اقتصادکشاورزی و توسعه، سال بیست و یکم، شماره ۸۲ ، تابستان ۱۳۹۲

پیش بینی صادرات غیرنفتی ایران
با استفاده از سیستم استنتاجی– تطبیقی فازی – عصبی (ANFIS)

احمد امیر عضدی*، حمید محمدی**، محمد قاسمی***

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۱۴

چکیده

در این مطالعه مدل جدید استنتاجی- تطبیقی فازی- عصبی (ANFIS) معرفی و کارایی آن در پیش بینی سه افق زمانی۱، ۲ و ۴ سال آتی صادارات غیرنفتی ایران ،که بخش عمده ای از آن را محصولات کشاورزی تشکیل می دهد، با مدل ARIMA- به عنوان رایجترین روش خطی پیش بینی اقتصاد سنجی- با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۳۸- ۱۳۸۷مقایسه شد. نتایج معیارهای ارزیابی کارایی مدلها نشان داد که داده های پیش بینی شده بخش آزمون ساختارهای طراحی شده مدل ANFIS در مقایسه با داده های پیش بینی شده بخش خارج از نمونه مدل ARIMA از مطابقت بیشتری با داده های واقعی برخوردار بوده و در نتیجه مدل غیر خطی ANFIS در پیش بینی صادارات غیرنفتی ایران و افقهای زمانی مورد بررسی، کاراتر می‌باشد.

* مربی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
** استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل (نویسنده مسئول)
e-mail:hamidmohammadi1378@gmail.com
*** استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

طبقه بندی JEL: C22, C45, E47, F31

کلید واژه‌ها:

مدل استنتاجی- تطبیقی فازی- عصبی(ANFIS)، مدل خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA)، پیش‌بینی، صادارات غیرنفتی ایران

مقدمه

صادرات نفت خام به دلیل نوسانات قیمت این محصول در بازارهای جهانی، سبب نوسان در وضع تولید ناخالص ملی، درآمد سرانه و سایر متغیرهای اقتصادی کشور می‌شود. طی چند دهه گذشته بخش عمده‌ای از درآمد های ارزی ایران از صادرات نفت تأمین شده و اقتصاد کشور نیز به طور کامل از روند صادرات نفت تبعیت نموده و با نوسانات آن دچار بحران شده است. از آنجاکه نفت عمدتاً یک کالای سیاسی بوده و هر تغییری در سطح بین‌الملل قیمت آن را تحت تأثیر قرار می دهد، قیمت آن به عنوان یک متغیر برونزا در اقتصاد کشور وارد شده و بی ثباتی در آمدهای ارزی و اقتصاد را به دنبال داشته است (رضایی، ۱۳۷۹). از طرف دیگر، چشم انداز تمام شدن منابع نفتی و وجود مشکلات ناشی از اقتصاد تک محصولی، سیاستگذاریهایی را در راستای افزایش صادرات غیرنفتی از جمله محصولات کشاورزی موجب شده‌است (طبیب زاده، ۱۳۸۵). بر همین اساس ایران به دلیل برخورداری از شرایط متنوع اقلیمی، مستعد کاشت انواع محصولات کشاورزی بوده، به نحوی که به گزارش سازمان جهانی فائو در بین ۵۰ محصول کشاورزی، رتبه های اول تا چهاردهم را دارا می باشد. بنابراین توسعه کمی و کیفی تولید و صادرات محصولات کشاورزی ضمن ایجاد اشتغال به دلیل کاربر بودن، باعث تقویت بخش صنایع غذایی و ارزآوری پایدار برای کشور خواهد شد. در نتیجه بررسی و پیش بینی صادرات غیرنفتی که بخش مهمی از آن را محصولات کشاورزی تشکیل داده و از تنوع بسیار زیادی برخوردار می باشد، اهمیت زیادی دارد.

یکی از مهمترین اهداف ساخت مدلهای اقتصادی، امر پیش بینی است. همچنین اغلب پدیده های طبیعی رفتاری غیرخطی دارند که لازمه تشخیص مناسب آنها استفاده از مدلهای غیرخطی است. در اکثر مطالعات از ابزار رگرسیون خطی یا چند جمله‌ای، میانگین متحرک، مدلهای باکس و جنکینز، مدلهای ساختاری و مدلهای سری زمانی به منظور پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی استفاده می شود، اما این مدلها ضعفهایی دارند که به محقق اجازه نمی‌دهد تا عوامل پیچیده و غیرخطی مؤثر بر پیش بینی را در نظر بگیرد. اخیراً به خوبی اثبات شده که بسیاری از مشاهدات سریهای زمانی اقتصادی، غیر خطی بوده و تخمین مدلهای خطی برای مسائل پیچیده دنیای واقعی همیشه رضایت بخش نیست. پیش‌بینی براساس مدلهای غیرخطی اقتصادسنجی نیز با محدودیتهای بسیار زیادی همراه است. به عنوان مثال ممکن است اطلاعات در خصوص متغیرهای توضیحی که بر متغیر وابسته اثر می گذارند، وجود نداشته باشد. از سویی برای پیش‌بینی متغیر وابسته ابتدا باید متغیرهای توضیحی پیش بینی شوند که در برخی موارد پیش بینی متغیرهای توضیحی امری دشوارتر از متغیر وابسته است، در حالی که مدلهای جدید شبکه عصبی می توانند برازش بهتری از مدلهای خطی و غیرخطی اقتصاد سنجی داشته باشند (Racine, 2001). مدلهای شبکه عصبی یک فرایند توزیع موازی با ماهیت طبیعی بوده و مهمترین ویژگی آنها توانایی مدل‌سازی روابط غیرخطی و پیچیده بدون نیاز به فرضیات قبلی از ماهیت ارتباط بین داده ها می‌باشد (Haykin, 1994). لذا، در این مطالعه از مدل جدید سیستم استنتاجی فازی عصبی تطبیقی(ANFIS)[1] در پیش بینی صادرات غیرنفتی ایران استفاده و کارایی آن با مدل ARIMA[2] به عنوان رایجترین روش خطی پیش بینی مقایسه می شود.

