Agricultural Economics and Development
Vol.31, No.122, Summer 2023

Research Paper

Estimation of Supply and Demand Function of Agricultural Products in Hirmand Catchment of Iran

N. Ali-Ahmadi [1], E. Moradi [2], S.M. Hosseini [3], A. Sardar-Shahraki [4]

Received: 1 April, 2022 Accepted: 24 September, 2022

I**ntroduction**: The agricultural sector plays a key role in the economic planning of any country and is of prime importance to its economic and social development. One of the goals of this sector is to achieve a sustainable production growth as well as a productivity growth. The most pressing need of people is the availability of food community, the sole provider of which is the agricultural sector. Shortages or fluctuations in crop prices have been one of the major problems in Iran's economy, causing discontent for most people in the community, which is challenging the authorities, including officials' concerns about the stability of agricultural commodity prices in the market. In this study, factors affecting supply and demand of agricultural products in Hirmand catchment in Sistan region of Iran were investigated. Given the importance of supply and demand of agricultural products in this region, identifying the factors influencing the supply of products is necessary to implement effective policies in line with government decisions to expand the supply of agricultural products. Thus, the factors and variables affecting the supply and demand of agricultural products in the region can influence the factors and variables affecting the supply and demand functions of agricultural products.

1. PhD Graduate in Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
2. Corresponding Author and Associate Professor, Department of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran (eb_moradi@eco.usb.ac.ir).
3. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

DOI: 10.30490/AEAD.2023.358228.1428

Materials and Methods

Simultaneous Equations System: In this model, an endogenous variable is a function of another endogenous variable, which also requires the introduction of another equation. Accordingly, instead of a multi-equation equation (system of equations), these conditions violate the Ordinary Least Squares (OLS) assumption. A simultaneous equation system is used when there are several dependent variables that are interdependent, so a system of equations or multiple equations is defined.

Results and Discussion: According to the study results, the variables entered in the agricultural supply model of Sistan region in Hirmand catchment explained the variation of dependent variable by 0.97 percent and the statistical value is 1.62. There was a positive and negative correlation while all the coefficients of the variables were significant at the one percent level; in addition, the crop and garden area coefficients, agricultural labor force, agricultural capital, water demand, and stable crop prices were estimated 1.20, 3.41, 0.95, 9.15, 0.0004, and 3.36, respectively. Based on the estimated results, the demand function of agricultural products was statistically significant. Demand for agricultural products is a function of crop prices, agricultural income and population, which the coefficient of crop price demand function was estimated negative (-30.84) while those of population and income of the agricultural sector were found to be positive (1.339 and 5.55, respectively).

Conclusion: Analysis of model estimation results showed that there was a significantly positive relation between supply and demand of agricultural products, indicating that the agricultural supply is a function of crop and garden cultivation area, labor force, capital, water demand and agricultural price. The greatest impacts were on the variables of capital, cultivation area and agricultural price on the agricultural supply. Therefore, increasing any of these variables may cause changes in the supply of products.

Keywords: *Supply, Demand, Sistan Region, 3SLS Estimator.*

JEL Classification: F10, F11, Q11, Q17, Q19

اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۱، شماره ۱۲۲، تابستان ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

تخمین تابع عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی حوضهٔ آبریز هیرمند*

ندا علی‌احمدی[۱]، ابراهیم مرادی[۲]، سیدمهدی حسینی[۳]، علی سردارشهرکی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۲

چکیده

برآورد عرضه و تقاضای بخش کشاورزی و شناخت عوامل مؤثر بر آن می‌تواند موجب کارآتر شدن سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در این بخش شود. هدف اصلی مطالعه حاضر شناسایی سیاست‌های مورد نیار برای تعادل عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی منطقه سیستان بود؛ و بدین منظور، متغیرهای تأثیرگذار بر عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی سیستان در حوضه آبریز هیرمند طی دوره زمانی ۹۷-۱۳۷۹ با استفاده از نظام معادلات هم‌زمان به روش حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای بررسی شدند. یافته‌های تحقیق نشان داد که در بخش کشاورزی، عواملی چون سطح زیر کشت زراعی و باغی، نیروی کار، سرمایه، تقاضای آب و نیز قیمت محصولات کشاورزی اثر مثبت و معنی‌دار بر عرضه محصولات کشاورزی داشته‌اند؛ همچنین، اثر عوامل

---

* مقالهٔ حاضر برگرفته از رسالهٔ دکتری ندا علی‌احمدی با همین عنوان است.

۱- دانش‌آموختهٔ دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

۲- نویسندهٔ مسئول و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
(eb-moradi@eco.usb.ac.ir)

۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

٤- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

DOI: 10.30490/AEAD.2023.358228.1428

جمعیت و درآمد حاصل از بخش کشاورزی بر تقاضای محصولات کشاورزی مثبت و معنی‌دار و اثر قیمت محصولات کشاورزی بر تقاضای محصولات کشاورزی منفی و معنی‌دار بوده است.

کلیدواژه‌ها: *عرضه، تقاضا، منطقهٔ سیستان، برآوردگر 3SLS*

طبقه‌بندی JEL : F10, F11, Q11, Q17, Q19

مقدمه

بخش کشاورزی نقش اساسی در برنامه‌ریزی اقتصادی هر کشور دارد و به‌عنوان محور اصلی توسعه اقتصادی و اجتماعی آن کشور دارای اهمیت است. از جمله اهداف این بخش رسیدن به رشد پایدار و مداوم تولید و افزایش بهره‌وری است (3Pileforushha et al., 201). ضروری‌ترین نیاز جامعه مواد غذایی است و بخش کشاورزی تنها تأمین‌کننده آن به‌شمار می‌رود. کمبود و یا نوسان قیمت محصولات یکی از مشکلات اساسی اقتصاد هر کشور است، که موجب نارضایتی اکثر مردم جامعه می‌شود و این خود سبب به چالش کشیدن مسئولان خواهد شد و از جمله نگرانی‌های مسئولان موضوع ثبات قیمت محصولات کشاورزی در بازار است. از این‌رو، اثرگذاری تغییرات قیمت محصولات در تقاضای محصولات کشاورزی همواره از مسائل مهم برای تنظیم بازار محصولات کشاورزی بوده است (Sabouhi Sabouni and Ahmadpour Borazjani, 2013). از سوی دیگر، با افزایش نرخ جمعیت، تقاضا برای مواد غذایی در آینده افزایش می‌یابد (Ziaei and Sabouhi Sabouni, 2009; Raei Jadidi and Sabouhi Sabouni, 2011; Crist et al., 2017). شناخت روابط میان عرضه و تقاضای محصولات مختلف یک بخش یا زیربخش و همچنین، عوامل اثرگذار بر آن سبب کارآتر شدن تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در آن بخش یا زیربخش می‌شود. از آنجا که عرضه و تقاضای محصولات از شاخصه‌های اساسی بازار است، با شناسایی و بررسی رابطه‌های میان عرضه و تقاضا، می‌توان به مطالعهٔ بازار محصولات یک بخش یا زیربخش پرداخت. تعیین عوامل اثرگذار بر عرضه و تقاضای محصولات به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در راستای پیش‌بینی رفتار آینده مدل‌های عرضه و تقاضا کمک می‌کند (Zhou and Staatz, 2016).

دریاچه و رودخانه فصلی هامون و ذخایر چاه‌نیمه در دشت سیستان از اهمیت ویژه برخوردار است و حوزه هامون هیرمند، با وسعت ۳۴ هزار و ۲۷۳ کیلومتر مربع، ۷۴/۵ درصد سطح حوزه آبریز در استان را تشکیل می‌دهد. همچنین، رودخانه هیرمند و چاه‌نیمه‌ها منبع اصلی تأمین آب دشت سیستان و در واقع، شاهرگ اصلی و حیاتی منطقه سیستان است که از کوه‌های هندوکش و ارتفاعات بابایغما

در چهل کیلومتری غرب کابل در افغآن استان سرچشمه می‌گیرد و پس از طی مسافت ۱۰۵۰ کیلومتر، وارد خاک ایران می‌شود. این رودخانه در مرز جریان دارد و پس از انشعاب شاخه‌های شیردل و نیاتک از آن، وارد خاک افغآن استان می‌شود؛ شاخه دیگر در ناحیه جنوب شرقی خاک سیستان، پس از انشعاب از طریق سد کوهک در جهت شرقی غربی، به‌طور مستقیم، وارد خاک این منطقه می‌شود و در محل سد زهک، دو شاخه اصلی در همان جهت ادامه مسیر می‌دهد. چاه‌نیمه‌ها سه حفره یا سه گودال طبیعی در کنار رودخانه هیرمند است. این مخازن در جنوب شرقی سیستان در حاشیه مرز ایران و افغآن استان در فاصله تقریبی چهار کیلومتر در ساحل چپ دلتای هیرمند قرار گرفته‌اند. از مخازن طبیعی چاه‌نیمه برای ذخیره بخشی از آب مازاد رودخانه هیرمند و مصرف آن در فصول کم‌آبی و خشک استفاده می‌شود. تراز حداکثر دریاچه ۴۹۲ متر و ظرفیت کل این مخازن ۶۶۰ میلیون متر مکعب است. افزون بر این، ظرفیت مفید و قابل بهره‌برداری این مخازن، در صورت خروج آب از آن به‌طور ثقلی، ۳۴۰ میلیون مترمکعب است. این مخازن، در حال حاضر، آب شرب کل منطقه سیستان و شهر زاهدان را نیز تأمین می‌کند (6Ataei Kia et al., 201).

