

کاربرد رگرسیون خطی با ضرایب متقارن و نامتقارن در بررسی رفتار نرخ ارز واقعی در ایران

رضا اشرف گنجویی، حسین اکبری فرد

دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

چکیده

در مطالعات متعدد با بهره‌گیری از روش‌های اقتصادسنجی به بررسی رفتار نرخ ارز واقعی پرداخته شده است. از آنجا که این شیوه برآورد نیاز به اطلاعات کامل و قطعی دارد، در حالی که بسیاری از متغیرهای اقتصادی از جمله نرخ ارز رفتاری نوسانی دارند همچنین اطلاعات قطعی از عوامل تاثیرگذار بر این متغیرها در دسترس نمی‌باشد. در این مقاله برای بررسی رفتار نرخ ارز واقعی، از رگرسیون فازی برای یک دوره زمانی بیست ساله استفاده شده است. علت استفاده از رگرسیون فازی به دلیل انعطاف‌پذیری در مدل‌سازی بوده است از طرفی در روش‌های اقتصادسنجی فرض‌های محدودکننده‌ای وجود دارد که در روش‌های برآورد رگرسیون فازی وجود ندارد. نتایج این مطالعه با توجه به مراکز و پهنای فازی هر یک از متغیرها نشان‌دهنده آن است که درآمد‌های نفتی نسبت به سایر متغیرها، بیشترین تاثیرگذاری را بر نرخ ارز دارد همچنین نمای نرخ ارز واقعی برای تمام درجه‌های عضویت یکسان است، که تاییدکننده سیاست مدیریت عرضه ارز در ایران می‌باشد از طرفی دامنه انحراف پهنای راست و چپ از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۵ اندک است اما برای سال‌های ۱۳۸۵ به بعد دامنه انحراف پهنای راست در حال افزایش است و دامنه انحراف برای پهنای چپ اندک و با ثبات است.

Mathematics Subject Classification (2010): 62A86 , Email: reza – ashrafig@yahoo.com.

عبارات و کلمات کلیدی: رگرسیون فازی ، ضرایب متقارن و نامتقارن ، نرخ ارز واقع

۱۳۹۸ (انجمن سیستم‌های فازی ایران)

