

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و سوم، شماره ۹۲، زمستان ۱۳۹۴

## پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند در ایران

محسن رفعتی<sup>۱</sup>، بهاء‌الدین نجفی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۰

### چکیده

هدف کلی مطالعه حاضر، پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند (سطح زیر کشت، تولید و قیمت) در ایران است. برای این منظور الگوهای خودرگرسیون، تعدیل نمایی یگانه، تعدیل نمایی دوگانه، هارمونیک، شبکه عصبی و خودرگرسیون با واریانس ناهمسانی شرطی برآورد و بهترین الگو انتخاب شد. بررسی آزمون تصادفی بودن (دوربین واتسون) سری‌های سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند مبین غیر تصادفی متغیرها بود. براساس نتایج حاصل از محاسبه معیار کمترین خطای پیش‌بینی، مناسب‌ترین الگو برای پیش‌بینی سری‌های سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند به ترتیب الگوهای شبکه عصبی، ARMA و ARIMA می‌باشند. لذا استفاده از روش‌های مذکور به شرط ثابت بودن شرایط، نتایجی با کمترین خطا به دست خواهد داد. نتایج همچنین نشان داد هر سه شاخص تولید چغندر قند (شامل: سطح زیر

۱. عضو هیئت علمی مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی (نویسنده مسئول)  
e-mail: mrafaati@gmail.com

۲. استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

کشت، تولید و قیمت) طی دوره ۱۳۹۲-۹۹ روند افزایشی داشته با این ملاحظه که روند افزایشی سطح زیر کشت و تولید بسیار ملایم تر از روند افزایشی قیمت چغندر قند بوده است.

طبقه بندی JEL: Q11, D12, C32, C22

#### کلیدواژه‌ها:

ایران، چغندر قند، پیش‌بینی، تعدیل‌نمایی، هارمونیک، شبکه عصبی، ARCH،

ARMA، ARIMA

#### مقدمه

در طبقه بندی محصولات کشاورزی، چغندر قند در گروه محصولات صنعتی قرار می‌گیرد. سازگاری این محصول به طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی و خاک، امکان کشت سنتی، نیمه مکانیزه و تمام مکانیزه آن، قابلیت‌های این محصول برای قرار گرفتن در تناوب‌های زراعی مختلف، محصولات فرعی با ارزش، قرار گرفتن این محصول در ردیف محصولاتی نظیر برنج، ذرت، گندم، سیب زمینی و حبوبات از لحاظ ارزش غذایی موجب شده‌اند که این محصول به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک در بخش کشاورزی ایران مطرح باشد.

شیوه مصرف و موارد استفاده از چغندر قند دارای دامنه وسیع می‌باشد. چغندر قند پس از فراوری در کارخانه‌های قند چغندری و تبدیل شدن به شکر یا به‌طور مستقیم و به‌عنوان محصولات نهایی به مصرف می‌رسد و یا به‌عنوان کالایی واسطه‌ای در چرخه تولید سایر محصولات نهایی وارد می‌شود. در کارخانه‌های قند چغندری در فرایند تولید شکر از چغندر قند، فراورده‌های دیگری همچون تفاله و ملاس به‌دست می‌آیند که این فراورده‌ها در پرورش دام و در صنعت به مصرف می‌رسند. اندام‌های هوایی چغندر قند نیز به دو صورت مورد استفاده قرار می‌گیرند: یا به‌طور مستقیم برای تغذیه دام مصرف می‌گردند و یا به‌منظور بهبود حاصلخیزی، به خاک برگردانده می‌شوند.

پیش‌بینی شاخص‌های.....

شکر به‌عنوان یک کالای راهبردی جایگاه خاصی را در سیاست‌های کلان اقتصادی کشورها دارد. شکر علاوه بر آنکه یکی از کالاهای اساسی در الگوی مصرف خانوارهاست به‌عنوان یک کالای سیاسی - اقتصادی نیز در جهان امروز مطرح بوده و به‌عنوان تأمین‌کننده مهم بخشی از مواد اولیه سایر صنایع محسوب می‌شود. از همین روست که شکر علاوه بر تأثیرپذیری از عوامل تولید خود، نسبت به حرکت‌ها و تحولات سیاسی و اقتصادی حکومت‌ها واکنش نشان می‌دهد. صنعت قند و شکر به‌دلیل تبعات اقتصادی‌اش در امور کشاورزی، صنعتی و بازرگانی همواره در ساماندهی نظام اقتصادی کشور مهم و مورد توجه بوده است. این صنعت به‌اتکای آثار مثبت و کارایی که در اشتغال‌زایی، ایجاد امنیت غذایی، کشاورزی پایدار، صرفه‌جویی ارزی و ... در تحقق جامعه آرمانی مستقل و قدرتمند دارد، همواره سهم قابل‌ملاحظه‌ای از سیستم تولید را به‌خود اختصاص داده است.

شکر از دو محصول کشاورزی چغندر قند و نیشکر تولید می‌شود. در بین ۱۱۸ کشور تولیدکننده شکر در جهان تنها ۹ کشور (از جمله ایران) هم از چغندر قند و هم از نیشکر شکر تولید می‌کنند. ۳۸ کشور فقط از چغندر قند و ۱۱۶ کشور نیز فقط از نیشکر، شکر را تولید می‌کنند (مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، ۱۳۹۳). در ایران قدمت تولید شکر چغندری ۱۱۶ سال و تولید شکر نیشکری ۵۰ سال می‌باشد. براساس آمار و اطلاعات انجمن صنفی کارخانه‌های شکر ایران طی دوره زمانی ۱۳۵۰ - ۱۳۸۹ منبع ۷۲/۸۸ درصد شکر تولیدی ایران چغندر قند و مابقی نیشکر بوده است (انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران، ۱۳۹۳). با توجه به این موضوع که منبع اصلی تولید شکر در ایران چغندر قند می‌باشد، دولت با اعلام قیمت تضمینی برای خرید چغندر قند از کشاورزان، سیاست حمایت از تولید این محصول را در پیش گرفته است.

به دلایل گوناگون، تولید چغندر قند در ایران از آهنگ موزون و مناسب رشد و توسعه برخوردار نبوده و همواره توأم با ریسک بوده است. این مسئله باعث شده که صنایع مرتبط و به‌ویژه شرایط اقتصادی تولیدکنندگان این محصول وضعیت مطلوبی نداشته باشد. به‌طور کلی

## اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

وجود فضای تصمیم‌گیری توأم با ریسک، ناخواسته بخش کشاورزی را متأثر خواهد ساخت (طرازکار، ۱۳۸۴). بنابراین پیش‌بینی متغیرهایی از جمله میزان سطح زیرکشت، تولید و قیمت محصولات کشاورزی می‌تواند نقش مهمی در تنظیم سیاست‌گذاری‌ها برای کاهش بی‌ثباتی درآمد و کاهش ریسک درآمد و همچنین در سرمایه‌گذاری و گسترش صنایع وابسته داشته باشد.

