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

پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند در ایران

محسن رفعتی[۱]، بهاءالدین نجفی[۲]

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

چکیده

هدف کلی مطالعه حاضر، پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند(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 زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند مبین غیرتصادفی متغیرها بود. براساس نتایج حاصل از محاسبه معیار کمترین خطای پیش‌بینی، مناسب‌ترین الگو برای پیش‌بینی سری‌های سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند 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 چغندرقند(شامل: سطح زیر

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

۲. استاد اقتصادکشاورزی دانشگاه شیراز

کشت، تولید و قیمت) طی دوره ۱۳۹۲ -۹۹ روند افزایشی داشته با این ملاحظه که روند افزایشی سطح زیرکشت و تولید بسیار ملایم‌تر از روند افزایشی قیمت چغندرقند بوده است.

طبقه‌بندی JEL: Q11,D12,C32,C22

کلیدواژه‌ها:

ایران، چغندرقند، پیش‌بینی، تعدیل‌نمایی، هارمونیک، شبکه عصبی، ARCH، ARIMA، ARMA

مقدمه

در طبقه بندی محصولات کشاورزی، چغندرقند 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 قرارگرفتن در تناوب‌های زراعی مختلف، محصولات فرعی با ارزش، قرارگرفتن 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 چغندرقند دارای دامنه وسیع می باشد. چغندرقند پس ازفراوری درکارخانه‌های قند چغندری و تبدیل شدن به شکر یا به‌طور مستقیم و به‌عنوان محصولات نهایی به‌مصرف می‌رسد و یا به‌عنوان کالایی واسطه‌ای در چرخه تولید سایر محصولات نهایی وارد می شود. در کارخانه‌های قند چغندری درفرایند تولید شکر از چغندرقند، فراورده‌های دیگری همچون تفاله و ملاس به‌دست می‌آیند که این فراورده ها در پرورش دام و در صنعت به‌مصرف می‌رسند. اندام‌های هوایی چغندرقند نیز به دو صورت مورد استفاده قرار می‌گیرند: یا به‌طور مستقیم برای تغذیه دام مصرف می‌گردند و یا به‌منظور بهبود حاصلخیزی، به خاک برگردانده می شوند.

شکر به‌عنوان یک کالای راهبردی جایگاه خاصی را در سیاست‌های کلان اقتصادی کشورها دارد. شکر علاوه برآنکه 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 می شود. 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 به اتکای آثار مثبت و کارایی که در اشتغال زایی، ایجاد امنیت غذایی، کشاورزی پایدار، صرفه جویی ارزی و ... در تحقق جامعه آرمانی مستقل و قدرتمند دارد، همواره سهم قابل ملاحظه‌ای از سیستم تولید را به‌خود اختصاص داده است.

شکر از دو محصول کشاورزی چغندرقند و نیشکر تولید می شود. در بین ۱۱۸ کشور تولید کننده شکر در جهان تنها ۹ کشور(از جمله ایران) هم از چغندر قند و هم از نیشکر شکر تولید می‌کنند. ۳۸ کشور فقط از چغندرقند و ۱۱۶ کشور نیز فقط از نیشکر، شکر را تولید می کنند (مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، 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 ایران‌چغندرقند 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 چغندرقند می باشد، دولت با اعلام قیمت تضمینی برای خرید چغندرقند از کشاورزان، سیاست حمایت از تولید این محصول را در پیش گرفته است.

به دلایل گوناگون، تولید چغندرقند در ایران ازآهنگ 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. به طور کلی

وجود فضای تصمیم گیری توأم با ریسک، ناخواسته بخش کشاورزی را متأثر خواهد ساخت (طرازکار، ۱۳۸۴). بنابراین پیش بینی متغیرهایی از جمله میزان سطح زیرکشت، تولید و قیمت محصولات کشاورزی می تواند نقش مهمی در تنظیم سیاست‌گذاری‌ها برای کاهش بی ثباتی 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 پیش بینی تورم درایران 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 پیش بینی 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[1] به پیش بینی میزان صادرات پسته ایران پرداختند. نتایج این مطالعه بیانگرآن بودکه 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 معیارکمترین 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 می باشد. مهرابی بشرآبادی و کوچک‌زاده (۱۳۸۸) کارایی دو مدل شبکه عصبی و ARIMA برای پیش بینی صادرات محصولات کشاورزی را مقایسه نمودند. براساس مطالعه آن‌ها، مدل شبکه عصبی در مقایسه با مدلARIMA برای پیش‌بینی صادرات محصولات کشاورزی کارایی بیشتری دارد. پریزن و اسماعیلی (۱۳۸۷) با استفاده از روش‌های

