اقتصاد کشاورزی / جلد ۷/ شماره‌ی ۲/ صفحه‌های۱۸-۱

مقایسه روش‌های سنتی و الگوی ژنتیکی در پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات گزینش‌شده کشاورزی

عباس میرزائی، مریم ضیاآبادی، محمد رضا زارع مهرجردی و سجاد محمودی *

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۵/۵

چکیده

در این ارزیابی، پیش‌بینی نوسان‌های قیمت خرده فروشی محصولات کشاورزی شامل گندم، جو، ذرت و برنج، با روش‌های معمول پیش‌بینی و الگوی ژنتیکی صورت گرفت. داده‌های مورد نیاز همه‌ی محصولات از فروردین ۱۳۸۴ تا اسفند ۱۳۹۰ گردآوری شد. از داده‌های آبان‌ماه ۱۳۹۰ تا اسفندماه ۱۳۹۰ برای بررسی دقت پیش‌بینی استفاده شد و همچنین پیش‌بینی برای فروردین‌ماه ۱۳۹۱ تا مهرماه ۱۳۹۱ صورت گرفت. به منظور مقایسه خطای پیش‌بینی روش‌های مختلف نیز، از معیار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) بهره‌گیری شد. نتایج بررسی نشان داد که در میان همه روش‌های پیش‌بینی، روش الگوی ژنتیکی دارای خطای کمتری برای پیش‌بینی نوسان‌های قیمت همه محصولات گزینش‌شده کشاورزی است و پس از آن نیز روش خود توضیح جمعی میانگین متحرک فصلی (SARIMA) مناسب می‌باشد. میزان معیار ریشه میانگین مربعات خطا با استفاده از روش الگوی ژنتیکی برای نوسان‌های قیمت گندم، جو، ذرت و برنج به ترتیب ۸۰/۳۵، ۸۲/۷۸، ۳۷۶/۲۳ و ۹۲۳/۹۲ می‌باشد که پیش‌بینی نوسان‌های قیمت گندم دارای کمترین میزان خطا (۸۰/۳۵) است. همچنین پیش‌بینی ماه‌های آینده نشان داد که نوسان‌های قیمت محصولات گزینش‌شده بسیار زیاد می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: C۲۲, C۵۱, C۵۳, Q۱۱

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی، قیمت، محصولات زراعی، SARIMA، الگوی ژنتیکی

* به ترتیب دانشجوی دکترا اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، دانشجوی دکترا اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان و دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز. Email: mabbas۱۳۶۹@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کشاورزی از جمله فعالیت‌های اقتصادی است که همواره با خطر (ریسک) روبه‌رو می‌باشد و لذا تصمیم‌گیری در شرایط خطر و نبود اطمینان صورت می‌گیرد. از جمله خطرهایی که در کشاورزی وجود دارد، خطر قیمتی می‌باشد که در سال‌های اخیر به دلیل نوسان‌های شدید قیمت بیشتر مورد توجه بوده است، لذا پیش‌بینی دقیق نوسان‌های قیمت می‌تواند کمک زیادی در این زمینه کند. پیش‌بینی دقیق نوسان‌های قیمت محصولات کشاورزی از راه کاهش نوسان‌های قیمتی می‌تواند موجب گزینش بهتر نوع محصول، سطح زیر کشت مناسب، تخصیص بهینه منابع، افزایش کارایی، افزایش مطلوبیت کشاورزان و در نهایت باعث افزایش درآمد آنان شود. پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی می‌تواند نقش مهمی در کاهش ناپایداری شدید قیمت‌ها و در نهایت کاهش خطر داشته باشد و همچنین می‌تواند نقش مهمی در تنظیم سیاست گذاری‌های دولت برای کاهش ناپایداری درآمد و رهمنونی برای کارخانه‌ها و تولید کنندگان داشته باشد. پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی علاوه بر کمک به درآمد کشاورزان، کمک زیادی نیز به عامل‌های بازاریابی و به ویژه انبارداری کرده و عنصر کلیدی در تصمیم گیری‌های آنان می‌باشد. چرا که قیمت‌ها نقش عمده‌ای در بهینه سازی تولید، بازاریابی و راهبرد (استراتژی) بازار دارند (مجاوریان و امجدی، ۱۳۷۸).

در این ارزیابی به پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات کشاورزی در اقتصاد ایران پرداخته شده است. محصولات گزینش‌شده در این بررسی به‌عنوان محصولات حساس و خاص کشاورزی تلقی می‌شوند. در منابع علمی تعریف واحدی از کالاهای حساس وجود نداشته و به‌طور معمول بر پایه نیازهای کشور و مصرف‌کنندگان صورت می‌پذیرد. به عنوان مثال، مسائلی مانند خودکفائی در شرایط بحرانی، لزوم حمایت از صنایع نوزاد به منظور رقابت پذیری، دفاعی بودن کالاها و اقلام، نقش کالاها در تغذیه، برنامه (رژیم) غذایی و تأمین سلامت جامعه، نقش کالا در توزیع و عدالت اجتماعی و غیره از جمله زمینه هایی است که در تعریف کالاهای حساس تعیین کننده می‌باشند (کاکاوند و ثاقب، ۱۳۸۷). در این بررسی، کالاهایی که در کشور تولید شده و بیم آن وجود دارد که پس از اعمال کاهش‌های تعرفه‌ای در چارچوب موافقت نامه سازمان تجارت جهانی (WTO)[۱]، ارزش افزوده و یا اشتغال‌زایی بخش و یا صنعت مربوطه دچار مخاطره شود به عنوان کالاهای حساس قلمداد می‌شوند. پیش‌بینی نوسان‌های قیمت داخلی این کالاها، علاوه

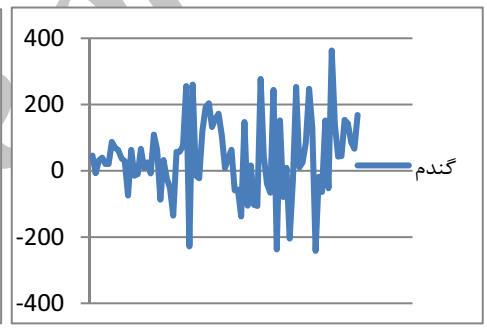
۱- World Trade Organization (WTO)

Archive of SID

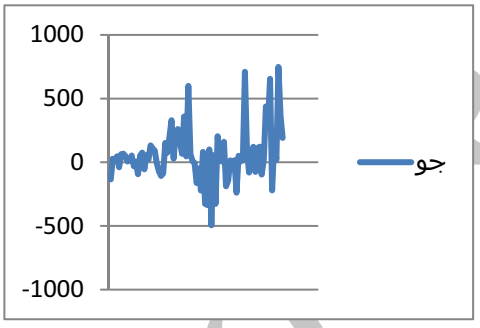
www.SID.ir

بر پایداری درآمد تولیدکنندگان می‌تواند به عنوان یک نقشه راه برای واردکنندگان قلمداد شود که میزان واردات را بر پایه پیش‌بینی صورت گرفته، تنظیم نمایند و همچنین سیاستگذاران در تدوین سیاستهای حمایتی خود از این محصولات را یاری رساند.

