرات درآمدی و قیمتی را در دو دوره انداخته تا بتواند جایگزین (ناقص) برای گندم پیدا کند و با ضریب کم انجام می‌دهد. به عبارت دیگر در کوتاه‌مدت با افزایش ده درصد قیمت گندم، تقاضای گندم دو سال آینده  $0/270+$  درصد کاهش می‌یابد و با افزایش ده درصد درآمد ناخالص ملی تقاضای گندم در دو سال آینده  $2/148+$  درصد افزایش می‌یابد. در کوتاه‌مدت کشش متقاطع قیمتی  $0/216+$  محاسبه شده که نشان می‌دهد با افزایش ده درصد در قیمت جو، مصرف گندم  $0/216+$  درصد افزایش می‌یابد. همان‌طور که مشاهده شد، عوامل اقتصادی مانند قیمت و درآمد و کالای جانشین بر تقاضای گندم تأثیر زیادی ندارد. پس ضروری بودن این کالا ممکن است به عوامل غیرقابل مشاهده، همچون سلیقه مصرف‌کننده بستگی داشته باشد.

برای اطمینان از داشتن ویژگی‌هایی چون نرمال بودن باقیمانده‌ها، عدم واریانس ناهمسانی و عدم خودهمبستگی از آزمون‌های تشخیصی باقیمانده‌ها و آزمون باقیمانده‌های کمکی استفاده کردیم. نتایج حاصل

ثابت بودن شیب روند تشخیص داده شد. به عبارت دیگر ماهیت روند در تابع تقاضای گندم به‌عنوان یک نهاده‌ی تولید، از نوع مدل روند نسبی می‌باشد. نتایج حاصل از برآورد تابع تقاضای گندم در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج حاصل از برآورد تابع تقاضای گندم با استفاده از روش سری زمانی ساختاری و مفهوم روند ضمنی

مقدار آماره t	RMSE	ضرایب برآورد شده	متغیرهای توضیحی
۵/۱۸۰۵ (۰/۰۰۰)	۰/۰۱۸۲	۰/۰۹۴۲	Outlier 1370(1)
-۳/۹۵۳۲ (۰/۰۰۰)	۰/۰۳۱۵	-۰/۱۲۴۶	Level break 1364(1)
-۲/۹۰۱۹ (۰/۰۰۷)	۰/۰۰۹۳	-۰/۰۲۷۰	LP <sub>w</sub> (-2)
۴/۷۲۴۴ (۰/۰۰۰)	۰/۰۴۵۴	۰/۲۱۴۸	LY(-2)
۲/۱۱۶۱ (۰/۰۴۴)	۰/۰۱۰۲	۰/۰۲۱۶	LP <sub>g</sub>
تحلیل بردار حالت در ۱۳۹۵			
(۰/۰۰۴)	Slope=(۰/۰۰۰)	-۸/۹۳۶۱Level=	
		۰/۰۴۹۴	
		$R^2=$	
		$n=33$	
		$1/9DW=$	
		$0/73$	
		$0/0006p.e.v^2=$	
ابزارهای مدل روند نسبی			
۰/۰۰۰۱۶	جزء نامنظم	شیب -۰۰۶ $4/855.e$	سطح ۰/۰۰۰۱۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد همه متغیرها در سطح ۵ درصد معنی‌دار هستند. نرم‌افزار به‌طور خودکار سال-هایی که شکست (هم شکست در سطح هم شکست در شیب) اتفاق افتاده است را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۷۱ یک عدد پرت در داده‌ها موجود بوده است که نرم‌افزار با استفاده از تقریب آن را هموار می‌سازد. علت انتخاب شکست در سطح ۱۳۶۴، در بین شکست‌های معرفی شده توسط نرم‌افزار، این است که هم از لحاظ آماری

4Prediction Error Variance.

از انجام آزمون‌های تشخیصی باقیمانده‌ها و آزمون باقیمانده‌های کمکی در جدول (۳)، آورده شده است.