اخیراً مطالعاتی در زمینه کاربرد این مدلها در حوزه اقتصاد صورت گرفته که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می شود.

فهیمی فرد و همکارانش (Fahimifard et al., 2012) در مطالعه ای به کاربرد مدل خودرگرسیو شبکه مصنوعی با متغیرهای برونزا (NNARX)[3] در پیش بینی ارزش افزوده بخش

1. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System
2. Auto-Regressive Integrated Moving Average
3. Neural Network Auto-Regressive Model with EXogenous Inputs

کشاورزی ایران پرداختند. به این منظور ابتدا به تخمین تابع ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران با استفاده از مدل کاب- داگلاس و رهیافت خود رگرسیو با وقفه های گسترده (ARDL)[1] پرداخته و سپس با استفاده از معیارهای ارزیابی کارایی مدلها به مقایسه مدل ARDL و NNARX در پیش بینی ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران پرداخته شد. نتایج براورد تابع ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران نشان داد که ۱ درصد افزایش در نهاده های نیروی کار، سرمایه و انرژی، به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۲۳ و ۰/۳۲ درصد ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران را در بلندمدت افزایش می دهد. همچنین نتایج مقایسه قدرت پیش‌بینی مدل اقتصادسنجی ARDL و شبکه عصبی NNARX نشان داد که مدل شبکه عصبی NNARX از کارایی بیشتری در پیش بینی ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران برخوردار می باشد.

فهیمی فرد و همکارانش (Fahimifard et al., 2009) در مطالعه ای به بررسی کاربرد مدل فازی – عصبی ANFIS در پیش بینی برابری نرخ ارز ریال/دلار و ریال/یورو ایران پرداخته و نتایج حاصل از آن را با مدل ARIMA مقایسه کردند. مطالعه آنان نشان داد که مدل غیرخطی ANFIS در تمامی افقهای زمانی مورد بررسی از کارایی بیشتری در مقایسه با مدل خطی ARIMA برخوردار می‌باشد.

آذربایجانی و همکارانش (Azarbaijani et al., 2007) در مطالعه‌ای، مصرف انرژی سبز (غیرفسیلی) در ایران با استفاده از مدلهای خطی ARIMA، غیرخطی ARDL و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) تا سال ۲۰۵۰ پیش‌بینی کردند و نشان دادند که مدل شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدلهای خطی و غیرخطی اقتصاد سنجی از دقت بیشتر برخوردار می باشد.

فهیمی فرد و همکارانش (۱۳۹۰) در مطالعه ای به مقایسه توان پیش بینی مدل عصبی فازی ANFIS با مدل شبکه عصبی ANN و خودرگرسیونی ARIMA در پیش بینی سریهای زمانی پرداختند. به عنوان کاربرد تجربی، قیمت تخم مرغ برای سه افق زمانی به وسیله مدلهای مذکور پیش بینی و از معیارهای ارزیابی کارایی جهت بررسی قدرت پیش بینی مدلها استفاده

1. Auto-Regressive Distributed Lag

شد. به این منظور از داده های هفتگی دوره ۴: ۱۳۸۷- ۱: ۱۳۸۱ استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل ANFIS و مدل ANN در مقایسه با مدلهای ARIMA و ANFIS در مقایسه با مدل ANN در همه افقهای زمانی از کارایی بیشتری در پیش بینی قیمت تخم مرغ برخوردار است.

فهیمی فرد و همکارانش (۱۳۸۸) در مطالعه ای با استفاده از مدل شبکه عصبی- خود رگرسیونی با ورودیهای برونزا (NNARX) به پیش بینی سه افق زمانی آتی قیمت خرده‌فروشی برنج، گوشت مرغ وتخم مرغ پرداختند و کارایی آن را با مدل ARIMA مقایسه کردند. به این منظور از داده های هفته ای گردآوری شده از شرکت پشتیبانی امور دام و فروشگاه رفاه کل کشور (مربوط به دوره ۱۳۸۷:۴-۱۳۸۱:۱) استفاده شد. نتایج ارزیابی کارایی مدلها نشان داد که مدل غیرخطی شبکه عصبی- خود رگرسیونی NNARX در پیش بینی قیمت خرده فروشی محصولات کشاورزی و افقهای زمانی مورد بررسی، در مقایسه با مدل خطی ARIMA کاراتر می باشد.