۱ مقدمه

مجموعه های فازی توسط پروفسور لطفی علی عسکر زاده دانشمند ایرانی تبار در سال ۱۹۶۵ معرفی شد [۱۱]. از آن زمان به بعد موضوع مدلسازی و تحلیل رگرسیونی در محیط فازی مورد توجه پژوهشگران علوم نظری و کاربردی قرار گرفته است [۹]. در موضوع رگرسیون در محیط فازی دو رویکرد وجود دارد یک رویکرد مبتنی بر کمترین مجموع فاصله و دیگری رویکرد امکانی (کمینه سازی ابهام کل مدل تحت برخی قیود) است. رگرسیون امکانی نخستین بار توسط تاناکا و همکاران در سال (۱۹۸۲) معرفی شد [۱] و [۲] و [۱۰] این مدل با ضرایب فازی بود که برای مدل سازی دادهای ورودی-خروجی دقیق پیشنهاد شده است. برآورد پارامترهای فازی مدل با حل یک مسأله برنامه ریزی خطی به دست می آید که در آن تابع هدف که کمینه می شود، مجموع پهناهای ضرایب و قیود به گونه ای تنظیم می شوند که مقدار مشاهده شده متغیر وابسته با یک درجه خاص عضو مجموعه فازی برآورد شده باشد [۱۰]. چون تابع عضویت مجموعه های فازی اغلب به عنوان توزیع های امکانی توصیف می شود، لذا این رویکرد را رگرسیون امکانی می نامند [۱۰]. اقتصاددانان برای دستیابی به اهداف نظری و تجربی خود، بیشتر روی مفهوم نرخ ارز واقعی تمرکز نموده اند. در ایران نظام ارزی کشور قبل از انقلاب اسلامی، یک نظام تثبیت به سبب ارزی حق برداشت مخصوص بود و نرخ رسمی بر اساس هر حق برداشت مخصوص معادل ۹۲۳^۰ ریال تعیین می شد [۶]. اما پس از انقلاب اسلامی و خروج سرمایه از ایران و مشکلات صدور نفت، اعمال کنترل های ارزی به منظور حفظ ذخایر ارزی کشور ضرورت پیدا کرد. در این راستا، نظام نرخهای ارز چندگانه شکل گرفت و در کنار آن بازار آزاد غیر رسمی ارز نیز به وجود آمد. بر این اساس در اقتصاد ایران شناخت عوامل مؤثر بر رفتار نرخ ارز واقعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. شناخت رفتار نرخ ارز واقعی نیازمند معیارهای اندازه گیری عوامل مؤثر بر نرخ ارز واقعی است. اغلب برای اندازه گیری نرخ ارز واقعی سه معیار مختلف وجود دارد [۳]. معیار اول اندازه گیری نرخ ارز واقعی براساس نظریه برابری قدرت خرید نسبی. این معیار، از شاخص قیمت مصرف کننده دو کشور طرف تجاری استفاده میشود. معیار دوم اندازه گیری نرخ ارز واقعی بر اساس کالاهای قابل مبادله (دو کالایی). این معیار در مواقعی است که به دلیل ساختار اقتصادی کشورها به لحاظ نظری به جای نرخ ارز واقعی خارجی از نرخ ارز واقعی داخلی استفاده می شود. نرخ ارز واقعی داخلی به دو روش دوکالایی و سه کالایی تعریف می شود. معیار سوم اندازه گیری نرخ ارز واقعی بر اساس کالاهای قابل مبادله (سه کالایی) [۳]. این معیار وقتی است که از بعد اقتصادی، برای کشورهای درحال توسعه دستیابی به قیمت های حقیقی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. قیمت های نسبی نشان می دهند که چه کالاهایی و به چه میزان تولید و مصرف شود. بنابراین قیمت های نسبی نقش کلیدی در تخصیص منابع در اقتصاد دارند [۳]. نرخ واقعی از یکی از قیمت های نسبی مهم در هر اقتصاد است که

عبارت است از نسبت قیمت کالاهای خارجی به کالاهای داخلی، بنابراین نرخ ارز واقعی علامت مهمی را برای عوامل اقتصادی ایجاد می کند [۴]. تحلیل رفتار نرخ ارز واقعی به منظور تدوین سیاست هایی جهت تعدیل این شاخص از اهمیت بالایی برخوردار است. مطابق با مطالعات صورت گرفته در این خصوص نظیر مراجع [۵] و [۸] و [۱۵] و [۳]-[۷]، مهمترین متغیرهای اثرگذار بر نرخ ارز واقعی را بررسی کرده اند. در تمامی مطالعات انجام شده برای بررسی رفتار نرخ ارز واقعی از مدل های اقتصاد سنجی که برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارد استفاده شده و این در حالی است که رفتار نرخ ارز در حال تغییر و نوسان بوده و همچنین عوامل موثر بر نرخ ارز واقعی نیز حالت نوسانی دارند و اطلاعات قطعی از روند آنها در دسترس نمی باشد، بنا براین با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت نیازمند الگویی هستیم که این عدم قطعیت را مدل سازی کند. در این تحقیق از مدل رگرسیون فازی، که قدرت توضیح دهندگی فوق العاده ای در این زمینه دارد [۱۲] و [۱۴] به بررسی این موضوع خواهیم پرداخت. ادامه این تحقیق در شش بخش تنظیم شده است. بخش ۲ تشریح محاسبات را ارائه می کنیم. در بخش ۳ به ارائه یافته های این پژوهش و در بخش ۴ به نتیجه گیری می پردازیم.

