Doi: 10.22034/IAES.2021.526889.1829

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۵/شماره۱/صفحه های ۲۸-۱

پیش‌بینی تولید، صادرات و واردات بخش کشاورزی ایران: ترکیب روش‌های اقتصادسنجی و پویایی‌های سیستم

اسماعیل پیش‌بهار، پریسا شهبازی، جواد حسین‌زاد[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۵

چکیده

امروزه پیش‌بینی رخدادهای آینده نقش مهمی را در فرآیند تصمیم‌گیری ایفا می‌کند و برای برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و واحدهای اقتصادی دارای اهمیت ویژه‌ای است. ازاین‌رو، هدف این پژوهش، طراحی مدلی پویا برای پیش‌بینی وضعیت آتی تولید، صادرات و واردات بخش کشاورزی ایران می‌باشد که در آغاز با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی به‌صورت تک‌معادله‌ای و معادلات همزمان؛ تابع‌های تولید، عرضه، تقاضا، صادرات و واردات بخش کشاورزی طی دوره ۹۶-۱۳۵۷ مورد برآورد قرار گرفت؛ سپس توابع یاد شده در الگوی پویایی‌های سیستم جایگذاری شد تا بتوان وضعیت بخش کشاورزی ایران را طی دوره ۱۴۱۶- ۱۳۹۶، شبیه‌سازی کرد. پیش‌بینی‌های به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی این الگو نشان داد که طی ۲۰ سال آینده، ارزش صادرات، واردات و عرضه کل بخش کشاورزی ایران افزایش یافته و به ترتیب سالانه ۸/۴۶، ۰/۷ و ۲/۲۱ درصد رشد خواهند یافت. جمعیت کشور نیز از مرز صد میلیون نفر عبور خواهد کرد و روند تولید و تقاضای بخش کشاورزی نیز متناسب با روند تغییر پذیری‌های جمعیتی تغییر خواهند کرد؛ به‌گونه‌ای که میانگین نرخ رشد سالانه ارزش تولید و تقاضای بخش کشاورزی به ترتیب ۱/۲۷ و ۲/۱۸ درصد برآورد شده است. اما به دلیل نرخ رشد جمعیتی پایین در دوره کنونی، پیش‌بینی می‌شود که طی سال‌های آتی به‌تدریج نیروی انسانی در این بخش کاهش خواهد یافت که این مسئله تأثیر مستقیمی بر میزان تولیدهای بخش کشاورزی خواهد داشت. لذا بر پایه نتایج به‌دست‌آمده، برای ارتقاء تولیدهای بخش کشاورزی و جبران کمبود نیروی کار در سال‌های آتی، افزایش سرمایه‌گذاری در راستای بهبود فناوری‌های کارآمد در این بخش می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین راهکار برای دستیابی به خودکفایی، امنیت غذایی و تأمین منبع‌های ارزی مورد نیاز کشور به‌شمار آید.

طبقه‌بندی JEL: Q17, Q11, J11, F17,C87,C53,C32, C22, C13

واژگان کلیدی: پویایی‌های سیستم، پیش‌بینی، تجارت، تولید، شبیه‌سازی

[1] به ترتیب دانشیار (نویسنده مسئول)، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز
Email: pishbahar@yahoo.com

مقدمه

بخش کشاورزی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته و در حال توسعه از جمله ایران، به‌عنوان یکی از بخش‌های قدیمی در اقتصاد مطرح می‌باشد و در زمینه تولید، اشتغال، امنیت غذایی، مبادله‌های خارجی و مزیت نسبی دارای جایگاهی ویژه و نقشی کلیدی در جریان توسعه اقتصادی است (Khalilian & Farhadi, 2003). بنابر آمار بانک مرکزی، در سال ۱۳۹۸، این بخش حدود ۱۳/۶ درصد از تولید ناخالص داخلی، ۱۶/۵ درصد صادرات غیرنفتی، ۱۷/۷ درصد اشتغال کشور و بیش از ۹۳ درصد غذای کشور و مواد اولیه بسیاری از صنایع کشور را تأمین می‌کند (Central Bank of the Islamic Republic of Iran, 2020; Ministry of Cooperatives Labour and Social Welfare, 2020). بنابراین، بدلیل نقش به‌سزایی که بخش کشاورزی در فرآیند توسعه و رشد اقتصادی ایفا می‌کند، بایستی برنامه‌ریزان و مدیران همواره آن را سرلوحه برنامه‌های اقتصادی خود قرار دهند (Rostamloo & Aref nia, 2014).

یکی از مهم‌ترین هدف‌های برنامه‌ریزان در بخش کشاورزی ایران، توسعه صادرات محصول‌های کشاورزی و تأمین امنیت غذایی از طریق خودکفایی بوده است که در اسناد بالادست نظام و برنامه‌های توسعه نیز همواره بر آن تأکید شده است (Hosseini & Shahbazi, 2014; Salami & Mohtashami, 2015). به‌رغم این تأکیدها، ارزیابی‌های به‌عمل‌آمده در زمینه خودکفایی نشان می‌دهد که تولید داخلی پاسخگوی نیاز و تقاضای کنونی نبوده و دولت به‌ناچار از سیاست‌های تنظیم بازار که مبتنی بر واردات محصول‌های کشاورزی هستند، در جهت تأمین نیاز غذایی کشور استفاده می‌کند (Monjezi et al., 2011; Gharib, 2013; Rahimi, 2018). اتخاذ رویکرد واردات‌گرایی، پایه و شالوده تولید را هدف قرار داده و مشکلات متعددی برای تولیدکننده داخلی ایجاد کرده و موجب خروج ارز فراوان از کشور شده است؛ به‌گونه‌ای‌که موجب بروز کسری تراز تجاری در بخش کشاورزی شده است (Rahimi, 2018). بنابر آمار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، کسری تراز تجاری بخش کشاورزی کشور طی دوره ۹۶-۱۳۷۰، از ۱۸۶/۶- به ۲۷۸۵/۱- میلیون دلار افزایش و نسبت ارزش صادرات به واردات از ۹۱/۲ به ۷۴/۶ درصد کاهش یافته است (Central Bank of the Islamic Republic of Iran, 2019). منفی‌تر شدن تراز تجاری نشان می‌دهد که به رغم تأکید جدی اسناد کلان و راهبردی (استراتژیک) کشور بر توسعه صادرات غیرنفتی، همچنان توسعه صادرات محصول‌های کشاورزی به شکل جدی در سیاست‌های اجرایی دیده نشده است. این در شرایطی است که ظرفیت

مناسبی برای تولید و تجارت محصول‌های کشاورزی در کشور وجود دارد. بر این مبنا، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های کارآمد و مناسب در راه دگرگونی تولید و تجارت محصول‌های کشاورزی در کشور امری اجتناب ناپذیر می‌باشد (Shahmoradi et al., 2019).

لذا، به‌منظور برنامه‌ریزی‌های مناسب کوتاه‌مدت و بلندمدت در زمینه بهبود وضعیت کشاورزی ایران، اطلاع دقیق از آینده لازم و ضروری به نظر می‌رسد؛ چراکه لازمه شکل‌گیری بخش تجاری و تولیدی مؤثر در توسعه اقتصادی، اتخاذ سیاست‌های مناسب در بخش کشاورزی می‌باشد (Mehrabi Boshrabadi & Koochakzadeh, 2010). چنانچه سیاست‌گذاران تصویر روشن‌تری از آینده داشته باشند، می‌توانند تصمیم‌های کارآمد و درست‌تری را اتخاذ نمایند که این امر موجب تسریع حرکت کشور به سمت پیشرفت و توسعه خواهد شد. درحالی‌که، اگر تصور نادرستی از آینده داشته باشند، تصمیم‌هایشان ناگزیر جامعه را متضرر می‌سازد (Weber, 2006). بنابراین، ازآنجاکه پیش‌گویی رخدادهای آینده در فرآیند تصمیم‌گیری‌ها نقش عمده‌ای ایفا می‌کند، لذا ضرورت دارد پیش‌بینی برای بخش استراتژیک کشور صورت گیرد تا به‌وسیله آن، مدیران و برنامه‌ریزان بتوانند سیاست‌گذاری‌های مناسب برای رسیدن به خودکفایی و بهبود وضعیت تجاری کشور را فراهم آورند.