اثنی عشری (۱۳۸۶) مطالعه‌ای به منظور بررسی تأثیر سیاستهای پولی و مالی بر اشتغال بخش کشاورزی و پیش بینی میزان اشتغال با استفاده از روشهای شبکه عصبی و خود رگرسیون برداری انجام دادند. نتایج مطالعه وی نشان داد که مدل شبکه عصبی در پیش بینی اشتغال، از عملکرد بهتری برخوردار می باشد.

مروری بر مطالعات پیشین نشان می‌دهد که مطالعه ای در خصوص پیش بینی صادرات غیرنفتی در چارچوب روش مطالعه حاضر صورت نپذیرفته و از آنجاکه از طریق پیش بینی متغیرهای اقتصادی با مدلهای دقیق می توان سیاستگذاران و برنامه ریزان را در تصمیم گیری های آتی یاری رساند، لذا هدف اصلی این مطالعه پیش بینی صادرات غیرنفتی ایران با استفاده از مدل جدید ANFIS و مقایسه کارایی آن با مدل اقتصادسنجی ARIMA می باشد.

روش تحقیق

مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA)

به‌طور کلی این روش دارای ۴ مرحله شناسایی آزمایشی، تخمین، تشخیص دقت برازش و پیش‌بینی می باشد (Box & Jenkins, 1970).

در این مطالعه مدل ARIMA (p,d,q) برای پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$No_t = f(t) + \phi_1 No_{t-1} + ... + \phi_p No_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + ... + \theta\ e_{t-q} \qquad (۱)$$

که در آن No_t، p، q، e، ϕ و θ به‌ترتیب‌صادرات غیرنفتی در زمان t، وقفه خودرگرسیونی (AR)، وقفه میانگین متحرک (MA)، عامل میانگین متحرک، ضریب عامل خودرگرسیونی و ضریب عامل میانگین متحرک می‌باشند.

مدل استنتاجی- تطبیقی عصبی- فازی (ANFIS)

مدل ANFIS یک شبکه پیشخور چندلایه می باشد که از الگوریتمهای یادگیری شبکه عصبی و منطق فازی به منظور ترسیم یک فضای ورودی به یک فضای خروجی استفاده می‌کند. ANFIS با توانایی ترکیب قدرت زبانی یک سیستم فازی با قدرت عددی یک شبکه تطبیقی سیستم عصبی، نشان داده است که در مدل کردن پدیده های پیچیده بسیار قدرتمند می باشد. ANFIS قابلیت خوبی در آموزش، ساخت و طبقه بندی دارد و همچنین دارای این مزیت است که اجازه استخراج قوانین فازی را از اطلاعات عددی یا دانش متخصص می‌دهد و به طور تطبیقی یک قاعده- بنیاد می سازد و علاوه بر این، می تواند تبدیل پیچیده هوش بشری به سیستمهای فازی را تنظیم کند (Chaves et al., 2005).

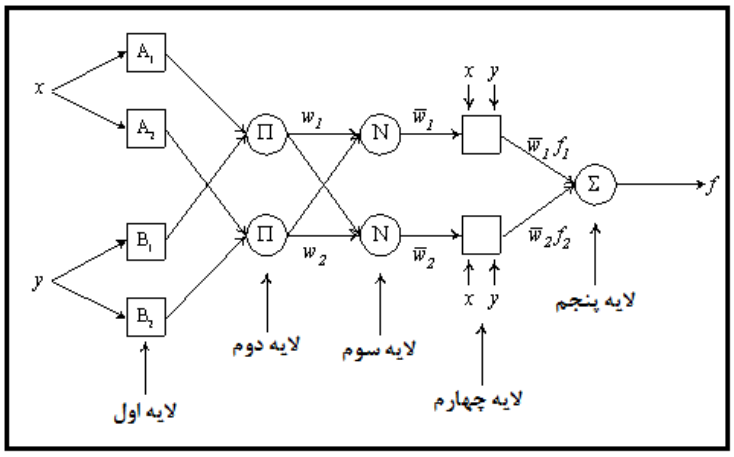
این مدل که توسط یانگ در سال ۱۹۹۶ ارائه شد، اجازه می دهد سیستمهای فازی در مباحث آموزش پارامترها، از الگوریتم آموزش خطای پس انتشار تطبیقی[1] استفاده نمایند. همچنین از یک ساختار ANFIS که از مجموعه‌ای از قواعد اگر- آنگاه فازی نوع TSK[2] (روش مستقیم) تشکیل گردیده است، می توان جهت مدلسازی و نگاشت داده‌های ورودی- خروجی استفاده کرد. تعریف معمولی از یک مسئله‌شناسایی، تعیین یک‌تابع $\hat{f}$ می‌باشد به‌طوری‌که تقریباً بتوان به جای تابع اصلی f مورد استفاده قرار گیرد. در نتیجه پیش بینی