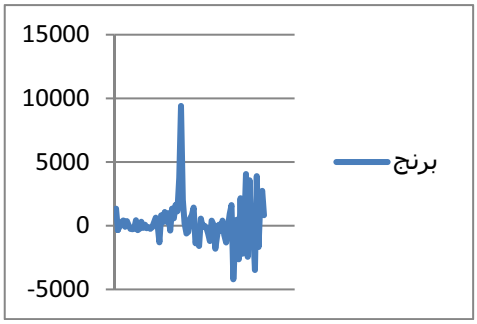
با توجه به پیشنهاد WTO، قاعدهٔ عمومی به کشورهای توسعه یافته اجازه می‌دهد حدود چهار درصد را به عنوان میانگین تعرفه کالای کشاورزی گزینش کند تا بتوان آن کالا را به عنوان کالای حساس معرفی نمود. با توجه به بررسی‌های بینفیلد و همکاران (۲۰۰۹)، دوراند-مورات و وایلس (۲۰۰۶)، وانژتی و پیترز (۲۰۰۸) و همچنین برابر آخرین پیشنهاد WTO، تعرفه دو درصدی برای کشورهای توسعه یافته و چهار درصدی برای کشورهای در حال توسعه مجاز می-باشد. بنا بر این پیشنهاد، محصولات کشاورزی ذرت، جو، برنج، گندم با نرخ تعرفه ۴٪ در سال ۱۳۸۴ به عنوان محصولات حساس گزینش شده‌اند (وزرات بازرگانی، ۱۳۸۴). نوسان‌های ماهیانه قیمت خرده فروشی این محصولات در نمودارهای زیر آمده است (وزرات کشاورزی، ۱۳۹۰).



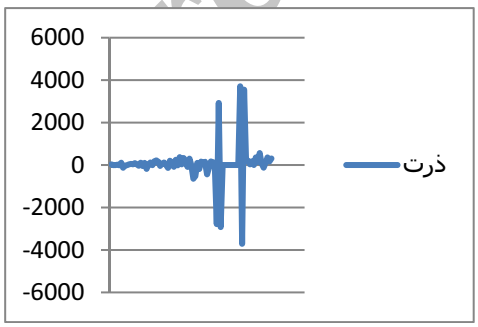
نمودار (۱) نوسان‌های ماهیانه قیمت گندم



نمودار (۲) نوسان‌های ماهیانه قیمت جو



نمودار (۳) نوسان‌های ماهیانه قیمت برنج



نمودار (۴) نوسان‌های ماهیانه قیمت ذرت

www.SID.ir

نمودارها نشان می‌دهند که نوسان‌های قیمت این محصولات به ویژه در ماه‌های اخیر زیاد بوده است (وزرات کشاورزی، ۱۳۹۰). لذا، بیم آن وجود دارد که این نوسان‌ها، درآمد تولیدکنندگان داخلی، میزان تولید این محصولات، اشتغال و همچنین ارزش افزوده بخش کشاورزی را دچار مخاطره کند. بنابراین، نوسان‌های قیمت این محصولات با استفاده از روشهای مختلف، مورد پیش‌بینی قرار گرفت.

روش‌های پیش‌بینی، بسته به اینکه به چه میزان، روش‌های ریاضی و آماری در آنها به کار رفته است، به روش‌های کیفی و کمّی تقسیم می‌شوند. در روش‌های پیش‌بینی کمّی منطق پیش‌بینی به روشنی بیان می‌شود. در حالت کلی می‌توان روش های کمّی پیش‌بینی را به دو دسته‌ی روش‌های رگرسیونی و غیر رگرسیونی تقسیم بندی نمود. در این بررسی، از روش‌های غیر رگرسیونی که شامل روش میانگین ساده[۱]، روش میانگین متحرک[۲]، روش تعدیل نمایی یگانه[۳]، روش تعدیل نمایی یگانه با روند خطی[۴]، روش تعدیل نمایی دو گانه[۵]، روش تعدیل نمایی دو گانه با روند خطی[۶] و همچنین روش‌های رگرسیونی مانند روش غیرعلّی ARIMA، استفاده شده است. امّا امروزه روش‌های جدیدتری نیز برای پیش‌بینی ابداع شده که مبتنی بر مبانی اقتصادی نبوده اما برای پیش‌بینی ابزار سودمندی می‌باشند که از این گروه، می‌توان به رویکرد الگوی ژنتیکی اشاره کرد. اغلب بررسی‌های گذشته در زمینه پیش‌بینی دوره (سری)-های اقتصادی از روش‌های معمول پیش‌بینی استفاده کرده‌اند (مجاوریان و امجدی، ۱۳۷۸؛ زیبایی، ۱۳۸۲؛ عباسیان و کرباسی، ۱۳۸۲؛ عمرانی و بخشوده، ۱۳۸۴؛ بسلر، ۱۹۸۰؛ صبور و ارشادالحق، ۱۹۹۳). بررسی‌هایی نیز وجود دارند که از روش‌های نوین پیش‌بینی مانند شبکه عصبی استفاده کرده‌اند (طرازکار، ۱۳۸۴؛ طیبی و همکاران، ۱۳۸۸؛ فرجزاده و شاه‌ولی، ۱۳۸۸؛ رفعتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ پرتوگال، ۱۹۹۵؛ هروی و همکاران، ۲۰۰۴). امّا بررسی‌هایی که رویکرد الگوی ژنتیکی را به منظور پیش‌بینی دوره‌های اقتصادی مورد استفاده قرار داده‌اند، کمتر به چشم می‌خورد. وارتو (۱۹۹۸)، الگوی مبتنی بر الگوی ژنتیکی را با الگوی تحلیل