در زمینه پیش‌بینی بخش کشاورزی تاکنون بررسی و ارزیابی‌های گسترده‌ای انجام شده است که از جمله آن‌ها در داخل کشور می‌توان به بررسی‌های Jalaei et al. (2011) اشاره کرد که به پیش‌بینی صادرات محصول‌های کشاورزی ایران با استفاده از مدل‌های رگرسیونی و شبکه عصبی مصنوعی طی دوره ۹۲-۱۳۸۷ پرداختند و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که میزان صادرات محصول‌های کشاورزی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۲ با توجه به پیش‌بینی انجام شده به روش شبکه عصبی، با کاهش همراه خواهد بود. Hosseini et al. (2012) با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی و شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی واردات محصول‌های کشاورزی ایران طی ۹۴-۱۳۸۹ پرداختند، بررسی‌ها نشان داد که در سال‌های ۹۲-۱۳۸۹ با افزایش همراه خواهد بود؛ اما در سال ۱۳۹۳ این میزان افزایش نامحسوس بوده و در سال ۱۳۹۴ بار دیگر افزایش خواهد یافت. Salami and Mohtashami (2015) پتانسیل تولید محصول‌های زراعی ایران را برای افق زمانی ۱۴۰۴ پیش‌بینی کرده و نتایج حاصل از پیش‌بینی نشان داده که میزان تولید کل محصول‌های زراعی طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۸۷، رشد ۲۵/۸ درصدی خواهد داشت. Tafti et al. (2017) صادرات خرما را با رویکرد پویایی‌های سیستم برای بازه زمانی ۱۰ ساله

شبیه‌سازی کرده و نتایج نشان داده که سطح زیر کشت از ۲۶۷۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۱ به ۵۴۲۳۶۴ هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش خواهد یافت. Shafei et al. (2020) در ارزیابی‌های خود پیش‌بینی کرده‌اند که میزان واردات بخش کشاورزی ایران تا سال ۱۴۰۴ به دلیل افزایش نوسان‌های نرخ ارز، کاهش خواهد یافت. در خارج از کشور نیز، Applanaidu et al. (2009) به مدل‌سازی بازار کاکائو مالزی با استفاده از ترکیب دو الگوی اقتصادسنجی و پویایی‌های سیستم، طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۸۰ پرداختند. در این بررسی، سه سناریو شامل افزایش و کاهش پنج درصدی و رشد ۱۰ درصدی سهم مالکان خرده‌پا طراحی شده است. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که طی دوره مورد بررسی، تولید و دسترسی به کاکائو به ترتیب ۶ و ۵/۹۷ درصد افزایش و قیمت داخلی کاکائو ۰/۳۷ درصد کاهش یافته است. Atherton (2013) نیز منابع آب و تولید مواد غذایی در گامبیا را طی یک دوره صد ساله با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم بررسی کرد و نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی نشان داد که هیچ سیاست بلندمدتی وجود ندارد که منجر به خودکفایی در درازمدت شود و یا کمبود مواد غذایی را از بین ببرد و تنها راه افزایش تولید و رسیدن به خودکفایی، کاهش جمعیت است. Kusnadi and Tinaprilla (2016) به پیش‌بینی عرضه و تقاضای برنج اندونزی با استفاده از مدل‌سازی پویایی‌های سیستم طی افق زمانی ده‌ساله پرداختند و نتایج بررسی‌ها نشان داد که تبدیل زمین‌های کشاورزی نمی‌تواند به‌سرعت افزایش یابد، لذا نمی‌توان از واردات برنج برای پاسخ به مازاد تقاضای داخلی جلوگیری کرد. Braimllari and Toshkollari (2016) با استفاده از روش میانگین متحرک رگرسیون فصلی (*SARIMA*) پیش‌بینی کردند که صادرات ماهانه مواد غذایی، نوشیدنی‌ها، توتون و تنباکو در آلبانی با نوسان‌هایی همراه خواهد بود. Ghosh (2017) با استفاده از مدل *ARIMA* پیش‌بینی کوتاه‌مدتی برای صادرات پنبه در هند انجام داد و نتایج نشان داد که صادرات ماهانه محصول مورد نظر روند افزایشی خواهد داشت.

برابر پیشینه تحقیق یاد شده، ملاحظه می‌شود بحث پیش‌بینی رفتار بخش کشاورزی از مباحث مهم در ادبیات اقتصاد کشاورزی به شمار می‌آید و محققان در کشورهای مختلف از روش‌های متفاوت به بررسی و پیش‌بینی این بخش پرداخته‌اند. از آنجا که از طریق پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی با مدل‌های دقیق می‌توان سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان را در تصمیم‌گیری‌های آتی یاری کرد، بر این مبنا، طراحی و شبیه‌سازی الگویی جامع و یکپارچه برای پیش‌بینی وضعیت آینده بخش کشاورزی ایران لازم و ضروری به نظر می‌رسد. ازاین‌رو هدف این پژوهش، بررسی و

پیش‌بینی روند تولید، واردات، صادرات، عرضه و تقاضای بخش کشاورزی ایران طی دوره ۱۳۹۶-۱۴۱۶ می‌باشد. وجه تمایز این پژوهش از بررسی‌های گذشته، به‌کارگیری روش ترکیبی اقتصادسنجی و پویایی‌های سیستم است که در معدود بررسی‌هایی از این روش استفاده شده است.

روش تحقیق

در دهه‌های اخیر، مدل‌های متنوعی برای پیش‌بینی پیشنهادشده و باهم به رقابت پرداخته‌اند که در حقیقت برای بررسی کارایی و برتری این مدل‌ها نسبت به یکدیگر، بایستی به میزان درستی پیش‌بینی‌شان توجه کرد. در این زمینه، اقتصاددانان با استفاده از روش‌های متنوع اقتصادسنجی سعی در تبیین وضع موجود، پیش‌بینی مقادیر آتی متغیرهای وابسته و همچنین ارائه سیاست و خط‌مشی‌های اقتصادی دارند. این مدل‌ها اگرچه قادر به تبیین نسبی وضع موجود بوده و از لحاظ تحلیلی به‌عنوان ابزاری مناسب برای سیاست‌گذاری اقتصادی استفاده شده‌اند، ولی متأسفانه در زمینه پیش‌بینی پیشینه چندان موفقی از خود به‌جا نگذاشته‌اند (Hosseini et al., 2012). یکی از بهترین روش‌های پیش‌بینی و همچنین دقیق‌ترین مدل برای سنجش تأثیر تغییر پذیری‌های کیفی و پویای اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و سیاسی، استفاده از «الگوی پویایی‌های سیستم[1](*SD*)» است که برای توصیف دنیای واقعی مناسب‌تر است (Teymouri et al., 2009).

الگوی پویایی‌های سیستم توسط Forrester (1961) در اواسط سده بیستم برای درک رفتار وابسته به زمان سیستم‌ها توسعه داده شد. این الگو نیز همانند هر مدل دیگر، یک بازنمایی از سیستم دنیای واقعی به‌منظور بررسی رفتار سیستم، تحت شرایط آزمایشی مختلف است. الگوی پویایی‌های سیستم نه تنها به فهم ساختارها و درک رابطه‌های متغیرهای سیستم‌های پیچیده کمک می‌کند، بلکه روش مدل‌سازی را به‌منظور شبیه‌سازی این سیستم‌ها فراهم می‌آورد (Ramezanian et al., 2015). این الگو با فراهم کردن چارچوب مدل‌سازی علّی، رابطه‌های غیرخطی را لحاظ کرده و می‌تواند الزام‌های مربوط به سیاست‌ها و مسئله‌های مدیریتی را برآورده کند. پویایی‌های سیستم در مراحل مختلف مدل‌سازی، از منابع اطلاعاتی مختلف همچون منابع اطلاعاتی ذهنی و عددی استفاده می‌کند تا مدل به گویاترین شکل، جهان واقعی

[1] System Dynamics

را بازنمایی کند. یکی از ویژگی‌های الگوی *SD* این است که می‌توان از طریق فرآیند مدل‌سازی، بینشی عمیق نسبت به کارکرد سیستم پیدا کرد و به مدیران امکان مداخله‌های اثربخش‌تری در اجرای سیاست‌های سیستم داد (Teymouri et al., 2009).

اجزای مدل‌های مختلف در روش پویایی‌های سیستم عبارت‌اند از: الف) نمودارهای علّی- معلولی[1]، ب) نمودارهای جریان[2] و ج) معادله‌های ریاضی می‌باشد (Mashayekhi et al., 2013). نمودار علّی- معلولی، رابطه‌های علّی بین متغیرهای سیستم را نشان می‌دهد نمودارهای جریان، ابزاری برای مدل‌سازی فرضیه‌ها ساخته شده در نمودارهای علّی می‌باشد که چگونگی تعامل بین متغیرهای یک سیستم با یکدیگر را نشان می‌دهد (Mirzaei Daryani et al., 2008). پس از ترسیم نمودار علّی- معلولی و شناسایی متغیرها و بازخوردهای مثبت و منفی مدل، مرحله بعدی، شناسایی مؤلفه‌های پایه‌ای از جمله متغیرهای حالت، جریان، کمکی و ثابت برای ترسیم نمودار جریان است. در جدول (۱)، اجزاء و مؤلفه‌های پایه‌ای (عنصرهای سازنده) در پویایی‌های سیستم نشان داده شده است:

جدول (۱) مؤلفه‌های پایه‌ای در الگوهای پویایی‌های سیستم

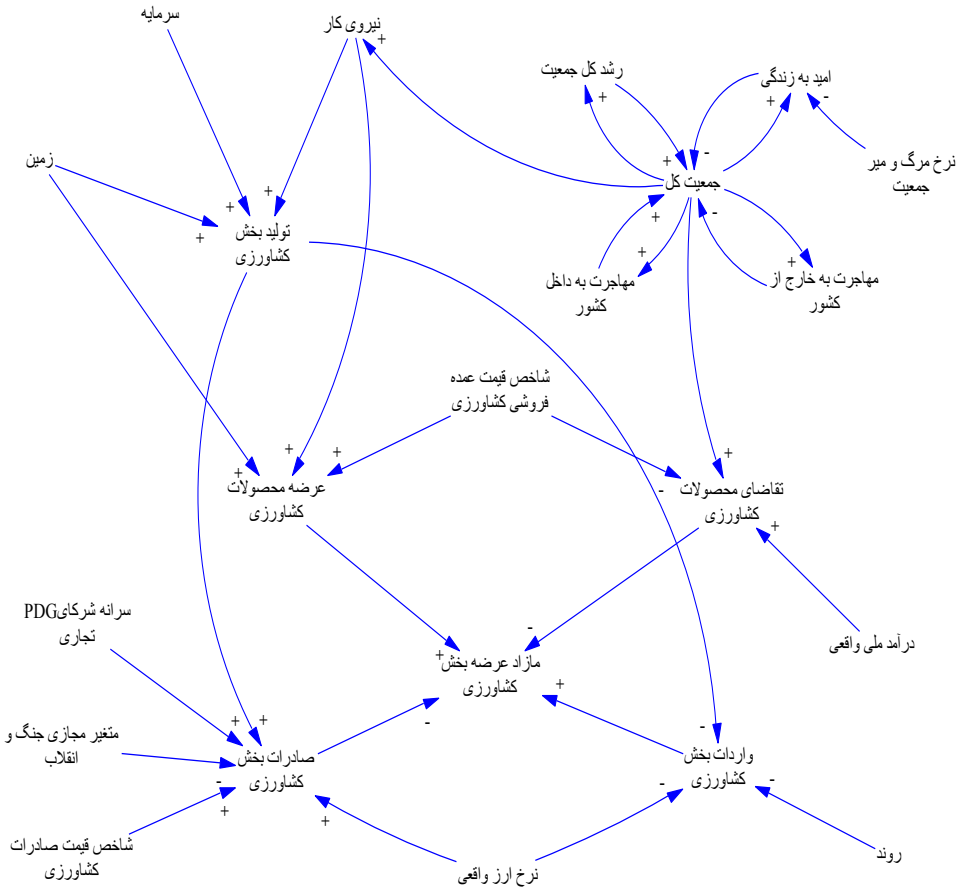
Table (1) Basic components of system dynamics models

علامت symbol	نام متغیر Variable name	تعریف Definition
	متغیر سطح (انباره) Level Variable	سازه‌ای است که چیزی در آن انباشته یا ذخیره می‌شود و به‌طور بالقوه می‌تواند بر سایر اجزاء سیستم تأثیر گذارد. It is a structure in which something is stored and it could potentially affect other components of the system.
	متغیر جریان (نرخ) Rate Variable	فعالیت‌هایی هستند که در اثر آن اندازه متغیر انباره در طی زمان تغییر می‌کند activities in which the amount of the level variable change over time
	متغیر کمکی Auxiliary Variable	با استفاده از آن می‌توان رابطه‌های تعریف‌کننده متغیر نرخ را به‌طور کامل و همراه با جزئیات، بازنمایی کرد. By using that, It can be represent the variable relationships Completely and with details
	اتصال‌دهندگان Connectors	به‌منظور نمایش علت و معلولی در بین متغیرهای سیستم استفاده می‌شود In order to show cause and effect between the variables in the system

منبع: Teymouri et al. , 2009; Razavi and Moshrefi, 2003

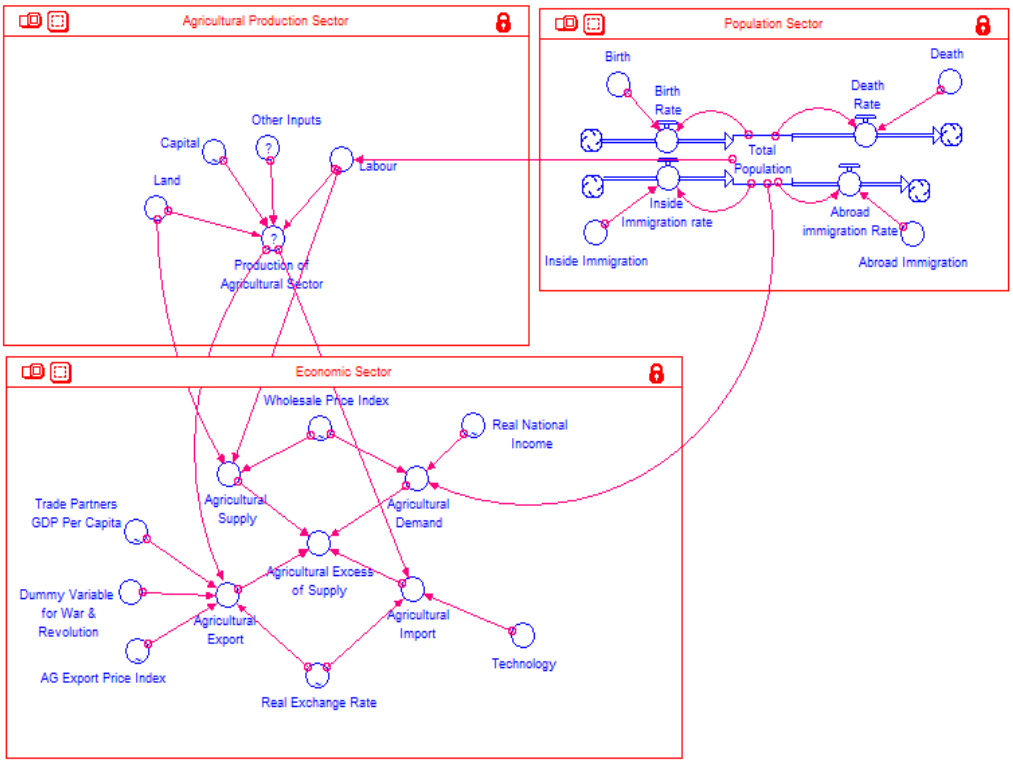
[1] Casual Loop Diagram
[2] Flow Diagram

شکل‌های (۱) و (۲) به ترتیب نمودارهای علّی-معلولی و انباشت- جریان بخش کشاورزی را نشان می‌دهند که این نمودارها متشکل از سه بخش تولیدی، تجاری (عرضه داخلی، تقاضای داخلی، صادرات و واردات) و همچنین بخش جمعیتی می‌باشند که در ادامه، معادلات هر بخش به‌صورت جداگانه تشریح می‌شوند.



شکل (۱) نمودار علّی-معلولی بخش کشاورزی

Figure (1) Causal Loop Diagram of Agricultural Sector



شکل (۲) نمودار انباشت- جریان هر سه بخش تولیدی، تجاری و جمعیتی به‌صورت همزمان با در نظر گرفتن رابطه‌های بین بخش‌ها

Figure (2) The stock - flow diagrams of all three sectors of production, trade and population, Considering the relationships between sectors simultaneously

بخش نخست: تولید کل کشاورزی: انتخاب نوع تابع تولید بستگی به ماهیت موضوع مورد بررسی دارد و تعیین شکل دقیق این تابع تا حدود زیادی بستگی به شرایط تولید دارد (Azamzadeh Shoraki et al., 2012). در این پژوهش، بر اساس آزمون‌های انتخاب شکل تابعی، مناسب‌ترین شکل انتخاب‌شده به‌صورت رابطه (۱) می‌باشد که در آن، Y ارزش‌افزوده بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)، K موجودی سرمایه بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)، L نیروی کار روستایی (نفر) و A سطح زیر کشت (هکتار) می‌باشد: (Barro, 1998; Fattahi Toghrolgerdi et al., 2018; Khaleghi et al., 2015):

$$\ln Y = \lambda_0 + \lambda_1 \ln K + \lambda_2 \ln L + \lambda_3 \ln A + U_t \qquad (۱)$$

بخش دوم: بخش تجاری: با توجه به شکل (۲)، نمودار انباشت- جریان بخش تجاری شامل عرضه، تقاضا، صادرات و واردات بخش کشاورزی به همراه متغیرهای تأثیرگذار بر آنهاست که به‌اختصار هر یک از این مجموعه‌ها، به شرح زیر می‌باشند:

تابع عرضه و تقاضای کل بخش کشاورزی: تابع عرضه و تقاضای کل بخش کشاورزی، با توجه به ماهیت پژوهش و بررسی‌های تجربی انجام‌گرفته توسط Mohammadi & Nagshinahfard, 2005; Ozolins et al., 2007; Moosavi Haghighi, 2009; Hosseini & Shahbazi, 2014، به‌صورت رابطه‌های زیر تعریف شده است:

$$\ln Q_t^S = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{AGt} + \beta_2 \ln L_t + \beta_3 \ln A_t + U_{2t} \quad (۲)$$

$$\ln Q_t^D = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_{AG_t} + \alpha_2 \ln NI_t + \alpha_3 \ln Pop_t + U_{1t} \quad (۳)$$

$$Q^D = Q^S \quad (۴)$$

Q^s ارزش عرضه کل بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، L نیروی کار روستایی (نفر)، A سطح زیر کشت (هکتار)، Q^D ارزش تقاضای کل بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیون ریال)، P_{AG} شاخص قیمت عمده‌فروشی محصول‌های کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، NI درآمد ملی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال) و Pop_t جمعیت کل کشور (نفر) می‌باشد. با توجه به ماهیت مسئله، لازم است برای برآورد تابع عرضه و تقاضای کشاورزی از معادلات همزمان به روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای *(3SLS)* استفاده شود.