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که در رابطه با پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی و مقایسه الگوهای مختلف، مطالعات داخلی و خارجی زیادی صورت گرفته است. به عنوان مثال مشیری (۱۳۸۰) با هدف پیش‌بینی تورم در ایران براساس داده‌های سال‌های ۱۳۳۸-۷۷، از مدل‌های ساختاری تورم، مدل‌های سری زمانی و شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده نمود. نتایج حاکی از آن بود که الگوی شبکه عصبی در زمینه پیش‌بینی تورم سایر مدل‌ها عملکرد بهتری دارد. نجفی و طرازکار (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۱۳۰۴-۸۲ و مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و ARIMA<sup>۱</sup> به پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران پرداختند. نتایج این مطالعه بیانگر آن بود که شبکه عصبی پیشخور در مقایسه با سایر شبکه‌های عصبی و مدل ARIMA عملکرد بهتری در پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران دارد. فرج زاده و شاه ولی (۱۳۸۸) مطالعه‌ای با هدف پیش‌بینی قیمت اسمی و واقعی محصولات کشاورزی شامل پنبه، زعفران و برنج انجام دادند. نتایج مبین آن بود که براساس معیار کمترین خطای پیش‌بینی، الگوی ARIMA سری‌های قیمت اسمی برنج و زعفران را بهتر از سایر روش‌ها پیش‌بینی کرده است. بهترین روش پیش‌بینی سری‌های قیمت اسمی و واقعی پنبه نیز به ترتیب الگوهای شبکه عصبی و هارمونیک می‌باشد. مهرابی بشرآبادی و کوچک‌زاده (۱۳۸۸) کارایی دو مدل شبکه عصبی و ARIMA برای پیش‌بینی صادرات محصولات کشاورزی را مقایسه نمودند. براساس مطالعه آن‌ها، مدل شبکه عصبی در مقایسه با مدل ARIMA برای پیش‌بینی صادرات محصولات کشاورزی کارایی بیشتری دارد. پریزن و اسماعیلی (۱۳۸۷) با استفاده از روش‌های

1. Auto- Regressive Integrated Moving Average

پیش‌بینی شاخص‌های.....

رگرسیون و غیر رگرسیونی واردات دارچین، زردچوبه و هل را پیش‌بینی نمودند. براساس یافته‌های آن‌ها، واردات زردچوبه غیرقابل پیش‌بینی و از بین روش‌های مختلف، روش ARMA<sup>1</sup> برای پیش‌بینی واردات دارچین و هل مناسب‌تر است.

هروی و همکاران (Heravi et al., 2004) در پیش‌بینی تولیدات صنعتی کشورهای آلمان، فرانسه و انگلیس، توانایی شبکه عصبی را با یک فرایند خود رگرسیون مقایسه کردند. نتایج مطالعه نشان داد که شبکه عصبی در افق‌های زمانی کمتر از ۱۲ ماه دارای خطای پیش‌بینی کمتری در مقایسه با فرایند خود رگرسیون می‌باشد. کومار و والیا (Kumar and Walia, 2006) جهت بهینه‌سازی عرضه پول نقد، اقدام به پیش‌بینی تقاضای آن با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی و سری‌های زمانی بر اساس داده‌های حقیقی پول نقد یکی از شعب بانک در هندوستان برای دوره زمانی دوم آپریل تا سی‌ام جون ۲۰۰۴ نمودند. نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی عملکردی بهتر از روش‌های سری‌های زمانی دارد. مطالعات دیگری نیز در رابطه با موضوع مطالعه صورت گرفته که از جمله می‌توان به مطالعه هاوفی و همکاران (Haoffi et al., 2007)، ادیگر و اکبر (Ediger and Akar, 2007) و چو و همکاران (Chou et al., 2008) اشاره کرد.

بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد که در اکثر این مطالعات روش‌های رگرسیونی و غیر رگرسیونی مقایسه شده‌اند. به‌مرور زمان، روش‌های پیش‌بینی تکامل یافته و به موازات مدل‌های متداول اقتصادسنجی روش‌های جدیدتری برای پیش‌بینی روند متغیرها ابداع شده‌اند که قدرت پیش‌بینی آن‌ها بسته به ماهیت داده‌ها و اطلاعات با یکدیگر متفاوت است. همگام با معرفی این روش‌های جدید، مسائل و مشکلات موجود در رابطه با پیش‌بینی متغیرها نیز شدت یافته به‌نحوی که عدم تطابق نتایج حاصل از پیش‌بینی‌ها با واقعیات همواره محتمل خواهد بود.

با عنایت به مطالب فوق و اهمیت پیش‌بینی متغیرهای سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندر قند برای برنامه‌ریزی در صنایع قندکشور در این مطالعه پس از بررسی روند متغیرهای مذکور طی دوره زمانی ۱۳۵۰-۹۱ با انتخاب بهترین الگوی پیش‌بینی از بین الگوهای

1. Auto- Regressive Moving Average

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

ARMA، تعدیل نمایی (یگانه و دو گانه)، هارمونیک، شبکه عصبی و ARCH<sup>۱</sup>، میزان سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند در ایران پیش بینی می شود.

### روش تحقیق

ایستایی و غیر تصادفی بودن داده‌های سری زمانی به عنوان دو شرط اصلی برای کاربرد این داده‌ها در مدل‌های پیش‌بینی‌اند (Day, 1965). آزمون‌های مختلفی برای سنجش تصادفی بودن یک سری زمانی وجود دارد که اغلب غیر پارامتریک هستند اما با آزمون‌های پارامتریک نیز می‌توان تصادفی بودن یک سری زمانی را سنجید. آزمون‌های والد-ولفز<sup>۲</sup> و یا دوربین-واتسون<sup>۳</sup> از جمله این آزمون‌ها هستند. در این مطالعه تصادفی بودن متغیرها با استفاده از آزمون دوربین-واتسون بررسی شد. در صورت پذیرفتن فرضیه وجود خود همبستگی، فرض تصادفی بودن سری مردود است. یادآور می‌شود که استفاده از این آزمون مستلزم آن است که مشاهدات دارای توزیع تقریباً نرمال باشند که برای این منظور می‌توان از آزمون جارکو-برآ<sup>۴</sup> یا کلمگرو اسمیرنو<sup>۵</sup> بهره جست (دی، ۱۹۶۵؛ فرج‌زاده و شهلاوی، ۱۳۸۸). ایستا بودن سری زمانی نیز با آزمون دیکی فولر<sup>۶</sup> قابل سنجش می‌باشد.

روش‌های پیش‌بینی بر اساس میزان وابستگی به روش‌های ریاضی و آماری، به دو گروه اصلی روش‌های کیفی و کمی تقسیم می‌شوند. روش‌های کمی نیز که عملیات آن کاملاً ریاضی است، خود به دو دسته رگرسیونی و غیر رگرسیونی تقسیم می‌شوند. روش میانگین ساده و انواع روش‌های تعدیل نمایی از جمله روش‌های غیر رگرسیونی می‌باشد. روش‌های رگرسیونی نیز به دو گروه علی و غیر علی تقسیم بندی می‌شوند. از جمله روش‌های رگرسیون علی می‌توان به مدل خودرگرسیون با واریانس ناهمسانی شرطی (ARCH) و

1. Auto- Regressive Conditional Heteroskedasticity
2. Wald-Wolfowitz test
3. Durbin-Watson test
4. Jarque-Bera test
5. Kolmogorov-Smirnov test
6. Dickey-Fuller test

پیش‌بینی شاخص‌های.....

