

## کاربرد مدل رگرسیون غیرخطی فازی در بررسی آثار نامتقارن تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای

رضا اعتصامی، محسن مددی، رضا پورموسی و رضا اشرف گنجویی

دانشکده ریاضی و کامپیوتر، گروه آمار، دانشگاه شهید باهنر

دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر

### چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر غیرخطی تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای منازل مسکونی شهرهای بزرگ ایران است. در این راستا با به کارگیری از مدل غیرخطی لجستیک و رهیافت فازی با استفاده از داده‌های سالانه ۱۳۶۱ تا ۱۳۹۵ به تجزیه و تحلیل متغیرهای مؤثر بر اجاره‌بهای منازل مسکونی در شهرهای بزرگ می‌پردازیم. به کمک آزمون تراسورتا، برازش مدل غیرخطی لجستیک بر داده‌ها تأیید می‌شود. لذا بر اساس مدل غیرخطی لجستیک، تغییرات متغیرهای مستقل به سه قسمت (آستانه پایین، آستانه وسط و آستانه بالا) تقسیم شده و نتایج نشان می‌دهد که تغییر در تورم در حد آستانه بالا بیشترین تأثیر را بر اجاره‌بهای منازل مسکونی دارد. این تأثیر در حد آستانه متوسط هم قابل توجه است، که بیانگر وجود چسبندگی تورم در بخش اجاره‌بهای مسکن است. وجود نقش انتظارات تورمی در افزایش اجاره‌بها منازل مسکونی در ایران قابل انکار نیست چرا که تأثیر درصد تغییر در اجاره‌بهای دوره قبل بر اجاره‌بهای دوره جاری در تمام آستانه‌ها مثبت است. از طرفی درصد تغییر در بیکاری بر اجاره‌بها در حد آستانه بالا، حد آستانه پایین و متوسط نیز تأثیر مثبت دارد.

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

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

(انجمن سیستم‌های فازی ایران) ۱۳۹۸

## ۱ مقدمه

هرسال با توجه به افزایش نرخ تورم، اجاره‌بهای منازل مسکونی شهری در حال افزایش است. از این رو، یکی از مشکلات مدیران تصمیم‌گیرنده در امر مسکن کنترل نرخ اجاره‌بها می‌باشد. زمانی که کالا دارای بازار است وضعیت عرضه و تقاضا می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد منافع و ارزش حاصل از کالا و خدمات ارائه دهد همچنین کالاهای غیر بازاری نیاز به اطلاعات تقاضا دارند. از آنجاکه مسکن به‌عنوان یک کالای اقتصادی دارای ویژگی‌هایی است که آن را از سایر کالاها متمایز می‌کند در ایران دارای تقاضای فراوانی می‌باشد. مسکن می‌تواند کالای مصرفی باشد که بعد از نیازهای اساسی مهم‌ترین نیاز انسان است و به‌عنوان کالای غیرمنقول بادوام، کالای سرمایه‌ای محسوب می‌شود، طی دو دهه اخیر، اقتصاد ایران شاهد پر نوسان‌ترین تغییرات در اجاره‌بهای مسکن بوده و رکود و رونق شدید در بخش مسکن، آثار زیانباری بر این بخش و دیگر بخش‌های اقتصادی به‌جای گذاشته است. مطابق با مطالعات صورت گرفته در این خصوص نظیر مراجع [۱]-[۴] و [۲۱]-[۲۲] متغیرهای اثرگذار بر قیمت منازل مسکونی را بررسی کرده‌اند. اکثر تحقیقات انجام شده به بررسی تأثیر تورم بر قیمت منازل مسکونی انجام شده است. از آنجاکه تورم و بیکاری رفتاری نوسانی دارند و از طرفی با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت نیازمند الگویی هستیم که این عدم قطعیت را مدل‌سازی کند. در این تحقیق از مدل رگرسیون غیرخطی فازی، که قدرت توضیح دهنده‌ی فوق‌العاده‌ای در این زمینه دارد به بررسی این موضوع می‌پردازیم. ادامه این تحقیق در سه بخش تنظیم شده است. بخش ۲ مبانی نظری، بخش ۳ یافته‌های پژوهش و در بخش ۴ به ارائه نتیجه‌گیری می‌پردازیم.