---

[۱] Simple Average

[۲] Moving Average

[۳] Single Exponential Smoothing

[۴] Single Exponential Smoothing with linear Trend

[۵] Double Exponential Smoothing

[۶] Double Exponential Smoothing with linear Trend

Archive of SID

www.SID.ir

تشخیصی خطی مقایسه نمود، ضمن بیان برتری الگوی ژنتیکی در پیش‌بینی یک سال پیش از رخداد، الگوی تحلیل تشخیصی خطی را در پیش‌بینی سه سال پیش از رخداد فراتر از الگوی ژنتیکی دانست و از سویی بیان نمود که الگوی تحلیل تشخیصی خطی دارای پایداری و قابلیت تعمیم بیشتری است. کاواکامی (۲۰۰۴)، الگوی پیش گزینش، الگوی ژنتیکی و تحلیل تشخیصی چندگانه را برای پیش‌بینی با یکدیگر مقایسه نمود که نتایج وی بیانگر برتری الگوی پیش گزینش نسبت به دو الگوی دیگر و از سویی برتری الگوی ژنتیکی نسبت به تحلیل تشخیصی چندگانه می‌باشد. مزرعتی (۱۳۸۴)، با بررسی نقش متروی تهران در کاهش مصرف بنزین، مصرف این حامل انرژی با استفاده از روش الگوی ژنتیکی را تا سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی کرد. ایشان نتیجه گرفت که مصرف بنزین در کشور در سال‌های آتی روندی افزایشی خواهد داشت. سیلان و اوزترک (۲۰۰۴) در بررسی خود به پیش‌بینی تقاضای انرژی ترکیه با استفاده از الگوی ژنتیکی پرداختند. نتایج آنان گویای برتری این روش نسبت به دیگر روش‌های مورد استفاده بوده است. کاراهان و همکاران (۲۰۰۷) از الگوی ژنتیکی برای پیش‌بینی شدت بارش استفاده نموده‌اند. چن و همکاران (۲۰۰۸) برای پیش‌بینی جریان رودخانه‌ای به تحلیل غیرخطی دوره‌های زمانی، با استفاده از الگوی ژنتیکی پرداختند. آنان نتیجه گرفتند که الگوی ژنتیکی نسبت به روش‌های قدیمی تحلیل دوره‌های زمانی، عملکرد مناسبی دارد. حسن زاده و همکاران (۲۰۱۱) از روش‌های الگوی ژنتیکی و الگوی جامعه مورچگان به منظور برآورد مشخصه (پارامتر)های مورد استفاده در تحلیل فراوانی جریان‌های سیلابی استفاده کردند.

در این بررسی با استفاده از روشهای معمول و نوین، به پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات حساس کشاورزی در ایران پرداخته شد. سپس، بر پایه نتایج به دست آمده پیشنهادهایی به منظور تنظیم واردات این محصولات و سیاستهای حمایتی آنها در داخل ارائه شد.

روش تحقیق

آزمون وجود نوسان‌های دوره‌ای (سیکلی) به منظور بررسی امکان پیش‌بینی متغیرها الزامی است. در صورتی که فرضیه نبود نوسان‌های دوره‌ای رد شود، پیش‌بینی متغیر دوره زمانی مورد بررسی دارای مفهوم و اعتبار نخواهد بود امّا اگر فرضیه نبود نوسان‌های دوره‌ای رد شود، بودن نوسان‌های دوره‌ای در متغیر دوره‌ی زمانی به اثبات رسیده و پیش‌بینی آن مفهوم و اعتبار پیدا می‌کند. به طور کلّی آزمون‌های مختلفی برای قابل پیش‌بینی بودن (غیر تصادفی بودن) یک

Archive of SID

www.SID.ir

دوره زمانی وجود دارد که بسیاری از این آزمون‌ها غیر مشخصه‌ای (نا پارامتریک) هستند. یکی از روش‌های غیر مشخصه‌ای برای آزمون وجود نوسان‌های دوره‌ای، روش والیس-مور (۱۹۴۱) می‌باشد. این آزمون می‌تواند برای اثبات بود یا نبود دوره‌های منظم در یک متغیر دوره زمانی به کار گرفته شود. آزمون والیس-مور بر این پایه استوار است که تفاضل مرتبه اول یک دوره که علامت آن از مثبت به منفی یا برعکس تغییر می‌کند با آن دوره از نوع تصادفی مقایسه شود. برای این منظور باید شمار دوره‌های هم علامت با طول‌های مختلف در یک دوره در حالت تصادفی محاسبه شود، که از رابطه (۱) استفاده می‌شود (والیس-مور، ۱۹۴۱).

(۱)
$$U_d = \frac{2(d^2+3d+1)(n-d-2)}{(d+3)!}$$

که در آن d طول دوره و n شمار مشاهده‌ها می‌باشد. آماره آزمون دارای توزیع کای-دو(χ^2) و از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\chi_p{}^2 = \frac{(u_1-U_1)^2}{U_1} + \frac{(u_2-U_2)^2}{U_2} + \ldots + \frac{(u_n-U_n)^2}{U_n} \quad (۲)$$

که در آن u_i شمار دوره مشاهده شده با طول i در دوره مورد بررسی و U_i شمار دوره مشاهده شده با طول i در دوره تصادفی است. آماره χ_p^2 در صورتی که کمتر از ۶/۳ باشد معادل $\frac{۶}{۷}\chi_p^2$ برای درجه آزادی ۲ است. امّا اگر این آماره بیشتر از ۶/۳ باشد آماره χ_p^2 محاسبه شده به صورت χ_p^2 برای درجه آزادی ۲/۵ است. اگر فرضیه صفر رد شود متغیر دوره زمانی مورد نظر قابل پیش‌بینی در غیر این صورت پیش‌بینی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

الگوی ARIMA[۱] و SARIMA[۲]:

۲ فرایند خود توضیح (AR) و میانگین متحرک (MA) با یکدیگر تلفیق می‌شوند و یک فرایند خود توضیح میانگین متحرک (ARMA) را تشکیل می‌دهند.

شکل عمومی این فرایند برای یک دوره زمانی به نام y به صورت رابطه (۳) است.

$$\phi(B)\forall_{Z_t}^d = \theta(B)a_t \quad (۳)$$

[۱] Auto Regressive Integrated Moving Average

[۲] Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average

Archive of SID

www.SID.ir

که $\phi(B)$ و $\theta(B)$ چند جمله‌ای‌های درجه p و q هستند. فرایند AR غیرفصلی از درجه p و فرایند MR غیرفصلی از درجه q به صورت زیر می‌باشند.

$$\phi(B)=(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-...-\phi_p B^p)$$
$$\theta(B)=(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-...-\theta_q B^q) \quad (۴)$$

متغیر B عملگری است که به صورت $BX_t=X_{t-1}$ تعریف می‌شود. اگر یک دوره زمانی d بار تفاضل گیری شود تا ایستا شود، مدل مورد نظر به صورت الگوی ARIMA(p,d,q) آورده می‌شود. امّا مدل‌های SARIMA (خود توضیح جمعی میانگین متحرک فصلی) که توسط باکس و همکاران (۱۹۹۴) ارائه شده‌اند را می‌توان به صورت ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s نوشت که (p,d,q) بخش غیرفصلی مدل و (P,D,Q) مؤلفه‌ی فصلی مدل است که به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)\forall^d\forall_S^D z_t=\theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t \quad (۵)$$