تابع صادرات و واردات بخش کشاورزی: بر مبنای بررسی‌های موجود در ادبیات مربوطه (Khan & Knight, 1988; Khaledi et al., 2008; Moosavi Haghighi, 2009; Pakravan et al., 2011; Zamani & Mehrabi Boshrabadi, 2015)، تابع صادرات و واردات کل محصول‌های کشاورزی را می‌توان به‌صورت رابطه‌های زیر تصریح کرد:

$$\ln X_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln RER_t + \alpha_2 \ln AD_{AG} + \alpha_3 \ln XPI_t + \alpha_4 \ln GDP_F + \alpha_5 (D_{WAR}) + V_{1t}$$

$$D_{WAR} = \begin{cases} 0 & t < 1368 \\ 1 & t \geq 1368 \end{cases} \quad (۵)$$

$$\ln M_t = \delta_0 + \delta_1 \ln RER_t + \delta_2 \ln AD_{AG} + \delta_3 (year) + V_{2t} \quad (۶)$$

که در آن، X_t و M_t به ترتیب ارزش صادرات و واردات بخش کشاورزی (میلیون ریال)، RER_t نرخ ارز واقعی در دوره (۹۶-۱۳۸۰) بر حسب ریال، AD_{AG} ارزش‌افزوده بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)، XPI_t شاخص قیمت صادرات به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، GDP_f درآمد سرانه شریکان اصلی تجاری به قیمت ثابت ۲۰۱۰ (دلار آمریکا)، D_{WAR} متغیر

مجازی دوره جنگ و انقلاب (۶۸-۱۳۵۷) و *year* متغیر روند می‌باشد. با توجه به ماهیت مسئله و همچنین تجربیات بررسی‌های پیشین، از معادلات به‌ظاهر نامرتبط *(SURE)* برای برآورد توابع مذکور استفاده شده است.

بخش سوم: بخش جمعیت: در این بخش، جمعیت کل به‌عنوان متغیر انباره به شمار آمده که دارای دو نرخ ورودی به نام نرخ تولد *(BR)* و نرخ مهاجرت به داخل کشور *(IMR)* بوده که تأثیر مثبتی بر متغیر انباره دارد و موجب افزایش کمیت متغیر انباره می‌شوند. همچنین دارای دو نرخ خروجی به نام نرخ مرگ‌ومیر *(DR)* و مهاجرت به خارج از کشور *(AMR)* بوده که موجب کاهش کمیت متغیر انباره می‌شوند. لذا الگوی جمعیت کشور را می‌توان به‌صورت رابطه (۷) تبیین کرد (Whelan,2001; Zhu et al., 2014; Pishbahar & Rahimi, 2017):

$$Pop_t = Pop_0 + \int_0^t (BR + IMR - DR - AMR) * d_t \qquad (۷)$$

Pop_t متغیر انباره جمعیت کل کشور (نفر) که بنا بر مرکز آمار ایران، حدود ۷۹ میلیون نفر در نظر گرفته شده است. همچنین در طی زمان مورد بررسی، نرخ تولد و نرخ مرگ‌ومیر برای سال ۱۳۹۶ به ترتیب برابر ۱/۳ و ۱/۲۸ ، و نرخ مهاجرت داخلی و خارجی کشور نیز برابر ۰/۱ در نظر گرفته شده است.

داده‌های مورداستفاده در این پژوهش به‌صورت سالانه برای دوره زمانی ۹۶-۱۳۵۷ از منبع‌های مختلف مانند مرکز آمار ایران، بانک مرکزی، بانک جهانی، سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد *(FAO)* و وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شد. همچنین برای برآورد معادله‌های اقتصادسنجی از نرم‌افزار *STATA13* و برای انجام شبیه‌سازی الگوی پویایی‌های سیستم از نرم‌افزارهای *Vensim PLE* و *iThink* استفاده شده است.

نتایج و بحث

در این قسمت ابتدا مانایی متغیرهای مورداستفاده در مدل‌های تجربی، با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد دیکی‌فولر تعمیم‌یافته و آزمون زیوت اندروز بررسی شد. با توجه به نتایج جدول (۲) می‌توان دریافت که همه‌ی متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری، ایستا از مرتبه یک می‌باشند.

جدول (۲) نتایج آزمون ریشه واحد دیکی‌فولر تعمیم‌یافته (ADF) و زیوت اندریوز (ZA)

Table (2) Results of Augment Dickey Fuller unit root test (ADF) and Zivot-Andrews (ZA)

نتیجه Result	آماره زیوت اندروز ZA Test		آماره دیکی‌فولر ADF Test		وقفه بهینه Optimal Lag	متغیر Variable
	تفاضل مرتبه اول Diff	سطح داده‌ها Level	تفاضل مرتبه اول Diff	سطح داده‌ها Level		
I(1)	-5.890***	-4.216	-5.686***	-2.876	1	لگاریتم ارزش‌افزوده بخش کشاورزی(سال پایه ۷۶) Logarithm of Agricultural Value Added
I(1)	-7.375***	-3.548	-1.995**	-0.400	2	لگاریتم جمعیت روستایی Logarithm of Rural Population
I(1)	-5.200**	-4.396	-1.781***	-2.330	1	لگاریتم موجودی سرمایه بخش کشاورزی(قیمت ثابت ۷۶) Logarithm of Agricultural Capital Stock
I(1)	-10.010***	-4.421	-4.893***	-2.495	1	لگاریتم سطح زیر کشت Logarithm of Area Under Cultivation
I(1)	-5.578***	-3.561	-4.323**	-2.921	1	لگاریتم ارزش تقاضای بخش کشاورزی(سال پایه ۷۶) Logarithm of Agricultural Demand Value
I(1)	-5.007*	-3.894	-3.754**	-1.884	1	لگاریتم شاخص قیمت عمده‌فروشی (سال پایه ۷۶) Logarithm of Wholesale Price Index
I(1)	-6.665*	-3.454	-6.002**	-0.518	1	لگاریتم درآمد ملی Logarithm of National Income
I(1)	-6.174***	-3.386	-3.762**	-1.131	6	لگاریتم جمعیت کل کشور Logarithm of Total Population
I(1)	-7.219***	-4.414	-5.451***	-1.801	1	لگاریتم ارزش صادرات بخش کشاورزی Logarithm of Agricultural Export Value
I(1)	-5.002*	-3.561	-4.068***	-2.357	1	لگاریتم ارزش واردات بخش کشاورزی Logarithm of Agricultural Import Value

ادامه جدول (۲) نتایج آزمون ریشه واحد دیکی‌فولر تعمیم‌یافته (ADF) و زیوت اندریوز (ZA)
Continuation of the Table (2) Results of Augment Dickey Fuller unit root test (ADF) and Zivot- Andrews (ZA)

نتیجه Result	آماره زیوت اندروز ZA Test		آماره دیکی‌فولر ADF Test		وقفه بهینه Optimal Lag	متغیر Variable
	تفاضل مرتبه اول Diff	سطح داده‌ها Level	تفاضل مرتبه اول Diff	سطح داده‌ها Level		
I(1)	-10.253*	-8.416	-4.176***	-2.127	1	لگاریتم نرخ ارز حقیقی Logarithm of Real Exchange Rate
I(1)	-5.278**	-3.867	-4.437***	-1.347	2	لگاریتم شاخص قیمت صادراتی(سال‌پایه76) Logarithm of Export Price Index
I(1)	-5.471**	-3.278	-4.991***	-2.278	1	لگاریتم درآمد سرانه شریکان تجاری (سال پایه 2010) Logarithm of GDP Per Capita Of Trade Partners

منبع: یافته‌های تحقیق (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)
Source: Research findings (*,**,*** significant in level of 10, 5 and 1 percent Respectively)

برآورد تابع تولید بخش کشاورزی: برای انتخاب بهترین شکل تابعی، با توجه به معیارهای رایج و شناخته‌شده اقتصادسنجی مانند ضریب تعیین، ضریب معنی‌داری کل رگرسیون و همچنین معنی‌داری در هر یک از ضریب‌ها، تابع تولید کاب- داگلاس به‌عنوان برترین تابع تولید در این پژوهش انتخاب شد. بر مبنای نتایج جدول (۳)، ضریب‌های موجودی سرمایه و نیروی کار روستایی معنی‌دار و تأثیر مثبت و معنی‌داری بر ارزش‌افزوده بخش کشاورزی داشته‌اند که نتایج این پژوهش با نتایج بررسی‌های Azamzadeh Shoraki et al (2012), Mohammadi et al (2016)، Ansari & Hosseini Yekani (2015) و Fattahi Toghrolgerdi et al (2018) همسو است. همچنین ضریب تعیین (R^2) معادل ۹۷ درصد و ضریب تعیین تعدیل شده ($\bar{R}^2$) معادل ۹۶ درصد بیانگر آن است که الگو قدرت توضیح دهندگی به نسبت مناسبی دارد. نتایج مربوط به آزمون مانایی جزء اخلال (AEG) نشان می‌دهد که مقدار محاسباتی آماره t بزرگتر از مقدار بحرانی بوده، لذا فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد (نامانایی) جزء اخلال رد می‌شود. آماره جارک- برا نیز نرمال بودن جزء اخلال را در سطح تأیید می‌کند. همچنین نتایج آزمون جوهانسون- جوسیلیوس نشان می‌دهد که با توجه به آزمون اثر

و حداکثر مقدار ویژه، فرضیه صفر مبنی بر نبود بردار هم‌انباشتگی رد شده و وجود یک بردار هم‌انباشتگی پذیرفته می‌شود.