۲ تشریح محاسبات مربوط به مدل رگرسیون خطی با ضرایب فازی مقارن و نامقارن

صورت کلی مدل رگرسیونی با ضرایب فازی به صورت رابطه (۱) است [۱۱]

$$\tilde{Y} = f(\mathbf{x}, A) = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 x_1 + \tilde{A}_2 x_2 + \dots + \tilde{A}_n x_n \quad (1)$$

که در آن \tilde{Y} متغیر وابسته یا اصطلاحاً خروجی فازی است، $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ بردار متغیر مستقل یا اصطلاحاً بردار ورودی و $A = \{\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n\}$ یک مجموعه از اعداد فازی است. مدل رگرسیون خطی با پارامترهای فازی، ورودی های غیر فازی و خروجی فازی را به صورت مسئله برنامه ریزی خطی فرموله می شود که هدف مینیم کردن ابهام مدل رگرسیون خطی فازی است به طوری که دامنه مقادیر تخمین زده شده دامنه مقادیر مشاهده شده را در یک سطح معین بیوشاند [۹]. در این مطالعه نیز ضرائب رگرسیون

به صورت اعداد فازی مثلثی به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s^L} & a - s^L \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{s^R} & a < x \leq a + s^R \end{cases} \quad (2)$$

که در آن a مقدار نما s^R, s^L به ترتیب پهنای چپ و پهنای راست \tilde{A} هستند. اگر $s^R \neq s^L$ ان گاه عدد فازی مثلثی \tilde{A} را نامتقارن گوئیم. در این حالت تابع عضویت \tilde{A} را با توجه به سه مشخصه a, s^L, s^R به گونه ای دیگری نیز این تابع عضویت را نمایش داد. یعنی پهنای راست را بر حسب پهنای چپ بیان کرد. به این صورت که در تابع عضویت بالا قرار دهیم $s^R = ks^L$ که در آن k که عددی حقیقی و مثبت است. ضریب کشیدگی نامیده می‌شود. بنابراین عدد فازی مثلثی نامتقارن \tilde{A} را می‌توان با سه تایی $\tilde{A} = (a, s^L, k)_T$ نیز توصیف کرد در این حالت تابع عضویت \tilde{A} به صورت زیر در می‌آید.

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s^L} & a - s^L \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{ks^R} & a < x \leq a + ks^R \end{cases} \quad (3)$$

انگاه بنا به رابطه (۱) خروجی فازی نیز یک عدد فازی مثلثی نامتقارن به صورت زیر است که در آن $f^c(\underline{x})$ نما و $f_s^L(\underline{x})$ پهنای چپ و $f_s^R(\underline{x})$ پهنای راست \tilde{Y} می‌باشد [۱].

$$f^c(\underline{x}) = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n \quad (4)$$

$$f_s^L(\underline{x}) = s_0^L + s_1^Lx_1 + \dots + s_n^Lx_n f_s^R(\underline{x}) = s_0^R + s_1^Rx_1 + \dots + s_n^Rx_n$$

به بیان دیگر تابع عضویت \tilde{Y} عبارت است از

$$\tilde{Y}(y) = \begin{cases} 1 - \frac{f^c(\underline{x})-y}{f_s^L(\underline{x})}, & f^c(\underline{x}) - f_s^L(\underline{x}) \leq y \leq f^c(\underline{x}) \\ 1 - \frac{y-f^c(\underline{x})}{f_s^R(\underline{x})}, & f^c(\underline{x}) < y \leq f^c(\underline{x}) + f_s^R(\underline{x}) \end{cases} \quad (5)$$

در رگرسیون فازی هدف آن است که اولاً خروجی فازی برای تمامی مقادیر $m, 2, \dots, 1, 0, \tilde{Y}_j$ دارای درجه عضویتی دست کم به بزرگی h باشد [۱]. یعنی

$$\tilde{Y}_j(\tilde{y}_j) \geq h \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

ثانیا ضرایب فازی $n, 2, \dots, 1, 0, \tilde{A}_i$ به گونه ای باشند که ابهام خروجی فازی مینیمم گردد. در حالتی که $n, 2, \dots, 1, 0, \tilde{A}_i$ متقارن هستند مجموع پهنای خروجی فازی \tilde{Y} برای همه ی داده‌ها کمیت زیر است که آن را تابع هدف می‌نامیم [۱]. تابع هدف برای حالت متقارن به صورت زیر است.