که p، d و q به ترتیب درجه غیرفصلی AR، شمار تفاضل گیری غیرفصلی و درجه غیرفصلی MA می‌باشد. در حالی‌که P، D و Q درجه‌های فصلی فرایندهای مورد نظر می‌باشند. Φ مشخصه AR فصلی و Θ مشخصه MA فصلی است. در گام نخست پیش‌بینی با استفاده از این مدل‌ها بایستی ایستایی متغیرها مورد آزمون قرار گیرد. به منظور انجام آزمون ایستایی برای دوره زمانی دارای رفتار فصلی و غیرفصلی، آزمون‌های مورد استفاده باید در بردارنده اجزاء فصلی و غیرفصلی باشند. در این راستا از آزمون‌های آماری چون HEGY، CH، BM، FH و Taylor می‌توان استفاده نمود (فرانسس و هوبین، ۱۹۹۷؛ تیلور، ۱۹۹۷). با استفاده از رهیافت فرانسس و هوبین (۱۹۹۷)، شکل کلی مدل رگرسیونی برای آزمون ایستایی مربوط به داده‌های ماهیانه به صورت زیر است.

$$\Delta_{12}Y_t=\alpha+\beta T+\sum_{s=1}^{11}\delta_s D_{s,t}+\pi_1 y_{1,t-1}+\pi_2 y_{2,t-1}+\pi_3 y_{3,t-1}+\pi_4 y_{3,t-2}$$
$$+\pi_5 y_{4,t-1}+\pi_6 y_{4,t-2}+\pi_7 y_{5,t-1}+\pi_8 y_{5,t-2}+\pi_9 y_{6,t-1}+\pi_{10} y_{6,t-2} \quad (۶)$$
$$+\pi_{11} y_{7,t-1}+\pi_{12} y_{7,t-2}+\sum_{i=1}^{p}\lambda_i\Delta_{12}Y_{t-i}+\varepsilon_t$$

در رابطه بالا، اجزاء قطعی شامل عرض از مبدأ (α)، متغیرهای موهومی ماهیانه (D) و روند (T) می‌باشد. معادله تبدیل‌های خطی را نیز می‌توان به صورت زیر نشان داد.

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
y_{1,t} &= (L^0 + L^1 + L^2 + L^3 + L^4 + L^5 + L^6 + L^7 + L^8 + L^9 + L^{10} + L^{11})Y_t \\
y_{2,t} &= (-L^0 + L^1 - L^2 + L^3 - L^4 + L^5 - L^6 + L^7 - L^8 + L^9 - L^{10} + L^{11})Y_t \\
y_{3,t} &= (-L^0 + L^2 - L^4 + L^6 - L^8 + L^{10})Y_t \\
y_{4,t} &= (-L^0 + \sqrt{3}L - 2L^2 + \sqrt{3}L^3 - L^4 + L^6 - \sqrt{3}L^7 + 2L^8 - \sqrt{3}L^9 + L^{10})Y_t \\
y_{5,t} &= (-L^0 - \sqrt{3}L - 2L^2 - \sqrt{3}L^3 - L^4 + L^6 + \sqrt{3}L^7 + 2L^8 + \sqrt{3}L^9 + L^{10})Y_t \\
y_{6,t} &= (-L^0 + L - L^3 + L^4 - L^6 + L^7 - L^9 + L^{10})Y_t \\
y_{7,t} &= (-L^0 - L + L^3 + L^4 - L^6 - L^7 + L^9 + L^{10})Y_t
\end{aligned}
\qquad (۷)
$$

که از L^1 تا L^{11} نشان دهنده‌ی وقفه اول تا یازدهم متغیر مورد نظر است. پس از تشکیل روابط بالا و به دست آوردن ضرایب رگرسیون، به منظور تعیین وجود هر یک از ریشه های غیرفصلی و فصلی، آزمون فرضیه‌های زیر مدنظر قرار گرفت.

$$
\begin{aligned}
&1) H_0 : \pi_1 = 0, H_1 : \pi_1 \prec 0 \\
&2) H_0 : \pi_2 = 0, H_1 : \pi_2 \prec 0 \\
&3) H_0 : \pi_3 = \pi_4 = 0, H_1 : \pi_3 \neq 0, \pi_4 \neq 0 \\
&4) H_0 : \pi_5 = \pi_6 = 0, H_1 : \pi_5 \neq 0, \pi_6 \neq 0 \\
&5) H_0 : \pi_7 = \pi_8 = 0, H_1 : \pi_7 \neq 0, \pi_8 \neq 0 \\
&6) H_0 : \pi_9 = \pi_{10} = 0, H_1 : \pi_9 \neq 0, \pi_{10} \neq 0 \\
&7) H_0 : \pi_{11} = \pi_{12} = 0, H_1 : \pi_{11} \neq 0, \pi_{12} \neq 0
\end{aligned}
\qquad (۸)
$$

آماره t برای آزمون آماری وجود ریشه‌های ۱ و ۲ و آزمون F برای تعیین وجود ریشه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مورد استفاده قرار خواهد گرفت. نتایج آماره‌های محاسبه‌ای بالا با مقادیر بحرانی ارائه شده توسط فرانسس و هوبین (۱۹۹۷) در سطح ۵ درصد مقایسه شده، کوچکتر بودن مقادیر آماره‌های محاسبه‌ای از مقادیر بحرانی بیانگر وجود ریشه واحد در آن فراوانی است. به منظور تعیین همزمان وجود ریشه واحد در همه‌ی فراوانی‌های غیرفصلی و فصلی و همه‌ی فراوانی‌های فصلی به ترتیب از آماره‌های $F_{۱,۲,...,۱۲}$ و $F_{۲,۳,...,۱۲}$ آزمون Taylor استفاده خواهد شد. در این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در همه‌ی فراوانی‌ها در برابر فرضیه نبود دست کم یک ریشه واحد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. هنگامی که دوره زمانی ایستا باشد، تعیین درجه خود توضیحی غیرفصلی (AR)، درجه میانگین متحرک غیرفصلی (MA)، درجه خود توضیحی فصلی (SAR) و درجه میانگین متحرک فصلی

Archive of SID

www.SID.ir

(SMA) میسر خواهد شد. برای تشخیص مدل مناسب دوره زمانی با توجه به وجود مؤلفه فصلی در دوره‌های زمانی، در آغاز تفاضل گیری فصلی با مرتبه ۱۲ برای حذف حالت فصلی انجام شده است (به عبارتی D=۱). سپس توابع ACF و PACF برای دوره‌های تبدیل یافته ترسیم خواهد شد و بر پایه آنها درجه‌های فصلی تعیین می‌شود. پس از تشخیص الگوی SARIMA، برازش الگو و به دنبال آن پیش‌بینی صورت خواهد گرفت.