## ۲ مدل‌های اتورگرسیو

در مدل‌سازی آماری سری زمانی، یکی از قدیمی‌ترین و موفق‌ترین مفاهیم، پیش‌بینی مقادیر آینده یک سری زمانی به‌عنوان ترکیبی از مقادیر گذشته است. این یک ایده کاملاً طبیعی است که روزمره با آن سروکار داریم که در سال ۱۹۷۰ شهرت یافت [۱۴]. بر اساس مطالعه باکس و جنکینز<sup>۱</sup> مدل

<sup>۱</sup> Box and Jenkins.

اتورگرسیو<sup>۲</sup> که مقادیر آینده یک سری زمانی به صورت ترکیبی خطی از مقادیر گذشته آن بیان شود. یک مدل اتورگرسیو بر اساس  $p \geq 1$  به صورت زیر تعریف شده است [۵]-[۶]:

$$y_t = b'x_t + b_0 y_t + \dots + b_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

آن در که  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$  و  $X_t = (1, y_{t-1}, \dots, y_{t-p})$  معمولاً به عنوان نویز سفید یا اغتشاش شناخته می‌شود. مدل ۱ که با نماد  $AR(p)$  نمایش داده می‌شود را یک مدل سری زمانی اتورگرسیو مرتبه  $p$  می‌نامیم.

تانک<sup>۳</sup> [۲۰] یک مدل خطی تکه ای را پیشنهاد داد، مدل اتورگرسیو آستانه، که بر اساس ایده فضا-حالت به چندین زیرمجموعه تقسیم می‌شود، که هر کدام توسط مدل اتورگرسیو مدلسازی شدند. یک مدل اتورگرسیو آستانه با  $k (k \geq 2)$  جمله به صورت زیر تعریف شده است [۵]:

$$y_t = \sum_{i=1}^k b'_i x_t I(S_t \in A_i) + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$= \sum_{i=1}^k \{b_{i,0} + b_{i,1} y_{t-1} + b_{i,p} y_{t-p} + \varepsilon_t\} I(S_t \in A_i) + \varepsilon_t$$

در اینجا  $s_t$  متغیر حد آستانه است،  $I$  یک تابع نشانگر،  $b_i$  و  $b'_i$  پارامترهای مجهول است و  $A_i$  یک افراز از خط اعداد حقیقی می‌باشد.

## ۱.۲ مدل اتورگرسیو انتقال ملایم<sup>۴</sup>

حد آستانه ای بودن مدل های اتورگرسیو یکی از ویژگی های کلیدی این نوع از مدل هاست. با توجه به این ماهیت در سال ۱۹۹۴ یک مدل جایگزین به نام اتورگرسیو انتقال ملایم توسط تراسویرتا<sup>۵</sup> پیشنهاد شد، این مدل به صورت زیر تعریف شده است [۷]:

<sup>2</sup> autoregressive

<sup>3</sup> Tong

<sup>4</sup> Self-regressive smooth transition

<sup>5</sup> Terksvirta

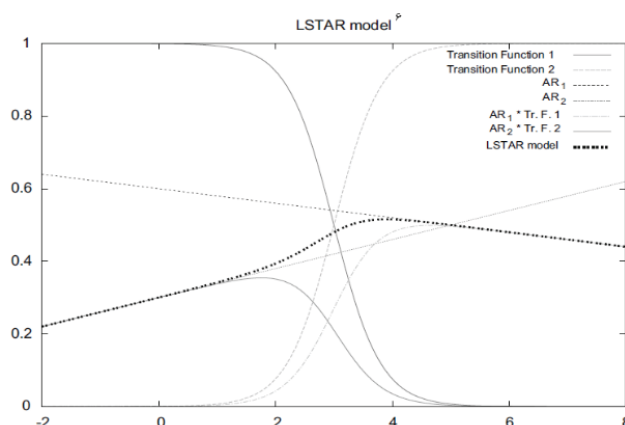
کاربرد مدل رگرسیون غیرخطی فازی در بررسی آثار نامتقارن تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای — ۱۸۲

$$y_t = b'_0 x_t + \sum_{i=1}^k b'_i x_t f_i(s_t; \theta_i) + \varepsilon_t. \quad (۳)$$