منطقه سیستان در سال ۱۳۹۷ با ۸۸۴۳۵/۸ هکتار سطح زیر کشت محصولات زراعی و ۲۷۲۳/۸۵ هکتار سطح زیر کشت محصولات باغی، تولید ۷۷۶۶۷۱/۴ تن محصولات زراعی و ۲۵۹۸۱/۰۵ تن محصولات باغی را به خود اختصاص داده است. محصولات عمده باغی این منطقه شامل انگور، خرما و زیتون و محصولات زراعی آن شامل گندم، جو، زیره، صیفی‌جات، یونجه و ذرت علوفه‌ای و نیز محصولات گلخانه‌ای است. همچنین، منطقهٔ سیستان در زمینه افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی از قابلیت‌های ویژه برای سرمایه‌گذاری برخوردار است (AJSB, 2019).

بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی در کشورهاست. همچنین، از آنجا که تولید بخش کشاورزی با امنیت غذایی رابطه نزدیک دارد، آگاهی و شناخت بخش کشاورزی از نظر عرضه و تقاضای محصولات و عوامل اثرگذار بر آن به کارآتر شدن برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌ها در این بخش می‌انجامد (Davis et al., 2016). بخش کشاورزی، به‌دلیل خصوصیات ویژهٔ آن همچون تأثیرپذیری از شرایط محیطی، دارای تفاوت‌های عمده با دیگر بخش‌های اقتصادی است. شرایط محیطی در سطح تولید و درآمد حاصل از فعالیت‌های تولیدی در بخش کشاورزی نقش اساسی دارد، که اثرات اجتماعی و اقتصادی زیادی در جامعه ایجاد می‌کند (Ghorashi Abhari and Borimnejad, 2005; Papaioannou, 1971 ;

Sultan, 2020). در پی، پاره‌ای از پژوهش‌های پیشین در زمینهٔ برآورد متغیرهای تأثیرگذار بـر عرضـه و تقاضای محصولات کشاورزی با بهره‌گیری از روش نظام معادلات هم‌زمان[1] یادآوری و تشریح می‌شود.

عطرکار روشن و هاشمی (6Atrkar Roshan and Hashemi, 201) به بررسی تأثیر باز بـودن تجارت بر فقر در ایران با رویکرد نظام معادلات هم‌زمان در سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۲ پرداختند؛ نتـایج پـژوهش حاکی از تأثیرگذاری باز بودن تجارت بر افزایش رشد اقتصـادی و بـه‌صـورت غیرمسـتقیم، از طریـق رشـد اقتصادی، تأثیرگذاری بر فقر و همچنین، رابطه مستقیم تولید حقیقی با شاخص نابرابری بوده، به‌گونه‌ای کـه نابرابری با رشد اقتصادی افزایش یافته است. مداح و رئوفی (Maddah and Raoufi, 2018)، بـا اسـتفاده از رویکرد نظام معادلات هم‌زمان، به بررسی اثرات مستقیم و غیرمسـتقیم مخـارج دولـت بـر انتشـار آلودگی پرداختند؛ نتایج پژوهش در دو رویکرد ایستا و پویا حاکی از آن بوده که اندازه دولت تنها دارای اثر مستقیم معنی‌دار بر آلودگی سرانه است و همچنین، میان اندازه دولت و سـرانه انتشـار آلـودگی، در رویکرد ایستا، با ضریب کشش ۰/۰۸، رابطه مثبت و معنی‌دار و در رویکـرد پویـا، بـا ضـریب کشـش ۰/۱۶۳–، رابطه منفی و معنی‌دار وجود دارد. اسدی و همکاران (7Asady et al., 201)، با بهره‌گیری از رویکرد نظام معادلات هم‌زمان، به بررسی ارتباط متقابل مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب حوزه منا (کشورهای عمده تولیدکننده نفت در منطقه خاورمیانـه و شـمال آفریقـا) پرداختند؛ یافته‌های پژوهش نشان‌دهندهٔ تأثیر متقابل مخـارج بهداشـتی دولـت و رشـد اقتصـادی بـر یکدیگر در کشورهای مورد مطالعه بوده است. عبدالهی و همکـاران (1Abdollahi et al., 201) بـه بررسی تأثیر شوک‌ها یا همان تکانه‌های عرضه و تقاضا بر رشـد بخـش کشـاورزی پرداختنـد؛ نتـایج پژوهش حاکی از مثبت و معنی‌دار بودن هر دو اثر مربـوط بـه تکانـهٔ عرضـه و تکانـهٔ تقاضـا بـوده و همچنین، تأثیر تکانه‌های عرضه بیش از تکانه‌های تقاضـا ارزیـابی شـده اسـت. الصـالح و همکـاران (Alsaleh et al., 2017) به برآورد تابع عرضه و تقاضای گندم در عربستان سعودی پرداختند؛ بر پایهٔ یافته‌های این پژوهش، در مدل کاب– داگلاس، قیمت گندم اثر مثبت بر عرضه و تقاضای آن داشـته و ضریب کشش عرضه برای قیمت گندم بی‌کشش بوده است؛ افزون بر این، نتایج پژوهش نیز نشـان می‌دهد که در مدل‌های عرضه و تقاضا، تمام ضرایب کشش قیمت بی‌کشش بوده و بی‌کشـش بـودن درآمد باعث شده اسـت کـه تقاضـای مصـرف گنـدم چنـدان تغییـر نکنـد. گـل‌محمـدی و حَسـینی (Golmohammadi and Hosseini, 2019) به بررسی ظرفیت، قیمت‌گـذاری و تولیـد در شـرایط عدم قطعیت عرضه و تقاضا با کاربرد در کشاورزی پرداختند؛ یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد کـه

1. simultaneous equations system

سیاست یک‌طرفه تولید، قیمت‌گذاری و برنامه‌ریزی ظرفیت در این شرایط نیز بهینه است و باید به اعمال همین الگو در بخش کشاورزی پرداخت و با استفاده از داده‌های صنعت بادام کالیفرنیا، نمونه‌های عددی ارائه داد. فان و همکاران (Fan et al., 2019)، با استفاده از تحلیل معادلات هم‌زمان، به بررسی پایداری شهرنشینی در تایوان طی سال‌های ۲۰۱۵– ۲۰۰۲ در ارتباط با مؤلفه‌های آب، انرژی و غذا پرداختند؛ نتایج برآورد مدل حاکی از آن است که منطقه روستایی پایدارتر از منطقه شهری بوده و پایداری برای هر دو منطقه مورد بررسی به میزان قابل توجهی در تأمین آب و تقاضای آنهاست و همچنین، مشخص شد که تولید مواد غذایی تأثیر کمتری در توسعه پایدار منطقه شهری دارد. جی‌بتنکوم و خان (Gbetnkom and Khan, 2002) به بررسی عوامل تعیین‌کننده صادرات محصولات کشاورزی در کامرون پرداختند؛ یکی از نتایج این پژوهش عبارت است از حساسیت حاشیه‌ای محصولات به تغییرات نسبی قیمت، بدین معنی که مشوق‌های قیمت برای تولید صادرات مطلوب کالاهای کشاورزی در کامرون کافی نیست؛ و دیگر آنکه حساسیت قابل توجه محصولات مورد نظر به اعتبار برای صادرکنندگان، بهبود شبکه‌های جاده‌ای و اعمال سیاست‌های خاص در چارچوب ابزار ساپ (SAP)[1] نشان می‌دهد که باید تلاش برای افزایش عرضه صادرات محصولات کشاورزی در کامرون روی این متغیرها تمرکز یابد.