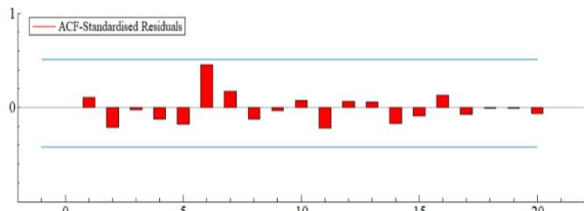
جدول (۳) نتایج آزمون‌های تشخیصی باقیمانده‌ها و آزمون باقیمانده‌های کمکی مدل STSM

آزمون‌های تشخیصی باقیمانده‌ها			
$6/981Q(6,4) =$	$0/4455r(6) =$	$0/0857r(1) =$	$1/5212H(8) =$
آزمون باقیمانده‌های کمکی			
Bowman-Shenton	Kurtosis	Skewness	Std.error
$0/4306 [1/6857]$	$0/1957 [1/678]$	$0/9327 [0/0071]$	$0/8645$
$0/8479 [0/3300]$	$0/7256 [0/1234]$	$0/6493 [0/2068]$	$0/9825$
$0/4271 [1/7010]$	$0/6137 [0/2548]$	$0/5357 [1/4466]$	$0/9229$
$0/7931 [0/4637]$	$0/5282 [0/3978]$	$0/7974 [0/0658]$	$0/8535$

اعداد داخل کروشه احتمال را نشان می‌دهند.

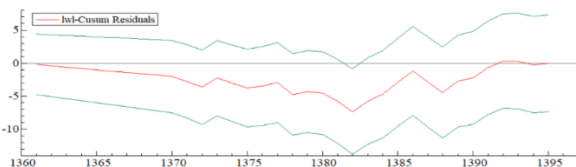
مأخذ: یافته‌های تحقیق

تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهند. همچنین آزمون‌های تشخیص باقیمانده‌ها نشان می‌دهند هیچ‌گونه واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی در باقیمانده‌ها وجود نداشته و از هیچ الگوی سیستماتیک تبعیت نمی‌کند. نمودار (۱) تابع خودهمبستگی باقیمانده‌های حاصل از برآورد مدل را نشان می‌دهد که تأییدی بر این موضوع است.



نمودار ۱- تابع خودهمبستگی باقیمانده‌های مدل

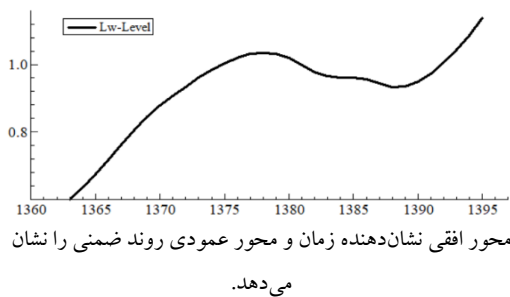
در آزمون پایداری ضرایب مدل (CUSUM) فرضیه صفر، ثبات پارامترها را مورد آزمون قرار می‌دهد. فاصله اطمینان در این آزمون دو خط مستقیم است که سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد. چنانچه آماره آزمون در بین این دو خط قرار گیرد فرضیه صفر پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت رد می‌شود. نمودار (۲) نشان می‌دهد آماره‌های آزمون در داخل محدوده سطح اطمینان ۹۵ درصد قرار داشته که نشان‌دهنده ثبات ضرایب می‌باشد.



با توجه به جدول (۳)، آماره باون - شنتون<sup>۱</sup> که ترکیبی از ضریب کشیدگی<sup>۲</sup> و چولگی<sup>۳</sup> می‌باشد و به طور تقریبی دارای توزیع  $\chi^2$  با درجه آزادی دو است؛ بنابراین نشانه‌ای از غیر نرمال بودن باقیمانده‌ها در مدل وجود ندارد. با توجه به آماره  $H(8) = 1/5212$  نشان‌دهنده عدم واریانس ناهمسانی در اجزای اخلاص است و دارای توزیع  $F(8,8)$  می‌باشد.  $r(1)$  و  $r(6)$  به ترتیب ضرایب خودهمبستگی سریالی وقفه‌های اول و ششم هستند که به طور تقریبی دارای توزیع  $N(0.1/T)$  می‌باشد.  $Q(6,4)$ ، آماره باکس الجانگ<sup>۴</sup> است که بر پایه خودهمبستگی اولین  $n$  باقیمانده با توزیع  $\chi^2(4)$  است. فرضیه صفر در این آزمون مبتنی بر عدم وجود همبستگی سریالی است. چون مقدار محاسبه‌شده از مقادیر جدول در سطح معنی‌داری ۵ درصد کمتر است پس فرضیه صفر مبتنی بر عدم وجود همبستگی پذیرفته می‌شود. آزمون‌های تشخیصی نشان می‌دهند که هیچ‌گونه خودهمبستگی و خودهمبستگی سریالی در باقیمانده‌ها وجود ندارد. به عبارت دیگر اجزاء باقیمانده از هیچ نوع الگوی سیستماتیکی تبعیت نمی‌کند و دارای روند کاملاً تصادفی است.