$$Z = 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ji}) \quad (7)$$

در رابطه اخیر منظور از x_{ji} مشاهده i ام متغیر i است. در حالتی که $n, 2, \dots, 1, 0, \tilde{A}_i$ نامتقارن باشند Z به اینصورت زیر تغییر می‌یابد [۱].

$$Z = m(s_0^L + s_0^R) + \sum_{i=1}^n \left[(s_i^L + s_i^R) \sum_{j=1}^m x_{ji} \right] \quad (8)$$

در حالتی که $n, 2, \dots, 1, 0, \tilde{A}_i$ ها را متقارن در نظر بگیریم. از قرار دادن رابطه (۴) در (۱۰) و (۵)، محدودیت ها به صورت رابطه (۹) و (۱۰) حاصل می‌شود. [۱].

$$\begin{aligned} & (1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) - a_0 \\ & - \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq -y_i \quad , \quad j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} & (1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + a_0 \\ & + \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq +y_i \quad , \quad j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (10)$$

در رابطه اخیر منظور از x_{ji} مشاهده i ام متغیر i است که برای هر مشاهده دو محدودیت داریم. در حالتی که $n, 2, \dots, 1, 0, \tilde{A}_i$ را نامتقارن در نظر بگیریم محدودیت های مدل رگرسیونی به صورت زیر

حاصل می‌شود که با جایگذاری $k_i s_i^L = s_i^R$ می‌توان بر حسب ضرایب کشیدگی به صورت زیر نوشت. در این رابطه k که عددی حقیقی و مثبت است. که ضریب کشیدگی نامیده می‌شود. [۱].

$$(1-h) K_0 s_0^L + (1-h) \sum_{i=1}^n (K_i s_i^L x_{ji} -) a_0 - \sum_{i=1}^n (a_0 x_{ji}) \geq + y_i, j = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

۳ یافته های تحقیق

اکنون برای یک حالت خاص (مانند رفتار نرخ ارز واقعی) مدل رگرسیون خطی با ضرایب فازی متقارن و نامتقارن را بدست می‌آوریم و نتیجه مدل، تفسیر و تحلیل خواهد شد. در این بخش رگرسیون فازی با فرض ابهام در ضرایب درخصوص رفتار نرخ ارز واقعی z بر روی متغیرهای مستقل که x_1 حاصل جمع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی، x_2 سیاست های ارز، x_3 نسبت سرمایه گذاری به تولید ناخالص داخلی، x_4 مالیات بر واردات و x_5 درآمد های نفتی را توضیح می‌دهیم. دادهای مربوطه از سایت بانک مرکزی [۲۱] اخذ شده و تعداد مشاهده بیست سال که در مجموع ۴۰ قید است نرخ ارز واقعی (z) را حداقل می‌کنیم. پس از تشکیل تابع هدف و قیدها با توجه به رابطه (۷)، (۹) و (۱۰) و حل معادله خطی با توجه به h های گوناگون مقادیر a_i و $s_i, i = 0, \dots, n$ با استفاده از نرم افزار گمز [۲۰] محاسبه می‌شود. با حل مسئله برنامه ریزی خطی با ۴۰ قید به شکل نامعادلات (۹) و (۱۰) که در آن n تعداد متغیرها، h درجه عضویت و m تعداد مشاهدات است که جواب های آن در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین مقدار مینیمم شده تابع هدف z (نرخ ارز واقعی) نیز برای $h = 0.5$ برابر با $z = 83369.24$ است که برای ضرایب به صورت زیر بدست می‌آید.

$$\begin{aligned} A_0 &= (0, 0)_T, & A_4 &= (0.57, 0.032)_T \\ A_1 &= (0, 0)_T, & A_3 &= (0, 0.004)_T \\ A_2 &= (0, 0.120)_T, & A_5 &= (9926.24, 713.14)_T \end{aligned}$$

حال به ازای مقادیر متغیر های مستقل و تغییر مقادیر h مقدار خروجی فازی را پیش بینی می‌کنیم. که در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول خروجی فازی یک عدد مثلثی متقارن همراه با نما و پهنای آن برای هر متغیر بیان شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تغییر مقادیر h مراکز \tilde{A}_i ها را تغییر