با توجه به نتایج مروری بر مطالعات پیشین، به‌صورت عمده، پژوهش‌ها در ارتباط با صادرات و واردات محصولی خاص صورت گرفته و مطالعات کمتری در زمینهٔ عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی در منطقه یا شهرستان انجام شده است. از این‌رو، با توجه به اهمیت کشاورزی در حوضه آبریز هیرمند در منطقه سیستان، برآورد عرضه و تقاضای بخش کشاورزی و شناخت عوامل مؤثر بر آن می‌تواند به کارآمد شدن سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در این بخش بینجامد. هدف اصلی مطالعه حاضر شناسایی سیاست‌های لازم برای تعادل عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی منطقه سیستان بوده و بنابراین، محصولات عمده منطقه سیستان در قالب توابع عرضه و تقاضا بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری پژوهش شامل کشاورزان منطقه سیستان در حوضه آبریز هیرمند برای دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۷ بوده و اطلاعات مورد نیاز از سازمان جهاد کشاورزی و اداره آب منطقه‌ای

۱- ساپ (SAP) ابزاری قدرتمند است که ساخت رابط های هوشمند و ساده را امکان‌پذیر می‌سازد.

استان سیستان و بلوچستان گردآوری شده است. برای انجام آزمون‌های ایستایی[1] و هم‌انباشتگی و نیز برآورد مدل معادلات هم‌زمان به روش 3SLS، از نرم‌افزار Eviews 10 استفاده شده است.

نظام معادلات هم‌زمان

در این مدل، یک متغیر درون‌زا تابعی از متغیر درون‌زا ی دیگر است که خود نیز به معرفی معادله دیگری نیاز دارد. بر این اساس، به‌جای یک معادله، چند معادله (نظام معادلات) وجود دارد که این شرایط سبب نقض فروض حداقل مربعات معمولی (OLS) می‌شود. نظام معادلات هم‌زمان زمانی به‌کار می‌رود که چند متغیر وابسته با وابستگی‌های متقابل میان آنها وجود داشته باشند؛ و از این‌رو، یک نظام معادلات یا چند معادله برای آنها تعریف می‌شود.

فرض کنید که برای نمونه، ارتباط میان Y_1 و Y_2 به‌صورت روابط زیر باشد:

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \beta_1 X_t + \gamma_1 Y_{2t} + U_{1t} \quad (۱)$$

$$Y_{2t} = \alpha_1 + \beta_2 X_t + \gamma_2 Y_{1t} + U_{2t} \quad (۲)$$

که در این روابط، دو معادله با دو متغیر وابسته (Y_1 و Y_2) و یک متغیر توضیحی (X) وجود دارد؛ و رابطه بین Y_1 و Y_2 دوطرفه است. یکی از خصوصیات معادلات یادشده این است که Y_1 و Y_2، گذشته از اینکه متغیر وابسته‌اند، در هر کدام از معادلات، متغیر توضیحی (مستقل) نیز به‌شمار می‌روند. به دیگر سخن، Y_1 و Y_2، به‌ترتیب، تابعی از U_1 و U_2 و در واقع، متغیرهای تصادفی هستند که در نقش متغیر توضیحی ظاهر شده‌اند. از طرف دیگر، در معادله یا رابطه (۱)، Y_2 تابعی از U_2 است. در نظام معادلات هم‌زمان، در گونه‌ای که از سیستم یا همان نظام استفاده نشود، فرض غیرتصادفی بودن X_tها نقض می‌شود. بر اساس معادله دوم، Y_2 تابعی از Y_1 است که Y_1 هم تابعی از U_1 است. اگر U_1 از طریق Y_1 سبب تغییر Y_2 شود، آنگاه برآوردگرهای OLS بدون تورش نخواهد بود. در روابط بالا، Y_1 و Y_2 متغیرهای درون‌زا و X متغیر برون‌زاست. از آنجا که به‌کارگیری روش OLS در مدل معادلات هم‌زمان سبب برآوردهای تورش‌دار و ناسازگار می‌شود، از

1. stationarity

روش‌های برآورد حداقل مجذورات یا مربعات سه‌مرحله‌ای[1] و برآورد حداقل مجذورات یا مربعات دومرحله‌ای[2] استفاده می‌شود. روش حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای (3SLS) نسبت به روش حداقل مربعات دومرحله‌ای (2SLS) مناسب‌تر است، زیرا روش برآورد حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای (3SLS) روشی است که معادلات ساختاری یک الگوی هم‌زمان را به‌صورت هم‌زمان و یکجا در نظر می‌گیرد و سپس، برآورد می‌کند. دو مرحله اول این روش شبیه به روش برآورد حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) است و در مرحله سوم، ماتریس واریانس کوواریانس جملات خطا نیز در محاسبه دخالت داده می‌شود.

برای بررسی مسئله تشخیص‌پذیری برآورد نظام معادلات هم‌زمان، باید دو شرط تشخیص‌پذیری لازم (درجه‌ای[3]) و کافی (رتبه‌ای[4]) وجود داشته باشد. قابلیت تشخیص معادله بدین معنی است که آیا امکان برآورد ضرایب ساختاری با استفاده از ضرایب فرم خلاصه‌شده وجود دارد یا خیر؟ در گونه‌ای که این امکان وجود داشته باشد، یک معادله در نظام معادلات هم‌زمان مشخص است؛ و در غیر این صورت، معادله یادشده نامشخص یا کمتر از حد مشخص است. در واقع، یک معادله یا دقیقاً مشخص است یا بیش از حد مشخص است. اگر معادله دقیقا مشخص باشد، امکان برآورد ضرایب ساختاری وجود دارد و یک پاسخ منحصربه‌فرد وجود دارد؛ ولی اگر معادله بیش از حد مشخص باشد، امکان محاسبه ضرایب ساختاری وجود دارد، اما بیش از یک پاسخ برای آنها به‌دست می‌آید (Tahmasebi Khourneh et al., 2018).

برای شرط درجه‌ای، باید مقادیر $m-1$ و $K-k$ که در آن، m و k، به‌ترتیب، تعداد متغیرهای درون‌زا و تعداد متغیرهای برون‌زا هستند، بررسی شود. اگر $m-1$ بزرگ‌تر از $K-k$ باشد ($K-k \prec m-1$)، معادله کمتر از حد مشخص است و همچنین، اگر این دو با یکدیگر برابر باشند ($K-k=m-1$)، معادله دقیقاً مشخص و نیز چنانچه $m-1$ کوچک‌تر از $K-k$ باشد ($K-k \succ m-1$)، معادله بیش از حد مشخص است (Atrkar Roshan and Hashemi, 6201).

در مطالعات گذشته مرتبط با معادلات هم‌زمان، از روش‌های ترتیبی و مرتبه‌ای برای شناسایی نظام معادلات هم‌زمان استفاده شده است. این دو روش از روش‌های سنتی و اولیه شناسایی در نظام معادلات هم‌زمان محسوب می‌شوند. اما در مطالعات جدید اقتصادسنجی،

1. three-Stage Least Squares (3SLS)
2. two-Stage Least Squares (2SLS)
3. order condition of identifiability
4. rank condition of identifiability

آزمون‌هایی جدید برای شناسایی و سنجش اعتبار نظام معادلات هم‌زمان ارائه شده است. جدیدترین آزمون‌های شناسایی نظام معادلات هم‌زمان شامل دو گروه آزمون‌های شناسایی معادلات و آزمون‌های شناسایی و بررسی اعتبار متغیرهای ابزاری است. آزمون‌های شناسایی نظام معادلات عبارت‌اند از آزمون انگریست و پیچکه[1]، آزمون شناسایی کلیبرگن و پاپ[2] و آزمون کرگ- دونالد[3]. آزمون‌های بررسی اعتبار متغیرهای ابزاری مورد استفاده در نظام معادلات برای برآوردهای دومرحله‌ای (2SLS) و سه‌مرحله‌ای (3SLS) نیز عبارت‌اند از آزمون اندرسون- روبین[4]، آزمون استاک و رایت[5] و آزمون هانسن[6] (Aghaei and Rezagholizadeh, 2015).

ایستایی و آزمون ریشه واحد

در مدل‌سازی اقتصادی سری زمانی، باید ایستایی متغیرهای سری زمانی بررسی شود. در تجزیه‌وتحلیل‌ها، یکی از انواع داده‌های آماری داه‌های سری زمانی است. از سال ۱۹۹۰، بررسی‌هایی حاکی از این واقعیت انجام شده که فرض ایستایی (یعنی، ثابت و مستقل از زمان بودن میانگین و واریانس متغیرها در طول زمان) در مورد اکثر متغیرهای سری زمانی اقتصاد کلان اشتباه است و بسیاری از این متغیرها ناایستا و به زمان وابسته‌اند. پژوهش‌ها نشان داده است که در غیر این صورت (یعنی، ایستایی متغیرها در سری زمانی)، به‌کارگیری آماره‌های t و F گمراه‌کننده است و نتایج حاصل از برآورد رگرسیون جعلی و هیچ اعتباری ندارد. از این‌رو، بررسی مانا و نامانایی متغیرها ضروری است (5Rezaei and Mehrara, 201).