جدول (۳) نتایج برآورد تابع تولید بخش کشاورزی

Table (3) Agricultural production function estimation result

P-Value	ضریب Coefficient	متغیرها Variables
0.000	0.726***	موجودی سرمایه بخش کشاورزی(قیمت ثابت 1376) Agricultural Capital Stock (base year 1376)
0.000	2.135***	نیروی کار روستایی Rural Labor
0.127	0.268	سطح زیر کشت Area Under Cultivation
0.000	-37.775***	عرض از مبدأ Intercept
	R^2=0.97	$\overline{R}^2$= 0.96
	F (3, 33) = 483.64***	
	Durbin.W Statistic= 1.78	
	AEG = -4.208**	
	JB=2.33	(P-Value=0.33)
	$H_0 : r \leq 1$	$\lambda_{Trace} = 24.9233$ $\lambda_{Max} = 18.5196$

منبع: یافته‌های تحقیق (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

Source: Research findings (*,**,*** significant in level of 10, 5 and 1 percent Respectively)

برآورد تابع‌های عرضه و تقاضای کل بخش کشاورزی: با توجه به نتایج جدول (۴)، در تابع تقاضا ضریب جمعیت کل کشور برابر ۲/۳۰۵ برآورده شده که از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. بدین مفهوم که با یک درصد افزایش در جمعیت کشور، تقاضای بخش کشاورزی به اندازه‌ی ۲/۳۰۵ درصد افزایش می‌یابد. آماره R^2 نشان می‌دهد که متغیرهای ارائه شده در مدل توانسته‌اند ۸۹ درصد از تغییرات ارزش تقاضای کل بخش کشاورزی را توضیح دهند. همچنین نتایج برآورد تابع عرضه نشان می‌دهد که متغیر شاخص قیمت بخش کشاورزی در سطح یک درصد معنی‌دار شده و مقدار آن برابر ۰/۱۶۱ می‌باشد که این ضریب در دو مورد بررسی‌های Hosseini&Shahbazi (2014) و Pishbahar & Rahimi (2017) نیز به ترتیب ۰/۱۶۶ و ۰/۱۱ برآورد شده است. میان متغیر سطح زیر کشت و عرضه محصول‌های کشاورزی رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش یک درصدی سطح زیر کشت می‌تواند میزان عرضه کل بخش کشاورزی را به اندازه ۰/۳۳۸ درصد افزایش دهد. متغیر

نیروی کار روستایی نیز در سطح ۱۰ درصد دارای تأثیری مثبت و معنی‌دار بر عرضه بخش کشاورزی می‌باشد. این نتایج به طور کامل مورد انتظار است؛ زیرا به‌کارگیری نیروی انسانی هرچه بیشتر، افزایش فعالیت‌های تولیدی شده و افزایش عرضه محصول را به دنبال خواهد داشت.

همان‌گونه که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، پسماندهای تابع‌های عرضه و تقاضا به ترتیب در سطح ده و پنج درصد، مانا می‌باشند که می‌توان استنباط کرد که الگوی برآورد شده در بلندمدت با ثبات است. آماره جارک- برا نیز مانایی جزء اخلال‌ها را در سطح تأیید می‌کند.

جدول (۴) برآورد معادلات همزمان عرضه و تقاضای بخش کشاورزی

Table (4) Simultaneous estimation of Agricultural demand and supply

تابع عرضه کشاورزی Agricultural supply function			تابع تقاضای کشاورزی Agricultural demand function		
P-Value	ضریب Coefficient	متغیرها Variables	P-Value	ضریب Coefficient	متغیرها Variables
		شاخص قیمت عمده‌فروشی Wholesale Price Index			شاخص قیمت عمده‌فروشی Wholesale Price Index
0.000	0.161***		0.285	-0.082	
0.036	0.338**	سطح زیر کشت Area Under Cultivation	0.762	0.025	درآمد ملی National Income
0.001	0.926***	نیروی کار روستایی Rural Labor	0.000	2.305***	جمعیت کل کشور Total Population
0.466	-3.812	عرض از مبدأ Intercept	0.038	-23.147**	عرض از مبدأ Intercept
R^2=0.8855 $\bar{R}^2$=0.8751			R^2=0.8918 $\bar{R}^2$=0.8819		
Chi2 (34)=287.17***			Chi2 (34)=304.22***		
Durbin.W Statistic= 1.86					
AEG = -3.211*			AEG = -3.600**		
JB=0.78 (P-Value=0.67)			JB=0.095 (P-Value=0.95)		
$H_0: r \leq 2$ $\lambda_{Trace} = 12.5546$ $\lambda_{Max} = 12.2184$			$H_0: r \leq 1$ $\lambda_{Trace} = 20.1267$ $\lambda_{Max} = 10.3382$		

منبع: یافته‌های تحقیق (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

Source: Research findings (*,**,*** significant in level of 10, 5 and 1 percent Respectively)

برآورد تابع‌های صادرات و واردات بخش کشاورزی: در جدول (۵) نتایج برآورد همزمان تابع‌های صادرات و واردات کشاورزی که به‌صورت رابطه‌های (۵) و (۶) بیان شده‌اند، به‌صورت زیر است:

جدول (۵) برآورد معادلات همزمان صادرات و واردات بخش کشاورزی

Table (5) Simultaneous estimation of Agricultural export and import

تابع واردات کشاورزی Agricultural import function			تابع صادرات کشاورزی Agricultural export function		
P-Value	ضریب Coefficient	متغیرها Variables	P-Value	ضریب Coefficient	متغیرها Variables
0.000	-0.126***	نرخ ارز حقیقی در دوره 1380-96 Real exchange rate over the period 2002-2018	0.816	-0.006	نرخ ارز حقیقی در دوره 1380-96 Real exchange rate over the period 2002-2018
0.090	-1.540*	ارزش‌افزوده بخش کشاورزی Agricultural Value Added	0.018	1.459**	ارزش‌افزوده بخش کشاورزی Agricultural Value Added
0.000	0.283***	متغیر روند Trend	0.000	0.738***	شاخص قیمت صادراتی Export Price Index
0.000	356.520***	عرض از مبدأ Intercept	0.259	-0.550	درآمد سرانه شریکان تجاری (100=2010) GDP Per Capita Of Trade Partners
			0.109	0.306*	متغیر مجازی دوره جنگ dummy variable for the war
			0.688	3.498	عرض از مبدأ Intercept
R^2=0.9739		$\bar{R}^2$= 0.9715	R^2=0.9895		$\bar{R}^2$=0.9878
Chi2 (34)=1374.86***			Chi2 (32)=3476.37***		
Durbin.W Statistic= 1.51					
Breusch-Pagan test			0.1568 $\chi^2_{1,0.05}$=0.91		
AEG = -4.279**			AEG =-4.400**		
JB=0.60	(P-Value=1.006)		JB=3.32	(P-Value=0.19)	
$H_0: r \leq 1$	$\lambda_{Trace} = 32.6852$	$\lambda_{Max} = 12.5922$	$H_0: r \leq 1$	$\lambda_{Trace} = 19.5978$	$\lambda_{Max} = 13.7470$

منبع: یافته‌های تحقیق (* و **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

Source: Research findings (*,**,*** significant in level of 10, 5 and 1 percent Respectively)

بنابر نتایج جدول (۵)، متغیر ارزش افزوده بخش کشاورزی اثری مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد بر صادرات بخش کشاورزی داشته است و با افزایش یک درصدی ارزش افزوده بخش کشاورزی، میزان صادرات این بخش ۱/۴۵۹ درصد افزایش می‌یابد. بدین مفهوم که با بهبود و افزایش ظرفیت‌های تولیدی در کشور می‌توان افزون بر تقاضای داخلی، صادرات کشاورزی را نیز افزایش داد. این ضریب با دو مورد بررسی‌های انجام‌شده توسط Hosseini & Homayunpour (2013) و Fattahi Toghrolgerdi et al (2018) که به ترتیب ۱/۲۳۱ و

۱/۶۴۵ برآورد شده است، همخوانی دارد. متغیر شاخص قیمت صادراتی در سطح یک درصد معنی‌دار شده و مقدار آن برابر ۰/۷۳۸ می‌باشد که این ضریب با بررسی‌های صورت گرفته توسط Khaledi et al. (2008) و Pakravan et al. (2011) همسو بوده و در هر دو بررسی، ضریب شاخص قیمت صادراتی به ترتیب ۰/۳۹ و ۰/۸۲ برآورد شده است. متغیر مجازی جنگ تأثیر مثبتی بر صادرات کشاورزی دارد. بدین مفهوم که در سال‌های غیر از جنگ (۶۸-۱۳۵۷)، صادرات بخش کشاورزی ایران افزایش یافته است.

همان‌گونه که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، در تابع واردات، متغیر نرخ ارز حقیقی در دوره تحریم در سطح یک درصد معنی‌دار شده و تأثیر منفی و معکوسی بر واردات بخش کشاورزی دارد. بدین مفهوم که با افزایش نرخ ارز حقیقی، واردات کشاورزی به اندازه ۰/۱۲۶ درصد کاهش می‌یابد. به‌طورکلی، نتایج این پژوهش با نتایج مورد بررسی‌های(2007) Pahlavani et al و Zamani & Mehrabi Boshrabadi (2015) همسو بوده و در هر دو بررسی، دو متغیر نرخ ارز حقیقی و ارزش‌افزوده بخش کشاورزی تأثیر منفی و معنی‌داری بر واردات بخش کشاورزی داشته است. نتایج مربوط به آزمون مانایی جزء اخلال‌ها که در جدول (۵) ارائه شده، نشان می‌دهد که الگوی برآورد شده در بلندمدت با ثبات بوده که می‌تواند دال بر نبود رگرسیون کاذب می‌باشد. همچنین آزمون جوهانسون نیز وجود یک بردار هم‌انباشتگی را تأیید می‌کند.