نمی‌دهد اما مقادیر s_5 و s_4 و s_3 و z (نرخ ارز واقعی) را تحت تاثیر قرار می‌دهد و این یعنی ابهام خروجی \bar{Y} با افزایش h بیشتر می‌شود. از آنجا که در رگرسیون فازی برای یافتن جواب های بهینه، با استفاده از برنامه ریزی ریاضی به مینیم سازی تابع هدف با توجه به محدودیت های مسئله می‌پردازد، مقادیر بهینه برای $a_0, a_1, a_2, s_0, s_1, s_2$ برابر صفر است (با توجه به رابطه (۷)، (۹) و (۱۰)). ضرایب \bar{A}_i را در حالت نامتقارن برای مقادیر مختلف k_i و h با استفاده از تابع هدف رابطه (۸) و محدودیت رابطه (۱۱) به دست می‌آوریم. تابع هدف به ازای مقادیر $h = 0.5$ و k_i در جدول ۲ نشان داده شده است. با حل مسله برنامه ریزی خطی با توجه به رابطه (۸) و (۱۱) جواب های زیر به دست می‌آیند. همچنین مقدار مینیمم شده تابع هدف نیز برای $h = 0.5$ برابر با $z = 1.675$ است. که برای ضرایب که در آن $A = (a, b)$ به معنی تابع عضویت مثلثی متقارن a نما و b پهنا می‌باشد به صورت زیر بدست می‌آید. نمودار ۱ پهناهای راست و چپ نرخ ارز واقعی را نشان می‌دهد به طوری که از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۵ دامنه انحراف پهناهای راست و چپ قابل توجه نمی‌باشد اما از سال ۱۳۸۵ به بعد دامنه انحراف پهناهای راست افزایش یافته است و دامنه انحراف پهناهای چپ باثبات و ناچیز است.

$$A_0 = (0, 0, 0), \quad A_3 = (0, 0.004, 0)$$

$$A_1 = (0, 0, 0)_T, \quad A_4 = (0.75, 0.32, 0.5)$$

$$A_2 = (0.120, 0, 0), \quad A_5 = (9926.24, 713.14, 2556.9)$$

برای پیش بینی متغیر وابسته و انتخاب یک مدل بهینه، با استفاده از رابطه (۸) و (۱۱) باید به ازای k_i محاسبات را انجام دهیم. سرانجام مدلی را که ضریب کشیدگی آن معقول و منطقی باشد و مقدار ابهام کل مدل نیز کوچک باشد به عنوان مدل نهایی انتخاب کنیم. در این مطالعه این مراحل را برای چند مقدار k_i انجام داده‌ایم و نتایج برپایه $h = 0.5$ ، در جدول ۲ درج شده اند. با توجه به این جدول در می‌یابیم که در حالت نامتقارن با افزایش k_i به طور هم زمان تا اندازه ای که لحاظ شده است مقادیر s_0, s_1, s_2, a_1, a_2 همواره صفر هستند، مقادیر s_4, a_2 تغییر نمی‌کنند ولی مقادیر s_5, a_0 زیاد و مقادیر s_3, a_0 کاهش می‌یابند. و تابع هدف نیز تغییرات اندکی دارد. در جدول ۲ مقادیر چهار ضریب کشیدگی را در ۱ ثابت نگه داشته‌ایم و پنجمی را تغییر داده‌ایم. همانطور که از این جدول مشاهده می‌شود، با تغییر ضرایب کشیدگی هیچ تغییری در مقادیر $a_5, a_3, a_1, s_4, s_2, s_1, s_0$ به وجود نیامده است. مقدار a_0 در دو حالت خاص مثبت و در بقیه ی حالت صفر است. مقدار a_2 و a_4 در دو سه مورد صفر است و در سایر ضرایب تقریباً ثابت است. به نظر می‌رسد، با توجه به جمع جهات، عدم تقارن ضرایب منجر به یک بهبود چشمگیر در مدل نمی‌شود و میتوان مدل با ضرایب متقارن را به عنوان مدل نهایی پذیرفت.