1. Auto- Regressive Integrated Moving Average

رگرسیونی و غیر رگرسیونی واردات دارچین، زردچوبه و هل را پیش‌بینی نمودند. براساس یافته‌های آن‌ها، واردات زردچوبه غیرقابل پیش‌بینی و از بین روش‌های مختلف، روشARMA[1] برای پیش بینی 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 بهینه سازی عرضه پول نقد، اقدام به پیش بینی تقاضای آن با استفاده از مدل های 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 شبکه های عصبی عملکردی بهتر از روش های سری زمانی دارد. مطالعات دیگری نیز در رابطه با موضوع مطالعه صورت گرفته که از جمله می توان به مطالعه هااوفی 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 شده‌اندکه قدرت پیش بینی آن‌ها بسته به ماهیت داده ها و اطلاعات با یکدیگر متفاوت است. همگام با معرفی این روش‌های جدید، مسائل و مشکلات موجود در رابطه با پیش بینی 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 پیش بینی 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 پیش بینی از بین الگوهای

1. Auto- Regressive Moving Average

ARMA، تعدیل نمایی(یگانه و دوگانه)، هارمونیک، شبکه عصبی و ARCH[1]، میزان سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند در ایران پیش‌بینی می‌شود.

روش تحقیق

ایستایی و غیرتصادفی بودن داده‌های سری زمانی به‌عنوان 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[2] و یا دوربین- واتسون[3] 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 می شود که استفاده از این آزمون مستلزم آن است که مشاهدات دارای توزیع تقریباً نرمال باشند که برای این منظور می توان از آزمون جارکو- برا[4] یا کلمگرو اسمیرنو[5] بهره جست (دی،۱۹۶۵؛ فرج‌زاده و شهلاوی، ۱۳۸۸). ایستا بودن سری زمانی نیز با آزمون دیکی فولر[6] قابل سنجش می‌باشد.

روش‌های پیش‌بینی براساس میزان وابستگی به روش‌های ریاضی و آماری، به دو گروه اصلی روش‌های کیفی و کمی تقسیم می شوند. روش‌های کمی نیز که عملیات آن کاملاً ریاضی است، خود به دو دسته رگرسیونی و غیررگرسیونی تقسیم می‌شوند. روش میانگین ساده و انواع روش‌های تعدیل نمایی از جمله روش‌های غیر رگرسیونی می‌باشد. روش‌های رگرسیونی نیز به دو گروه علّی و غیرعلّی تقسیم بندی می‌شوند. از جمله روش‌های رگرسیون علّی 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

مـدل خودرگرسـیون بـا واریـانس ناهمسـانی شـرطی تعمـیم یافتـه[1] (GARCH) اشـاره نمـود. روش‌های رگرسـیونی غیرعلّـی نیـز شـامل روش هارمونیـک و فراینـد ARIMA و ARMA می‌باشند. ARIMA خود متشکل از دو فراینـد خودرگرسیون (AR) و میانگین متحرک (MA) است (فرج‌زاده و شاه ولی، ۱۳۸۸).

الگوی تعدیل نمایی[2]

این الگو اولین بار توسط هالت وینترز[3] در سال ۱۹۵۰ ارائـه شـد و پـس از آن بـا اعمـال تغییراتی در مطالعات زیادی به‌کار رفت. در این روش، مقدار پیش بینـی هـر متغیـر بـه صـورت متوسط وزنی مقدار پیش بینی آن در یک دوره گذشته و مقدار خطای پیش بینی است. در ایـن مطالعه از الگوهای تعدیل نمایی یگانه[4] و دوگانه[5] برای پیش بینی متغیرهای مورد بحث اسـتفاده شد(Bowerman and Connell,1993).