نتایج تحلیلی با استفاده از الگوی پویایی‌های سیستم

در این پژوهش تلاش شد تا با طراحی مدلی پویا (دینامیک) برای بخش کشاورزی ایران، عوامل عمده تأثیرگذار بر بخش کشاورزی ایران شناسایی شده و با لحاظ کردن ارتباط‌های متقابل میان زیرسیستم‌های کلیدی، وضعیت آینده این بخش با توجه به شرایط مختلف جمعیت شناختی و محیطی پیش‌بینی شود. برای ارزیابی عملکرد مدل، در آغاز مقادیر پیش‌بینی‌شده جمعیت کل کشور با مقادیر واقعی آن مقایسه شد. هدف از اعتبار سنجی الگوی طراحی‌شده، اطمینان حاصل کردن از عملکرد مطلوب آن می‌باشد که نتایج در جدول (۶) گزارش شده است.

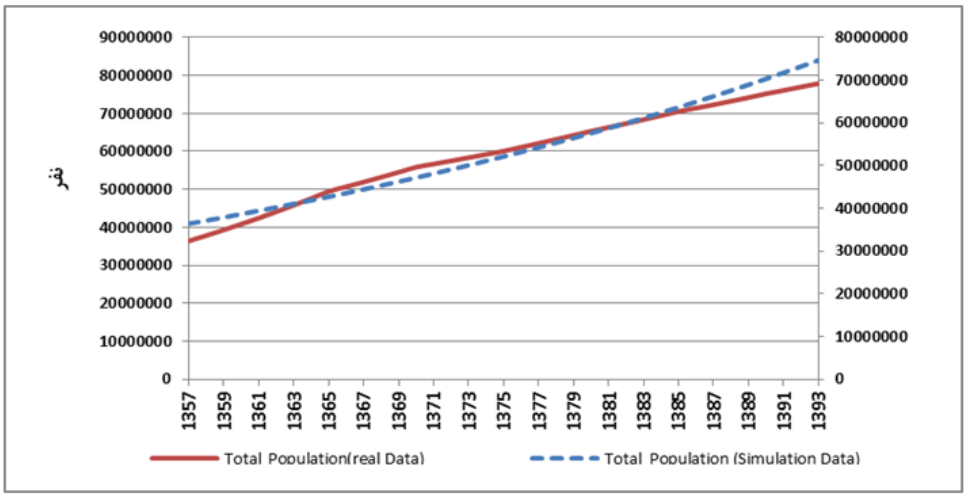
جدول (۶) نتایج محاسبه خطا، ضریب نابرابری و ضریب تعیین بر حسب متغیر کلیدی جمعیت کل

Table (6) Error calculation results, inequality coefficient and Correlation Coefficient by key variable of the total population

ضریب همبستگی (R2) Correlation Coefficient	شاخص ضریب نابرابری Unequality coefficient Index (UT)	میانگین حداقل خطای مجذورات Root Mean Square Percent Error (RMSPE)	آزمون Test / نام متغیر Variable name
0.97	0.078	1.715	مقدار Quantity

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل (۳) آزمون اعتبار سنجی رفتار مجدد برای متغیر جمعیت کل کشور (منبع: یافته‌های تحقیق)

Figure (3) Behavioral Reproduction Test for total population (Source: Research findings)

شبیه‌سازی الگوی پویایی‌های سیستم: پس از اطمینان از پایایی مدل به کمک آزمون‌های اعتبارسنجی، نتایج اصلی در قالب نمودارهای سری زمانی ارائه می‌شود تا سیاست‌گذاران را در تصمیم‌گیری‌های مناسب یاری دهد. در جدول (۷)، نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی برای بخش کشاورزی ایران ارائه شده است.

جدول(۷)نتایج آماری پیش‌بینی مدل پویای بخش‌های جمعیتی،تولیدی و تجاری بخش کشاورزی ایران

Table (7) Statistical results of predicting the dynamic model of population, production and trade sectors of Iran's agricultural sector

نرخ ارز واقعی (ریال) **Real Exchange Rate (Rial)**	واردات بخش کشاورزی (هزار میلیارد ریال) **Agricultural Import (thousand Billion Rial)**	صادرات بخش کشاورزی (هزار میلیارد ریال) **Agricultural Export (thousand Billion Rial)**	عرضه بخش کشاورزی (هزار میلیارد ریال) **Agricultural Supply (thousand Billion Rial)**	تقاضای بخش کشاورزی (هزار میلیارد ریال) **Agricultural Demand (thousand Billion Rial)**	ارزش‌افزوده بخش‌کشاورزی (هزار میلیارد ریال) **Agricultural Value Added (thousand Billion Rial)**	جمعیت روستایی (میلیون نفر) **Rural Population (million people)**	جمعیت کل کشور (میلیون نفر) **Total Population (million people)**	سال **Year**
2953.32	39.507	2.16	108.67	112.40	142.30	20.15	80.59	1396
3028.58	39.535	2.35	112.21	116.93	145.54	20.55	82.22	1397
3103.83	39.563	2.54	115.75	121.70	148.94	20.97	83.87	1398
3179.09	39.592	2.75	119.29	126.73	152.82	21.39	85.56	1399
3278.90	39.620	2.98	123.07	131.89	156.90	21.82	87.29	1400
3476.97	39.648	3.29	126.38	136.66	159.23	22.00	89.00	1401
3675.03	39.677	3.59	129.45	141.27	161.51	22.17	90.61	1402
3873.10	39.705	3.90	132.30	145.70	163.72	22.33	92.12	1403
4071.16	39.733	4.19	134.96	149.93	165.64	22.47	93.54	1404
4245.67	39.761	4.54	137.89	153.67	167.47	22.60	94.87	1405
4384.83	39.790	4.98	141.20	156.84	169.22	22.72	96.10	1406
4524.00	39.818	5.41	144.23	159.82	170.87	22.82	97.23	1407
4663.17	39.846	5.83	146.99	162.60	172.41	22.91	98.28	1408
4802.33	39.875	6.27	149.52	165.16	174.25	22.99	99.23	1409
4954.75	39.903	6.83	152.41	167.16	175.97	23.05	100.10	1410
5116.00	39.931	7.47	155.39	168.75	177.59	23.10	100.88	1411
5277.25	39.988	8.10	158.07	170.17	179.09	23.13	101.59	1412
5438.50	40.016	8.71	160.49	171.40	180.47	23.16	102.21	1413
5599.75	40.051	9.29	162.67	172.43	181.47	23.02	102.75	1414
5780.83	40.072	10.11	165.62	172.72	182.35	22.70	103.22	1415
5966.88	40.102	10.97	168.46	172.78	183.11	22.55	103.62	1416

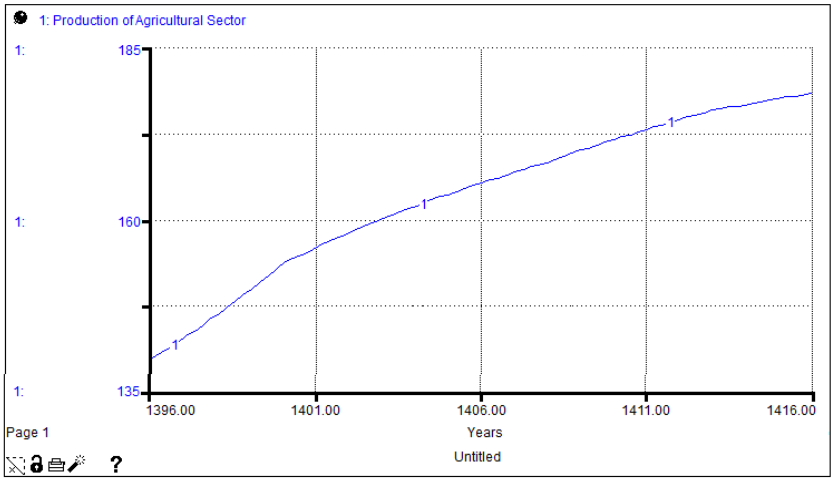
منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

زیرسیستم جمعیتی: برابر شکل (۶)، پیش‌بینی شده است که از آغاز دوره شبیه‌سازی جمعیت کشور از ۷۹ میلیون نفر در سال ۱۳۹۶ به ۱۰۳/۶۲ میلیون نفر در پایان دوره افزایش خواهد یافت. متناسب با افزایش جمعیت در کشور، نیروی انسانی در بخش کشاورزی نیز افزایش خواهد یافت. لیکن، با توجه به نرخ رشد جمعیتی پایین در دوره کنونی (در حدود ۱/۳) و در پی آن، افزایش شمار افراد سالخورده در سال‌های آتی، پیش‌بینی می‌شود که تعداد نیروی کار تا سال ۱۴۱۳روند صعودی خود را حفظ خواهد کرد و از ابتدای سال ۱۴۱۴ تا پایان دوره، شمار آن به ۲۲/۵۵ میلیون نفر کاهش خواهد یافت.