آزمون‌های ریشه واحد[7] رایج شامل آزمون‌های دیکی- فولر تعمیم‌یافته (۱۹۷۹) و فیلیپس- پرون (۱۹۸۸)، در زمان وجود شکست ساختاری، نتایج نادرست به‌دست می‌دهند. از آنجا که در طول دوره تحقیق، شاهد ظهور خشکسالی در منطقه بوده‌ایم، امکان شکست ساختاری در سری زمانی مورد بررسی شدت می‌گیرد. از این‌رو، از آزمون ریشه واحد با لحاظ شکست ساختاری به‌منظور بررسی ایستایی متغیرهای مدل استفاده شده است.

1. Angrist and Pischke (AP)
2. Kleibergen-Paap,2006
3. Cragg-Donald
4. Anderson-Rubin
5. Stock-Wright
6. Hansen
7. unit root tests

آزمون زیوت- اندریوز، در حقیقت، شکل تعمیم‌یافتهٔ آزمون پرون (۱۹۸۹) است که به‌منظور یافتن متغیر درون‌زا ی تاریخ تغییر در ساختار به‌کار می‌رود. در این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد است، به‌گونه‌ای که هیچ شکست ساختاری وارد مدل نشده است؛ و بر اساس فرضیه یک، سری زمانی دارای روندی مانا با یک شکست ساختاری است که در زمان نامشخص اتفاق افتاده است (Samadi and Pahlavi, 2010).

رابطه میان عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی رابطه‌ای پیچیده و ناهمگن بوده و رویکرد تک‌معادله‌ای رایج ممکن است مشکلات و کاستی‌هایی داشته باشد. از این‌رو، با هدف در نظر گرفتن فرآیندهای پویای تعاملی میان عوامل مختلف اثرگذار بر عرضه و تقاضای کشاورزی، از رویکرد نظام معادلات هم‌زمان و روش برآوردگر حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای (3SLS) برای برآورد مدل استفاده شده است.

پس از مشخص شدن درجه انباشتگی متغیرها، روابط بلندمدت بین آنها با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی بررسی شد. در پژوهش حاضر، برای تشخیص ارتباط هم‌انباشتگی بین متغیرهای الگو و استخراج بردارهای هم‌انباشتگی، روش حداکثر درست‌نمایی[1] استفاده شده است. این روش توسط جوهانسن (Johansen, 1988) و جوهانسن و جوسیلیوس (Johansen and Juselius, 1990) ارائه شده است (6Motahari et al., 201). روش جوهانسن- جوسیلیوس مبتنی بر الگوی خودتوضیح برداری[2] به‌کار می‌رود. علت به‌کارگیری این روش به‌جای دیگر آزمون‌های هم‌انباشتگی این است که این آزمون وجود بیش از یک بردار هم‌انباشتگی میان متغیرها را مد نظر قرار می‌دهد و هنگام به‌کارگیری این روش، برآوردگرها از کارآیی مجانبی برخوردارند (5Sadeghi and Jalilpour, 201). بر این اساس، حداکثر $n-1$ بردار هم‌انباشتگی میان n متغیر وجود دارد. دو آماره اثر[3] ($\lambda Trace$) و حداکثر مقدار ویژه[4] (λMax) برای شناسایی تعداد بردارهای هم‌انباشتگی بین متغیرها بیان شده و مقادیر بحرانی مربوط بدین آماره‌ها از سوی جوهانسن و جوسیلیوس (Johansen and Juselius, 1990) مطرح شده است (6Motahari et al., 201).

1. Maximum Likelihood (ML)
2. Vector Auto Regressive (VAR)
3. trace
4. Maximum Eigen Value (MAV)

تابع عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی

در این بخش، برای برآورد توابع عرضه و تقاضای بخش کشاورزی، لازم است از فرم معادلات همزمان استفاده شود و معادلات عرضه و تقاضا به‌صورت همزمان برآورد شوند، زیرا عرضه و تقاضا همزمان با هم شکل می‌گیرند و تابعی از قیمت به‌شمار می‌روند.

تابع عرضه بخش کشاورزی

برای مدل‌سازی تولید کشاورزی، همانند پژوهشگرانی چون بارو (Barro, 1998)، ویرا و نارنیکا (Vira and Narnicka, 2003) و ازولینس و همکاران (Ozolins et al., 2007)، از مدل کاب-داگلاس بهره گرفته شد؛ همچنین، می‌توان تابع عرضه و تقاضای بخش کشاورزی را بر اساس مطالعه محمودی و مینایی (Mahmoudi and Minaee, 2010) و پیش‌بهار و رحیمی (Pishbahar and Rahimi, 2017) به‌صورت روابط (۳) و (۴) بیان کرد:

$$LAGSUP = \alpha_0 + \alpha_1 LPQ + \alpha_2 LDWA + \alpha_3 LCAP + \alpha_4 LLAB + \alpha_5 LL_1 + \alpha_6 LL_2 + \varepsilon_t \quad (۳)$$

که در رابطه (۳)، $LAGSUP$ لگاریتم عرضه محصولات بخش کشاورزی (میلیون ریال)، α_0 عرض از مبدأ، LPQ قیمت محصول، $LDWA$ تقاضای آب کشاورزی (میلیون متر مکعب)، $LCAP$ لگاریتم سرمایه بخش کشاورزی (میلیون ریال)، $LLAB$ لگاریتم نیروی کار بخش کشاورزی (نفر)، LL_1 لگاریتم سطح زیر کشت زراعی (هکتار)، LL_2 لگاریتم سطح زیر کشت باغی (هکتار)، β_i ضرایب برآوردی متغیرهای مربوط و ε_t جزء خطای تصادفی است.

تابع تقاضای بخش کشاورزی

تقاضا برای محصولات کشاورزی به‌صورت تابعی از جمعیت، درآمد و قیمت محصولات در نظر گرفته شده است:

$$LAGDEM = \alpha_0 + \alpha_1 LPQ + \alpha_2 LTR + \alpha_3 LPOP + \varepsilon_t \quad (۴)$$

که در آن، $LAGDEM$ لگاریتم تقاضای محصولات کشاورزی، α_0 عرض از مبدأ، LPQ لگاریتم قیمت محصولات (هزار ریال)، LTR لگاریتم درآمد حاصل از بخش کشاورزی (میلیون ریال) و

$LPOP$ لگاریتم جمعیت (نفر)، β_i ضرایب ناشی از برآورد معادلات هم‌زمان و ε_t جزء خطای تصادفی است.

تقاضای آب کشاورزی

در این بخش، معادله تقاضای آب بخش کشاورزی برای زیرنظام کشاورزی را با استفاده از مطالعات سیمونوویچ (Simonovic, 2003)، وارد و همکاران (Ward et al., 2006)، ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2014) و پیش‌بهار و رحیمی (Pishbahar and Rahimi, 2017) به‌صورت رابطه (۵) تعریف شده که در آن، متغیرهای اثرگذار بر مصرف منابع آب آبیاری زمین‌های کشت‌شده (IWC) و سطح زیر کشت (L) حوضه آبریز هیرمند نشان داده شده است:

$$DWA = \beta_0 + \beta_1 L + \beta_2 IWC + \varepsilon_t \qquad (۵)$$

عرضه آب کشاورزی

عرضه آب در بخش کشاورزی در منطقه سیستان به آب‌های سطحی (SW) و بارش[1] (بر حسب میلی‌متر) بستگی دارد و ضرایب آنها بر اساس سهم بخش کشاورزی از مصرف منابع آب بر اساس آمار مرکز مدیریت منابع آب کشور ۰/۸۶ در نظر گرفته شده است (Pishbahar and Rahimi, 2017).

$$SWA = \alpha_1 SW + \alpha_2 \,\mathrm{Pr}ecipitation \qquad (۶)$$

نتایج و بحث

در جدول ۱، آمارهای توصیفی متغیرهای مورد استفاده در برآورد معادلات هم‌زمان عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی در دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۷۹ آمده است. بر اساس این جدول، آماره جارک- برا توزیع نرمال را نشان می‌دهد.