مدل خودرگرسیون با واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته<sup>۱</sup> (GARCH) اشاره نمود. روش‌های رگرسیونی غیرعَلّی نیز شامل روش هارمونیک و فرایند ARIMA و ARMA می‌باشند. ARIMA خود متشکل از دو فرایند خودرگرسیون (AR) و میانگین متحرک (MA) است (فرج‌زاده و شاه ولی، ۱۳۸۸).

### الگوی تعدیل نمایی<sup>۲</sup>

این الگو اولین بار توسط هالت وینترز<sup>۳</sup> در سال ۱۹۵۰ ارائه شد و پس از آن با اعمال تغییراتی در مطالعات زیادی به کار رفت. در این روش، مقدار پیش‌بینی هر متغیر به صورت متوسط وزنی مقدار پیش‌بینی آن در یک دوره گذشته و مقدار خطای پیش‌بینی است. در این مطالعه از الگوهای تعدیل نمایی یگانه<sup>۴</sup> و دوگانه<sup>۵</sup> برای پیش‌بینی متغیرهای مورد بحث استفاده شد (Bowerman and Connell, 1993).

### الگوی خودرگرسیون<sup>۶</sup>

مدل‌های اتورگرسیو (AR) اولین بار توسط یول در سال ۱۹۲۹ معرفی شدند. سپس اسلاتسکی در سال ۱۹۳۷، با معرفی مدل‌های میانگین متحرک<sup>۷</sup> (MA)، به تکمیل این مدل‌ها پرداخت. ولد در سال ۱۹۳۸، با ترکیب مدل‌های خودرگرسیون و میانگین متحرک، به معرفی مدل‌های ARMA پرداخت و نشان داد که این مدل‌ها می‌توانند برای رده‌ وسیعی از سری‌های زمانی ایستا به کار روند. سرانجام باکس و جنکینز<sup>۸</sup> در سال ۱۹۷۸، با معرفی مدل‌های ARIMA، نسخه‌ تکمیل شده‌ای را ارائه کردند که دارای چهارمرحله شناسایی<sup>۹</sup>، تخمین<sup>۱۰</sup>،

1. General Auto- Regressive Conditional Heteroskedasticity
2. Exponential smoothing model
3. Holt-Winters
4. Single Exponential Smoothing
5. Double Exponential Smoothing
6. Auto- Regressive model
7. Moving Average model
8. George E. P. Box and Gwilym M. Jenkins
9. Identification
10. Estimation

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

تشخیص دقت پردازش<sup>۱</sup> و پیش بینی<sup>۲</sup> است و امروزه در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد (Makridikis and Hibon, 1997; Gujarati, 2005).

### الگوی هارمونیک<sup>۳</sup>

فرض اساسی این الگو آن است که می‌توان یک سری زمانی را به صورت ترکیبی از سیکل‌های دارای میدان نوسان به شرح ذیل بیان نمود:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sin\left(\frac{2\pi t}{p}\right) + \beta_1 \cos\left(\frac{2\pi t}{p}\right) \quad (1)$$

در رابطه فوق  $Y_t$  بیانگر داده‌های سری زمانی مورد مطالعه،  $\alpha_1$  و  $\beta_1$  ضرایب هارمونیک یا میدان نوسان،  $P$  مدت زمان سیکل فرض شده و  $t$  روند زمانی می‌باشد. حال اگر فرض شود داده‌های سری زمانی دارای متغیر روند هم باشند، رابطه ۱ به صورت زیر تبدیل خواهد شد که در آن  $t$  بیانگر زمان و  $U_t$  جزء اختلال را نشان می‌دهد:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sin\left(\frac{2\pi t}{p}\right) + \beta_1 \cos\left(\frac{2\pi t}{p}\right) + \mu + U_t \quad (2)$$

به طور کلی در روش هارمونیک با توجه به نوع داده‌ها به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه، فصلی و سالانه می‌توان طول سیکل کوتاه مدت و بلندمدت را تعیین کرد. بنابراین اگر داده‌ها سالانه باشند، فقط سیکل بلندمدت را می‌توان به دست آورد. برای این منظور پس از تخمین تابع استفاده شده، در صورتی که حداقل ضریب یکی از متغیرهای  $\sin\left(\frac{2\pi}{p}\right)$  و  $\cos\left(\frac{2\pi}{p}\right)$  به لحاظ آماری معنی‌دار باشد، با محاسبه مقدار  $Y_t$ ، تفاوت بین حداکثر و حداقل  $Y_t$  به دست می‌آید. در این شرایط تابعی که دارای بالاترین تفاوت باشد، به عنوان تابع هارمونیک و مقدار  $p$  در این تابع به عنوان طول سیکل بلندمدت انتخاب می‌شود (فرج زاده و شاه ولی، ۱۳۸۸).

1. PT Diagnostic Checking
2. Forecasting
3. Harmonic model



پیش‌بینی شاخص‌های.....

### الگوی ARCH

یکی از فروض کلاسیک مدل‌های رگرسیون خطی، همسانی واریانس جملات اخلال است. برای رهایی از این فرض محدود کننده، مدل خود توضیح با واریانس ناهمسانی شرطی (ARCH) معرفی شده است. در این مدل فرض بر آن است که جمله تصادفی دارای میانگین صفر و به طور سریالی غیرهمبسته است ولی واریانس آن با شرط داشتن اطلاعات گذشته خود، متغیر فرض می‌شود. در این حالت انتظار بر این است که واریانس در طول روند تصادفی سری، ثابت نباشد و تابعی از رفتار جملات خطا باشد. در واقع مدل ARCH می‌تواند روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود توضیح دهد. آنچه قبل از استفاده از الگوی ARCH باید به آن توجه کرد، وجود و یا عدم وجود اثر ARCH است. مدل ARCH در شرایطی کاربرد دارد که وجود اثر ARCH اثبات شود (فرج زاده و شاه ولی، ۱۳۸۸).

### الگوی شبکه عصبی مصنوعی<sup>۱</sup>

شبکه‌های عصبی مصنوعی جزء سیستم‌های دینامیکی می‌باشند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند (منهاج، ۱۳۸۱). این شبکه‌ها بر اساس ساختار مغز انسان طراحی شده‌اند. شبکه‌های عصبی معمولاً توسط سه لایه ورودی، مخفی و خروجی سازماندهی می‌شوند. در شبکه‌های عصبی تابع فعال سازی<sup>۲</sup>، تابعی صعودی است که به کمک آن می‌توان برای نرون یک مقدار آستانه در نظر گرفت. دو نوع تابع فعال سازی متداول برای مدل‌های پیش‌بینی سری زمانی، توابع زیگموئید<sup>۳</sup> و تانژانت هیپربولیک<sup>۴</sup> می‌باشند. به طور کلی، شبکه‌های عصبی با توجه به مسیر جریان اطلاعات طبقه بندی می‌شوند. چنانچه اتصالات در یک مسیر، از ورودی به

1. Artificial Neural Network

2. Activation function

3. Sigmoid :  $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$

4. Hyperbolic Tangent (Than) :  $f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

خروجی، جریان داشته باشند در این صورت به آن شبکه عصبی پیشخور گویند. اما اگر اتصالات در هر دو مسیر توسط حلقه هایی در شبکه جریان داشته باشند، به آن‌ها شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN)<sup>۱</sup> گفته می‌شود که شبکه‌هایی پویا هستند (طیبی و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیق حاضر از شبکه عصبی پیشخور استفاده شد.