تابع انتقالی  $f_i(s_t; \theta_i)$  یک تابع پیوسته است که بین  $0$  و  $1$  محدود می‌شود و در زمان  $t$  اتفاق می‌افتد، که توسط متغیر قابل مشاهده  $s_t$  و مقدار وابسته  $f_i(s_t; \theta_i)$  تعیین می‌شود. انتخاب‌های مختلف برای تابع انتقالی موجب انواع مختلفی<sup>۶</sup> از رفتارهای تبادلی می‌شود. یک انتخاب مناسب برای  $f_i(s_t; \theta_i)$  تابع لجستیک است. شکل ۱ مدل خودرگرسیون انتقال ملایم با استفاده از تابع انتقال لجستیک را نشان می‌دهد [۶]:

$$f_i(s_t; \theta_i, \gamma) = (1 + \exp(\gamma(s_t - c)))^{-1}, \quad (۴)$$

و مدل حاصل از آن اتورگرسیو انتقال ملایم لجستیک<sup>۷</sup> نامیده می‌شود. در این مدل تابع انتقال



شکل ۱: نمونه ای از مدل خودرگرسیون انتقال ملایم با استفاده از تابع انتقال لجستیک

$f_i(s_t; \theta_i)$  را به صورت زیر تعریف می‌کنیم [۶]:

<sup>۶</sup> Logistic Smooth Transition Autoregressive model

<sup>۷</sup> Self-regressive smooth transition logistic

$$f_i(s_t; \gamma_i, c_i) = \begin{cases} 1 - f_i(s_t; \gamma_i, c_i) & \text{if } i = 1, \\ f_i(s_t; \gamma_i, c_i) - f_i(s_t; \gamma_{i+1}, c_{i+1}) & \text{if } 1 < i < k, \\ f_i(s_t; \gamma_i, c_i) & \text{if } i = k, \end{cases} \quad (5)$$

مدل اتورگرسیو انتقال ملایم لجستیک می‌تواند به صورت زیر بازنویسی شود که در آن تابع لجستیک به طور یکنواخت از  $0$  به  $1$  افزایش می‌یابد [۶]:

$$y_t = \sum_{i=2}^k b'_i x_t F(s_t; \gamma_i, \theta_i) + \varepsilon_t. \quad (6)$$

## ۲.۲ روابط با مدل‌های مبتنی بر قاعده فازی

ارتباطات موجود بین یک مدل اتورگرسیو و یک قاعده فازی که در چارچوب سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین مدل‌های اتورگرسیو انتقال ملایم را می‌توان به عنوان یک مورد خاص از مدل مبتنی بر قاعده فازی مشاهده کرد. برای وضوح، ابتدا فرض می‌کنیم که این مدل بیانگر مدل مبتنی بر قاعده فازی<sup>۸</sup> است. قانون فازی نوع تاکاگی-سوگنو-کانگ به صورت زیر تعریف می‌شود [۶]:

$$\begin{aligned} &IF x_1 \text{ IS } A_1 \text{ AND } x_2 \text{ IS } A_2 \text{ AND } \dots \text{ AND } x_p \text{ IS } A_p \\ &THEN y = b'_t x_t = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p, \end{aligned} \quad (7)$$

در اینجا  $x_i$  متغیرهای ورودی هستند و  $A_j$  مجموعه‌های فازی برای متغیرهای ورودی هستند. با توجه به مکانیزم استدلال فازی برای قواعد تاکاگی-سوگنو-کانگ، مقادیر وزنی متغیرها به صورت زیر به دست می‌آید [۶]:

$$\omega(x) = \prod_{j=1}^p \mu_{A_j}(x_j), \quad (8)$$

که تابع عضویت  $\mu_{A_j}$  را می‌توان از طیف وسیعی از توابع، از جمله توابع زیر، انتخاب کرد [۶]:

<sup>8</sup> Fuzzy rule-based model

کاربرد مدل رگرسیون غیرخطی فازی در بررسی آثار نامتقارن تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای - ۱۸۴

$$\mu_A(x) = \exp\left(-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}\right), \quad \mu_A(x) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{c-x}{\sigma}\right)}, \quad (9)$$