1. precipitation

جدول ۱- آمارهای توصیفی متغیرهای معادلات هم‌زمان عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی

متغیر	میانگین	بیشینه	کمینه	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	آماره جارک- برا	احتمال
تولید کل بخش کشاورزی	۴۸۵۱۱۱/۶	۱۰۰۲۶۱۱	۳۲۶۵۸/۶۵	۲۹۴۲۹۵/۵	۰/۰۸۱	۱/۷۳	۱۵/۳۷	۰/۰۰
تقاضای کل بخش کشاورزی	۴۵۱۶۳۸/۹	۹۳۳۴۳۱	۳۰۴۰۵/۲۰	۲۷۳۹۸۹/۱	۰/۰۸۱	۱/۷۳	۱۵/۳۷	۰/۰۰
نیروی کار بخش کشاورزی	۴۸۵۱۱۱/۶	۱۰۰۲۶۱۱	۳۲۶۵۸/۶۵	۲۹۴۲۹۵/۵	۰/۰۸۱	۱/۷۳	۱۵/۳۷	۰/۰۰
سرمایه بخش کشاورزی	۲۴۴۳۴/۲۱	۴۸۵۰۰	۹۰۰۰	۱۲۴۹۳/۲۶	۰/۲۱۳	۱/۵۶۱	۲۱/۳۹	۰/۰۰
جمعیت	۱۷۷۴۷۵۲	۳۴۳۲۹۸۵	۲۱۲۸۹۱	۹۴۷۱۲۹/۶	۰/۱۹۴	۱/۸۴	۱۴/۰۷	۰/۰۰
قیمت محصولات کشاورزی	۲۴۴۳۴/۲۱	۴۸۵۰۰	۹۰۰۰	۱۲۴۹۳/۲۶	۰/۲۱	۱/۵۶	۲۱/۳۹	۰/۰۰
درآمد بخش کشاورزی	۱۴۳۰۰۰۰۰۰	۳۹۸۰۰۰۰۰۰	۲۹۴۰۰۰۰۰۰	۱۱۷۰۰۰۰۰۰	۰/۲۸	۱/۶۵	۲۰/۱۷	۰/۰۰
سطح زیرکشت زراعی و باغی	۵۵۶۹۸/۳۳	۹۰۵۸۵/۶۲	۷۶۵۸/۷۴	۲۴۴۱۴/۱۵	۰/۴۲	۱/۹۴	۱۷/۳۹	۰/۰۰
تقاضای آب کشاورزی	۹۸/۳۱	۱۸۰/۱۸۱۳	۲۳/۶۲۵۰۰	۵۰/۹۷۱	۰/۳۱	۲/۰۵	۱۲/۲۳	۰/۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در این قسمت، ابتدا مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل‌های تجربی با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم‌یافته و زیوت اندریوز بررسی شده که در جدول ۲، نتایج این آزمون‌ها آمده است.

جدول ۲- آزمون ریشه واحد زیوت اندریوز (ZW) و دیکی- فولر تعمیم‌یافته (ADF)

متغیر		آماره آزمون دیکی- فولر تعمیم‌یافته		آماره زیوت اندریوز		نتیجه
		سطح داده‌ها	تفاضل داده‌ها	سطح داده‌ها	تفاضل داده‌ها	
تولید کل بخش کشاورزی	LnSU	-۲/۳۸۶	-۷/۲۷۴***	-۳/۹۹۲	-۱۷/۸۸۱***	I(1)
تقاضای کل بخش کشاورزی	LnDE	-۲/۳۸۶	-۷/۲۷۴***	-۳/۹۹۲	-۱۷/۸۸۱***	I(1)
نیروی کار بخش کشاورزی	LnLAB	۰/۵۲۳	-۱۵/۱۵۵***	-۹/۲۷۲	-	I(0)
سرمایه بخش کشاورزی	LnCAP	۱/۴۳۵	-۱۵/۱۳۱***	-۴/۶۱۳	-۲۱/۷۶۸***	I(1)
جمعیت	LnPOP	-۳/۱۴۵	-۷/۰۸۵***	-۳/۶۵۹	-۲۰/۹۲۶***	I(1)
قیمت محصولات کشاورزی	LnPQ	-۰/۲۱۶	-۱۵/۱۶۴***	-۵/۰۵۷	-	I(0)
درآمد بخش کشاورزی	LnTR	-۱/۸۰۳	-۱۴/۹۴۹***	-۵/۲۳۰	-	I(0)
سطح زیر کشت زراعی	LnL1	-۲/۳۲۷	-۱۴/۹۷۳***	-۳/۶۶۹	-۱۶/۳۵۷***	I(1)
سطح زیر کشت باغی	LnL2	-۲/۵۵۴	-۱۵/۹۰۱***	-۴/۰۴۰	-۱۶/۷۸۷***	I(1)
تقاضای آب کشاورزی	LnDWA	-۱۵/۸۰۳	-	-۱۶/۰۱۴	-	I(0)

*، ** و ***، به‌ترتیب، معنی‌داری در سطح ده، پنج و یک درصد مأخذ: یافته‌های پژوهش

از جدول ۲ پیداست که طبق آزمون ریشه واحد زیوت انـدریوز، متغیرهـای تولیـد کـل بخـش کشاورزی، تقاضای کل بخش کشاورزی، سرمایه بخش کشاورزی، جمعیت، سطوح زیر کشت زراعـی و باغی برای لحاظ شدن در تابع عرضه و تقاضای کشاورزی و تقاضای آب کشـاورزی حوضـه آبریـز هیرمند انباشته از درجه یک یا I(1) است و متغیرهای نیروی کار بخش کشاورزی، قیمت محصـولات بخش کشاورزی، درآمد بخش کشاورزی و تقاضای آب کشاورزی مانا یا I(0) هستند.

مسئله تشخیص

با توجه به جدول ۳، طبق روش تشخیص و بررسی توابـع، معـادلات بـیش از حـد مشـخص تشخیص داده شده و بنابراین، با کمک روش حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای (3SLS)، برآورد توابع مورد نظر صورت گرفته است.

جدول ۳- نتایج بررسی شرط درجه‌ای

معادله	$K-k$	$m-1$	نتیجه
۱	۴	۱	بیش از حد مشخص
۲	۲	۱	بیش از حد مشخص

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در ادامه نتایج جدول ۴، با اجرای سلسله آزمون‌های مربـوط، بـه بررسـی شناسـایی و ضـعف ابزارها در دو مرحله و اعتبار آنها برای برآورد عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی پرداخته می‌شود. در مرحله اول، تأیید موجه بودن ارتباط ابزارها، ویژگـی‌هـای کمتـر از حـد مشـخص (شناسـا) بـودن، شناسایی ضعیف و ابزارهای ضعیف، به‌ترتیب، در قالب آماره F و آزمون‌های کرگ- دونالد، اندرسون- روبین و نیز استاک- رایت ارزیابی می‌شوند؛ همچنین، اعتبار ابزارها با معنی‌داری آماره‌ها برای هـر دو برآوردگر IV و 3SLS از نظر ارتبـاط ابزارهـا بـا الگـو، محـدودیت کمتـر از حـد شناسـا و شناسـایی نشان‌دهنده مقادیر قابل قبول بوده و این نتایج بیـانگر آن اسـت کـه هـر دو برآوردگـر IV و 3SLS به‌صراحت ابزارهای مورد استفاده برای برآورد عرضه و تقاضای محصـولات کشـاورزی اسـت.در مرحلـه دوم، برای برآورگرهای IV و 3SLS، مطابق با معنی‌داری آزمون اندرسـون- روبـین، محـدودیت کمتـر شناسا رد می‌شود، در حالی که محدودیت بیش از حد شناسا بودن الگو، با توجه به معنـی‌دار شـدن آمـاره سارگان در برآوردگر IV و معنی‌دار شدن آماره جوهانسن ویژه در برآوردگر 3SLS، تأییـد مـی‌شـود و از این نظر، نتایج الگوی اولیه توجیه‌پذیر نیست؛ به دیگر سخن، فرض استقلال ابزارها از اجزای اخـلال رد می‌شود. بنابراین، با کمک روش حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای (3SLS) توابع مورد نظر برآورد شده‌اند.

جدول ۴- نتایج آزمون‌های شناسایی و ضعف ابزارها برای برآورد عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی

مرحله	آزمون	آماره	الگوی اولیه		مقاوم به ناهمسانی	
			IV	3SLS	IV	3SLS
اول	ارتباط ابزارها	R^2	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
		R^2 جزئی	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
	کمتر از حد شناسا	F (۳/۲۱۶)	۶/۲۴***	۵/۱۵***	۵/۱۵***	۵/۱۵***
		اندرسون (ϕ^2)	۳۲/۲۶***	۳۲/۲۶***	۳۲/۲۶***	۳۲/۲۶***
		کرگ- دونالد (Φ^2)	۲۶/۳۸***	۲۶/۳۸***	۲۶/۳۸***	۲۶/۳۸***
		Robust ϕ^2	–	۲۲/۰۵***	۲۲/۰۵***	۲۲/۰۵***
	شناسایی ضعیف	کرگ- دونالد (F)	۶/۲۱	۶/۲۱	۶/۲۱	۶/۲۱
		Robust F	–	۵/۲۰	۵/۲۰	۵/۲۰
	ابزارهای ضعیف	اندرسون- روبین F	۱/۱۸۰	۲/۴۹***	۲/۴۹***	۲/۴۹***
		اندرسون- روبین ϕ^2	۷/۶۵	۱۰/۵۹***	۱۰/۵۹***	۱۰/۵۹***
		استاک- رایت (ϕ^2)	۷/۳۰	۱۰/۱۹***	۱۰/۱۹***	۱۰/۱۹***
دوم	کمتر از حد شناسا	اندرسون (ϕ^2)	۲۴/۳۵***	۲۴/۳۵***	۲۴/۳۵***	۲۴/۳۵***
		کرگ- دونالد (F)	۶/۲۳	۶/۲۳	۶/۲۳	۶/۲۳
	بیشتر از حد شناسا	سارگان	۱۲/۳۵**	–	–	–
		جوهانسن	–	۹/۶۴	۲/۶۴	۲/۶۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برآورد معادله تقاضای آب در بخش کشاورزی

رابطه بلندمدت بین متغیرهای تقاضای آب در بخش کشاورزی با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسن در جدول ۵ آمده است. طبق نتایج این جدول، دو آماره اثر و حداکثر مقدار ویژه، در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد فرضیهٔ صفر رد شده و فرضیهٔ یک مبنی بر وجود حداقل دو رابطه بلندمدت بین متغیرها تأیید شده است.