بررسی آزمون‌های خوبی برازش مدل نشان می‌دهد که متغیرهای توضیحی واردشده در مدل ۷۳ درصد از

- 1 - Bowman - shenton
- 2 - Kurtosis
- 3 - Skewness
- 4 - Box - Ljung



نمودار ۳- تأثیر روند ضمنی (ترجیحات) بر تقاضای گندم طی دوره‌ی ۱۳۶۱-۱۳۹۵

با توجه به نمودار (۳)، روند ضمنی تقاضای گندم را در طی دوره‌ی زمانی ۱۳۶۱-۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از این است که اولاً ماهیت روند به‌صورت نسبی بوده و ثانیاً به‌صورت غیر هموار و غیرخطی است، به‌طوری‌که در بین سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۷۸ دارای اثرات افزایشی بوده و سپس روند تا سال ۱۳۸۹ کاهش و سپس افزایشی بوده است. پس چنانچه روند به شکل صحیح مدل‌سازی نشود با توجه به عدم لحاظ اثرات انتقالی تابع تقاضای گندم پارامترهای برآورد شده تورش دار خواهد بود که با لحاظ روند ضمنی به‌عنوان ترجیحات مصرف‌کننده از این خطا اجتناب شده است.

در ادامه به‌منظور پیش‌بینی برون نمونه‌ای تقاضای مشتق شده‌ی گندم، ابتدا پیش‌بینی درون نمونه‌ای انجام شده است و سپس آزمون‌های خوبی پیش‌بینی بررسی شده است. بعد از اطمینان از پایین بودن خطای پیش‌بینی، پیش‌بینی برون نمونه‌ای انجام شد. جدول (۵) مقادیر پیش‌بینی شده‌ی درون نمونه‌ای تقاضای گندم را نشان می‌دهد.

1 - Out of sample  
2 - In sample

جدول ۵- مقادیر پیش‌بینی شده‌ی درون نمونه‌ای تقاضای مشتق شده‌ی گندم به روش STSM

	آزمون‌های پیش‌بینی		۱۳۹۵		۱۳۹۴		۱۳۹۳		۱۳۹۲		
	MAPE	MAE	RMSE	پیش‌بینی شده	حقیقی	پیش‌بینی شده	حقیقی	پیش‌بینی شده	حقیقی	پیش‌بینی شده	
	۰/۲	۰/۰۴	۰/۰۴۲	۱۹/۹۹	۱۸/۸	۱۸/۷۱	۱۸	۱۸/۱	۱۷/۵	۱۷/۴۳	۱۷

واحد: میلیون تن

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی تقاضای گندم از سال ۱۳۹۶ تا سال ۱۴۰۱ پرداخته شد. جدول (۶) مقادیر پیش‌بینی شده‌ی تقاضای گندم تا سال ۱۴۰۱ را نشان می‌دهد.

نمودار ۲- آزمون پایداری ضرایب (CUSUM) برای تابع تقاضای مشتق شده‌ی گندم

با توجه به آزمون مانایی متغیرهای مدل، چون متغیرهای مدل همگی در تفاضل مرتبه اول مانا شدند، بنابراین لازم است آزمون مانایی باقیمانده‌های حاصل از برآورد انجام شود و رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل بررسی شود. جدول (۴) نتایج آزمون مانایی باقیمانده‌های حاصل از برآورد را نشان می‌دهد.

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون مانایی باقیمانده‌ها در روش STSM

ADF	مقادیر بحرانی مک کینون		
	%1	%5	%10
۴/۳۴۶۸	۳/۷۳۷۸	۲/۹۹۱۸	۲/۶۳۵۵
-	-	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۴)، آزمون ریشه واحد باقیمانده‌های حاصل از رگرسیون برآورد شده نشان می‌دهد که باقیمانده‌ها پایا هستند، از این رو رابطه بلندمدت بین متغیرها برقرار می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین اهداف در برآورد تابع تقاضای گندم به روش سری زمانی ساختاری و مدل‌سازی به شیوه فضا - حالت، تشخیص ماهیت روند تقاضا است که به‌عنوان یک متغیر جانشین برای تکنولوژی یا ترجیحات مصرف‌کننده، می‌باشد. نمودار (۳)، تأثیر روند ضمنی بر تقاضای گندم طی دوره‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد.