۴ تجزیه و تحلیل

مطالعات متعددی [۸ و ۱۴ و ۱۷ و ۱۸ و ۱۹] به بررسی رفتار نرخ ارز واقعی پرداخته اند. در این مطالعه با استفاده از رگرسیون فازی، مقادیری برای مراکز و پهنای ضرایب (جدول ۱) محاسبه شده است. پارامتر گستره فازی بودن هر یک از متغیرهای مستقل را نشان می دهد یعنی هر چه مقدار آن بیشتر باشد میزان فازی بودن آن عدد بیشتر است و نشان دهنده مرکز عدد فازی است که در این تحلیل به عنوان متوسط اثر گذاری (مراکز) هر یک از ضرایب استفاده می شود با توجه به نتایج میزان تاثیر گذاری متوسط هر یک از متغیرهای مستقل شامل جمع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی، سیاستهای ارز، نسبت سرمایه گذاری به تولید ناخالص داخلی، مالیات بر واردات و درآمد های نفتی بر نرخ ارز واقعی به ترتیب ۰/۱۲۰، ۰/۰۷۵، ۰/۰۲۶/۸۹۹ است و میزان گستره عدد فازی یا حداکثر اثر گذاری هر یک از متغیرهای مستقل بر نرخ ارز واقعی به ترتیب ۰/۰۰۴، ۰/۰۳۲، ۰/۰۳۳/۱۴۷۱۳ است. همانطور که مشاهده می شود درآمد های نفتی بیشترین تاثیر گذاری متوسط و گستره (حداکثر اثر گذاری) بر نرخ ارز واقعی دارد. این تحلیل برای هر یک از متغیرهای مستقل بر نرخ ارز واقعی با توجه به نتایج جدول شماره یک قابل ارایه است. با توجه به نتایج، دامنه انحراف پهنای راست نرخ ارز واقعی در حال افزایش است اما دامنه انحراف پهنای چپ با ثبات است از این رو سیاست گذاران اقتصادی بایستی توجه ویژه به تبعات افزایش نرخ ارز واقعی در سال های آتی داشته باشند.

جدول ۱: برآورد ضرایب متقارن در رگرسیون خطی فازی

h	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	Z
۰/۱	۰	۰	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۸	۳۹۶/۲	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۴۶۳۱۶/۲۵
۰/۲	۰	۰	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲۰	۴۴۵/۷۲	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۵۲۱۰/۴۸
۰/۳	۰	۰	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲۳	۵۰۹/۳۹	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۵۹۵۴/۹۴
۰/۴	۰	۰	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۲۷	۵۹۴/۲۹	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۶۹۴۷۴/۳۷
۰/۵	۰	۰	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۳۲	۷۱۳/۱۴	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۸۳۳۶۹/۲۴
۰/۶	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۴۰	۸۹۱/۴۴	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۱۰۱۴۳
۰/۷	۰	۰	۰	۰/۰۰۷	۰/۰۵۳	۱۱۸۸/۰۵	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۱۳۸۹۶
۰/۸	۰	۰	۰	۰/۰۱۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۲۰۸۴۲
۰/۹	۰	۰	۰	۰/۰۲۲	۰/۱۶۰	۳۵۶۵/۸	۰	۰	۰/۱۲۰	۰	۰/۰۵۷	۹۹۲۶/۸	۴۱۶۸

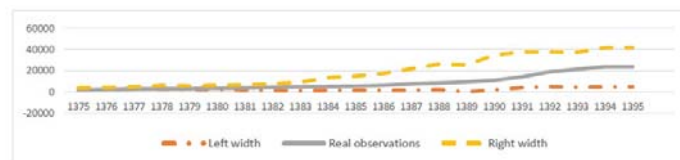
جدول ۲: ضرایب \bar{A}_i در حالت نامتقارن با افزایش k_i و $h = ۰/۵$ جدول ۳: ضرایب \bar{A}_i در حالت نامتقارن

برای مقادیر مختلف k_i و $h = ۰/۵$

نمودار ۱: پهنای راست و چپ نرخ ارز واقعی بر اساس برآورد رگرسیون فازی (ارقام به ریال)