1. Adaptive Error Backpropagation Learning Algorithm.
2. Takagi-Sugeno-kang.

خروجی $\hat{y}$ به ازای ورودی $X=(x_1,x_2,x_3,...,x_n)$ باید تا حد امکان به مقدار خروجی حقیقی y نزدیک باشد. سیستم فازی با مجموعه‌ای شامل N قاعده فازی، برای پیش‌بینی صادرات غیرنفتی به‌صورت زیر بیان می گردد (Morgan, 1998):

$$f(x)=\frac{\sum_{i=1}^{N} No_t\left(\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^{(ji)}}(No_{t-p_i})\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^{(ji)}}(No_{t-p_i})\right)} \qquad (۲)$$

که در رابطه فوق No_{t-p}، μ، A و i به ترتیب عبارتند از: وقفه های صادرات غیرنفتی تا مرتبه p، مرتبه عضویت، مجموعه فازی و قاعده فازی. همچنین $\mu_{A_l^{(ji)}}(x_i)$ بیانگر مرتبه عضویت از ورودی x_i مربوطه به مقدار قاعده فازی i ام $A_l^{(ji)}$ می باشد. شکل زیر ساختار مدل ANFIS را نشان می دهد (Tanaka, 1998):



شکل ۱. ساختار مدل ANFIS

- **لایه اول:** در این لایه هر گره *i*، یک گره منطبق با تابع گره می باشد:

$$O_{1,i}=\mu_{A_i}(x) \quad ; \quad for\ i=1,2\ or$$

(۳)

$$O_{1,i}=\mu_{B_{i-2}}(y) \quad ; \quad for\ i=3,4$$

که در آن x یا y ورودی به گره i و A_i یا B_{i-2} اسامی متغیرهای زبانی منطبق با این گره می باشند. به‌عبارت‌دیگر i بیانگر درجه‌عضویت‌یک مجموعه فازی $A=(A_1,A_2,B_1 or B_2)$

و مشخص کننده درجه ای است که در آن ورودی مورد نظر x یا y کمیت سنج A را براورده می سازد. در اینجا تابع عضویت برای A می تواند هر تابع عضویت پارامتری مناسب مانند گوسین باشد:

$$\mu_{A(x)} = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \qquad (۴)$$

که در آن c و σ مجموعه پارامترها می باشند و هنگامی که مقدار این پارامترها تغییر می کند، تابع گوسین نیز تغییر می کند و در نتیجه شکلهای متفاوتی برای عضویت مجموعه فازی A به نمایش در می آید. همچنین در این لایه پارامترها به پارامترهای فرضیه مقدم موسومند.

– **لایه دوم:** هر گره در این لایه، یک گره ثابت به نام P می باشد که خروجی آنها محصول تمام سیگنالهای ورودی می باشد:

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x)\mu_{B_i}(y) \quad , \quad i = 1,2 \qquad (۴)$$

هر گره خروجی بیانگر شدت برانگیختگی[1] برای یک قاعده می باشد. به طور کلی، هر عملگر T-norm دیگر که فازی را ایجاد می کند، می تواند به عنوان تابع گره در این لایه به کار رود.

– **لایه سوم:** هر گره در این لایه، یک گره ثابت به نام N می باشد و i امین گره، نسبت i امین قاعده شدت برانگیختگی را برای تمام قاعده ها به صورت زیر محاسبه می کند:

$$O_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad , \quad i = 1,2 \qquad (۶)$$

برای سادگی فرض می شود که خروجیهای این لایه، شدت برانگیختگی های نرمال شده می باشند.

–**لایه چهارم:** هر گره i در این لایه، یک گره منطبق با تابع گره به صورت زیر می‌باشد:

$$O_{4,i} = \overline{w}_i f_i = \overline{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \qquad (۷)$$

1. Firing Strength

کـه در آن $\overline{w_i}$ یـک شـدت برانگیختگـی نرمـال شـده از لایـه سـوم مـی باشـد و p_i، q_i و r_i مجموعه پارامترهای این گره می باشند. همچنین پارامترهای این لایـه بـه پارامترهـای اسـتنتاجی موسومند.

- **لایه پنجم:** تنها گره این لایه، یک گره ثابت به نام $\sum$ می باشد که تمـامی خروجیهـا را به عنوان مجموع همه سیگنالهای ورودی، به صورت زیر محاسبه می کند:

$$O_{5,i} = \sum_i \overline{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \qquad (۸)$$

همچنین در این مطالعه از الگوریتم آموزشی هیبریدی برای تعیین پارامترهای تابع عضویت سیستمهای استنتاج فازی از نوع سوگنوی[1] یک خروجی استفاده شده و به منظور آموزش پارامترهای تابع عضویت سیستم استنتاج فازی مجموعه مفروض داده‌های ورودی- خروجی، ترکیب روشهای حداقل مربعات و شیب نزولی پس انتشار به کار گرفته می‌شود. علاوه براین، به منظور بررسی کارایی این‌مدل در پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران برای افقهای زمانی ۱، ۲ و ۴ سال‌آتی، به‌ترتیب‌از وقفه‌های۱، ۲ و ۴ داده‌های‌نرمال شده‌استفاده‌می شود.