لازم به ذکر است که در شبکه‌های عصبی کل داده‌های در دسترس به دو مجموعه آموزشی و مجموعه آزمون طبقه بندی می‌شوند. مجموعه آموزشی توسط الگوریتم یادگیری برای تخمین وزن‌های شبکه استفاده می‌شود و مجموعه آزمون جهت ارزیابی دقت پیش‌بینی شبکه آموزش دیده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zhang et al., 1998).

#### ارزیابی دقت الگوهای پیش‌بینی

یکی از مراحل مهم در انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی یک متغیر، اندازه‌گیری و تعیین دقت مدل‌ها است. در این مطالعه از دو معیار ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی (RMSE)<sup>۲</sup> و درصد میانگین خطاهای پیش‌بینی (MAPE)<sup>۳</sup> برای مقایسه دقت پیش‌بینی الگوها استفاده شد.

#### داده‌ها و اطلاعات

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندر قند در ایران در فاصله سال‌های ۱۳۵۰-۹۱ بود که از سندیکای کارخانه‌های قند ایران اخذ شد. یادآور می‌شود برآوردها و محاسبات مطالعه با استفاده از نرم افزارهای Eviews5 و Matlab7 صورت پذیرفت.

#### 1.Recurrent Neural Network

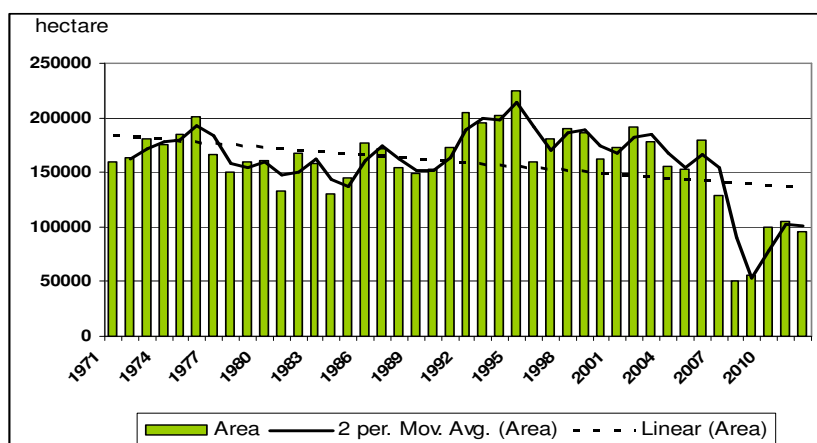
$$2. RMSE = \sqrt{\left(\sum_{i=T}^{T+h} e_i^2\right) / n}$$

$$3. MAPE = \left(\sum_{i=T+1}^{T+n} \frac{e_i}{y_i}\right) / n$$

پیش‌بینی شاخص‌های.....

## نتایج و بحث

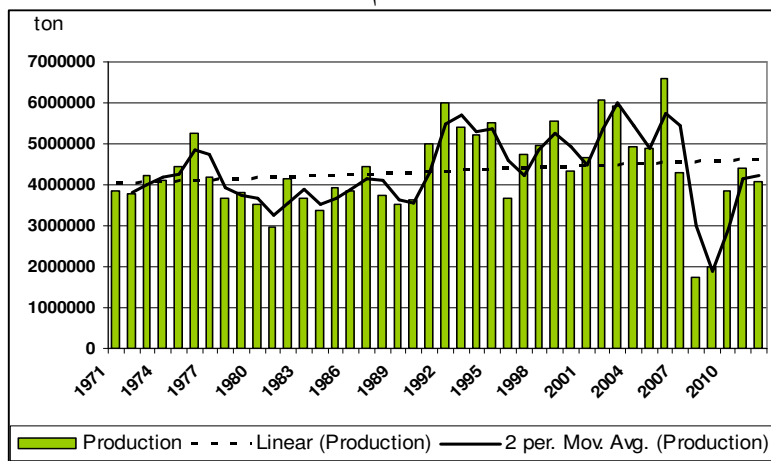
بررسی روند تغییرات متغیرهای مورد مطالعه طی دوره ۱۳۵۰-۹۱ بیانگر آن است که براساس منحنی‌های خطی و میانگین متحرک، سطح زیر کشت چغندر قند در ایران طی دوره مذکور روندی کاهشی همراه با نوسان داشته است. سطح زیر کشت در سال ۱۳۸۷ به حداقل میزان خود رسیده اما از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ افزایش یافته است (نمودار ۱). عوامل مختلفی از جمله عدم وجود حمایت‌های یارانه‌ای و تعرفه‌ای موجب نزولی شدن روند سطح زیر کشت چغندر قند در ایران شده است. برای جبران این روند کاهشی، دولت با تأمین، تدارک و توزیع به‌موقع نهاده‌های تولید؛ تأمین و پرداخت تسهیلات سهل‌الوصول؛ تعیین قیمت تضمینی مناسب برای چغندر قند و اعلام به‌موقع این قیمت و اخذ تعهد از کارخانجات برای پرداخت به‌موقع قیمت محصول تحویلی، حمایت‌های خود از تولید این محصول را سازماندهی نموده است.



### نمودار ۱. روند تغییرات سطح زیر کشت چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰-۹۱

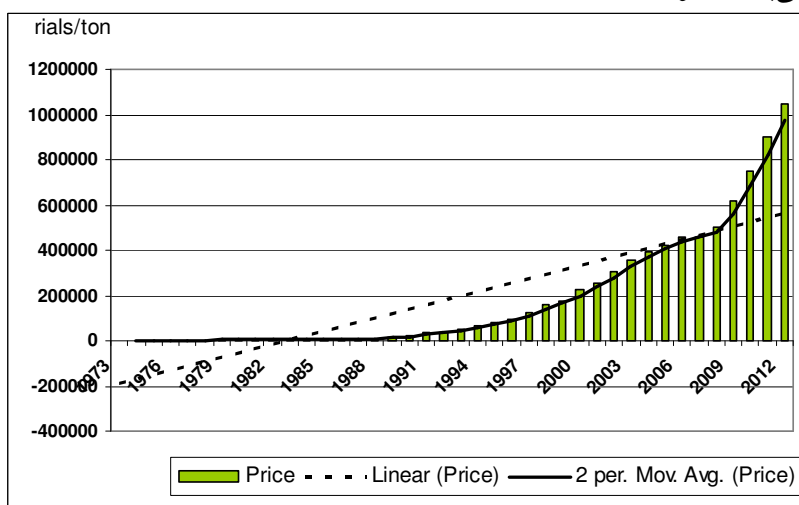
بررسی روند تغییرات تولید چغندر قند در ایران طی دوره ۱۳۵۰-۹۱ نشان‌دهنده سیر تقریباً صعودی همراه با نوسان آن (به استثنای سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) است (نمودار ۲). تولید چغندر قند در ایران دارای نوسانات پی‌در پی بوده به‌نحوی که پس از هر افزایش (کاهش) تولید چغندر قند، کاهش (افزایش) میزان تولید این محصول صورت گرفته اما چنان‌که قبلاً عنوان شد، برآیند این نوسانات افزایشی است.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲



نمودار ۲. روند تغییرات تولید چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰-۹۱

بررسی روند قیمت چغندر قند طی دوره مورد مطالعه (۱۳۵۰-۹۱) بیانگر آن است که برخلاف متغیرهای سطح زیر کشت و تولید، قیمت تضمینی چغندر قند دارای روندی صعودی و منظم می باشد (نمودار ۳).



نمودار ۳. روند تغییرات قیمت تضمینی چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰-۹۱

به منظور آگاهی از رفتار متغیرهای تحت بررسی (سطح زیر کشت، میزان تولید و قیمت) طی دوره تحت مطالعه، آزمون‌های ایستایی و تصادفی بودن متغیرهای مذکور صورت

پیش‌بینی شاخص‌های.....

پذیرفت. آزمون ایستایی متغیرها (با استفاده از روش دیکی فولر تعمیم یافته) بیانگر آن بود که متغیرهای سطح زیر کشت و تولید به ترتیب در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد ایستا از درجه صفر می‌باشند. اما متغیر قیمت تضمینی چغندر قند نایستا بوده و با یک‌بار تفاضل‌گیری در سطح اطمینان ۹۰ درصد ایستا می‌شود (جدول ۱).

**جدول ۱. نتایج آزمون ایستایی شاخص‌های تولید چغندر قند**

متغیر	درجه ایستایی	سطح اطمینان	توضیحات
سطح زیر کشت	$I_{(0)}$	٪۹۵	با عرض از مبدا و بدون روند
تولید	$I_{(0)}$	٪۹۹	با عرض از مبدا و بدون روند
قیمت	$I_{(1)}$	٪۹۰	با یکبار تفاضل‌گیری

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که قبلاً عنوان شد، چنان‌که روند تغییرات یک متغیر تصادفی باشد، پیش‌بینی مقادیر آتی آن متغیر امکان‌پذیر نیست. در این مطالعه با استفاده از آزمون‌های دورین-واتسون و کلمگرو اسمیرنو تصادفی بودن متغیرهای مورد نظر بررسی شدند. براساس نتایج، کلیه متغیرهای تحت بررسی (سطح زیر کشت، تولید و قیمت) غیر تصادفی و در نتیجه قابل پیش‌بینی می‌باشند (جدول ۲).

**جدول ۲. نتایج آزمون تصادفی بودن شاخص‌های تولید چغندر قند**

متغیر	آماره کلمگرو اسمیرنو	آماره دورین واتسون	نتیجه آزمون
سطح زیر کشت	۰/۱۴	۱/۱۳	سری غیر تصادفی است
تولید	۰/۶۴	۰/۴۲	سری غیر تصادفی است
قیمت	۰/۰۶	۰/۸۷	سری غیر تصادفی است

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پس از تأیید ایستایی و غیر تصادفی بودن سری‌های زمانی مورد نظر، ابتدا کلیه الگوهای پیش‌بینی مورد نظر (شامل الگوهای: تعدیل‌نمایی، خود رگرسیون، هارمونیک، ARCH و

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

شبکه عصبی) برآورد شدند. برای انتخاب مناسب ترین الگو برای پیش بینی هر یک از متغیرهای سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند دقت آنها مورد مقایسه قرار گرفت. در نهایت پس از شناسایی کم خطا ترین الگو، مقادیر آتی هر کدام از سری های مذکور در افق ۱۳۹۲-۹۹ پیش بینی شد.

### الگوی خودرگرسیون

نتایج برآورد الگوی خودرگرسیون (AR) برای متغیرهای تحت بررسی بیانگر آن است که متغیرهای سطح زیر کشت و تولید چغندر قند از الگوی ARMA و متغیر قیمت چغندر قند از الگوی ARIMA پیروی می کنند. براساس اطلاعات جدول ۳ مقادیر پیش بینی شده برای متغیرهای سطح زیر کشت و تولید در سال ۱۳۹۰ کمتر از مقادیر واقعی آنها اما مقادیر پیش بینی شده برای متغیرهای مذکور در سال ۱۳۹۱ بیشتر از مقادیر واقعی آنها بوده است. همچنین مقادیر پیش بینی شده برای متغیر قیمت در سال های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کمتر از مقادیر واقعی می باشد.

### جدول ۳. نتایج کاربرد الگوی خودرگرسیون برای پیش بینی

#### شاخص های تولید چغندر قند

متغیر	$R^2$	F	مرتبه / ARIMA	RMSE	MAPE (%)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
						واقعی	پیش بینی	واقعی	پیش بینی
سطح زیر کشت	۵۷	۲۷/۱ <sup>***</sup>	(۲ و ۱)	۱۴۷۰۰/۵	۱۲/۴	۱۰۴۷۶۵	۱۰۱۸۷۳/۲	۹۶۳۵۰	۱۱۹۴۵۴/۳
تولید	۳۳	۷/۲ <sup>***</sup>	(۱ و ۱)	۳۲۷۴۰۳/۲	۷/۰۸	۴۴۰۷۴۶۴	۴۳۴۳۷۵۹/۲	۴۰۶۹۸۲۴	۴۵۲۱۳۴۷/۲
قیمت	۹۹	۱۶ <sup>***</sup>	(۱ و ۱)	۹۶۵۸۱/۴	۵/۹	۹۰۰۰۰۰	۸۷۳۰۰۲/۶	۱۰۵۰۰۰۰	۱۰۳۴۱۷۲/۵

مأخذ: یافته های تحقیق (\*\*\*) معنی داری در سطح یک درصد)

پیش‌بینی شاخص‌های.....

### الگوی ARCH

بر اساس مطالب پیشگفته، کاربرد الگوی ARCH مستلزم اثبات اثر ARCH و یا اثر ناهمسانی واریانس است. برای این منظور معادله واریانس برای هر یک از متغیرهای تحت بررسی برآورد شد و نتایج مبین آن بود که سری‌های سطح زیر کشت و تولید چغندر قند دارای اثر ARCH و متغیر قیمت چغندر قند فاقد اثر ناهمسانی واریانس است. بنابراین، استفاده از الگوی ARCH برای پیش‌بینی سری‌های سطح زیر کشت و تولید چغندر قند امکان‌پذیر است، اما این الگو را نمی‌توان برای پیش‌بینی متغیر قیمت به کاربرد (جدول ۴).