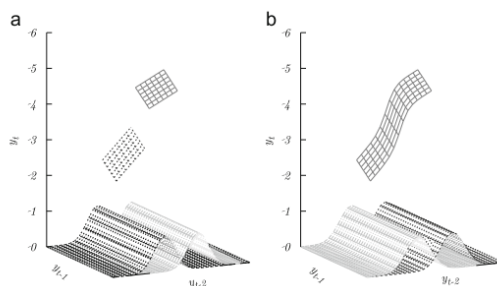
خروجی کلی به صورت میانگین وزنی یا مجموع وزنی خروجی قوانین محاسبه می‌شود. در مورد مجموع وزنی، خروجی به صورت زیر بیان می‌شود [۶]:

$$y_t = G(x_t; \Psi) = \sum_{i=1}^R b'_i x_t \cdot \omega_i(x_t), \quad (10)$$

که در آن  $G$  تابع غیرخطی کلی با پارامترهای  $\Psi$  است و  $R$  تعداد قوانین فازی است که در سیستم وجود دارد. بسیاری از قواعد فازی مدل تاکاگی-سوگنو-کانگ میانگین را برای محاسبه خروجی بکار می‌برند، که در تعداد زیادی از برنامه‌های کاربردی استفاده شده‌اند [۱۲]-[۱۵]. هنگامی که برای مدل‌سازی یا پیش‌بینی یک سری زمانی نامحدود از  $\{y_t\}$  استفاده می‌شود، قوانین به صورت قواعد فازی بیان می‌شوند:

$$\begin{aligned} & IF y_{t-1} IS A_1 AND y_{t-2} IS A_2 AND, \dots, AND y_{t-p} IS A_p \\ & THEN y = b_0 + b_1 y_{t-1} + b_2 y_{t-2} + \dots + b_p y_{t-p}. \end{aligned} \quad (11)$$

در این قاعده، تمام متغیرهای  $y_{t-i}$  مقادیر سری زمانی  $\{y_t\}$  هستند. شکل ۲ نمونه ای از ارتباط بین قوانین فازی و مدل خودرگرسیون را در پژوهش آزنارت<sup>۹</sup> (۲۰۱۰) نمایش می‌دهد [۶]:



شکل ۲: حالت  $a$  وضعیت مدل خودرگرسیون و حالت  $b$  مدل خودرگرسیونی انتقال ملایم یا سیستم استنتاج فازی

<sup>9</sup> Aznarte

### ۳ یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بر اساس نتایج تست های خطی<sup>۱</sup> فرضیه صفر برای خطی بودن رد شده است و زمانی که متغیر بیکاری به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب می‌شود فرض خطی بودن به احتمال قویتر رد می‌شود. بنابراین متغیر بیکاری به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب می‌شود آماره آزمون  $F^1, F^2, F^3$  را به ترتیب برای تقریب اول، دوم و سوم بسط تیلور به پیشنهاد تراسورتا برای انتخاب تابع انتقال به کار رفته است [۷] و با توجه به فرضیه‌ها، مدل مناسب را انتخاب می‌کنیم که نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۲ ارائه‌شده است با توجه به اینکه  $F^3$  بیشترین آماره را دارد مدل خود رگرسیونی انتقال ملایم لجستیک انتخاب می‌شود. در مرحله بعد از طریق فرایند همگرایی باید مقدار سرعت انتقال  $\gamma$  و مقدار آستانه  $c$  را تعیین کرد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه‌شده است. بنابراین فرم مدل غیرخطی خود رگرسیونی انتقال ملایم لجستیک به صورت زیر است [۶]:

$$dlcit_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ec_{it-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j dlcit_{t-1} + \sum_{j=1}^m \alpha_j dlcpi_{t-1} + \sum_{j=1}^n \alpha_j dlun_{t-1} + G(S_{it}, \gamma, C) * (\alpha_2 ec_{it-1} * \sum_{j=1}^m \alpha_j dlcpi_{t-1} + \sum_{j=1}^n \alpha_j dlun_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (12)$$