جدول ۵- بررسی رابطهٔ بلندمدت بین متغیرهای تقاضای آب در بخش کشاورزی

ریشه مشخصه	فرضیه صفر	مقادیر بحرانی در سطح ۵ درصد		P-Value
		λmax	$\lambda Trace$	
۰/۴۸۳	۰	۹۵/۷۵۳	۲۰۱/۸۰۴	۰/۰۰
۰/۱۹۶	۱	۱۵/۴۹۴	۵۴/۵۲۲	۰/۰۰
۰/۰۲۵	۲	۳/۸۴۱	۵/۸۶۸	۰/۰۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج برآورد الگوی تجربی تقاضای آب در بخش کشاورزی که به‌صورت رابطه (۶) بیان شده، در جدول ۶ آمده است. این نتایج نشان می‌دهد که سطوح زیر کشت زراعی و باغی در بخش کشاورزی بر تقاضای آب در این بخش اثر مثبت و معنی‌دار دارند.

جدول ۶- نتایج برآورد معادلهٔ تقاضای آب در بخش کشاورزی

متغیرها	تابع نیازی آب کشاورزی	
	ضریب	P-Value
سطح زیر کشت	۰/۰۰۲***	۰/۰۴
آبیاری زمین‌های کشت‌شده	۴/۲۶***	۰/۰۰
عرض از مبدأ	۴/۱۱	۰/۰۰
R^2	۰/۸۹	
$\bar{R}^2$	۰/۸۹	
DW	۱/۸۸	

*، ** و ***، به‌ترتیب، معنی‌داری در سطح ده، پنج و یک درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج برآورد توابع عرضه و تقاضا بخش کشاورزی

نخست، رابطه بلندمدت بین متغیرهای عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسن نشان داده شده، سپس برآورد هم‌زمان توابع عرضه و تقاضا برای محصولات کشاورزی پرداخته شده است. در جدول (۷) نتایج آزمون هم‌انباشتگی جوهانسن برای بررسی اثر بلندمدت بین متغیرها عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی ارائه شده است که نتایج حاکی از آن است که فرضیه یک مبنی بر اینکه که بیشتر از یک رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد و هم‌انباشتگی بین متغیرهای عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی وجود دارد.

جدول ۷- بررسی رابطهٔ بلندمدت بین متغیرهای عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی

ریشه مشخصه	فرضیه صفر	مقادیر بحرانی در سطح ۵ درصد		P-Value
		λ_{max}	λ_{Trace}	
۰/۴۲۰	۰	۹۵/۷۵۳	۲۱۸/۹۶۶	۰/۰۰
۰/۱۹۴	۱	۶۹/۸۱۸	۹۷/۴۳۷	۰/۰۰
۰/۱۰۸	۲	۴۷/۸۵۶	۴۹/۱۲۷	۰/۰۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از بررسی روابط بلندمدت و تأیید روش برآورد 3SLS، نتایج برآورد الگوهای تجربی عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی که به‌صورت روابط (۶) و (۷) بیان شده، به‌صورت هم‌زمان، در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸- برآورد معادلات هم‌زمان توابع عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی به روش 3SLS

متغیرها	تابع عرضه کشاورزی		تابع تقاضای کشاورزی	
	ضریب	P-Value	ضریب	P-Value
سطح زیر کشت زراعی	۱/۲۰***	۰/۰۰	–	–
سطح زیر کشت باغی	۳/۴۱***	۰/۰۰	–	–
نیروی کار بخش کشاورزی	۰/۹۵***	۰/۰۰	–	–
سرمایه بخش کشاورزی	۹/۱۵***	۰/۰۰	–	–
تقاضای آب بخش کشاورزی	۰/۰۰۰۴***	۰/۰۰	–	–
عرضه آب بخش کشاورزی	۰/۸۹***	۰/۰۰	–	–
قیمت محصولات بخش کشاورزی	۳/۳۶***	۰/۰۰	-۳۰/۸۴***	۰/۰۰
جمعیت	–	–	۱/۳۳۹***	۰/۰۰
درآمد بخش کشاورزی	–	–	۵/۵۵***	۰/۰۰
عرض از مبدأ	۴/۸۷***	۰۰/۰	-۵/۴۱***	۰/۰۰
R^2	۰/۹۷		۰/۷۰	
$\bar{R}^2$	۰/۹۸		۰/۷۰	
DW	۱/۶۲		۱/۸۸	
آزمون خودهمبستگی	۳۷۱/۶۴ (۰/۱۱)		۴/۵۴۶ (۰/۱۳۴)	
آزمون ناهمسانی واریانس	۴/۶۱ (۰/۰۰)		۳۲۵/۷۰ (۰/۰۰)	
آزمون والد	۱۶۴۲/۹۳ (۰/۰۰)		۶۵۳۴/۵۳ (۰/۰۰)	
تعداد کل مشاهدات	۲۲۸		۲۲۸	

*، ** و ***، به‌ترتیب، معنی‌داری در سطح ده، پنج و یک درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جدول ۸، متغیرهای واردشده در الگوی عرضه محصولات کشاورزی منطقه سیستان در حوضه آبریز هیرمند ۰/۹۷ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهند و مقدار آماره DW برابر با ۱/۶۲ بوده و در ناحیه عدم خودهم‌بستگی مثبت و منفی قرار گرفته است. همچنین،

تمامی ضرایب متغیرها در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌اند. ضرایب سطوح زیر کشت زراعی و باغی، نیروی کار بخش کشاورزی، سرمایه بخش کشاورزی، تقاضای آب و قیمت محصولات کشاورزی مثبت و به‌ترتیب، برابر با ۱/۲۰، ۳/۴۱، ۰/۹۵، ۹/۱۵، ۰/۰۰۰۴ و ۳/۳۶ بوده و نشان‌دهندهٔ وجود رابطه مستقیم بین متغیرهای یادشده و عرضه محصولات کشاورزی منطقه است. مقدار متغیر عرض از مبدأ برابر با ۴/۸۷ بوده که با توجه به آماره P-Value محاسبه‌شده، در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. ضرایب متغیر سطوح زیر کشت زراعی و باغی در سطح یک درصد معنی‌دار شده و مقدار آن، به‌ترتیب، برابر با ۱/۲۰ و ۳/۴۱ است؛ این نکته نشان می‌دهد که هرگاه مقدار سطوح زیر کشت زراعی و باغی یک درصد افزایش یابد، عرضه محصولات کشاورزی، به‌ترتیب، ۱/۲۰ و ۳/۴۱ درصد افزایش می‌یابد. ضریب نیروی کار بخش کشاورزی برابر با ۰/۹۵ و بر اساس آماره P-Value محاسبه‌شده در سطح یک درصد معنی‌دار است. ضریب سرمایه بخش کشاورزی برابر با ۹/۱۵ محاسبه شده که در سطح یک درصد معنی‌دار است؛ این ضریب نشان می‌دهد که هرگاه سرمایه بخش کشاورزی یک درصد افزایش یابد، عرضه محصولات کشاورزی ۹/۱۵ درصد افزایش می‌یابد. علامت محاسبه‌شده این ضریب مطابق انتظار است و در کل، نشان می‌دهد که هرگاه سرمایه بخش کشاورزی افزایش یابد، کشاورزان ترجیح می‌دهند که محصول بیشتری در بازار عرضه کنند که در عمل، باعث افزایش عرضه محصولات کشاورزی می‌شود. ضریب تقاضای آب بخش کشاورزی در سطح یک درصد معنی‌دار و مقدار آن برابر با ۰/۰۰۰۴ است و نشان می‌دهد که هرگاه تقاضای آب بخش کشاورزی یک درصد افزایش یابد، میزان عرضه محصولات کشاورزی ۰/۰۰۰۴ درصد افزایش خواهد یافت؛ دلیل پایین بودن ضریب تقاضای آب بخش کشاورزی نسبت به سایر متغیرها این است که هر محصول با توجه به نیاز آبی آن آبیاری می‌شود و مقدار بیشتر تقاضای آب بخش کشاورزی در عرضه محصول اثر زیادی ندارد. ضریب متغیر قیمت محصولات بخش کشاورزی با علامت مثبت در سطح یک درصد معنی‌دار شده که در عمل، نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت قیمت محصولات بخش کشاورزی بر عرضه این محصولات است.