شکل (۴) روند جمعیت کل کشور و نیروی کار روستایی (نفر) (منبع: یافته‌های تحقیق)

Figure (4) The total population and rural labor trend (person) (Source: Research findings)

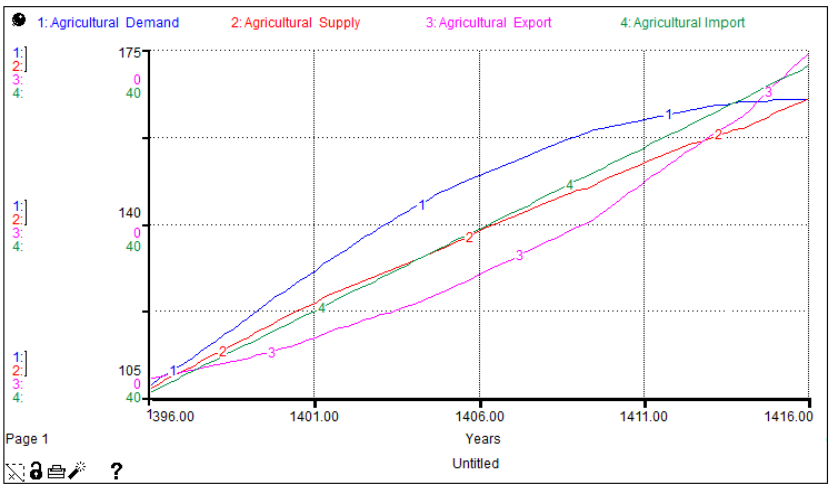
زیرسیستم تولید بخش کشاورزی: بنا بر شکل (۵)، پیش‌بینی می‌شود که ارزش‌افزوده بخش کشاورزی از ۱۴۲/۳۰ هزار میلیارد ریال به ۱۸۳/۱۱ هزار میلیارد ریال در پایان دوره شبیه‌سازی افزایش خواهد یافت و میانگین نرخ رشد سالانه ارزش افزوده این بخش ۱/۲۷ درصد برآورد شده است.



شکل (۵) روند تولید بخش کشاورزی ایران(لگاریتم متغیرها برحسب ریال) (منبع: یافته‌های تحقیق)

Figure (5) Production trend of Iran´s agricultural Sector (Logarithm of variables in Rials) (Source: Research findings)

زیرسیستم بخش اقتصادی: نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که عرضه بخش کشاورزی از ۱۰۸/۶۷ هزار میلیارد ریال در آغاز دوره به ۱۶۸/۴۶ هزار میلیارد ریال تا پایان دوره افزایش خواهد یافت. تقاضا نیز متناسب با روند جمعیتی کشور، تغییر خواهد کرد؛ به‌گونه‌ای که از ۱۱۲/۴۰ هزار میلیارد ریال به ۱۷۲/۷۸ هزار میلیارد ریال خواهد رسید. صادرات و واردات بخش کشاورزی نیز روند افزایشی خواهند داشت و به ترتیب از ۲/۱۶ و ۳۹/۵۰۷ به ۱۰/۹۷ و ۴۰/۱۰۲ هزار میلیارد ریال افزایش خواهد یافت و به ترتیب سالانه ۸/۴۶ و ۰/۷ درصد رشد خواهند یافت.



شکل (۶) روند عرضه، تقاضا، صادرات و واردات بخش کشاورزی ایران (لگاریتم متغیرها برحسب ریال) (منبع: یافته‌های تحقیق)

Figure (6) Supply, demand, export and import trend of Iran´s agricultural Sector (Logarithm of variables in Rials) (Source: Research findings)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اینکه چالش‌ها و تنگناهای بخش کشاورزی به‌صورت نظام‌مند و یکپارچه به یکدیگر مرتبط هستند، لذا در این پژوهش، با استفاده از نگرش نظام یافته (سیستمی) مدلی یکپارچه برای بخش کشاورزی ایران تدوین و شبیه‌سازی شد و از الگوی پویایی‌های سیستم بدلیل کارایی و انعطاف‌پذیری بالا استفاده شد. در آغاز، برای شناسایی بهتر رابطه‌های بین متغیرها و دقت بیشتر در روند شبیه‌سازی، برخی از تابع‌های اقتصادسنجی برآورد و آن‌گاه در الگوی پویایی‌های سیستم جایگذاری شد تا بتوان وضعیت بخش کشاورزی ایران را طی دوره ۱۴۱۶-۱۳۹۶ پیش‌بینی کرد.

نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی مدل پویایی‌های سیستم نشان داد که ارزش صادرات بخش کشاورزی نسبت به ارزش واردات رشد بیشتری را تجربه خواهد کرد که یکی از علت‌های عمده در به وجود آمدن این وضعیت، افزایش نرخ ارز می‌باشد؛ زیرا با افزایش نرخ ارز، درآمد به‌دست‌آمده از صادرات کشاورزی افزایش می‌یابد و این موضوع موجب افزایش انگیزه صادرکنندگان برای افزایش صادرات محصول‌های کشاورزی می‌شود. از سوی دیگر با افزایش نرخ ارز و در پی آن، تضعیف ارزش پول داخلی، قیمت محصول‌های کشاورزی وارداتی در درون

کشور و هزینه واردات افزایش می‌یابد و توان واردکنندگان برای واردات محصول‌های کشاورزی کاهش می‌یابد.

همچنین نتایج به‌دست آمده از پیش‌بینی بخش جمعیتی و تولیدی نشان داد که جمعیت کشور از مرز ۱۰۰ میلیون نفر عبور خواهد کرد. اما بدلیل نرخ رشد جمعیتی پایین در دوره کنونی، جمعیت ایران به سمت سالخوردگی پیش خواهد رفت که این مسئله به‌تدریج باعث کاهش نیروی انسانی در این بخش طی سال‌های آتی خواهد شد. ازآنجایی‌که تولید در بخش کشاورزی ایران از دیرباز تا کنون وابسته به نیروی کار می‌باشد، لذا تداوم این مسئله می‌تواند تأثیر مستقیمی بر میزان تولیدهای بخش کشاورزی کشور داشته باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود که دولت و مسئولان سیاست‌های راهبردی خود را به سمت افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه بهبود هر چه بیشتر فناوری‌های تولید در بخش کشاورزی گرایش دهند. زیرا پیشرفت فناوری می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب برای جبران کمبود نیروی کار در بخش کشاورزی عمل کرده و تولید بخش کشاورزی کشور را ارتقاء بخشد و زمینه‌های لازم برای رسیدن به خودکفایی، امنیت غذایی و تأمین منبع‌های ارزی بیشتر را برای کشور به ارمغان بیاورد. لذا بهبود فناوری نقشی بسیار محوری و کلیدی در بخش کشاورزی ایران ایفا خواهد کرد.

منبع‌ها

Ansari, Y. and Hosseini Yekani, S.A. (2015). The effect of financial market development on agricultural growth using ARDL. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 22(85): 237-254. (In Farsi)

Applanaidu, S. D., Arshad, F. M., Abdel Hameed, A. A., Hasanov, A., Idris, N., Mahir, A., and Shamsudin, M. N. (2009). Malaysian cocoa market modeling: A combination of econometric and system dynamics approach. Munich Personal RePEc Archive (MPRA), 19569: 1-13.

Atherton, J. T. (2013). A system dynamics approach to water resources and food production the Gambia. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree in Master of Engineering Science, The University of Western Ontario.

Azamzadeh Shoraki, M., Khalilian, S. and Mortazavi, A. (2012). Selection production function and estimate important coefficient of energy in agricultural sector. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 19(76): 205-230. (In Farsi)

Barro, R. J. (1998). Notes on growth accounting. NBER Working Paper (W6654).

Braimllari (Spaho), A. and Toshkollari, O. (2016). Econometric modeling and forecasting of food exports in Albania. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 1(2), 33-41.

Central Bank of the Islamic Republic of Iran. (2019). Economic Time Series Database. Available at: https://tsd.cbi.ir.

Central Bank of the Islamic Republic of Iran. (2020). Economic Time Series Database. Available at: https://tsd.cbi.ir.

Fattahi Toghrolgerdi, Z., Nabieyan, P. and Mehrabi Boshrabadi, H. (2018). Effect of agricultural exports from credits with emphasis on sub-sectors. *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(3):57-74. (In Farsi)

Forrester, J. W. (1961) Industrial dynamics. *Journal of the Operational Research Society. 48: 1037-1041.*

Gharib, H. (2013). Current situation of food security in Iran and future outlook. *Journal of Strategy*, 21(65): 345-369. (In Farsi)

Ghosh, S. (2017). Forecasting cotton exports in India using the ARIMA model. *Amity Journal of Economics*, 2(2): 36-52.

Hosseini, P. and Shahbazi, H. (2014) The estimation of aggregate supply and demand of agriculture from 1386-1338. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 1(27):16-24. (In Farsi)

Hosseini, S. S., Pakravan, M. R. and Gilanpour, O. (2012). Forecasting of agricultural crops import in Iran: artificial neural network and econometric models application. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 25(3): 365-374. (In Farsi)

Hosseini, S.S. and Homayunpour, M. (2013). Factors affecting agricultural commodities export in Iran. *Journal of Agricultural Economics*,6(4): 1-16. (In Farsi)

Hosseini, S.S. and Shahbazi, H. (2014) Assessment of R&D Role for Agricultural Supply and Demand Gap Adjustment. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 21(84): 177-203. (In Farsi)

Jalaei, S.A., Pakravan, M. R., Gilanpour, O., Asna ashari, H. and Mehrabi Boshrabadi, H. (2011). Forecasting of Iran's agricultural products: Using regression models and artificial neural network. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 18(72): 115-138. (In Farsi)

Khaledi K., Ardestani, M. and Toossi, M. (2008). Investigating the relationship between economic growth, employment and exports in Iran's agricultural sector (with emphasis on foreign exchange and trade policies). *Journal of Agricultural Economics*, 3(1):111-123. (In Farsi)

Khaleghi, S., Bazzazan, F. and Madani, Sh. (2015). The effects of climate change on agricultural production and on the economy of Iran (Social Accounting Matrix Approach). *Journal of Agricultural Economics Research*, 1(7):113-135. (In Farsi)

Khalilian, S. and Farhadi, A. (2003). Investigating the effective factors on Iran's agricultural export sector. *Journal of Agricultural Economics and Development*, (39): 71-84. (In Farsi)

Khan, M. and Knight, M.D. (1988). Important compression and export performance in developing countries. *The Review of Economics and Statistics*, 70(2): 315-321.