رهیافت الگوی ژنتیکی (GA)[۱]

اصول بنیادی الگوی ژنتیکی برای نخستین بار توسط جان‌هالند در سال ۱۹۷۵ در دانشگاه میشیگان ابداع و مفاهیم الگوی ژنتیکی در سال ۱۹۸۹ توسط گلدبرگ توسعه داده شد (صادقی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). الگوی ژنتیکی روش (تکنیک) جستجویی در علم رایانه، برای یافتن راه‌حل تقریبی برای بهینه‌سازی و مسائل جستجو است. الگوی ژنتیکی نوع خاصی از الگوهای تکامل است که از روشهای زیستی مانند وراثت و جهش استفاده می‌کند. در واقع GA از اصول گزینش طبیعی داروین برای یافتن فرمول بهینه به منظور پیش‌بینی یا همخوانی الگو استفاده می‌کند و گزینه مناسبی برای روش‌های پیش‌بینی می‌باشد. ساختار کلی الگوی ژنتیکی به شرح زیر می‌باشد:

الف) ژن و کروموزم: ژن کوچکترین واحد سازنده الگوی ژنتیکی است. در حقیقت ژن‌ها برای نمایش کد شده مشخصه‌ها می‌باشند. به رشته‌ای از ژن‌ها، کروموزم می‌گویند (فرجزاده دهکردی و همکاران، ۱۳۸۴). ب) جمعیت: مجموعه‌ای از کروموزم‌ها را جمعیت گویند. یکی از ویژگی‌های الگوی ژنتیکی این است که به جای تمرکز بر روی یک نقطه از فضای جستجو یا یک کروموزم، بر روی جمعیتی از کروموزم‌ها کار می‌کند (فیگارتی، ۱۹۸۹). ج) تابع برازندگی (هدف): تابع هدف برای تعیین اینکه افراد در محدوده مسأله ایفاء نقش می‌نمایند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (فرجزاده دهکردی و همکاران، ۱۳۸۴). د) عملگرهای ژنتیک: برای تولید کروموزم‌های جدید (فرزندان) از راه برخی از کروموزم‌های قدیمی، نیاز به شماری از عملگرها داریم که شامل عملگر تقاطع، جهش و نسل است. عملگر تقاطع در یک لحظه بر روی دو کروموزم اعمال شده و دو فرزند به وسیله ترکیب ساختار دو کروموزم ایجاد می‌کند. مفهوم مهمی که در ارتباط با این عملگر مطرح است، نرخ تقاطع می‌باشد. نرخ تقاطع، نسبت شمار

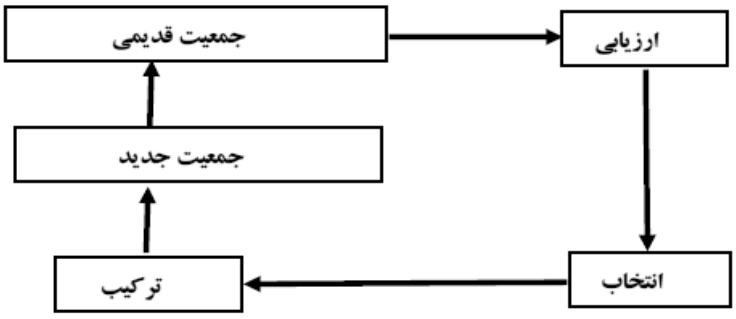
[۱] Genetic algorithm (GA)

Archive of SID

www.SID.ir

فرزندان تولید شده در هر نسل با اندازه جمعیت اصلی تعریف می‌شود (فرجزاده دهکردی و همکاران، ۱۳۸۴). عملگر جهش در سیر تکامل طبیعی یک فرایند تصادفی است که در آن محتوای یک ژن با ژن دیگر برای تولید یک ساختار ژنتیکی جدید جایگزین می‌شود. نقش جهش اغلب به عنوان تضمینی است برای آنکه احتمال جستجو در رشته هرگز صفر نشود (صادقی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). عملگر نسل نیز بیانگر هر تکرار الگوریتم است که منجر به ایجاد یک جمعیت جدید می‌شود (صادقی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸).

الگوی ژنتیکی تلاش می‌کند بهترین راه‌حل را برای مسائلی مانند بیشینه و یا کمینه کردن یک تابع بیابد. این کار با تولید یک مجموعه جمعیت اولیه تصادفی از کروموزم‌ها برای مسئله انجام می‌گیرد، سپس راه‌حل‌های موجود با استفاده از عملگرهای ژنتیکی توضیح داده شده، دستکاری می‌شوند تا راه‌حل‌های بهتری خارج از مجموعه جاری از کروموزوم‌های موجود به وجود آید. در الگوی ژنتیکی به هر حل یک مقدار شایستگی نسبت داده می‌شود که برآورد عددی از توانایی‌های آن برای حل کردن مسئله است. هدف اصلی، گزینش راه‌حل‌هایی با شایستگی بالاتر است به طوری که نسل جدید به سوی پاسخ بهینه سیر کند. در حل مسائل بهینه‌سازی توسط الگوی ژنتیکی، گزینش درست تابع شایستگی نقش مهمی در همگرایی و عملکرد الگو دارد. تابع شایستگی به هر کروموزوم مفروض، عددی متناسب با توانایی و قابلیت این کروموزوم نسبت می‌دهد. این تابع به طور مستقیم از تابع هدف مسئله به دست می‌آید. برای هر یک از کروموزوم‌ها مقدار تابع برازندگی، محاسبه شده، که معیار ارزیابی و بهینگی هر کروموزوم می‌باشد. چرخه‌ی ساده الگو در شکل (۱) نشان داده شده است. این چرخه هنگامی که یکبار انجام می‌گیرد، یک نسل نامیده می‌شود و تا رسیدن به شرط توقف حلقه (کاهش RMSE) مراحل بالا به طور پیوسته تکرار می‌شوند.



نگاره (۱) چرخه الگو ژنتیکی

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی ژنتیکی در آغاز شماری پاسخ اولیه را به صورت تصادفی تولید می‌نماید. سپس، از بین پاسخ‌های به دست آمده تنها پاسخ‌هایی را به عنوان جمعیت اولیه گزینش می‌کند که دارای برازندگی قابل قبولی باشند. در گام بعد، پاسخ‌های اولیه برگزیده به صورت کروموزم در می‌آیند. از بین کروموزوم‌ها شماری به صورت تصادفی (بر پایه احتمال‌هایی مبتنی بر برازندگی) برای تولید نسل بعدی گزینش می‌شوند. در تولید نسل بعدی هر یک از عملگرها به صورت تصادفی روی کروموزوم‌های برگزیده اعمال شده و در حین تولید هر نسل بهترین کروموزم گزینش می‌شود. در روش الگوی ژنتیکی پیشنهادی، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) به عنوان تابع هدف در نظر گرفته می‌شود و با استفاده از یک فرایند تکراری و با به کارگیری عملگرهای ژنی تا آنجا ادامه می‌یابد که این تابع هدف (RMSE) به میزان مطلوبی کاهش یابد و در نهایت بهترین کروموزم‌ها یا همان مقادیر پیش‌بینی به دست می‌آیند. بررسی‌های مختلفی در زمینه ارزیابی عملکرد روش‌های پیش‌بینی انجام شده است که هدف از این بررسی‌ها تعیین بهترین روش یا معیار ارزیابی عملکرد این روش‌ها بوده است. بر این پایه معیارهای متنوعی برای بررسی دقت روش‌های مختلف پیش‌بینی وجود دارد ولی با این حال معیار میانگین مربعات خطا (MSE) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) بیشترین کاربرد را دارند. در این پژوهش از معیار RMSE برای بررسی دقت پیش‌بینی‌ها استفاده می‌شود.