در این مدل  $S_{it}$  متغیر انتقال، سرعت انتقال،  $C$  نقطه انتقال،  $i, i = 1, \dots, N$ ،  $t = 1, \dots, T$  اشاره به اجاره‌بهای مسکن در شهرهای بزرگ دارد،  $cpi$  تورم،  $un$  بیکاری، مجموع خطا،  $ec$  متغیر تصحیح خطا است و  $dl$  بیانگر تغییرات لگاریتمی متغیرها است با توجه به جدول شماره ۴ مقایسه نتایج مدل خطی و غیرخطی فازی بیانگر آن است که تخمین مدل غیرخطی فازی علاوه بر این که قدرت توضیح‌دهندگی مدل را به‌طور معناداری افزایش داده (ضریب تعیین در مدل غیرخطی فازی ۰/۸۳ و لی در مدل خطی ضریب تعیین ۰/۵۸ می‌باشد) نتایج نشان می‌دهد تنها اجاره‌بهای دوره قبل تأثیر مثبت معناداری بر اجاره‌بها در هر دوره داشته است و تأثیر سایر متغیرهای شامل درصد تغییر در تورم دوره قبل و درصد تغییر در بیکاری دوره قبل بر اجاره‌بهای این دوره بی‌معنی است که بر اساس مدل خطی پویایی‌های کوتاه‌مدت در اجاره‌بها به‌شدت وابسته به پویایی‌های متغیرهای دوره پیشین است و پویایی‌های کوتاه‌مدت سایر متغیرها تأثیر معناداری بر اجاره‌بهای نداشته است به‌علاوه در مدل خطی ضریب تعدیل برابر با ۰/۱۳۴- به‌دست‌آمده است که نشان‌دهنده وجود همگرایی در مواقع غیر تعادلی به سمت رابطه بلندمدت اجاره‌بها است. خصیصه تخمین‌های غیرخطی فازی آن است که برخلاف مدل‌های خطی ضرایب ثابتی از

<sup>۱</sup> تذکر: قابل ذکر است که تمامی آزمون‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شده است.

## کاربرد مدل رگرسیون غیرخطی فازی در بررسی آثار نامتقارن تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای — ۱۸۶

پارامترهای تخمین زده شده را ارائه نمی‌دهد بلکه این تخمین‌ها برحسب این‌که اقتصاد در چه وضعیتی قرار داشته باشد مقادیر متفاوتی به خود می‌گیرد. برای این منظور با توجه به جدول ۴ قواعد فازی برای سه حالت آستانه بالا، آستانه پایین، آستانه وسط را مورد بررسی قرار می‌دهیم ملاحظه می‌کنیم که نتایج مدل غیرخطی فازی کاملاً متفاوت از مدل خطی است. در مورد درصد تغییر نرخ تورم بر اجاره‌بها هر چه به حد آستانه پایین نزدیک می‌شویم تأثیر تورم کاهش قابل توجهی ندارد هرچند که در حد آستانه بالا باشیم این تأثیر افزایش می‌یابد. تأثیر درصد تغییر اجاره‌بها دوره قبل بر اجاره‌بهای دوره جاری مثبت و با نزدیک شدن به حد آستانه پایین، این تأثیرگذاری بیشتر می‌شود. ز طرفی درصد تغییر در بیکاری بر اجاره‌بها در حد آستانه بالا، حد آستانه پایین و متوسط نیز تأثیر مثبت دارد.

هدف اصلی از این مطالعه بررسی رفتار غیرخطی عوامل مؤثر بر اجاره‌بهای منازل مسکونی در شهرهای بزرگ است. با توجه به بسط تیلور و آزمون تراسویرتا اثبات شد که متغیرهای مورد بررسی رفتار غیرخطی دارند اما یکی از متغیرهای مستقل نسبت به سایر متغیرها تأثیر غیرخطی شدیدتری دارد که توسط آزمون  $F$  مشخص شد، در این مطالعه با توجه به متغیرهای مستقل (تورم، بیکاری و اجاره‌بهای دوره قبل) بیکاری تأثیر بیشتری دارد. حال با استفاده از قوانین فازی مشخص می‌شود زمانی که نرخ بیکاری<sup>۱۱</sup> بین صفر و میانگین است در حد آستانه پایین<sup>۱۲</sup>، زمانی که نرخ بیکاری بین مجموع میانگین و انحراف معیار و تفاضل میانگین و انحراف معیار است در حد آستانه متوسط<sup>۱۳</sup>، زمانی که نرخ بیکاری بین میانگین و عدد یک است در حد آستانه بالا<sup>۱۴</sup>، در واقع هدف اصلی این است که ببینیم زمانی بیکاری در آستانه‌های ذکر شده است اجاره‌بها در آستانه مربوط چه وضعیتی دارند.