بر اساس نتایج جدول ۸، متغیرهای واردشده در الگوی تقاضای محصولات کشاورزی منطقه سیستان در حوضه آبریز هیرمند ۰/۷۰ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهند و مقدار آمارهٔ DW برابر با ۱/۸۸ است، که در ناحیه عدم خودهمبستگی مثبت و منفی قرار دارد. بر اساس نتایج برآوردشده، متغیر عرض از مبدأ با ضریب منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. ضریب متغیر قیمت محصولات کشاورزی، با توجه به آماره P-Value محاسبه‌شده، معنی‌دار شده و مقدار آن

۳۰/۸۴- به‌دست آمده است. این ضریب نشان می‌دهد که هرگاه قیمت محصولات کشاورزی یک درصد افزایش یابد، تقاضای محصولات کشاورزی ۳۰/۸۴ درصد کاهش خواهد یافت. قیمت محصولات کشاورزی از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر الگوی تقاضای محصولات کشاورزی است، بدین معنی که افزایش و کاهش قیمت محصولات کشاورزی سبب کاهش و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی می‌شود. ضریب متغیر جمعیت ۱/۳۳ بوده و در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. علامت این ضریب مطابق انتظار است، زیرا با افزایش جمعیت، عملاً میزان تقاضای محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد. ضریب متغیر درآمد حاصل از بخش کشاورزی نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. مقدار این ضریب برابر با ۵/۵۵ است و نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در درآمد حاصل از بخش کشاورزی بر مقدار تقاضای محصولات کشاورزی را ۵/۵۵ درصد می‌افزاید. علامت ضرایب تابع تقاضای محصولات کشاورزی مطابق انتظار است.

با توجه به آزمون‌های خوبی برازش برای تخمین مدل معادلات هم‌زمان عرضه و تقاضای بخش کشاورزی، نتایج آزمون خودهمبستگی ولدریج در عرضه و تقاضای کشاورزی فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی در سطح بالای ۹۵ درصد رد نمی‌شود و نتایج به‌دست‌آمده، از این نظر اعتبار دارد. بر اساس نتایج آزمون واریانس ناهمسانی نسبت راست‌نمایی[1] که دارای توزیع کی‌دو با درجه آزادی معادل تعداد مقاطع منهای یک است، در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همبستگی رد می‌شود. بنابراین، مشکل واریانس ناهمسانی در تخمین مدل مورد تأیید است.

نتایج مطالعهٔ حاضر با مطالعات عبدالهی و همکاران (1Abdollahi et al., 201) و الصالح و همکاران (Alsaleh et al., 2017) مطابقت دارد و با مطالعات اسدی و همکاران (,.Asady et al 7201)، مداح و رئوفی (Maddah and Raoufi, 2018)، فان و همکاران (Fan et al., 2019) و جی‌بتنکوم و خان (Gbetnkom and Khan, 2002) مطابقت ندارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس پیش‌بینی نظریه‌های اقتصادی در بازارهای دارای رقابت کامل با شرایط پیش‌بینی‌شده، تقابل نیروهای عرضه و تقاضا قیمت را در یک سطح بهینه به تعادل می‌رسانند و وجود هرگونه عدم تعادل در بازار موجب عدم شکل‌گیری این تعادل می‌شود. با این شرایط، تاکنون

1. Likelihood Ratio (LR)

بازارهایی مشخص شناخته شده‌اند که سازوکارهای تعادل قیمتی در آنها مسیرهایی گوناگون را در پیش می‌گیرند. یکی از این بازارها، بازار محصولات کشاورزی است که به‌دلیل ناهم‌زمان بودن عرضه و تقاضا، تعادل قیمتی متفاوت با شرایط پیش‌بینی‌شده دارد. در حالت کلی، تولید در بخش کشاورزی تفاوت عمده با تولید در بخش صنعت دارد؛ در بخش کشاورزی، از زمانی که تولیدکننده تصمیم به تولید می‌گیرد تا هنگامی که محصول آمادگی قیمت‌گذاری و عرضه به بازار را پیدا کند، یک فاصله زمانی وجود دارد. به دیگر سخن، میان تصمیم به تولید و عرضه محصول به بازار شکافی پدید می‌آید.

در پژوهش حاضر، به بررسی رابطه متقابل عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی منطقه سیستان در حوضه آبریز هیرمند طی دوره ۹۷-۱۳۷۹ و برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی با روش کاب- داگلاس و از طریق نظام معادلات هم‌زمان و روش 3SLS پرداخته شد. بر اساس نتایج برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی، سطوح زیر کشت زراعی و باغی در بخش کشاورزی بر تقاضای آب در این بخش اثر مثبت و معنی‌دار دارند. تجزیه‌وتحلیل نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که بین عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی رابطه متقابل مثبت و معنی‌دار وجود دارد. در توجیه این ارتباط می‌توان گفت که عرضه محصولات کشاورزی تابعی از سطوح زیر کشت زراعی و باغی، نیروی کار، سرمایه، تقاضای آب و قیمت محصولات کشاورزی است. با توجه به ضرایب برآوردشده، بیشترین اثر را متغیرهای سرمایه، سطح زیر کشت و قیمت کشاورزی بر عرضه محصولات کشاورزی دارند. افزایش هر کدام از متغیرهای یادشده سبب تغییر در عرضه محصولات شده است. سرمایه از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر عرضه کشاورزی است؛ از این‌رو، سرمایه‌گذاری‌های برنامه‌ریزی‌شده در بخش کشاورزی باعث افزایش تولید و به‌دنبال آن، افزایش عرضه محصولات کشاورزی می‌شود و این مسئله به افزایش صادرات محصولات تولیدشده در منطقه به سایر استان‌ها می‌انجامد. از طرف دیگر، در مدل تقاضای محصولات کشاورزی، تقاضای محصولات کشاورزی تابعی از قیمت محصولات کشاورزی، جمعیت و درآمد است که با قیمت محصولات کشاورزی رابطه معکوس و با جمعیت و درآمد تولید کشاورزی رابطه مستقیم و معنی‌دار دارد.

نتیجه‌گیری کلی مطالعهٔ حاضر این است که عواملی چون سطوح زیر کشت زراعی و باغی در بخش کشاورزی، نیروی کار بخش کشاورزی، سرمایه بخش کشاورزی، تقاضای آب بخش کشاورزی و قیمت محصولات کشاورزی اثر مثبت و معنی‌دار بر عرضه محصولات کشاورزی دارند. همچنین، عوامل جمعیت و درآمد حاصل از بخش کشاورزی اثر مثبت و معنی‌دار و قیمت محصولات کشاورزی اثر منفی و معنی‌دار بر تقاضای محصولات کشاورزی دارند. بنابراین، با توجه به نتایج برآورد معادلات

هم‌زمان تابع عرضه و تقاضای کشاورزی و ضرایب آن، باید کشاورزان منطقه دانش تجربی کافی و حداقل اطلاعات لازم در ارتباط با قیمت محصولات کشاورزی در بازار را داشته باشند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهادها و راهکارهایی برای متعادل ساختن عرضه و تقاضای کشاورزی به‌شرح زیر مطرح می‌شود:

۱- با توجه به نتایج برآورد معادلات هم‌زمان تابع عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی، قیمت محصولات کشاورزی بیشترین اثر را بر تقاضای آن در منطقه سیستان دارد. بنابراین، ایجاد ثبات قیمتی محصولات کشاورزی به‌عنوان یکی از سیاست‌های مهار آن در این منطقه مطرح می‌شود. همچنین، لازم است که نسبت به حذف واسطه‌ها اقدام شود، زیرا واسطه‌ها به خرید زیر قیمت محصولات کشاورزی می‌پردازند و همان محصول را سه برابر قیمت در بازار عرضه می‌کنند، که نهایت ظلم به کشاورزان است.

۲- از آنجا که در کشاورزی خرد و بدون بیمه، آسیب‌پذیری کشاورزان منطقه سیستان در رویارویی با نوسان‌های قیمتی بیشتر است و در نتیجه، مخاطرات شدیدتر را هم در بازار پرنوسان و مخاطره‌آمیز محصولات کشاورزی متحمل می‌شوند، شایسته است که در زمینهٔ بیمهٔ محصولات کشاورزی، اقداماتی صورت گیرد.