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n}} \qquad (۹)$$

در این بررسی به منظور پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات، قیمت خرده فروشی ماهانه محصولات ذرت، جو، برنج و گندم از فروردین ۱۳۸۴ تا اسفند ۱۳۹۰ از وزارت کشاورزی گردآوری شده‌است.

نتایج و بحث

نتایج آزمون والیس-مور (۱۹۴۱) نشان داد که متغیرهای دوره زمانی نوسان‌های قیمت ذرت، جو، برنج و گندم دارای نوسان‌های دوره‌ای منظم می‌باشند (غیر تصادفی). از اینرو، این متغیرها قابل پیش‌بینی هستند. روش‌های غیر رگرسیونی به منظور پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات ذرت، جو، برنج و گندم استفاده شد که نتایج دقت پیش‌بینی هریک از روش‌ها برای محصولات مختلف در جدول (۱) آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱) نتایج دقت پیش‌بینی نوسان‌های قیمت با استفاده از روش‌های غیر رگرسیونی

روش	ذرت	جو	برنج	گندم
میانگین ساده	۹۱۳/۲۹	۲۱۲/۸۸	۱۷۸۴/۱	۱۱۹/۹۳
میانگین متحرک	۱۰۲۵/۱۶	۲۱۵/۵۳	۲۴۲۴/۲۸	۱۲۸/۹۲
تعدیل نمایی یگانه	۹۰۶/۱۶	۲۰۵/۳۵	۱۸۰۴/۰۲	۱۱۸/۵۷
تعدیل نمایی یگانه با روند زمانی خطی	۹۰۶/۱۶	۲۰۵/۳۵	۱۸۰۴/۰۲	۱۱۸/۵۷
تعدیل نمایی دوگانه	۹۰۶/۱۶	۲۰۴/۹۱	۱۸۰۹/۳۷	۱۱۸/۵۷
تعدیل نمایی دوگانه با روند زمانی خطی	۹۰۶/۱۶	۲۰۷/۹۹	۱۸۲۷/۲۱	۱۱۸/۵۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بنا بر نتایج به دست آمده از میان روش‌های غیر رگرسیونی، روش‌هایی تعدیل نمایی دارای خطای پیش‌بینی کمتری نسبت به روش‌های میانگینی هستند. از اینرو، روش‌های تعدیل نمایی مناسبتر از روش‌های میانگینی می‌باشند.

استفاده از روش‌های رگرسیونی پیش‌بینی مستلزم بررسی خواص ایستایی می‌باشد. از اینرو ایستایی داده‌ها موردبررسی قرار گرفت. آزمون‌های FH (فرانسس و هوبین) و Taylor (تیلور) به منظور ایستایی متغیرهای موجود استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که متغیرهای دوره زمانی همگی در سطح ایستا می‌باشند. پس از تعیین مرتبه ایستایی متغیرها (d=۰)، تفاضل گیری مرتبه ۱۲ (به دلیل ماهیانه بودن داده‌ها) برای حذف حالت فصلی داده‌ها صورت گرفت. سپس برای تعیین مرتبه خود توضیحی غیرفصلی (p) و میانگین متحرک غیرفصلی (q) از نمودارهای ACF (خود همبستگی خطا) و PACF (خودهمبستگی جزیی خطا) استفاده شد. این در حالی است که برای تعیین مرتبه‌های فصلی دیگر نیاز به تفاضل گیری مرتبه ۱۲ از داده‌ها نیست. الگوهای مناسب برای هریک از محصولات تعیین و آن‌گاه برازش آنها با روش MLE[۱] صورت گرفت.

[۱] Maximum Likelihoood Estimation

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲) نتایج الگوی SARIMA تعیین شده

محصولات	الگوی SARIMA
ذرت	$ARIMA(۱،۰،۰)(۰،۱،۱)_{۱۲}$
جو	$ARIMA(۰،۰،۱)(۱،۱،۱)_{۱۲}$
برنج	$ARIMA(۰،۰،۱)(۲،۱،۱)_{۱۲}$
گندم	$ARIMA(۰،۰،۱)(۱،۱،۰)_{۱۲}$

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۳) نتایج دقت پیش‌بینی مدل SARIMA

محصولات	خطای پیش‌بینی RMSE
ذرت	۶۷۸/۷۳
جو	۱۸۷/۸۸
برنج	۱۶۸۲/۱۳
گندم	۹۷/۸۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج به دست آمده بیانگر اینست که فرایند SARIMA برای هر یک از محصولات، نسبت به همه‌ی روش‌های غیر رگرسیونی دارای دقت پیش‌بینی بالاتری است. از اینرو، برتری روش SARIMA بر روش‌های غیر رگرسیونی در پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات کشاورزی حساس اثبات می‌شود. پیش‌بینی بر پایه رهیافت الگوی ژنتیکی نیز برای محصولات مورد نظر صورت گرفت که نتایج دقت پیش‌بینی برای هر یک از آنها در جدول زیر آمده است.

نتایج جدول (۴) نتایج دقت پیش‌بینی روش الگوی ژنتیکی

محصولات	RMSE
ذرت	۳۷۶/۲۳
جو	۸۲/۷۸
برنج	۹۲۳/۹۲
گندم	۸۰/۳۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

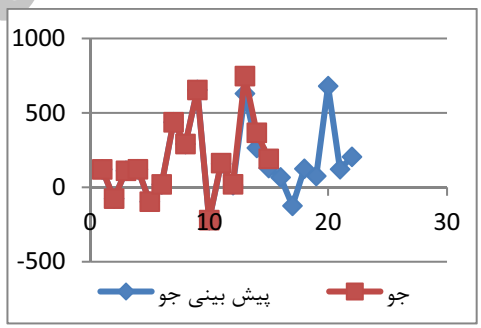
www.SID.ir

نتایج نشان دهنده‌ی این است که رهیافت الگوی ژنتیکی در مقایسه با روشهای سنتی پیش-بینی دارای کمترین خطای پیش‌بینی است. پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات مورد نظر برای فروردین ۱۳۹۱ تا مهر ۱۳۹۱ با استفاده از رهیافت الگوی ژنتیکی صورت گرفت که نتایج آن در جدول زیر آمده است. همچنین نمودارهایی برای نشان دادن توان پیش‌بینی این روش و جهت حرکت نوسان‌های قیمت (از آبان ۱۳۹۰ تا مهر ۱۳۹۱) آورده شده است. به عبارتی از داده‌های مربوط به آبان ۱۳۹۰ تا اسفند ۱۳۹۰ به منظور بررسی دقت پیش‌بینی و از داده‌های مربوط به فروردین ۱۳۹۱ تا مهر ۱۳۹۱ به منظور بررسی روند پیش‌بینی هر یک از محصولات استفاده شد.