در ایـن مطالعـه صـادرات غیرنفتـی بـه عنـوان تـابعی از مقـادیر گذشـته آن مدلسـازی گردید (Chen et al., 2001). داده های به کـار رفتـه در ایـن مطالعـه شـامل داده هـای سـالانه صادرات غیرنفتی ایران مربوط به دوره۱۳۳۸- ۱۳۸۷ است که از پایگاه اینترنتی بانـک مرکـزی جمهوری اسلامی ایران گردآوری شد. گرچه اجماع کلی در مورد چگونگی تقسیم داده ها در مدلهای عصبی- مصنوعی وجود ندارد، اما تمامی مطالعات بخش عمده داده هـا (معمـولاً ۷۰٪، ۸۰٪ یا ۹۰٪) را به آموزش[2] و باقیمانده داده ها را به آزمون[3] مدلها اختصاص می دهنـد (هـاوفی و همکاران، ۲۰۰۷). در این مطالعه پس از نرمال‌سازی داده ها بـه روش Hykin ، ۷۰ ٪ داده هـا به آموزش مدل ANFIS و تصریح مـدل ARIMA و ۳۰ ٪ داده هـا بـه آزمـون خروجـی مـدل ANFIS و پیش بینی های خارج از نمونه مدل ARIMA اختصاص داده می شـود. همچنـین بـه

1. Sugeno
2. Train
3.Test

منظور مقایسه کارایی مدلهای پیش بینی، از معیارهای ارزیابی مدلها به شرح جدول ۱ استفاده گردید:

جدول ۱. مهمترین معیارهای ارزیابی کارایی مدلها

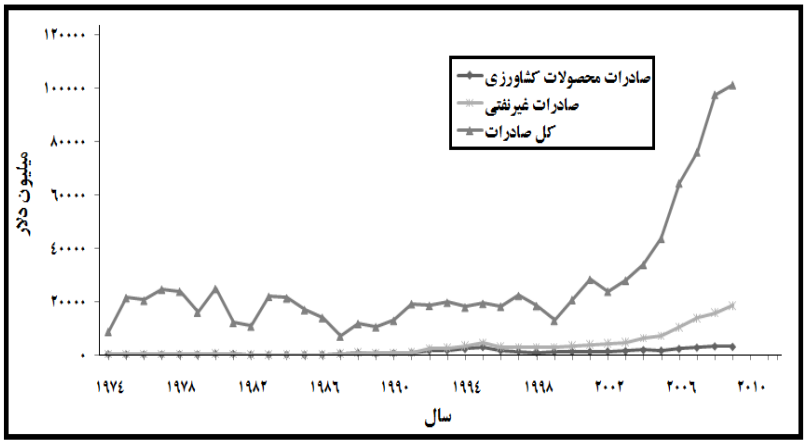
معیار	فرمول
مجذور ضریب تعیین	$R^2 = 1 - \frac{\sum(\hat{y}_t - y_t)^2}{\sum \hat{y}_t^2}$
میانگین قدر مطلق انحرافات	$MAD = \frac{\sum\lvert\hat{y}_t - y_t\rvert}{n}$
ریشه میانگین مربع خطا	$MSE = \sqrt{\frac{\sum(\hat{y}_t - y_t)^2}{n}}$

مأخذ: Hykin, 1994

در روابط فوق y_t، $\hat{y}_t$ و n به ترتیب مقدار هدف (مشاهده واقعی)، مقدار خروجی مدل و تعداد مشاهدات می باشند. واضح است که بهترین مقدار برای معیار R^2 برابر ۱ و برای سایر معیارها برابر صفر می باشد. در مطالعه حاضر به منظور طراحی مدل ANFIS از نرم افزار Matlab و جهت تخمین مدل ARIMA از نرم افزار Microfit استفاده می گردید.

نتایج و بحث

نمودار ۱ روند صادرات کل، غیرنفتی و محصولات کشاورزی را نشان می دهد.



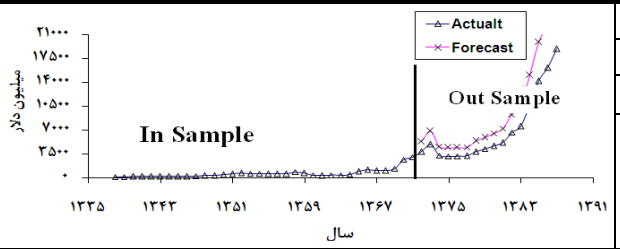
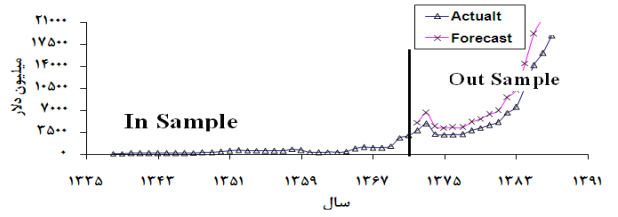
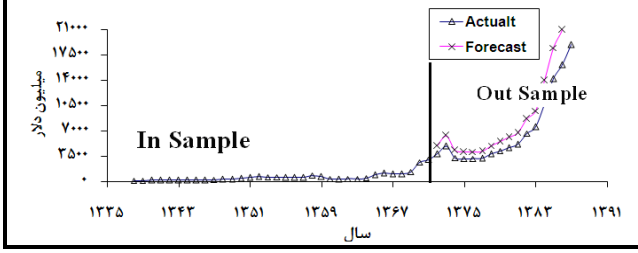
نمودار ۱. روند صادرات کل، غیرنفتی و محصولات کشاورزی