با توجه به جدول (۵)، مقادیر پیش‌بینی شده بسیار نزدیک به مقادیر حقیقی هستند. با توجه به کم بودن خطای پیش‌بینی در سه آزمون انجام شده و اطمینان از نزدیک بودن مقادیر پیش‌بینی شده به مقادیر واقعی به

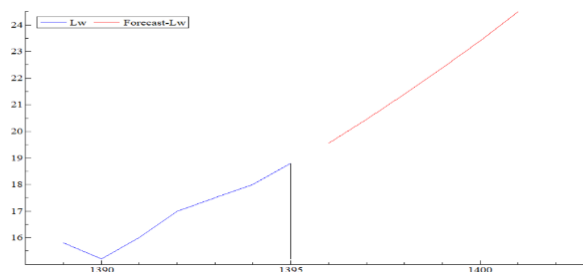
جدول ۶- مقادیر پیش‌بینی شده تقاضای گندم در بخش کشاورزی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵

سال	مقدار پیش‌بینی شده	حداکثر مقدار پیش‌بینی شده	حداقل مقدار پیش‌بینی شده	سال	مقدار پیش‌بینی شده	حداکثر مقدار پیش‌بینی شده	حداقل مقدار پیش‌بینی شده
۱۳۹۶	۱۹/۵۵۵۶	۲۰/۱۳۲۵	۱۸/۹۹۵۲	۱۳۹۹	۲۲/۳۷۹۲	۲۴/۵۹۲۶	۲۰/۳۶۵۱
۱۳۹۷	۲۰/۴۵۴۸	۲۱/۴۴۲۵	۱۹/۵۱۲۶	۱۴۰۰	۲۳/۴۰۸۳	۲۶/۴۳۹۰	۲۰/۷۲۵۰
۱۳۹۸	۲۱/۳۹۵۴	۲۲/۹۳۰۴	۱۹/۹۶۳۵	۱۴۰۱	۲۴/۴۸۴۷	۲۸/۴۸۵۴	۲۱/۰۴۵۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

واحد: میلیون تن

با توجه به جدول (۶)، تقاضای گندم با روندی صعودی رو به افزایش است. روند افزایش تقاضای گندم طی دوره‌ی ۱۳۹۶-۱۴۰۱ در نمودار (۴) نشان داده شده است.



نمودار ۴- روند پیش‌بینی لگاریتم تقاضای گندم در بخش کشاورزی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق با استفاده از داده‌های سالانه طی دوره‌ی ۱۳۶۱-۱۳۹۵ به الگوسازی و پیش‌بینی تقاضای گندم به‌عنوان یک نهاده در تولید پرداخته شد. با استفاده از مفهوم روند ضمنی (به‌عنوان جانشینی برای ترجیحات مصرف‌کننده) و بکارگیری الگوریتم کالمن فیلتر به برآورد تابع تقاضای مشتق شده گندم با استفاده از متغیرهای قیمت گندم، تولید ناخالص داخلی و قیمت جو به‌عنوان محصول جانشین گندم در صنایع تبدیلی پرداخته شد. با استفاده از آماره نسبت راستنمایی مناسب‌ترین مدل، مدل روند نسبی تشخیص داده شد.

کاهش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای مشتق شده‌ی گندم کمتر از واحد به دست آمدند و نشان می‌دهند که گندم برای مردم ایران و صنایع تبدیلی یک کالای ضروری است؛ بنابراین اتخاذ سیاست‌های قیمتی و درآمدی برای کاهش تقاضای گندم در این ایران کارایی لازم را ندارد؛ در این راستا استفاده از سیاست‌های افزایش راندمان در صنایع تبدیلی و همچنین سیاست-

های جایگزین گندم در سبد مصرفی خانوارهای ایرانی لازم بنظر می‌رسد. به‌عنوان مثال با ترویج الگوی غذایی مبتنی بر گیاهخواری یا سبزی خواری، تقاضا برای گندم را کاهش داد. از طرفی به دلیل استراتژیک بودن این محصول و اهمیت بسیار زیاد در سبد مصرفی در ایران، به‌طور که هر ایرانی در سال حدود ۱۶۵/۲ کیلوگرم مصرف می‌کنند، باید تقاضای آن را طوری تأمین و مدیریت کرد تا منجر به هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی نشود.