جدول ۴. نتیجه آزمون اثر ARCH

نتیجه آزمون	ضریب فزاینده			متغیر	
	جدول $\chi^2$				
	٪۱۰	٪۵	٪۱	لاگرانژ	
دارای اثر ناهمسانی واریانس	۴/۶۰	۵/۹۹	۹/۲۱	۱۸/۱۳	سطح زیر کشت
دارای اثر ناهمسانی واریانس	۴/۶۰	۵/۹۹	۹/۲۱	۱۱/۴۲	تولید
فاقد اثر ناهمسانی واریانس	۷/۷۸	۹/۴۹	۱۳/۳	۰/۸۲	قیمت

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج کاربرد الگوی ARCH برای پیش‌بینی متغیرهای سطح زیر کشت و تولید چغندر قند مبین آن است که مقادیر پیش‌بینی شده سطح زیر کشت در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بیشتر از مقادیر واقعی آن‌ها بوده است. همچنین مقدار پیش‌بینی شده برای تولید چغندر قند در سال ۱۳۹۰ کمتر از مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده در سال ۱۳۹۱ بیشتر از مقدار واقعی بوده است (جدول ۵). بر اساس اطلاعات جدول ۵، پیش‌بینی‌های انجام شده بر اساس الگوی ARCH از خطای بیشتری در مقایسه با پیش‌بینی‌های صورت گرفته بر اساس الگوی خودرگرسیون برخوردار بوده و لذا دقت لازم برای پیش‌بینی این دو متغیر را ندارد.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

**جدول ۵. نتایج کاربرد الگوی ARCH برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند**

متغیر	مرتبۀ ARCH	RMSE	MAPE (%)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
				واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
سطح زیر کشت	(۱,۱)	۳۲۸۳۰/۲	۲۷/۰۱	۱۰۴۷۶۵	۱۳۱۹۸۷/۴	۹۶۳۵۰	۱۴۶۱۶۱/۴
تولید	(۱,۲)	۹۹۳۲۲۲/۳	۲۷/۶	۴۴۰۷۴۶۴	۴۳۴۹۸۳۳/۳	۴۰۶۹۸۲۴	۴۳۴۹۸۳۳/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

**الگوی هارمونیک**

نتایج حاصل از کاربرد الگوی هارمونیک برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند بیانگر آن است که مقادیر پیش‌بینی شده برای سطح زیر کشت در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بیشتر از مقادیر واقعی، مقدار پیش‌بینی شده برای تولید چغندر قند در سال ۱۳۹۰ کمتر از مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده برای تولید در سال ۱۳۹۱ بیشتر از مقدار واقعی می‌باشد. در نهایت مقادیر پیش‌بینی شده برای قیمت چغندر قند در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کمتر از مقادیر واقعی آن‌ها می‌باشند (جدول ۶). بر اساس اطلاعات جدول ۶، پیش‌بینی‌های انجام شده بر اساس الگوی هارمونیک از خطای بیشتری در مقایسه با پیش‌بینی‌های صورت گرفته بر اساس الگوی خودرگرسیون برخوردار بوده و لذا دقت لازم برای پیش‌بینی متغیرهای سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند را ندارد.

**جدول ۶. نتایج کاربرد الگوی هارمونیک برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند**

متغیر	مرتبۀ الگو <sup>۱</sup> (p)	RMSE	MAPE (%)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۸۷	
				واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
سطح زیر کشت	۳	۲۰۴۹۹	۱۵/۸	۱۰۴۷۶۵	۱۱۳۵۹۷	۹۶۳۵۰	۱۳۰۵۵۷
تولید	۳	۳۴۲۴۶۰/۶	۸/۱۳	۴۴۰۷۴۶۴	۴۱۴۸۸۱۲/۹	۴۰۶۹۸۲۴	۴۳۳۸۱۵۵/۴
قیمت	۴	۱۵۳۵۱۵/۱	۱۱/۳	۹۰۰۰۰۰	۸۱۵۶۶۷/۹	۱۰۵۰۰۰۰	۹۳۶۷۰۴/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۱. منظور از مرتبۀ الگو (p) همان سیکل معنی‌دار برای هر یک از سری‌هاست.



پیش‌بینی شاخص‌های.....

### الگوی تعدیل نمایی

نتایج حاصل از پیش‌بینی متغیرهای سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند با استفاده از روش‌های تعدیل نمایی یگانه و دوگانه (جدول ۷) نشان می‌دهد که مقادیر پیش‌بینی شده متغیر سطح زیر کشت در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در هر دو مدل بیشتر از مقادیر واقعی آن‌هاست. مقادیر پیش‌بینی شده متغیر قیمت در سال‌های مذکور در هر دو مدل کمتر از مقادیر واقعی و نهایتاً مقادیر پیش‌بینی شده برای متغیر تولید در سال ۱۳۹۰ در هر دو مدل بیشتر از مقدار واقعی و در سال ۱۳۹۱ در هر دو مدل بیشتر از مقدار واقعی می‌باشد. براساس اطلاعات این جدول دقت پیش‌بینی متغیرهای سطح زیر کشت و قیمت در الگوی تعدیل نمایی دوگانه نسبت به الگوی تعدیل نمایی یگانه افزایش یافته اما دقت پیش‌بینی متغیر تولید در الگوی تعدیل نمایی یگانه نسبت به الگوی تعدیل نمایی دوگانه بیشتر بوده است.

جدول ۷. نتایج کاربرد الگوی های تعدیل نمایی برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند

الگو	متغیر	RMSE	MAPE (%)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
				واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
تعدیل	سطح زیر کشت	۲۶۵۹۱/۶	۲۱/۶	۱۰۴۷۶۵	۱۲۳۳۶۶/۶	۹۶۳۵۰	۱۳۸۳۴۳/۴
نمایی	تولید	۳۴۲۶۴۷/۸	۸/۱	۴۴۰۷۴۶۴	۴۱۲۶۱۸۷/۹	۴۰۶۹۸۲۴	۴۳۰۰۷۰۳/۷
یگانه	قیمت	۲۰۴۶۰۷/۳	۱۴/۸	۹۰۰۰۰۰	۷۹۰۰۰۸/۲	۱۰۵۰۰۰۰	۸۸۶۲۷۴/۸
تعدیل	سطح زیر کشت	۲۴۱۹۰/۷	۲۰	۱۰۴۷۶۵	۱۲۰۳۹۳/۴	۹۶۳۵۰	۱۳۴۸۹۲/۲
نمایی	تولید	۳۵۷۶۵۶/۳	۸/۷	۴۴۰۷۴۶۴	۴۱۰۱۸۱۵/۸	۴۰۶۹۸۲۴	۴۲۹۰۳۰۴/۱
دوگانه	قیمت	۱۵۱۸۵۸/۴	۱۰/۲	۹۰۰۰۰۰	۸۳۱۰۲۲/۳	۱۰۵۰۰۰۰	۹۴۵۰۴۷/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

### الگوی شبکه عصبی

نتایج پیش‌بینی متغیرهای تحت مطالعه با استفاده از الگوی شبکه عصبی مصنوعی بیانگر آن است که مقادیر پیش‌بینی شده متغیرهای سطح زیرکشت و قیمت چغندر قند در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کمتر از مقادیر واقعی این متغیرها می‌باشند، اما مقدار پیش‌بینی شده برای میزان تولید در سال ۱۳۹۰ کمتر از میزان واقعی و برای سال ۱۳۹۱ بیشتر از میزان واقعی می‌باشد (جدول ۸).