K0	K1	K2	K3	K4	K5	S0	S1	S2	S3	S4	S5	a0	a1	a2	a3	a4	a5	z
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0.004	0.032	713.1	0	0	0.12	0	0.05	9926.8	1.667
1.1	1.15	1.30	1.45	1.60	1.75	0	0	0	0.001	0.026	1105.9	292.8	0	0.15	0	0.05	7359.6	1.672
1.5	1.65	1.80	1.95	2.10	2.25	0	0	0	0	0.023	1083.6	416.3	0	0.15	0	0.15	6359.6	1.674
1.9	2.05	2.2	2.35	2.50	2.65	0	0	0	0	0.020	964.9	416.3	0	0.15	0	0.15	6320.1	1.675

K0	K1	K2	K3	K4	K5	S0	S1	S2	S3	S4	S5	a0	a1	a2	a3	a4	a5	Z
1.5	1	1	1	1	1	0	0	0	0.004	0.03	713.1	0	0	0.120	0	0.05	9926.8	1.667
3.5	1	1	1	1	1	0	0	0	0.004	0.03	713.1	0	0	0.120	0	0.05	9926.8	1.667
1	1.5	1	1	1	1	0	0	0	0.004	0.03	713.1	0	0	0	0	0	9926.8	1.667
1	3.5	1	1	1	1	0	0	0	0.004	0.03	713.1	0	0	0	0	0	9926.8	1.667
1	1	1.5	1	1	1	0	0	0	0.004	0.03	713.1	0	0	0	0	0	9926.8	1.667
1	1	3.5	1	1	1	0	0	0	0.004	0.03	713.1	0	0	0.120	0	0.05	9926.8	1.667
1	1	1	1.5	1	1	0	0	0	0.001	0.03	1509.1	293.7	0	0.153	0	0.05	7554.5	1.667
1	1	1	3.5	1	1	0	0	0	0	0.03	1760.9	416.3	0	0.150	0	0.05	6718.1	1.667
1	1	1	1	1.5	1	0	0	0	0.004	0.02	1760.9	0	0	0.120	0	0.05	9926.8	1.667
1	1	1	1	3.5	1	0	0	0	0.004	0.01	713.1	0	0	0.120	0	0.04	9926.8	1.667
1	1	1	1	1	1.5	0	0	0	0.004	0.03	570.5	0	0	0.120	0	0.05	9855.5	1.667
1	1	1	1	1	3.5	0	0	0	0	0	316.9	0	0	0.120	0	0.05	9728.7	1.667



۵ نتیجه گیری

در این مقاله، مدل رگرسیون فازی را مورد توجه قرار داده، معرفی و قابلیت آن در پیش بینی رفتار نرخ واقعی ارز را مورد بررسی قرار داده ایم. از آنجا که مدل های اقتصادسنجی بنا به دلایل ساختاری برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارند، این در حالی است که عوامل موثر بر نرخ ارز حالت نوسانی داشته و اطلاعات قطعی از آنها در دسترس نمی باشد. بنا براین با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت نیازمند الگویی هستیم که این مورد را مدل سازی کند. مدل رگرسیون فازی با توجه به انعطاف پذیری بسیار زیاد نسبت به رگرسیون کلاسیک، مقادیری برای هر پارامتر و متغیر خروجی که بیانگر رفتار واقعی نرخ ارز است برآورد می کند، به گونه ای که از برآورد مدل رگرسیون فازی چسبندگی به سمت پایین نرخ ارز و همچنین سیستم شناور مدیریت شده ارز در ایران را تحلیل کرده ایم. که بیانگر قدرت توضیح دهنده فوق العاده مدل رگرسیون فازی است. لازم به ذکر است که در نظام های ارزی شناور مدیریت شده، عموماً بانک های مرکزی هر کشور نرخ ارز را با تعیین دامنه ای از نوسانات و با ملاحظاتی نظیر رقابت پذیری (میزان تورم داخلی و خارجی)، تامین رشد اقتصادی (از طریق رشد تولیدات داخلی، حمایت از صادرات و سرمایه گذاری خارجی)، تامین ذخایر ارزی احتیاطی و غیره مدیریت می نمایند.