بیشتر تحقیقات انجام شده در این زمینه با استفاده از مدل‌های خطی صورت گرفته است. از آنجایی که مدل خطی نمی‌تواند تغییرات تدریجی متغیرها را در وضعیت‌های مختلف اقتصادی بیان نماید به عبارت دیگر برای بررسی اثر تغییرات ساختار مجبور به وارد کردن متغیر موهومی می‌باشد، که این مشکل در روش‌های غیرخطی فازی مرتفع شده است. از سوی دیگر مدل‌های اقتصادسنجی بنا به دلایل ساختاری برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارند، این در حالی است که عوامل مؤثر بر اجاره‌بها حالت نوسانی داشته و اطلاعات قطعی از آن‌ها در دسترس نیست. بنابراین با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت نیازمند الگویی هستیم که این مورد را مدل‌سازی کند. مدل رگرسیون فازی با توجه به انعطاف‌پذیری بسیار زیاد نسبت به رگرسیون کلاسیک، مقادیری برای هر پارامتر و متغیر خروجی که بیانگر رفتار واقعی نرخ ارز است برآورد

<sup>11</sup> unemployment rate

<sup>12</sup> Down Threshold

<sup>13</sup> Medium Threshold

<sup>14</sup> Top Threshold



می‌کند.

## ۴ نتیجه‌گیری

در این مقاله، با استفاده از مدل رگرسیون غیرخطی فازی به بررسی تأثیر تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای منازل مسکونی در شهرهای بزرگ [۱۹] ایران پرداخته شد. مدل‌های اقتصادسنجی بنا به دلایل ساختاری برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارند، این در حالی است که تورم و بیکاری حالت نوسانی داشته و در طول زمان اطلاعات قطعی از آن‌ها در دسترس نیست. بنابراین با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت نیازمند الگویی هستیم که این مورد را مدل‌سازی کند. مدل رگرسیون غیرخطی فازی با توجه به انعطاف‌پذیری بسیار زیاد نسبت به رگرسیون کلاسیک، مقادیر مناسبی برای هر پارامتر و متغیر خروجی برای اجاره‌بهای منازل مسکونی برآورد می‌کند. مدل رگرسیون غیرخطی فازی نقش انتظارات مردم در افزایش اجاره‌بها برای هر سال را به‌طور قابل‌توجهی بیان می‌کند. از طرف دیگر چسبندگی تورم ناشی از بخش اجاره مسکن و مستغلات بوده که تهدید جدی برای اقتصاد ملی خواهد بود. با وجود کاهش تورم در آستانه پایین و با توجه به اینکه مسکن در دوره رکود معاملاتی به سر می‌برد و افزایشی قابل‌توجهی در قیمت مسکن صورت نگرفته است. با این وجود همچنان شاهد رشد اجاره‌بها منازل مسکونی هستیم. از این رو، جهش رشد اجاره‌بهای مسکن و مستغلات علاوه بر تشدید تورم قدرت رقابت‌پذیری تولید ملی در داخل و خارج از کشور را به‌شدت کاهش می‌دهد.

جدول ۱: انتخاب متغیر انتقال

متغیرهای کاندید	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$
$dcit(-1)$	۸/۲۸ (۰/۰۰۰۰۱)	۷/۸۷ (۰/۰۰۰۰۲)	۷/۳ (۰/۰۰۰۰۳)
$dspi(-1)$	۷/۱۱ (۰/۰۰۰۰۲)	۱۱/۴۳ (۰/۰۰۰۰۲)	۱۱/۰۴ (۰/۰۰۰۰۲)
$dun(-1)$	۱۵/۱ (۰/۰۰۰۰۴)	۶/۱۶ (۰/۰۰۰۰۱)	۱۴/۲ (۰/۰۰۰۰۶)
$Ec(-1)$	۳/۸۲ (۰/۰۱۰۰۷)	۳/۸۳ (۰/۰۱۰۰۶)	۳/۸۵ (۰/۰۱۰۰۳)

جدول ۲: انتخاب مدل مناسب

$F1$	$F2$	$F3$	انتخاب مدل مناسب
۵/۲۵	۱/۹۸	۷/۳۳	مدل خود رگرسیونی انتقال ملایم لجستیک

جدول ۳: مقدار آستانه و مقدار سرعت انتقال

مقدار آستانه ( $c$ )	مقدار سرعت انتقال ( $\gamma$ )
۳/۱۲۰	۲/۴۶۱

کاربرد مدل رگرسیون غیرخطی فازی در بررسی آثار نامتقارن تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای — ۱۸۸