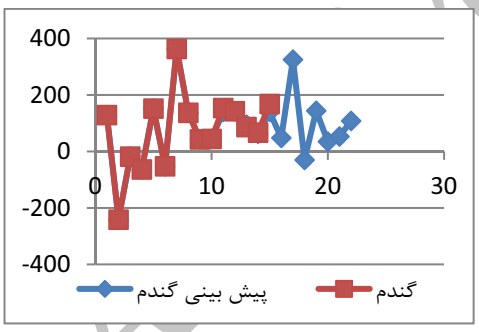
جدول(۵) نتایج پیش‌بینی با روش الگوی ژنتیکی سال ۱۳۹۱

محصولات	فروردین ۹۱	اردیبهشت ۹۱	خرداد ۹۱	تیر ۹۱	مرداد ۹۱	شهریور ۹۱	مهر ۹۱
نوسان‌های قیمت ذرت	۴۳۴	۱۲۸	۳۰۰	-۱۵۴	۵۴۰	۲۸۰	۵۰۰
نوسان‌های قیمت جو	۶۷	-۱۲۴	۱۲۵	۷۶	۶۸۰	۱۲۲	۲۰۵
نوسان‌های قیمت برنج	۱۸۷	۱۰۲۰	-۳۸۰	۴۳۱۰	۴۳۲	۷۸۸	۹۹۲
نوسان‌های قیمت گندم	۴۸	۳۲۵	-۳۰	۱۴۴	۳۵	۵۳	۱۰۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

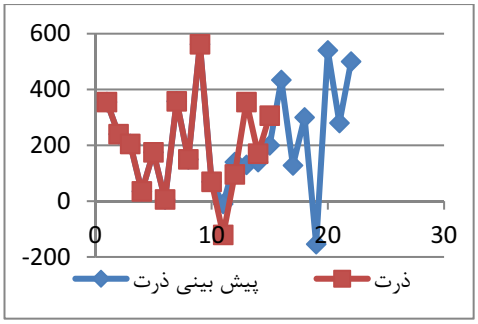


نمودار(۵) پیش‌بینی نوسان‌های قیمت جو



نمودار(۶) پیش‌بینی نوسان‌های قیمت گندم

www.SID.ir



نمودار(۷) پیش‌بینی نوسان‌های قیمت ذرت

نمودار(۸) پیش‌بینی نوسان‌های قیمت برنج

نمودارهای بالا نشان دهنده‌ی آن است که با استفاده از روش الگوی ژنتیکی، دقت پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات گندم و جو نسبت به محصولات ذرت و برنج بالاتر است. پیش‌بینی ۷ ماه آینده محصولات نشان دهنده‌ی وجود نوسان‌های زیاد قیمت این محصولات می‌باشد، این نوسان‌های باعث ناپایداری در میزان تولید محصولات و درآمد تولید کنندگان این محصولات می‌شود. همچنین ارزش افزوده و اشتغال در بخش‌های مربوطه را دچار مخاطره خواهد کرد. از آنجایی که این محصولات، حساس و خاص می‌باشند لذا دولتمردان و برنامه‌ریزان بایستی با توجه به پیش‌بینی‌های صورت گرفته با روش‌های دارای کمترین خطای پیش‌بینی، اقدام‌های لازم برای حمایت از تولیدکنندگان این محصولات را به کار گیرند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این بررسی مقایسه میان روش‌های سنتی و متداول پیش‌بینی با روش‌های نوین می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، پیش‌بینی نوسان‌های قیمت محصولات حساس و خاص کشاورزی صورت گرفت. چرا که نوسان‌های قیمت این محصولات علاوه بر ناپایداری در درآمد تولید کنندگان آنها، به اشتغال این بخش‌ها و همچنین ارزش افزوده بخش کشاورزی لطمه وارد می‌کند. نتایج بررسی نشان داد که روش الگوی ژنتیکی ابزار توانمندی در پیش بینی نوسان‌های قیمت ماهانه این محصولات است. پس از روش الگوی ژنتیکی، الگوی SARIMA و روش‌های تعدیل نمایی به ترتیب دارای کمترین خطای پیش‌بینی برای همه‌ی محصولات گزینش‌شده می‌باشند. بنابراین، در صورتی که اهمیت بررسی به گونه‌ای باشد که تنها استفاده از یک الگوی پیش‌بینی مورد نظر باشد و داده‌های مورد نظر زیاد باشد، بهتر آن است که از الگوی ژنتیکی استفاده شود. بنابراین تأکید بر استفاده از روش‌های نوین پیش‌بینی به جای استفاده از روش-

Archive of SID

www.SID.ir

های سنتی به ویژه در مورد دوره‌های با شمار داده‌های زیاد توصیه می‌شود. لذا می‌بایستی که دولت با استفاده از نتایج به دست آمده از پیش‌بینی نوسان‌های قیمت، سیاست‌هایی را برای تعادل در بازار پیش از ورود محصول به بازار انجام دهد. همچنین، نتایج پیش‌بینی قیمت می‌تواند کشاورزان را در تعیین زمان مناسب عرضه محصول به بازار کمک نماید. در پایان نتایج این بررسی نشان از افزایش نوسان‌های قیمت محصولات مورد بررسی دارد. از اینرو دولتمردان بایستی برای کنترل نوسان‌های قیمت این محصولات ضروری و حساس اقدام‌هایی را برای حمایت از تولید کنندگان به کار گیرند نه اینکه با تغییر در میزان واردات، اشتغال و حتی تولید این محصولات در داخل کشور را با خطر جدی روبه‌رو نمایند.

منابع

رفعتی، م.، آذرین فر، ی. و محمدزاده، ر. (۱۳۸۹). انتخاب الگوی مناسب پیش بینی سطح زیر کشت، تولید و قیمت چغندر قند در ایران، اقتصاد و توسعه کشاورزی، (۲): ۱۶۰-۱۴۹.

زیبایی، م. (۱۳۸۲). ارزیابی برنامه خرید تضمینی محصولات کشاورزی در استان فارس و تدوین استراتژی‌های جدید، طرح تحقیقاتی اداره جهاد کشاورزی استان فارس.