همانطور که در مقدمه به آن اشاره شد، تاکنون در مطالعات انجام‌شده در زمینه‌ی برآورد تابع تقاضای محصولات کشاورزی و تعیین عوامل مؤثر بر آن، ترجیحات مصرف‌کننده یا نادیده گرفته شده است یا بصورت خطی در نظر گرفته شده است، بنابراین در این مطالعه ترجیحات مصرف‌کننده با وارد کردن متغیر روند ضمنی در توابع تقاضا مدل‌سازی شد که نشان داد نتایج پیش‌بینی حاصل از این مدل دارای تورش کمتری است.

ماهیت روند به‌صورت ناهموار و غیرخطی است به‌طوری‌که تا سال ۱۳۷۸ افزایشی سپس کاهشی و از سال ۱۳۸۹ به بعد دوباره افزایشی است. از عوامل مهم کاهشی بودن ترجیحات بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹، ثبات نسبی اقتصادی در کشور است که منجر به افزایش وضع اقتصادی مردم شده و بر ترجیحات آن‌ها تأثیرگذار است. چون روند ضمنی در توابع تقاضا نشان‌دهنده‌ی ترجیحات و سلیق مصرف‌کننده است، بنابراین مدل‌سازی با در نظر گرفتن این روند منجر به تصریح درست است. لذا پیش‌بینی‌ها تا حد زیادی به واقعیت نزدیک شده و به تصمیم‌گیری اطمینان می‌دهد.

بعد از انجام آزمون‌های مقایسه‌ی عملکرد و کسب اطمینان از پایین بودن خطای پیش‌بینی، به پیش‌بینی

افزایش واردات و به طبع آن افزایش هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی ناشی از واردات جلوگیری شده و امنیت غذایی کشور حفظ شود. مثلاً با افزایش راندمان دستگاه-های صنایع غذایی و ایجاد ترکیب مناسب این محصول با محصولات دیگر می‌توان از یک‌طرف گندم موردنیاز کشور را تأمین کرد و از طرفی با اتخاذ سیاست‌های صحیح تقاضا را کاهش داد.

تقاضای گندم از سال ۱۳۹۶ تا سال ۱۴۰۱ پرداخته شد. با توجه به مقدار پیش‌بینی شده برای سال ۱۴۰۱، تقاضای گندم در سال ۱۴۰۱ در حالت معمول نسبت به مقدار تقاضای گندم در سال ۱۳۹۵ بیش از ۳۰ درصد و در حالت حداکثر تقاضا بیش از ۵۱ درصد افزایش می‌یابد؛ بنابراین مدیران و برنامه ریزان در بخش کشاورزی کشور با توجه به افزایش تقاضای گندم لازم است به تصمیم‌گیری برای آینده بپردازند تا با کاهش تولید و