الگوی خود رگرسیون [6]

مدل‌های اتورگرسیو (AR) اولین بار توسـط یـول در سـال ۱۹۲۹ معرفـی شـدند. سـپس اسلاتسکی در سال ۱۹۳۷، با معرفی مدل‌های میانگین متحرک [7](MA)، به تکمیل این مـدل هـا پرداخت. ولد در سال ۱۹۳۸، با ترکیب مدل‌های خود رگرسیون و میانگین متحرک، به معرفـی مدل‌های ARMA پرداخت و نشان داد که این مدل ها می توانند برای ردهٔ وسیعی از سری‌هـای زمانی ایسـتا بـه کـار رونـد. سـرانجام بـاکس و جنکینـز[8] در سـال ۱۹۷۸، بـا معرفـی مـدل هـای ARIMA، نسخهٔ تکمیل شده ای را ارائه کردنـد کـه دارای چهارمرحلـه شناسـایی[9]،تخمـین[10] ،

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

تشخیص دقت پردازش[1] و پیش بینی[2] است و امروزه در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد (Makridikis and Hibon, 1997; Gujarati, 2005).

الگوی هارمونیک[3]

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

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Sin\ (\frac{2\pi t}{p}) + \beta_1 Cos\ (\frac{2\pi t}{p}) \qquad (۱)$$

در رابطه فوق Y_t بیانگر داده‌های سری زمانی مورد مطالعه، α_1 و β_1 ضرایب هارمونیک یا میدان نوسان، P مدت زمان سیکل فرض شده و t روند زمانی می باشد. 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 اخلال را نشان می دهد:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Sin(\frac{2\pi t}{p}) + \beta_1 Cos(\frac{2\pi t}{p}) + \gamma t + U_t \qquad (۲)$$

به طورکلی 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 به‌دست آورد. برای این منظور پس از تخمین تابع استفاده شده، در صورتی که حداقل ضریب یکی از متغیرهای $Sin(\frac{2\pi t}{p})$ و $Cos(\frac{2\pi t}{p})$ به لحاظ آماری معنی‌دار باشد، با محاسبه مقدار Y_t ، تفاوت بین حداکثر و حداقل Y_t به دست می آید. در این شرایط تابعی که دارای بالاترین تفاوت باشد، به عنوان تابع هارمونیک و مقدار p در این تابع به عنوان طول سیکل بلند مدت انتخاب می شود (فرج زاده و شاه ولی، ۱۳۸۸).

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

الگوی ARCH

یکی از فروض کلاسیک مدل های 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 براین است که واریانس در طول روند تصادفی سری، ثابت نباشد و تابعی از رفتار جملات خطا باشد. در واقع مدل ARCH می تواند 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[1]

شبکه‌های عصبی مصنوعی جزء سیستم های دینامیکی می باشند 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[2]، تابعی صعودی است که به کمک آن می توان برای نرون یک مقدار آستانه در نظر گرفت. دو نوع تابع فعال سازی متداول برای مدل‌های پیش بینی سری زمانی، توابع زیگموئید[3] و تانژانت هیپربولیک[4] می باشند. به طورکلی، شبکه های عصبی با توجه به مسیر جریان اطلاعات طبقه بندی می شوند. 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. Hyperbulic Tangent (Than) : $f(x)=\frac{e^{x}-e^{-x}}{e^{x}+e^{-x}}$

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)[1] گفته می شود که شبکه هایی پویا هستند(طیبی و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیق حاضر از شبکه عصبی پیشخور استفاده شد.

لازم به ذکر است که در شبکه های عصبی کل داده های در دسترس به دو مجموعه آموزشی و مجموعه آزمون طبقه بندی می شوند. مجموعه آموزشی توسط الگوریتم یادگیری برای تخمین وزن های شبکه استفاده می شود و مجموعه آزمون جهت ارزیابی دقت پیش بینی شبکه آموزش دیده مورد استفاده قرار می گیرد (Zhang etal., 1998).

ارزیابی دقت الگوهای پیش بینی

یکی از مراحل مهم در انتخاب بهترین مدل پیش بینی یک متغیر، اندازه‌گیری و تعیین دقت مدل‌ها است. در این مطالعه از دو معیار ریشه میانگین مجذور خطاهای پیش‌بینی (RMSE)[2] و درصد میانگین خطاهای پیش‌بینی (MAPE)[3] برای مقایسه دقت پیش بینی 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.