مراجع

- [۱] طاهری، س. م.، ماشین چی، م. (۱۳۹۲). مقدمه ای بر احتمال و آمار فازی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان.
- [۲] طاهری، س. م. (۱۳۹۶). رویکردهای ابتکاری در رگرسیون فازی، اندیشه آماری، سال بیست و دوم، شماره دوم، شماره ۴۴، صص ۴۳-۵۲
- [۳] درگاهی، حسن و گچلو، جعفر (۱۳۸۰). بررسی رفتار کوتاه مدت و بلند مدت نرخ حقیقی ارز در اقتصاد ایران (با استفاده از روش همگرایی خودتوضیح با وقفه های توزیعی)، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۲۱، صص ۲۱-۶۰
- [۴] اسماعیلی رزی، حسین (۱۳۸۸). تاثیر بهره وری بر نرخ واقعی مؤثر ارز در ایران طی دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ (آزمون اثر بالاسا - ساموئلسون در اقتصاد ایران)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان،
- [۵] صباغی کرمانی، مجید و شقاقی شهری، وحید (۱۳۸۴). عوامل مؤثر بر نرخ ارز واقعی در ایران (رهیافت خودرگرسیون برداری) پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۱۶. صص ۳۷-۷۶
- [۶] جلائی، عبدالمجید، حری، حمیدرضا و ایرانی کرمانی، فاطمه (۱۳۸۵). برآورد رفتار نرخ ارز واقعی در ایران، پژوهشنامه اقتصادی، ص ۲۲
- [۷] سپهوند، احسان، نیرومند، روح الله و مهرجردی، محمد رضا زارع (۱۳۹۳). تعیین عوامل مؤثر بر نرخ ارز در ایران، فصلنامه تحقیقات توسعه اقتصادی- شماره ۱۶، صص ۲۳-۴۲.
- [۸] تقوی، مهدی و محمدی، مرتضی (۱۳۹۰). بررسی عوامل مؤثر بر نرخ ارز و تراز پرداختها در اقتصاد ایران (یک رهیافت پولی)، فصلنامه اقتصاد مقداری بررسیهای اقتصادی سابق جلد ۸، شماره ۱، صص ۵۱-۷۲
- [۹] اصغر پور، حسین، محمد پور، سیاوش، رضازاده، علی و جهانگیری، خلیل (۱۳۹۱). بررسی اثر بی ثباتی نرخ ارز بر صادرات بخش کشاورزی ایران، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱، صص ۱۳۷-۱۲۱
- [10] Tanaka H., Uejima S. and Asai K. (1982), Linear regression analysis with fuzzy model, IEEE Transactions on Systems Man Cybernet, 12, pp. 903-907.
- [11] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," Information and Control, vol. 8, pp. 338- 353, 1965.

- [12] Edwards S. (1991), real exchange rate devaluation and adjustment: Exchange rate policy in developing countries. The IMF Press, Cambridge, England.No, 21:pp. 8-26
- [13] Wang, G.Z. and Wang, F. (2005), Study on application of var in the risk management of commercial banks in china market. China's Circulation Economy, 19: pp. 25-33.
- [14] Stockman A. (1999), Monetary shocks and real exchange rates. Journal of International Economics, 49: pp. 17-29.
- [15] Mussa IA. (1994), The monetary model of exchange rates revisited rplied financial economics.No. 26: pp. 279-287
- [16] Kia, A. (2013), Determinants of the real exchange rate in a small open economy: Evidence from Canada. Journal of International Financial Markets,Institutions and Money, 23, pp. 163-178.
- [17] Di Giorgio, G., Nistic, S., and Traficante, G.(2015), Government spending and the exchange rate (No. 4/15).
- [18] De Grauwe, P (2000), Exchange rate in search of fundamental variable, Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper No.3, pp. 1037-1047
- [19] Che n, S. S. and Chen, H. C. (2007), Oil prices and real exchange rates. Energy Economics, 29, pp. 390-404
- [20] <https://faradars.org/courses/fvor94063-gams>
- [21] <https://www.cbi.ir/>