جدول ۸. نتایج کاربرد الگوی شبکه عصبی برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند

متغیر	RMSE	MAPE (%)		مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
		واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
سطح زیرکشت	۹۲۵۱/۴	۷/۴	۱۰۴۷۶۵	۹۵۲۳۵/۶	۹۶۳۵۰	۹۶۲۵۴	
تولید	۳۳۱۹۰۹/۵	۷/۸	۴۴۰۷۴۶۴	۴۲۲۴۲۴۵	۴۰۶۹۸۲۴	۴۴۲۰۹۵۹/۳	
قیمت	۱۴۷۳۲۳/۶	۹/۸	۹۰۰۰۰۰	۸۳۳۳۶۵/۷	۱۰۵۰۰۰۰	۹۴۹۶۲۳/۳	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### انتخاب مناسب‌ترین الگو برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند

برای انتخاب بهترین الگوی پیش‌بینی هر یک از متغیرها از میان الگوهای مورد بررسی الگوی دارای کمترین خطای پیش‌بینی انتخاب شد. براساس نتایج جدول، مناسب‌ترین الگوی پیش‌بینی متغیرهای سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندر قند به ترتیب الگوهای شبکه عصبی، ARMA و ARIMA می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج، بیشترین خطای پیش‌بینی مربوط به الگوهای تعدیل‌نمایی و ARCH است.

پیش‌بینی شاخص‌های.....

جدول ۹. اولویت بندی الگوهای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند

اولویت	MAPE (%)	RMSE	الگوی پیش‌بینی	متغیر
۱	۷/۴	۹۲۵۱/۴	شبکه عصبی	سطح زیر کشت
۳	۱۵/۸	۲۰۴۹۹	هارمونیک	
۶	۲۷	۳۲۸۳۰/۲	ARCH	
۲	۱۲/۴	۱۴۷۰۰/۵	ARMA	
۵	۲۱/۶	۲۶۵۹۱/۵	تعدیل نمایی یگانه	
۴	۲۰	۲۴۱۹۰/۷	تعدیل نمایی دوگانه	
۲	۷/۸	۳۳۱۹۰۹/۵	شبکه عصبی	باز
۴	۸/۱	۳۴۲۴۶۰/۶	هارمونیک	
۶	۲۰/۶	۹۹۳۲۲۲/۳	ARCH	
۱	۷/۱	۳۲۷۴۰۳/۲	ARMA	
۳	۸/۱	۳۴۲۶۴۷/۸	تعدیل نمایی یگانه	
۵	۸/۴	۳۵۷۶۵۶/۳	تعدیل نمایی دوگانه	
۲	۹/۸	۱۴۷۳۲۳/۶	شبکه عصبی	باز
۴	۱۱/۳	۱۵۳۵۱۵/۱	هارمونیک	
۱	۵/۹	۹۶۵۸۱/۴	ARIMA	
۵	۱۴/۸	۲۰۴۶۰۷/۳	تعدیل نمایی یگانه	
۳	۱۰/۲	۱۵۱۸۵۸/۴	تعدیل نمایی دوگانه	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند طی دوره ۱۳۹۲-۹۹

نتایج پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند در جدول ۱۰ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندر قند حدود ۲۰ درصد از حجم نمونه به

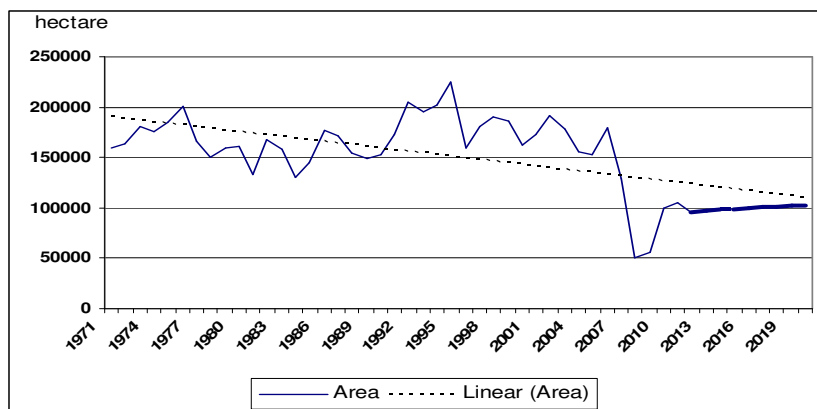
اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

عنوان دوره پیش بینی انتخاب و هریک از شاخص های مورد نظر با الگوی دارای کمترین خطای پیش بینی برآورد شد. براساس نتایج، مقادیر پیش بینی شده متغیرهای سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند طی دوره زمانی ۱۳۹۲-۹۹ همواره روندی افزایشی دارند با این تفاوت که روند افزایشی سطح زیر کشت و تولید ملایم ولی روند افزایش قیمت چغندر قند نسبت به دو شاخص دیگر با شیب بیشتری همراه است (نمودارهای ۴ تا ۶).

جدول ۱۰. نتایج پیش بینی شاخص های تولید چغندر قند

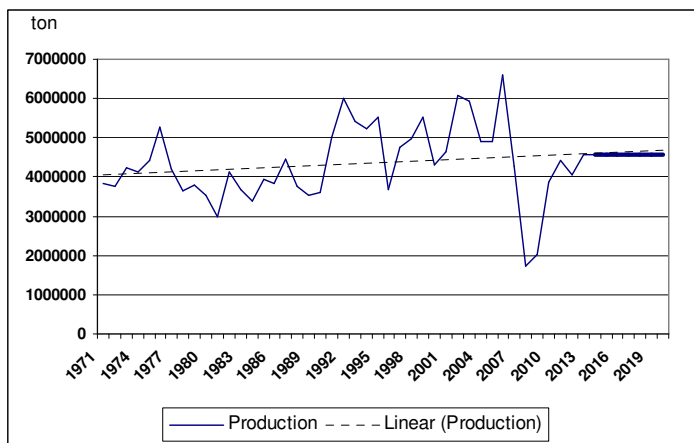
دوره پیش بینی	سطح زیر کشت (هکتار)	تولید (تن)	قیمت (تن/ریال)
۱۳۹۲	۹۷۲۲۳/۲	۴۵۶۰۰۸۲/۹	۱۱۶۳۹۶۴/۷
۱۳۹۳	۹۸۱۴۵/۴	۴۵۶۸۵۳۲	۱۳۳۲۷۸۹/۲
۱۳۹۴	۹۹۰۲۳	۴۵۷۰۳۷۴/۹	۱۵۲۵۶۹۸/۵
۱۳۹۵	۹۹۸۵۸/۲	۴۵۷۰۷۷۶/۹	۱۷۴۶۱۲۸/۵
۱۳۹۶	۱۰۰۶۵۳	۴۵۷۰۸۶۴/۶	۱۹۹۸۰۰۵/۴
۱۳۹۷	۱۰۱۴۰۹/۳	۴۵۷۰۸۸۳/۷	۲۲۸۵۸۱۵/۴
۱۳۹۸	۱۰۲۱۲۹	۴۵۷۰۸۸۷/۹	۲۶۱۴۶۸۴/۸
۱۳۹۹	۱۰۲۸۱۴	۴۵۷۰۸۸۸/۸	۲۹۹۰۴۷۱/۲