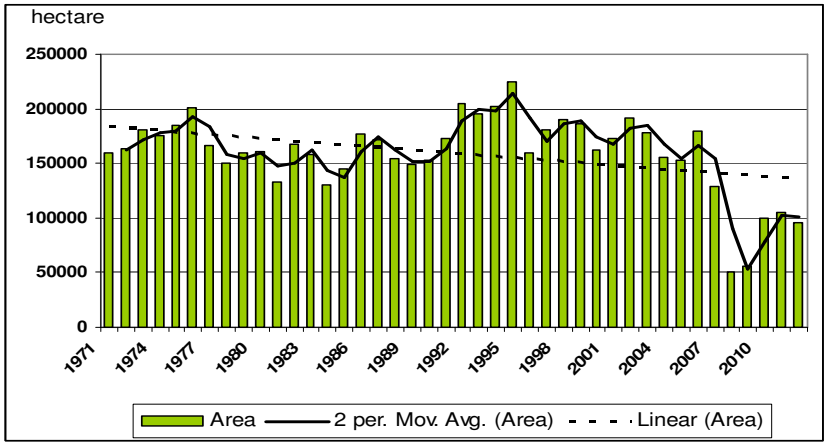
1.Recurrent Neural Network

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

3. $MAPE = (\sum_{t=T+1}^{T+n} \left|\frac{e_t}{y_t}\right|)/n$

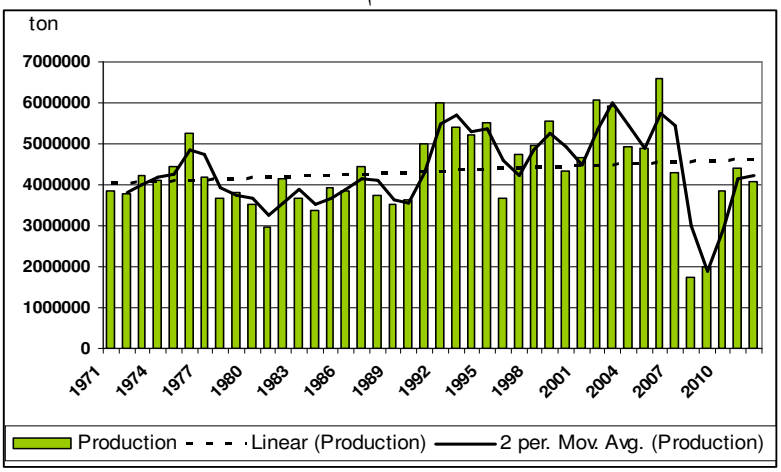
نتایج و بحث

بررسی روند تغییرات متغیرهای مورد مطالعه طی دوره ۱۳۵۰ -۹۱ بیانگر آن است که براساس منحنی‌های خطی و میانگین متحرک، سطح زیرکشت چغندرقند 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 زیرکشت چغندرقند در ایران شده است. برای جبران این روند کاهشی، دولت با تأمین، تدارک و توزیع به‌موقع نهاده‌های تولید؛ تأمین و پرداخت تسهیلات سهل الوصول؛ تعیین قیمت تضمینی مناسب برای چغندرقند 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.



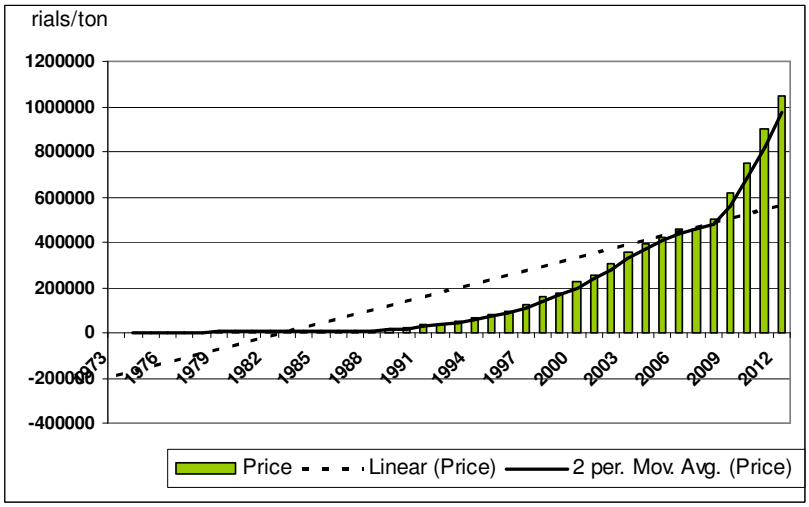
نمودار ۱. روند تغییرات سطح زیر کشت چغندر قند طی دوره ۱۳۵۰ -۹۱

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



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

بررسی روند قیمت چغندرقند طی دوره مورد مطالعه(۱۳۵۰ -۹۱) بیانگر آن‌است‌که برخلاف متغیرهای سطح زیر کشت و تولید، قیمت تضمینی چغندرقند دارای روندی صعودی و منظم می‌باشد (نمودار ۳).