مطابق نمودار فوق و بر اساس آمار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، متوسط سهم صادرات محصولات کشاورزی از صادرات غیرنفتی معادل ۶۱/۶ درصد طی دوره ۱۹۷۴-۲۰۰۹ بوده است. همچنین صادرات غیرنفتی از نوسانات کمتری در مقایسه با صادرات کل که بخش عمده ای از آن را صادرات نفتی تشکیل می دهد، برخوردار می‌باشد.

پیش بینی های حاصل از مدل ARIMA

به منظور بررسی کارایی مدل ARIMA در پیش بینی سریهای زمانی مذکور، ابتدا ایستایی سریهای زمانی با آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و به کارگیری معیار شوارتز- بیزین (که در تعیین تعداد وقفه ها صرفه جویی می کند) بررسی شد. نتایج نشان داد که درجه همجمعی (d) برای سریهای زمانی مورد بررسی برابر یک می‌باشد. سپس جهت تصریح مدل برای افقهای ۱، ۲ و ۴ سال آتی، درجه خود برازشی (p) به ترتیب برابر ۱، ۲ و ۴ در نظر گرفته شده و برای هر یک از افقهای زمانی، مدلهایی با درجه فرایند MA برابر ۱، ۲ و ۳ تخمین و از مدل دارای بیشترین مقدار شوارتز– بیزین برای تعیین درجه میانگین متحرک (q) استفاده شد. در ادامه ساختار تعیین شده در انجام پیش بینی های خارج از نمونه به کار رفته و نهایتاً این پیش بینی ها با داده های واقعی مقایسه شد. جدول ۲ خلاصه ای از این نتایج را نشان می دهد.

جدول۲. کارایی مدل ARIMA در پیش بینی سری زمانی صادرات غیرنفتی ایران

ARIMA			نمایش هندسی پیش بینی صادرات غیرنفتی
یک سال آینده			
ساختار (۱,۱,۲)			
R^2	*MAD*	*RMSE*	
۰/۹۵۲۸	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۷۲	
دو سال آینده			
ساختار (۲,۱,۱)			
R^2	*MAD*	*RMSE*	
۰/۹۴۸۲	۰/۰۱۶۹	۰/۰۱۸۳	
چهار سال آینده			
ساختار (۴,۱,۱)			
R^2	*MAD*	*RMSE*	
۰/۹۴۶۲	۰/۰۱۶۱	۰/۰۱۸۷	

مأخذ: یافته های تحقیق

سمت راست جدول فوق نمایش هندسی پیش‌بینی صادرات غیرنفتی را که دربردارنده In Sample و Forecast می‌باشد نشان می‌دهد. سمت چپ جدول بیانگر مقادیر معیارهای ارزیابی و ساختار مدل ARIMA برای افقهای زمانی ۱، ۲ و ۴ سال آتی می‌باشد. مقادیر بیشتر R^2، مقادیر کمتر RMSE و MAD بیانگر کارایی بیشتر مدلها می‌باشد. بنابراین با افزایش افق پیش‌بینی، کارایی این مدل کاهش می‌یابد.

پیش بینی های حاصل از مدل ANFIS

برای افقهای مورد نظر، مدلهای مختلفی با توابع عضویت gauss، gauss2 و تعداد تابع عضویت (۲، ۳ و ۴) با شبکه عصبی انتشار برگشتی پیشخور، تابع فعال‌سازی logsig، نرخ

آموزش ۰/۰۱ و ۱۰۰ تکرار طراحی شد. نهایتاً برای بررسی کارایی این مدل، با استفاده از معیارهای ارزیابی مدلها، داده‌های خروجی هر مدل با داده‌های واقعی مقایسه گردید. جدول ۳ خلاصه‌ای از این نتایج را نشان می‌دهد.