مأخذ: یافته های تحقیق

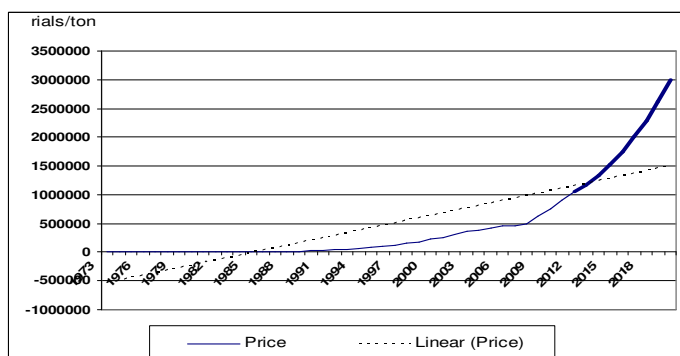


نمودار ۴. روند تغییرات سطح زیر کشت چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰-۹۹

پیش‌بینی شاخص‌های.....



نمودار ۵. روند تغییرات تولید چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰-۹۹



نمودار ۶. روند تغییرات قیمت چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰-۹۹

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده، الگوهای خودرگرسیون و شبکه عصبی نسبت به سایر الگوها از درجه اعتبار و دقت بیشتری برای پیش‌بینی متغیرهای مورد نظر برخوردارند. برای پیش‌بینی سطح زیر کشت چغندر قند، الگوی شبکه عصبی و برای پیش‌بینی دو سری تولید و قیمت محصول چغندر قند الگوی خودرگرسیون دقت بیشتری دارد، اما در مجموع، روش خودرگرسیون و شبکه عصبی غالباً در اولویت اول یا دوم برای پیش‌بینی متغیرها قرار دارند.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۲

بنابر این، در صورتی که تنها استفاده از یک الگوی پیش‌بینی مورد نظر باشد، بهترین الگو برای پیش‌بینی سطح زیر کشت چغندر قند، الگوی شبکه عصبی و بهترین الگو برای پیش‌بینی تولید قیمت تضمینی چغندر قند به ترتیب الگوهای ARMA و ARIMA می‌باشند.

بر اساس یافته‌های تحقیق، سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند طی سال‌های مورد پیش‌بینی (۱۳۹۲ تا ۹۹) روندی افزایشی خواهد داشت هر چند سرعت افزایش قیمت چغندر قند به نظر بیشتر خواهد بود.

### منابع

- انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران. ۱۳۹۳.
- پایگاه اینترنتی جهاد کشاورزی ۱۳۸۸.
- پریزن، و اسماعیلی، ع. ۱۳۸۷. مقایسه روشهای مختلف جهت پیش‌بینی واردات ادویه جات در ایران. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۹:۶۴ - ۴۰.
- طراز کار، م. ح. ۱۳۸۴. پیش‌بینی قیمت برخی از محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.
- طیعی، س. ک.، آذربایجانی، ک. و بیاری، ل. ۱۳۸۸. پیش‌بینی قیمت تخم مرغ در ایران: مقایسه روش‌های ARCH و شبکه‌های عصبی مصنوعی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۵(۱۸): ۷۳-۹۶.
- عمرانی، م. و بخشوده، م. ۱۳۸۴. مقایسه روشهای مختلف پیش‌بینی: مطالعه موردی قیمت پیاز و سیب‌زمینی. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۱ص.
- فرج زاده، ز. و شاه ولی، الف. ۱۳۸۸. پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی: مطالعه موردی پنبه، برنج و زعفران. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۷:۴۳-۷۱.
- گجراتی، د. ۱۳۷۸. مبانی اقتصادسنجی (جلد دوم). ترجمه حمید ابریشمی تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

پیش‌بینی شاخص‌های.....

- منهاج، م. ۱۳۸۱. مبانی شبکه‌های عصبی. تهران: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.  
 مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. ۱۳۹۳. چغندر قند در جهان و ایران. فصل اول.
- Billah, B., King, B. M., Snyder, R. D. and Koehler, A. B. 2006. Exponential smoothing model selection for forecasting. *International Journal of Forecasting*, 22 (2): 239-247.
- Bowerman, B.L. and Connell, R. T. O. 1993. Forecasting and time series: An applied approach. 3rd Edition. Belmont, CA Duxbury Press. 526 p.
- Chou, C., Chu, C. W. and Liang, G. S. 2008. A modified regression model for forecasting the volumes of Taiwan's import containers. *Mathematical and Computer Modeling*, 47 (9-10): 797-807.
- Chu, L. F. 2008. A fractionally integrated autoregressive moving average approach to forecasting tourism demand. *Tourism Management*, 29 (1): 79-88.
- Day, R. H. 1965. Probability distributions of field crop yields. *Journal of Farm Economics*, 47: 713-741.
- Ediger, V. S. and Akar, S. 2007. ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey. *Energy Policy*, 35(3): 1701-1708.
- Enderse, W. 2004. Applied econometrics time series. John Wiley and Sons, Inc.
- Engle, R. F. 1982. Autoregressive conditionally heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrics*, 50: 987-1007.
- Eviews Inc. 2004. Eviews 5 User's Guid. Quantative Micro Software, LLC.
- Gujarati, D. N. 2005. Basic Econometrics. New Dehli: MC Graw-Hill

- Haoffi, Z ., Guoping, X ., Fagting, Y. and Han, Y . 2007. A neural network model based on the multi- stage optimization approach for short- term food price forecasting in China. *Expert Systems with Applications*, 33 : 347-356.
- Heravi, S., Osborn, D.R. and Birchenhall, C.R. 2004. Linear versus neural network forecasts for European industrial production series. *International Journal of Forecasting*, 20:435-446.
- Kumar, P. and Walia, E. 2006. Cash forecasting : An application of artificial neural networks in finance. *International Journal of Computer Science & Applications*, 3: 61-77.
- Makridikis, S. and Hibon, M. 1997. Arima models and the box-jenkins methodology. *Journal of Forecasting*, 16:147-163.
- Mehrabi Boshrabadi, H. and Koochakzade, S. 2009. Modeling and forecasting of agricultural products export in Iran: application of artificial neural networks. *Journal of Economics and Agricultural Development*, 23(1): 49-58.
- Sadorsky, P. 2006. Modeling and forecasting petroleum futures volatility. *Energy Economics*, 28: 467-488.
- Zhang, G., Patuwo, B. E. and Hu, M. Y. 1998. Forecasting with artificial neural network: the state of art. *International Journal of Forecasting* , 14: 35-62.