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

به‌منظور آگاهی از رفتار متغیرهای تحت بررسی (سطح زیرکشت، میزان تولید و قیمت) طی دوره تحت مطالعه، آزمون‌های ایستایی و تصادفی بودن متغیرهای مذکور صورت

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 می باشند. اما متغیر قیمت تضمینی چغندر قند ناایستا بوده و با یک‌بار تفاضل گیری در سطح اطمینان ۹۰ درصد ایستا می‌شود (جدول ۱).

جدول۱. نتایج آزمون ایستایی شاخص‌های تولید چغندرقند

متغیر	درجه ایستایی	سطح اطمینان	توضیحات
سطح زیرکشت	$I_{(0)}$	٪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 امکان پذیر نیست. در این مطالعه با استفاده از آزمون‌های دوربین–واتسون و کلمگرو اسمیرنو تصادفی بودن متغیرهای مورد نظر بررسی شدند. براساس نتایج، کلیه متغیرهای تحت بررسی (سطح زیرکشت، تولید و قیمت) غیرتصادفی و درنتیجه قابل پیش‌بینی می باشند(جدول ۲).

جدول۲. نتایج آزمون تصادفی بودن شاخص‌های تولید چغندرقند

متغیر	آماره کلمگرو اسمیرنو	آماره دوربین واتسون	نتیجه آزمون
سطح زیرکشت	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 غیرتصادفی بودن سری‌های زمانی مورد نظر، ابتدا کلیه الگوهای پیش‌بینی مورد نظر (شامل الگوهای: تعدیل نمایی، خود رگرسیون، هارمونیک، ARCH و

شبکه عصبی) برآورد شدند. برای انتخاب مناسب ترین الگو برای پیش بینی هریک از متغیرهای سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند دقت آن‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. در نهایت پس از شناسایی کم خطاترین الگو، مقادیر آتی هر کدام از سری‌های 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 زیرکشت و تولید چغندرقند از الگوی ARMA و متغیر قیمت چغندرقند از الگوی ARIMA پیروی می‌کنند. براساس اطلاعات جدول۳ مقادیر پیش‌بینی شده برای متغیرهای سطح زیرکشت و تولید در سال ۱۳۹۰ کمتر از مقادیر واقعی آن‌ها اما مقادیر پیش‌بینی شده برای متغیرهای مذکور در سال ۱۳۹۱ بیشتر از مقادیر واقعی آن‌ها بوده است. همچنین مقادیر پیش‌بینی شده برای متغیر قیمت در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کمتر از مقادیر واقعی می‌باشد.

جدول ۳. نتایج کاربرد الگوی خودرگرسیون برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند

متغیر	$\overline{R}^2$ (٪)	F	مرتبه ARIMA / ARIMA	RMSE	MAPE (٪)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
						واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
سطح زیرکشت	۵۷	۲۷/۱***	(۱ و ۰ و ۲)	۱۴۷۰۰/۵	۱۲/۴	۱۰۴۷۶۵	۱۰۱۸۷۳/۲	۹۶۳۵۰	۱۱۹۴۵۴/۳
تولید	۳۳	۷/۲***	(۱ و ۰ و ۱)	۳۲۷۴۰۳/۲	۷/۰۸	۴۴۰۷۴۶۴	۴۳۴۳۷۵۹/۲	۴۰۶۹۸۲۴	۴۵۲۱۳۴۷/۲
قیمت	۹۹	۱۶***	(۱ و ۱ و ۱)	۹۶۵۸۱/۴	۵/۹	۹۰۰۰۰۰	۸۷۳۰۰۲/۶	۱۰۵۰۰۰۰	۱۰۳۴۱۷۲/۵

مأخذ : یافته‌های تحقیق (*** معنی‌داری در سطح یک درصد)

الگوی ARCH

براساس 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 چغندرقند دارای اثر ARCH و متغیر قیمت چغندرقند فاقد اثر ناهمسانی واریانس است. بنابراین، استفاده از الگوی ARCH برای پیش بینی سری های سطح زیرکشت و تولید چغندرقند امکان‌پذیر است، اما این الگو را نمی‌توان برای پیش‌بینی متغیر قیمت به‌کاربرد(جدول ۴).