Kusnadi, N. and Tinaprilla, N. (2016). Indonesia rice supply and demand dynamic model. AFBE Journal, 418-436.

Mashayekhi, A., Azar, A. and Zangooei Nezhad, A. (2013). A dynamic modelling for decreasing loss time average in insurance companies. *Journal of Trade Studies*. 18(71): 95-118. (In Farsi)

Mehrabi Boshrabadi, H. and Koochakzadeh, S. (2010). Modeling and forecasting of agricultural products export in Iran: application of artificial neural networks. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 23(1): 49-58. (In Farsi)

Ministry of Cooperatives Labour and Social Welfare. (2020). Available at:http://www.Mcls.gov.ir

Mirzaei Daryani, Sh., Shahgholian, K., Aslizadeh, A., Soloukdar, A., and Zendeh Bafandeh,A. (2008). System dynamics: systems thinking and modeling for a complex world (fifth edition). Tehran: Termeh Publishing. (In Farsi)

Mohammadi, H. and Nagshinahfard, M. (2005). The effects of trade liberalization on supply, demand, import and export of wheat and pistachio in Iran. *Journal of Agricultural Science & Research*, 1(12):27-33. (In Farsi)

Mohammadi, M., Poursafar, Z. and Azadi, A. (2016). Measuring the growth of total factor productivity in the agricultural sector and assess its role on value added growth and exports of this sector by using Johansen cointegration techniques. *Journal of Applied Economics*, 5: 57-67. (In Farsi)

Monjezi, M., Ghobadi, S. and Afghah, S. (2011). The study of short run and long run effects of trade liberalization on Iran's wheat import. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 24(4): 526-532. (In Farsi)

Moosavi Haghighi, M. H. (2009) Combination of econometric methods and system dynamics approach to improve the Iranian agricultural policies. International Conference of the System Dynamics Society, 1-29.

Ozolins, G., Kalnins R. and Sile R. (2007). Agricultural production and income dynamics in Latvia. In Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society, Boston, Massachusetts, USA.

Pahlavani, M., Dahmardeh, N. and Hosseini, S. M. (2007). Estimating the export and import demand functions in Iran by using autoregressive distributed lag (ARDL) cointegration approach. Journal of Quantitative Economics, 4(3): 101-120. (In Farsi)

Pakravan, M., Mehrabi Boshrabadi, H. and Gilanpour, A. (2011). Estimating supply and demand function of Iran's agricultural products export. *Journal of*

Agricultural Economics and Development (Food Science and Technology), 4(24):471-478. (In Farsi)

Pishbahar, E and Rahimi, J. (2017). Developing climate change and management scenarios to evaluate their effects on agricultural sector and water resources depletion in Iran: System Dynamics Approach. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 31(1): 73-94. (In Farsi)

Rahimi Badr, B. (2018). Prioritizing the Production of Selected Agricultural Products with the Goal of Providing the Demand at Development Vision Horizon (2025). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 25(97): 157-182. (In Farsi)

Ramezanian, M., Esmaeilipour, R. and Hadidi Masuleh, M. (2015). Provide a support model for implementing Enterprise Resource Planning (ERP) projects with a system dynamics approach. *Journal of Information Technology Management.* 2(7): pp.301-324. (In Farsi)

Razavi, M. and Moshrefi, R. (2003). Dynamic analysis of employment in Iranian economy (Case study of Ukan law). *Journal of Economic Researches of Iran*, 18(6): pp.1-37. (In Farsi)

Rostamloo, B. and Aref nia, M. (2014). The importance of agriculturevsector in economic growth and development. *The 1st National Conference on Stable Agriculture and Natural Resources*. (In Farsi)

Salami, H. and Mohtashami, T. (2015). The projection model of Iran's crop production in 2025. *Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 4(45):585-599. (In Farsi)

Shafei, S., Bostan, Y., Fatahiardakani, A., Jahangirpor. D. and Erfani, R. (2020). Predicting and studying the effect of uncertainty in the real exchange rate on the agricultural department imports of Iran. *Journal of Agricultural Economic Research.* 12(47): 125-150. (In Farsi)

Shahmoradi, M., Agahi, H., Alibeygi, A. (2019). Pathology of exports in the Iranian agricultural sector. Journal of Business Administration Researches, 11(21): 209-245. (In Farsi)

Tafti, H. F., Asadi, M. M. and Rashidi, S. (2017). Designing a date export development model with system dynamics approach. *Third International Conference on Management and Economics with Resistive Economics Approach,* Mashhad, Iran. (In Farsi)

Teymouri, A., Nourali, A. and Valizadeh, N. (2009) System dynamics: a practical approach for management problems. Tehran: Iran University of Science and Technology. (In Farsi)

Weber, M. (2006). Foresight and adaptive planning as complementary elements in anticipatory policymaking: A conceptual and methodological approach. *Reflexive Governance for Sustainable Development*, 189-221.

Whelan, J. G. (2001). Modeling exercises (section 2), Prepared for the MIT system dynamics in education project under the supervision of Prof. Jay W.Forrester. Massachusetts Institute of Technology, 4451(2):1-52.

Zamani, F. and Mehrabi Boshrabadi, H. (2015). The effect of exchange rate fluctuations on agricultural trade in Iran. *Journal of Agricultural Economics Research*, 2(6):13-28. (In Farsi)

Zhu, j., Wang, X., Zhang, L., Cheng, H. andYanga, Zh. (2014). System dynamics modeling of the influence of the TN/TP concentrations in socioeconomic water on NDVI in shallow lakes. *Ecological Engineering*, 76: 27-35.

Doi: 10.22034/IAES.2021.526889.1829

Agricultural Economics/Volume 15/Issue 1/1400

Prediction of Production, Export and Import of Iran´s Agricultural Sector: The Combination of Econometrics and System Dynamics Methods

Esmaeil Pishbahar, Parisa Shahbazi, Javad Hosseinzad[1]

Received: 16 march.2021 **Accepted:06 July.2021**

Extended Abstract

Introduction

The agricultural sector in developing countries, including Iran, is one of the oldest sectors in the economy and this sector has a key role in economic development in the field of production, employment, food security, foreign exchange and comparative advantage. Due to the significant role that agriculture plays in economic development, planners should always make it a priority of their economic plans. To make appropriate short-term and long-term plans, accurate knowledge about the future seems necessary for improving the agricultural situation in Iran. If policymakers have a clear vision of the future, they certainly can make more efficient and accurate decisions, which will accelerate the country's movement towards progress and development. Since predicting future events plays a major role in the decision-making process, so it is necessary to predict the country's strategic sector so that, managers and planners can provide appropriate policies to achieve self-sufficiency and improve Iran's trade situation. Therefore, the aim of this study is to simulate and predict the production, import, export, supply, and demand of the agricultural sector over the period 2017-2037.

Materials and Method

The framework developed in this study was drawn from the system dynamics model, which was strictly combined with the econometric methods based on the economics theory. Thus, this section discusses the theoretical framework, and the different mathematical formulations such as the production, export, import, demand and supply functions, which were used in the system dynamics model. Hence, the used methodologies were separated into various sections: Part 1: Production part: In this research, the Cobb-Douglas production function has chosen as the best production

1 Respectively: Associate Professor, Master's graduated & Associate Professor Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
Email: pishbahar@yahoo.com

function in this research .Part 2: Trade part: This part consists of two functions: supply, demand, export and import of agricultural sector, which is estimated by using simultaneous equations. To estimate the agricultural supply and demand functions, it is necessary to use the simultaneous equations by 3SLS method. In addition, for agricultural export and import functions, considering the nature of the subject and the previous studies, the SURE model is used. Part 3: population part: In this section, the total population is considered as a stock variable and has two input rates called the birth and immigration rate. It also has two output rates called death rates and emigration rate, which reduces the amount of stock variables.

Results and Discussion

The results of the system dynamics simulation showed that Iran's population will increase from 79 million in 2017 to 103.62 million at the end of the period. Also, agricultural labor will increase in accordance with the population increase. However, given the low population growth rate in the current period and consequently, increasing the number of elderly people in the future, It is predicted that the number of agricultural labor will keep their upward trend until 2034; and from the beginning of 2035, labor will decrease. Also, agriculture production and demand will in accordance with demographic trend; so that the average annual growth rate of the agricultural production value and agricultural demand has been estimated at 1.27 and 2.18 percent, respectively. Furthermore, the agricultural exports, imports, and supply will also have an upward trend and increase from 2.16, 39.507, and 108.67 to 10.97, 40.102, and 168.46 billion Rials respectively; and the annual growth rate will be 8.46, 0.7, and 2.21 percent respectively.

Suggestion

Since production in Iran's agricultural sector has long been dependent on labor and the continuation of this issue have a direct impact on the agricultural production in the future, so it is suggested that the government propel their strategic policies to increase investment in improving the production technologies in the agricultural sector. Because technological advancement can be used as a suitable alternative to compensate for labor shortages in the this sector and improve Iran's agricultural production and provide the necessary basis for achieving self-sufficiency, food security, and providing more foreign exchange resources in the country.

JEL Classification: Q17, Q11, J11, F17, C87, C53, C32, C22, C13

Keywords: System dynamics, Prediction, Trade, Production, Simulation