## REFERENCES

1. Alamri, Y. and Mark, T. (2018). Functions of Wheat Supply and Demand in Saudi Arabia, *Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 4(2), 461-468
2. Amadeh, H., Mehregan, N., Haghani, H. and Haddad, M. (2013). Estimation of Gas oil Demand Function in Iraninan Agriculture Sector Using Structural Time Series Approach, *Economics Research*, 13(51), 53-80.
3. Amadeh, H., Mehregan, N., Haghani, H. and Haddad, M. (2014). Estimation of Electricity demand structural model in the agricultural sector using Underlying Trend concept and Kalman filter algorithm, *Quarterly Energy Economics Review*, 10(42): 109-134.
4. Balali\_, H. and Mohammadi, M. (2019). Investigating the economic behavior of wheat farmers in Kermanshah to reduce the negative environmental impacts of chemical fertilizers (Application of Contingent Valuation Method), *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(4): 643-657.
5. Chitnis, M. (2005). Estimation of price elasticity of gasoline demand using structural time series model and implicit trend concept, *The Economic Research*, 5(3): 1-16.
6. Doust Mohamadi, M. M., Ezadpanah, Z. (2013). Investigating variations in virtual water volume, production rate, yield, for increasing efficiency of agricultural water use in rainfed and irrigated wheat. (eds). Proceedings of First National Behran Water Conference, Islamic Azad university, Khorasgan Isfahan.
7. Dilaver, Zafer and Hunt, Lester C (2010), Industrial Electricity Demand for Turkey: A Structural Time Series Analysis, *Energy Economics*, 33, 426-436.
8. Emami Meibodi, A., Mohammadi, T. and Soltanololamii, S.M.H. (2010). An Estimation of Natural Gas Domestic Demand Function by Using Kalman Filter Method (A Case Study of Residential Gas Demand Function in Tehran), *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 7(3): 23-41.
9. Feiai, A., Mosavi, S.H. and Khalilian, S. (2017). Evaluating the impacts of removing government protection policies in the Iranian wheat market using market equilibrium approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 48(2), 241-256.
10. Haddad, M. and Sadeghi Saghdal, H. (2016). Understanding underlying trend and using it in Modeling of agricultural production function with respect to the water input, *Journal of Water and Sustainable Development*, 2(2): 15-26.
11. Haddad, M. and Amadeh, H. (2017). Modeling Environmental Kuznets Curve in the transport sector in Iran Using Structural Time Series, *Transportation Technology*, 11(26), 57-73.
12. Hosseini, S.S. and Shahbazi, H. (2013). Estimation of Iran's Agricultural Aggregate Demand and Supply: 1959-2007, *Agricultural Economics and Development*, 27(1): 16-24.
13. Hojabr Kiani, K. and Haji Ahmadi, N. (2002). Estimation of Demand Functions of Inputs for Production and Supply of Irrigated and Dryland Wheat in Iranian Agriculture, *Agricultural Economics and Development*, 10(39): 49-70.
14. Harvey, A. C. (1989), *Forecasting, Structural Time Series Models and The Kalman Filter*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
15. Harvey, A. C. and Koopman, S. J. (1992). Diagnostic Checking of Unobserved Components Time Series Models, *Journal of Business and Economic Statistics*, 10: 377-389.
16. Heckelei, T. and Britz, W. (1999) Maximum Entropy Specification of PMP in CAPRI. Capri working paper 99-08. *Institute for Agricultural Policy*, University of Bonn. 22 p. Available in website: <http://a16.agp.uni-bonn.de:80/agpo>.
17. Ho, S. L. Xie, M. Goh, T. N (2002), A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series prediction. *Computers and Industrial Engineering*, 371-375.

18. Iran Ministry of Health and Medical Education. (2013). Good food basket for Iranian society. Qom. Andishe Mandegar Press.
19. Keshavarz Haddad, G.H.R. and Mirbagherijam, M. (2007). Estimation of Residential and Commercial Demand for Natural Gas in Iran Using the Structural Time Series Model. *Iranian Journal of Economic research*, 9(32), 137-160.
20. Mahmood, N., Arshad, M., Kächele, H., Ma, H., Ullah, A., & Müller, K. (2019). Wheat yield response to input and socioeconomic factors under changing climate: Evidence from rainfed environments of Pakistan. *Science of the Total Environment*, 688, 1275-1285
21. Ministry of Jihad Keshavarzi. (2020) Office of Statistics and Information Technology, Volume One: Crop Products - Agricultural Statistics, Tehran, Iran.
22. Rezaee, B. and Torkamani, J. (2000). Estimation of production input demand functions and wheat supply in Iranian agriculture, *Agricultural Economics and Development*, 8(31): 87-113.
23. Statistics Center of Iran (2020). Results of Household Income and Income Survey 2011-2019.
24. Sa'ad, Suleiman (2009), Electricity Demand for South Korean Residential Sector, *Energy Policy*, 37, 5469-5474.
25. Sadeghi, H., Akhondali, A., Haddad, M. and Golabi, M. (2015). Modeling and Forecasting of Water Demand in Isfahan Using Underlying Trend Concept and Time Series, *Journal of Water and Soil*, 29(2): 251-262.
26. Sabouhi, M and Ahmadpour M. (2012). Estimation of iran agricultural products demand functions using mathematical programming (Application of maximum entropy method), *Agricultural Economics*, 6(1), 71-91.
27. Shakeri, A., Mohammadi, T., jahangard, A. and Mosavi, M.H. (2010). Estimation of gasoline demand modeling in Iran's transportation sector, *Quarterly Energy Economics Review*, 7(25): 1-31.
28. Uuld, U. and Magda, R. (2019). Import demand analysis for wheat in Mongolia, *Economics & working capital*, 124-138.
29. Yazdani, S., Hasanaki, M. and Norouzi, H. (2019). Investigating The Effects of Guaranteed Prices and Production Costs on The Cultivated Area of Agricultural Strategic Crops, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(2): 19-28.
30. Zulfiqar, M. and Chishti, A. F. (2010). Development of Supply and Demand Functions of Pakistan's Wheat Crop. *The Lahore Journal of Economics*, 15(1): 91- 102.<http://www.fao.org/home/en/>.