جدول۳. کارایی مدل ANFIS در پیش بینی سری زمانی صادرات غیرنفتی ایران

نمایش هندسی پیش بینی صادرات غیرنفتی	ANFIS		
	یک سال آینده		
	ساختار ۱۰۰-۴- gauss		
	RMSE	MAD	R^2
	۰/۰۱۶۳	۰/۰۱۵۲	۰/۹۵۳۵
	دو سال آینده		
	ساختار ۱۰۰- ۴- gauss		
	RMSE	MAD	R^2
	۰/۰۱۷۲	۰/۰۱۴۷	۰/۹۶۶۲
	چهار سال آینده		
	ساختار ۱۰۰- ۲- gauss2		
	RMSE	MAD	R^2
	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۲۸	۰/۹۶۹۹

مأخذ: یافته های تحقیق

به طور مشابه، سمت راست جدول فوق نمایش هندسی پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران را که شامل Train و Test می‌باشد نشان می‌دهد. سمت چپ جدول بیانگر مقادیر معیارهای ارزیابی و ساختار مدل ANFIS برای افقهای مورد نظر می‌باشد. ساختار شبکه‌های طراحی شده به‌گونه‌ای می‌باشد که گزاره اول از سمت چپ بیانگر نوع تابع عضویت و اعداد بعدی به ترتیب بیانگر تعداد تابع عضویت و تکرار می‌باشد. به‌طور مشابه، با افزایش افق پیش‌بینی، کارایی این مدل نیز در پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران کاهش می‌یابد. علاوه بر

این، مدل ANFIS از روند مشابهی همانند مدل ARIMA جهت پیش‌بینی صادرات غیرنفتی برخوردار می باشد.

مقایسه پیش بینی های به دست آمده از دو مدل ARIMA و ANFIS

به‌منظور مقایسه کارایی مدل ANFIS و مدل ARIMA، معیارهای ارزیابی کارایی مدلهای مختلف طراحی شده ANFIS بر معیارهای ارزیابی کارایی مدل ARIMA در هر افق زمانی تقسیم شد. جدول ۴ خلاصه‌ای از این نتایج را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه مدلهای ARIMA و ANFIS در پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران

C_{ANFIS}/C_{ARIMA}					
افق زمانی	ساختار		R^2	MAD	RMSE
	ARIMA	ANFIS			
۱ سال	(۱,۱,۲)		۱/۰۰۱	۰/۹۶۵	۰/۹۶۰
	(۱,۱,۲)	۲-۱۰۰ gauss2-	۱/۰۰۰	۰/۹۷۵	۰/۹۷۰
	(۱,۱,۲)	۳-۱۰۰gauss2-	۱/۰۰۱	۰/۹۸۵	۰/۹۴۶
	(۱,۱,۲)	۴-۱۰۰gauss-	۱/۰۰۱	۰/۹۹۰	۰/۹۶۸
		۳-۱۰۰gauss2-			
۲ سال	(۲,۱,۱)		۱/۰۱۹	۰/۸۷۱	۰/۹۴۱
	(۲,۱,۱)	۴-۱۰۰gauss-	۱/۰۱۵	۰/۸۸۰	۰/۹۵۱
	(۲,۱,۱)	۳-۱۰۰gauss-	۱/۰۱۱	۰/۸۸۹	۰/۹۶۰
	(۲,۱,۱)	۴-۱۰۰ gauss2-	۱/۰۰۷	۰/۸۹۸	۰/۹۶۸
		۳-۱۰۰gauss2-			
۴ سال	(۴,۱,۱)		۱/۰۲۱	۰/۸۰۰	۰/۹۴۶
	(۴,۱,۱)	۲-۱۰۰gauss-	۱/۰۱۷	۰/۸۰۸	۰/۹۵۵
	(۴,۱,۱)	۴-۱۰۰gauss-	۱/۰۱۳	۰/۸۱۶	۰/۹۶۴
	(۴,۱,۱)	۳-۱۰۰gauss-	۱/۰۲۵	۰/۷۹۲	۰/۹۳۸
		۲-۱۰۰gauss2-			

مأخذ: یافته های تحقیق

شرط کاراتر بودن یک مدل نسبت به مدل دیگر، بزرگتر از یک بودن کمیت حاصل از تقسیم R^2، و کوچکتر از یک بودن کمیت حاصل از تقسیم RMSE و MAD یک مدل بر مدل دیگر می‌باشد. کمیت حاصل از تقسیم R^2 مدل ANFIS بر مدل ARIMA، برای هر یک از افقهای زمانی مورد بررسی، همواره بزرگتر از یک و حداقل برابر ۱/۰۰۰ (مربوط به ساختار ۱۰۰-۳-gauss2) می‌باشد. همچنین کمیت حاصل از تقسیم RMSE و MAD این مدل بر مدل ARIMA، برای هر یک از افقهای زمانی مورد بررسی، همواره کوچکتر از یک بوده و

حداکثر برابر ۰/۹۹۰ (مربوط به ساختار ۱۰۰-۳-gauss2) می‌باشد. بنابراین، مدل ANFIS بر مدل ARIMA در پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران در افقهای مورد بررسی برتری دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

توسعه کمی و کیفی تولید و صادرات محصولات کشاورزی ضمن ایجاد اشتغال به دلیل کاربر بودن، باعث تقویت بخش صنایع غذایی و ارزآوری پایدار برای کشور خواهد شد. در نتیجه بررسی و پیش‌بینی صادرات غیرنفتی که بخش مهمی از آن را محصولات کشاورزی تشکیل می دهد، از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا در این مطالعه کارایی مدلهای عصبی- فازی ANFIS و خودرگرسیونی ARIMA در پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران برای سه افق زمانی ۱، ۲ و ۴ سال آینده، با استفاده از مهمترین معیارهای ارزیابی مدلها و داده‌های سالانه صادرات غیرنفتی ایران مربوط به دوره ۱۳۳۸- ۱۳۸۷مقایسه شد. بر این اساس مهمترین نتایج حاصله عبارتنداز: ۱. هر دو مدل روند مشابهی را برای صادرات غیرنفتی ایران پیش‌بینی می‌کنند، ۲. مدل ANFIS نسبت به مدل ARIMA از کارایی بیشتری در پیش‌بینی صادرات غیرنفتی ایران در افقهای زمانی مورد بررسی برخوردار می‌باشد.