جدول ۴. نتیجه آزمون اثر ARCH

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

مأخذ : یافته‌های تحقیق

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

جدول ۵. نتایج کاربرد الگوی ARCH برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند

متغیر	مرتبه ARCH	RMSE	MAPE (٪)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
				واقعی	پیش‌بینی	واقعی	پیش‌بینی
سطح زیرکشت	(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 چغندقند بیانگر آن است که مقادیر پیش‌بینی شده برای سطح زیرکشت در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بیشتر از مقادیر واقعی، مقدار پیش‌بینی شده برای تولید چغندرقند 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 چغندرقند در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کمتر از مقادیر واقعی آن‌ها می‌باشند(جدول ۶) . براساس اطلاعات جدول۶ ،پیش‌بینی‌های انجام شده بر اساس الگوی هارمونیک از خطای بیشتری در مقایسه با پیش بینی‌های صورت گرفته بر اساس الگوی خودرگرسیون برخوردار بوده و لذا دقت لازم برای پیش بینی متغیرهای سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند را ندارد.

جدول ۶. نتایج کاربرد الگوی هارمونیک برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند

متغیر	مرتبه الگو[۱] (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	۴۱۴۸۸۸۲/۹	۴۰۶۹۸۲۴	۴۳۳۸۱۵۵/۴
قیمت	۴	۱۵۳۵۱۵/۱	۱۱/۳	۹۰۰۰۰۰	۸۱۵۶۶۷/۹	۱۰۵۰۰۰۰	۹۳۶۷۰۴/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

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

الگوی تعدیل نمایی

نتایج حاصل از پیش‌بینی متغیرهای سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند 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 پیش بینی شده متغیر قیمت در سال های مذکور در هر دو مدل کمتر از مقادیر واقعی و نهایتاً مقادیر پیش بینی 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 زیرکشت و قیمت در الگوی تعدیل نمایی دوگانه نسبت به الگوی تعدیل نمایی یگانه افزایش یافته اما دقت پیش‌بینی متغیرتولید 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 چغندرقند

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

الگوی شبکه عصبی

نتایج پیش‌بینی متغیرهای تحت مطالعه با استفاده از الگوی شبکه عصبی مصنوعی بیانگر آن است که مقادیر پیش بینی شده متغیرهای سطح زیرکشت و قیمت چغندرقند 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 چغندرقند

متغیر	RMSE	MAPE (٪)	مقادیر سال ۱۳۹۰		مقادیر سال ۱۳۹۱	
			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 چغندرقند

برای انتخاب بهترین الگوی پیش‌بینی هریک 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 چغندرقند به ترتیب الگوهای شبکه عصبی، ARMA و ARIMA می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج، بیشترین خطای پیش‌بینی مربوط به الگوهای تعدیل نمایی و ARCH است.

جدول ۹. اولویت بندی الگوهای پیش بینی شاخص‌های تولید چغندرقند

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

مأخذ : یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند طی دوره۱۳۹۲ -۹۹

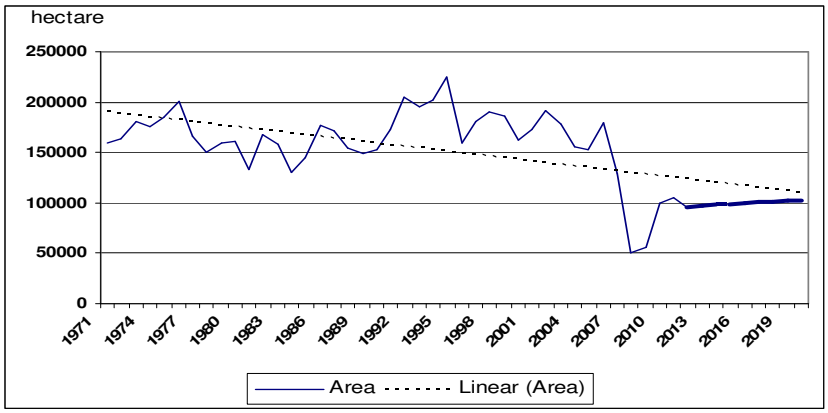
نتایج پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند در جدول ۱۰ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که برای پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند حدود ۲۰ درصد از حجم نمونه به

عنوان دوره پیش بینی انتخاب و هریک از شاخص‌های مورد نظر با الگوی دارای کمترین خطای پیش‌بینی برآورد شد.براساس نتایج، مقادیر پیش بینی شده متغیرهای سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند 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 چغندرقند نسبت به دو شاخص دیگر با شیب بیشتری همراه است (نمودارهای ۴ تا ۶).