صادقی مقدم، م ر.، مومنی، م. و نالچگیر، س. (۱۳۸۸). برنامه ریزی یکپارچه تامین، تولید و توزیع با بکارگیری الگوریتم ژنتیک، نشریه مدیریت، ۸۸-۷۱.

طرازکار، م.ح. (۱۳۸۴). پیش بینی قیمت برخی از محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

طیبی، س.ک.، آذربایجانی، و. و بیاری، ل. (۱۳۸۸). پیش‌بینی قیمت تخم مرغ در ایران: مقایسه روش‌های ARCH و شبکه‌های عصبی مصنوعی، اقتصادکشاورزی وتوسعه، (۶۵): ۷۳-۹۶.

عباسیان، م. و کرباسی، ع.ر. (۱۳۸۲). کاربرد روشهای کمی در پیش بینی متغیرهای اقتصادی: مطالعه موردی تولید و قیمت تخم مرغ در ایران، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

عبدالهی عزت آبادی، م. و نجفی، ب. (۱۳۸۱). مطالعه نوسان‌های درآمدی پسته‌کاران ایران: به سوی سیستمی از بیمه محصول و ایجاد بازارهای آتی و اختیار معامله، پایان نامه دوره دکترا دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

Archive of SID

www.SID.ir

عمرانی، م. و بخشوده، م. (۱۳۸۴). مقایسه روشهای مختلف پیش بینی: مطالعه موردی قیمت پیاز و سیب زمینی، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

فرج زاده، ز. و شاه ولی، ا. (۱۳۸۸). پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی: مطالعه موردی پنبه، برنج و زعفران، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۷۱): ۶۷-۴۳.

فرج زاده دهکردی، ح.، اعتمادی، ح. و انواری رستمی، ع.ا. (۱۳۸۴). کاربرد الگوریتم ژنتیک در الگو بندی پیش بینی ورشکستگی، رساله کارشناسی ارشد حسابداری دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.

کاکاوند، ف و ثاقب، ح. (۱۳۸۷). ارائه روشی برای تعیین کالاهای حساس تجاری ایران در موافقتنامه‌های تجارت منطقه‌ای: مطالعه موردی موافقتنامه اکوتا، فصلنامهٔ پژوهشنامهٔ بازرگانی، ۴۷: ۸۱-۴۷.

گرکز، م.، عباسی، الف. و مقدسی، م. (۱۳۸۹). انتخاب و بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوی ژنتیکی بر اساس تعاریف متفاوتی از خطر، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاداسلامی، سال پنجم، (۱۱): ۱۳۶-۱۱۵.

مجاوریان، م. و امجدی، الف. (۱۳۷۸). مقایسه روش‌های معمول با تابع مثلثاتی در قدرت پیش‌بینی سری زمانی قیمت محصولات کشاورزی همراه با اثرات فصلی: مطالعه مورد مرکبات، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۲۵): ۶۲-۴۳.

مزرعتی، م. (۱۳۸۴). پیش‌بینی مصرف بنزین تا سال ۱۴۰۰ و نقش مترو تهران در کاهش مصرف آن، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، (۴): ۷۸-۵۷.

Bessler, D.A.(۱۹۸۰). Aggregated Personalistic Beliefs on Yields of Selected Crops Estimated Using ARIMA Process, *American Journal of Agricultural Economics*, (٦٢): ٦٦٦-٦٧٤.

Binfield, J.C.R., Donnellan, T., Hanrahan, K. and Westhoff, P.(٢٠٠٩). WTO Doha Round: Impact of an Agreement on Agriculture and The Importance of Sensitive Product Status, *The ٨٣rd Annual Conference of the Agricultural Economics Society Dublin*, ٣٠th March to ١st April ٢٠٠٩.

Ceylan, H., Ozturk, H.K.(٢٠٠٤). Estimating Energy Demand of Turkey Based on Economic Indicators Using Genetic Algorithm Approach, *Energy Convers Manage*, (٤٥).

Archive of SID

www.SID.ir

Chen, C.S., Liu, C.H. and Su, H.C.(۲۰۰۸). A Nonlinear Time Series Analysis Using Two-Stage Genetic Algorithms for Streamflow Forecasting, *Hydrological Processes*, (۲۲): ۳٦۹۷-۳۷۱۱.

Durand-Morat, A. and Wailes, E.J.(۲۰۰٦). Sensitive Product Designation in The Doha Round: The Case of Rice, *Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Orlando, Florida*, February ٥-۸, ۲۰۰٦.

Figarty, T.C.(۱۹۸۹). Varying The Probability of Mutation in The Genetic Algorithm, *Morgan Kaufmann publishers*.

Franses, P.H. and Hobijn, B.(۱۹۹۷). Critical Value for Unit Root Tests in Seasonal Time Series, *Journal of Applied Statistics*, (۲٤): ۲٥-٤۷.

Hassanzadeh, Y., Abdi, A., Talatahari, S., and Singh, V.P.(۲۰۱۱). Meta-heuristic Algorithms for Hydrologic Frequency Analysis, *Water Resources Management*, (۲٥): ۱۸٥٥-۱۸۷۹.

Heravi, S., Osborn, D.R. and Birchenhall, C.R.(۲۰۰٤). Linear Versus Neural Network Forecasts for European Industrial Production Series, *International Journal Forecasting*, (۲۰): ٤۳٥-٤٤٦.

Karahan, H., Ceylan, H. and Ayvaz, M.T.(۲۰۰۷). Predicting Rainfall Intensity Using a Genetic Algorithm Approach, *Hydrological Processes*, (۲۱): ٤۷۰-٤۷٥.

Kawakami, B.S.(۲۰۰٤). Ratio Selection for Classification Models, *Data Mining and Knowledge Discovery*, (۸): ۱٥۱-۱۷۰.

Portugal, N.S.(۱۹۹٥). Neural Networks Versus Time Series Methods: A Forecasting Exercises, *۱٤th International Symposium on Forecasting Sweden*.

Seddighi, H.R., Law, K.A. and Katos, A.V.(۲۰۰۰). Econometrics: A Practical Approach, *Sunderland Business School UK*.

Taylor, A.M.R.(۱۹۹۷). On The Practical Problems of Computing Seasonal Unit Root Tests, *International Journal of Forecasting*, (۱۳): ۳۰۷–۳۱۸.

Vanzetti, D. and Peters, R.(۲۰۰۸). Do Sensitive Products Undermine Ambition? *Contributed paper at Australian Agricultural and Resource Economics Society ٥۲nd Annual Conference*, ٥-۸ Feb ۲۰۰۸, Canberra, Australia.

Varetto, F.(۱۹۹۸). Genetic Algorithm Applications in The Analysis of Insolvency Risk, *Journal of Banking and Finance*, (۲۲): ۱٤۲۱-۱٤۳۹.

Archive of SID

www.SID.ir