از آنجاکه یکی از مهمترین اهداف مطالعات اقتصادی، پیش بینی متغیرهای اقتصادی بوده و نتایج تحقیق کارایی بیشتر مدلهای شبکه عصبی را در مقایسه با مدل ARIMA جهت پیش بینی سریهای زمانی تأیید می کند، پیشنهاد می شود محققان به بسط و توسعه مدلهای نوین پیش بینی و کاربردی کردن آنها به منظور یاری رسانیدن به تصمیم گیران حوزه های مختلف اقتصاد بپردازند تا به ویژه تصمیم‌گیران در بخش کشاورزی با در اختیار داشتن اطلاعات مکفی و دقیق در این باره بتوانند با ایجاد مدیریت یکپارچه تولید محصولات کشاورزی، ضمن تأمین موادغذایی به هنگام افزایش تقاضا، امکان صادرات این محصولاتِ ارزآور را فراهم آورند.

منابع

۱.اثنی عشری، ه. ۱۳۸۶. تأثیر سیاستهای پولی و مالی بر اشتغال بخش کشاورزی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی. دانشگاه زابل.

۲.رضایی صومعه، ر. ۱۳۷۹. بررسی عوامل مؤثر بر صادرات پسته ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس

۳.طبیب زاده، ع. ۱۳۸۵. نگاه اجمالی به عملکرد صادرات غیر نفتی ایران، گروه پژوهشی بررسی متغیرهای کلان. پایگاه اینترنتی توسعه صادرات ایران.

۴.فهیمی فرد، س. م.، کیخا، ا.ع. و سالارپور، م. ۱۳۸۸. پیش بینی قیمت محصولات منتخب کشاورزی ایران با روش تلفیقیِ شبکه عصبی -خودرگرسیونی با ورودی های برونزا(NNARX). فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۳ (۲): ۴۶-۵۴.

۵.فهیمی فرد، س. م.، سالارپور، م.و صبوحی، م. ۱۳۹۰. مقایسه توان پیش بینی مدل عصبی-فازی (ANFIS). با مدل شبکه عصبی ANN و خودرگرسیونی ARIMA (مطالعه موردی قیمت هفتگی تخم مرغ). فصلنامه اقتصادکشاورزی و توسعه، ۱۹(۷۴): ۱۸۱-۲۰۵.

6.Azarbayejani, K., Fahimifard, S. M. and Bayari, L. 2007. Energy Consumption forecasting based on sustainable development: Case study of Iran. Proceeding of the Iran-Italy Conference on Challenge & Prospects of Sustainable Development. Isfahan-Iran, 17-18 December 2007.

7. Box, G. E. P. and Jenkins, G. M. 1970. Time series analysis:forecasting and control. San Francisco: Holden-Day.

8.Chaves, P., Kojiri, T. and Hori, T. 2005. Stochastic operation for multi-purpose reservoir using neuro-fuzzy systems. Annuals of Disaster. Prev.Res. Inst. Kyoto University. No 48B.

9.Chen, X., Racine, J.and Swanson, R. N. 2001. Semiparametric ARX neural network models with an application to forecasting inflation. *Neural Networks*, 12 (4):674-683.

10.Fahimifard, S. M., Homayounifar, M., Salarpour, M., Sabuhi. M. and Shirzady. S. 2009. Application of ANFIS to exchange rate forecasting. *China-USA Business Review*, 8(6): 22-29.

11.Fahimifard, S. M., Mohaddes, S. A., Mohammadi, H. and Keshtkar, R. 2012. Application of NNARX to agriculture sector value added forecasting: A case of Iran's agriculture sector. *African Journal of Agricultural Research*,7(27): 3918-3924.

12.Haoffi, Z., Guoping, X., Fagting, Y. and Han, Y. 2007. A neural network model based on the multi-stage optimization approah for short-term food price forecasting in China. *Expert Systems With Applications*, 33:347-356.

13.Haykin, S. 1994. Neural networks: A comprehensive foundation. New York: Macmillan.

14.Morgan, G. C. 1998. Fuzzy logic. Routlendge Encyclopedia of Philosophy. 3. first edition. Craig. E. London: Routledge.

15.Racine, J. S. 2001. On the nonlinear predictability of stock returns using financial and economic variables. forthcoming. *Journal of Business and Economic Statistics*, 19(3): 80-382.

16.Tanaka, K. 1998. An introduction to fuzzy logic for practical applications. Prantice-Hall International Editions.