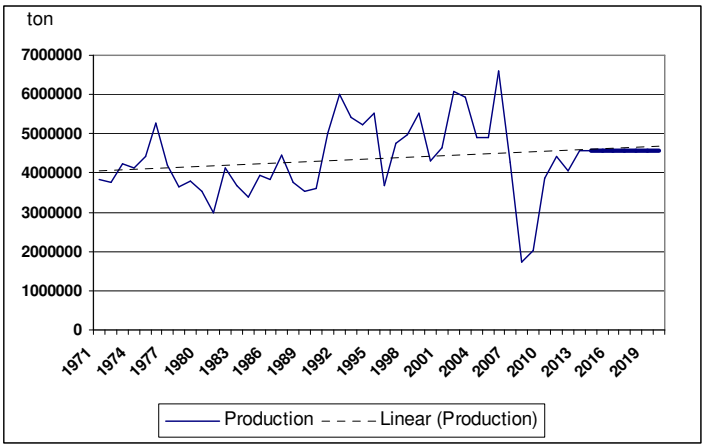
جدول ۱۰. نتایج پیش‌بینی شاخص‌های تولید چغندرقند

دوره پیش‌بینی	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

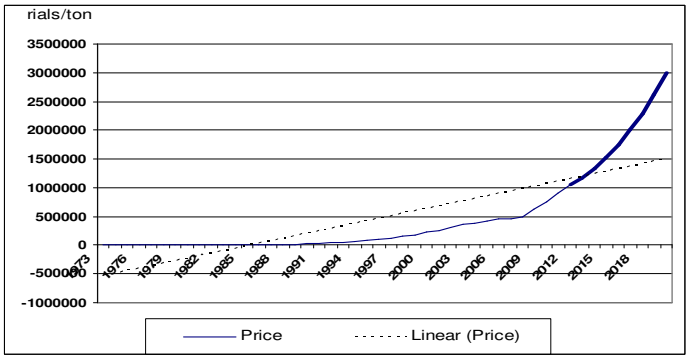
مأخذ : یافته‌های تحقیق



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



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 پیش بینی متغیرهای مورد نظر برخوردارند. برای پیش بینی سطح زیر کشت چغندرقند، الگوی شبکه عصبی و برای پیش بینی دو سری تولید و قیمت محصول چغندرقند الگوی خودرگرسیون دقت بیشتری دارد، اما در مجموع، روش خودرگرسیون و شبکه عصبی غالباً در اولویت اول یا دوم برای پیش بینی متغیرها قرار دارند.

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

براساس یافته‌های تحقیق، سطح زیرکشت، تولید و قیمت چغندرقند طی سال‌های مورد پیش‌بینی (۱۳۹۲ تا ۹۹) روندی افزایشی خواهد داشت هر چند سرعت افزایش قیمت چغندرقند به نظر بیشترخواهد بود.

منابع

انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران. ۱۳۹۳.

پایگاه اینترنتی جهاد کشاورزی ۱۳۸۸.

پریزن، و اسماعیلی، ع. ۱۳۸۷. مقایسه روشهای مختلف جهت پیش بینی واردات ادویه جات در ایران. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۹:۶۴- ۴۰.

طرازکار، م. ح. ۱۳۸۴. پیش‌بینی قیمت برخی از محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

طیبی، س. ک.، آذربایجانی، ک. و بیاری، ل. ۱۳۸۸. پیش بینی قیمت تخم مرغ در ایران: مقایسه روش‌های ARCH و شبکه های 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 سیب-زمینی. 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 دا نشگاه تهران.

منهاج، م. ۱۳۸۱. مبانی شبکه های عصبی. تهران: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند. ۱۳۹۳. چغندرقند 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.