۳- با توجه به اینکه سرمایه یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر عرضه کشاورزی ارزیابی شده است، با سرمایه‌گذاری‌های برنامه‌ریزی‌شده در بخش کشاورزی و از آن جمله کشت مکانیزه که باعث افزایش میزان تولید و به‌دنبال آن، افزایش عرضه محصولات کشاورزی می‌شود، می‌توان به افزایش صادرات محصولات تولیدشده در منطقه به سایر استان‌ها کمک کرد.

۴- لازم است که با ایجاد تعاونی‌ها، سازمان‌های حمایت از مصرف‌کننده برای خرید محصولات کشاورزی تشکیل شود تا محصول تولیدی در دست کشاورز باقی نماند و او متضرر نشود.

۵- اگر محصولات تولیدی منطقه سیستان مازاد بر تقاضاست، باید این محصولات مازاد به سایر استان‌ها صادر شود؛ و اگر در دیگر استان‌ها نیز تولید مازاد بر تقاضا وجود دارد، باید محصولات مازاد را به صنایع تبدیلی واگذار کرد.

۶- اداره صنعت، معدن و تجارت نیز باید واحدهای غیرفعال و نیمه‌فعال صنایع تبدیلی را فعال سازد تا از این رهگذر، امکان خریداری محصولات کشاورزان در اسرع وقت فراهم و مشکلات بخش کشاورزی در منطقه و در کشور برطرف شود.

منابع

1. Abdollahi, Z., Hooshmand, M., Daneshnia, M. and Eskandaripour, Z. (2011). The impacts of supply and demand shocks on agriculture growth. *Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Industry)*, 25(4): 452-458. DOI: 10.22067/jead2.v0i0.12184. (Persian)
2. Aghaei, M. and Rezagholizadeh, M. (2015). Investigating the direct and indirect impact of energy consumption in selected economic sectors on poverty and inequality in Iran. *Iran Energy Economy (Environmental and Energy Economy)*, 5(19): 1-51. (Persian)
3. AJSB (2019). Statistics of Agriculture-Jahad of Sistan and Baluchestan province. Zahedan: Agriculture-Jahad of Sistan and Baluchestan (AJSB). (Persian)
4. Alsaleh, M., Abdul-Rahim, A.S. and Mohd-Shahwahid. B. (2017). An empirical and forecasting analysis of the bioenergy market in the EU28 region: evidence from a panel data simultaneous equation model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80: 1123-1137.
5. Asady, M., Nikooghadam, M. and Harati, J. (2017). Mutual relationship between government health expenditures and economic growth in selected countries of MENA region: simultaneous equation system approach. *Journal of Economics and Modeling*, 8(31): 55-87. (Persian)
6. Ataei kia, E., Shahbazi, A. and Raamesht, M.H. (2016). The geomorphologic development of Chahnimes. *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, *7*(24): 104-118. (Persian)
7. Atrkar Roshan, S. and Hashemi, Z. (2016). The impact of trade openness on poverty in Iran: simultaneous equations system method. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics (Applied Economics)*, 3(1): 183-204. (Persian)
8. Barro, R.J. (1998). Notes on growth accounting. NBER Working Paper W6654, National Bureau of Economic Research, Inc.

9. Crist, E., Mora, C. and Engelman, R. (2017). The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science*, 356(6335): 260-264. DOI: 10.1126/science.aal2011.
10. Davis, K., Gephart, J.A., Emery, K.A., Leach, A.M., Galloway, J.N and Odorico, P. (2016). Meeting future food demand with current agricultural resources. *Global Environmental Change*, 39: 125-132.
11. Fan, C., Lin, C.Y. and Hu, M.C. (2019). Empirical framework for a relative sustainability evaluation of urbanization on the water-energy-food nexus using simultaneous equation analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6): 890-901. DOI: 10.3390/ijerph16060901.
12. Gbetnkom, D. and Khan, S.A. (2002). Determinants of agricultural exports: the case of Cameroon. AERC Research Paper, 120, African Economic Research Consortium, Nairobi.
13. Ghorashi Abhari, S.J. and Borimnejad, V. (2005). Estimation of demand and supply equations for meat in Iran using simultaneous equation system. *Agricultural Economics and Development*, 13(3): 65-86. DOI: 10.30490/aead.2005.58984. (Persian)
14. Golmohammadi, A and Hassini, E. (2019). Capacity, pricing and production under supply and demand uncertainties with an application in agriculture. *European Journal of Operational Research*, 275(3): 1037-1049.
15. Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3): 231-254.
16. Johansen, S. and Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2): 169-210.
17. Maddah, M. and Raoufi, F. (2018). Investigating the direct and indirect effects of government expenditure on contamination with the simultaneous equations system approach. *Environmental Science and Technology*, 19(4): 155-166. (Persian)

18. Mahmoudi, J. and Minaee, M.H. (2010). Using system dynamics to model rod bar supply chain in Iranian market. *International Journal of Industrial Engineering and Production Research*, 29: 129-135. (Persian)
19. Motahari, M., Lotfalipour, M.R. and Matin, Sh. (2016). Investigating the causal relationship between producer price index and consumer price index for the economy of Iran. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 16(1): 141-164. (Persian)
20. Ozolins, G., Kalnins, R. and Sile, R. (2007). Agricultural production and income dynamics in Latvia. Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society, July 29-August 2, Boston, Massachusetts, USA, ISBN 978-0-9745329-8-1.
21. Papaioannou, M.C. (1971). Quantitative analysis and agricultural policy with special reference to animal breeding in Greece. *Agriculture et Développement*, Paris: CIHEAM, pp. 66-70. (Options Méditerranéennes; n. 8). Available at http://om.ciheam.org/om/pdf/r08/CI010399.pdf.
22. Pileforushha, P., Karimi, M., Taleai, M., Farhadi Bansouleh, B. and Sharifi, M.A. (2013). Modeling the required area for agricultural products using multi-objective programming method and GIS. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 13(2): 191-210. (Persian)
23. Pishbahar, A. and Rahimi, J. (2017). The impact of climatic and management scenarios on agriculture and water discharge in Iran: application of system dynamics model. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 31(1): 73-94. (Persian)
24. Raei Jadidi, M. and Sabouhi Sabouni, M. (2011). Agricultural planning using fuzzy multi-objective planning model. *Journal of Sustainable Agricultural Knowledge*, 2/20(1): 11-22. (Persian)
25. Rezaei, A. and Mehrara, M. (2015). The investigation of causality relationship and cointegration between government revenue and expenditure in Iran: in the presence of structural breaks. *Journal of Applied Economics Studies in Iran (AESI)*, 4(13): 145-170. (Persian)

26. Sabouhi Sabouni, M. and Ahmadpour Borazjani, M. (2013). Estimating demand functions of Iranian crops using planning method (application of maximum irregularity method). *Agricultural Economics*, 6(1): 71-91. (Persian)
27. Sadeghi, S.K. and Jalilpour, S. (2015). The effect of budget structure on private credit in Iran (lazy banks view). *Macroeconomics Research Letter*, 10(20): 82-101. (Persian)
28. Samadi, A.H. and Pahlavi, M. (2010). Cointegration and structural failure in economics. Sistan and Baluchestan University: Noor Alam Publications. (Persian)
29. Simonovic, S.P. (2003). Canada water, a tool for modelling Canadian water resources. Presentation at the Canadian Commission for UNESCO (CCU), Annual General Meeting, Ottawa.
30. Sultan, N. (2020).The consistency of export and agricultural policies in Egypt. Master's Thesis, the American University in Cairo. AUC Knowledge Fountain. Available at https://fount.aucegypt.edu/etds/849.
31. Tahmasebi Khourneh, S., Eivani, F. and Ardeshiri, M.J. (2018). An investigation of the interaction relationship between corporate reputation and financial performance by the simultaneous equation method (3SLS). *Management Research in Iran*, 22(1): 119- 141. (Persian)
32. Vira, V. and Narnicka, K. (2003). Semi-subsistence farming in Latvia: its production function and what will be the impact of proposed EU support? In: SSE Riga Working Papers.
33. Ward, F.A., Booker, J.F. and Michelsen A.M. (2006). Integrated economics, hydrologic, and institutional analysis of policy responses to mitigate drought impacts in Rio Grande basin. *ASCE Journal of Water Resources Planning and Management*, 132(6). DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132:6(488).

34. Zhang, Z.W.X., Zhao, Y. and Song, W.B. (2014). Development tendency analysis and evaluation of the water ecological carrying capacity in the Siping area of Jilin province in China based on system dynamics and analytic hierarchy process. *Ecological Modelling*, 275: 9-21.
35. Zhou, Y and Staatz, J. (2016). Projected demand and supply for various foods in West Africa: implications for investments and food policy. *Food Policy*, Elsevier, 61(C): 198-212.
36. Ziaei, S. and Sabouhi Sabouni, M. (2009). Optimization of crop pattern using fuzzy ideal planning approach to the permissible changes approach: a case study of Neyshabour County. *Journal of Agricultural Economics*, 3(1): 221-229. (Persian)