جدول ۴: مقایسه نتایج مدل خطی و غیرخطی فازی

حد آستانه پایین	مقدار آستانه	حد آستانه بالا	مدل متغیرخطی فازی		درصد تغییر در متغیرها
			ضرایب غیرخطی	ضرایب خطی	
۵/۲۵	۴/۴۷	۶/۶	۶۴/۷	۵۸	$Dcpi(t-1)$ (۰/۳۴) ۰/۰۴
۱۳/۴	۶/۸	۰/۲	۱۳/۲	۱۳/۴	$Dcity(t-1)$ (۳/۶۱) ۰/۰۵۵
۴/۶۵	۲۳/۲	۰/۴۱	۴۶/۰۹	۴۶/۵	$Dun(t-1)$ (۰/۸۹) ۰/۰۷
			۰/۸۳		ضریب تعیین ۰/۵۸

اعداد داخل پرانتز مربوط به آماره  $t$  می‌باشد. (در سطح معناداری ۰/۰۵).

جدول ۵: شاخص‌های آمار توصیفی برای متغیر انتقال

متغیر	میانگین	انحراف معیار	مجموع میانگین و انحراف معیار	تفاضل میانگین و انحراف معیار
نرخ بیکاری	۰/۸۳۱۸	۰/۰۹۵۵	۰/۹۲۷۴	۰/۷۳۶۲

Rules :

Rule ۱ : If unemployment is rate  $(un)^0 \leq un \leq \mu$ , then Threshold is down

Rule ۲ : If unemployment rate is  $\mu - s \leq un \leq \mu + s$ , then Threshold is Medium

Rule ۳ : If unemployment rate is  $\mu \leq un \leq 1$ , then Threshold is Top

$\mu = \text{average}$  ,  $s = \text{deviation standard}$

## مراجع

- [۱] اکبری، ن. و عمادزاده، م. (۱۳۸۳)، "بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر مشهد"، فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی، سال ۱۳۸۲، شماره ۱۱ و ۱۲، صص ۹۷-۱۱۷
- [۲] جعفری صمیمی ا. علمی ز. هادی زاده ا. ۱۳۸۶. عوامل مؤثر بر تعیین رفتار شاخص قیمت مسکن در ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۹(۳۲)، صص ۵۳-۳۱.
- [۳] خیابانی، ن. ۱۳۸۲. عوامل تعیین‌کننده قیمت مسکن در ایران"، دفتر برنامه ریزی و اقتصاد مسکن، فصل‌نامه اقتصاد مسکن، صص ۵۲-۴۶
- [۴] قلی زاده ع. ملاولی ط. ۱۳۹۱. بررسی اثرات نقدینگی بر نوسان قیمت مسکن در کشورهای نفتی و غیرنفتی. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۰(۶۳)، صص ۱۰۴-۸۳.

[۵] پورموسی، ر. تحلیل سری‌های زمانی کاربردی از دیدگاه قلمرو زمان، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۹۳.

- [6] Aznarte, J. L. Medeiros, M. C., and Benítez, J. M. (2010). Linearity testing for fuzzy rule-based models. *Fuzzy Sets and Systems*, 161(13), pp. 1836-1851.
- [7] Terasvirta, T., 1994. Specification, estimation, and evaluation of smooth transition autoregressive models. *Journal of the American Statistical Association* 89, 208–218.
- [8] Hin Li, Ling and Lin Ge, Cha, (2008) *Inflation and housing market in Shanghai, Property Management, Vol. 26, No. 4*, pp. 273-288.
- [9] Demary, M. The Link Between Output, Inflation, Monetary Policy and Housing Price Dynamics, (2009) MPRA Paper No. 15978.
- [10] Gimeno, R., and Martinez-Carrascal, C. (2010). The relationship between house prices and house purchase loans: The Spanish case. *Journal of Banking and Finance*, 34(8), 1849-1855.
- [11] Purchase Loans: The Spanish case. *Journal of Banking and Finance*, No 34, pp. 1849-1855.
- [12] Gareis, J. and Mayer, E. (2013). “What Drives Ireland’s Housing Market? A Bayesian DSGE Approach”. *Open Economies Review*, 24, pp. 919-961.
- [13] Andreas B, Jess, Philipp M. (2015). “Energy inflation and house price corrections”. *Energy Economics* 48, pp. 109–116.
- [14] Roland F, Joachim Z. (2016). “The economic drivers of differences in house price inflation rates across MSAs”. *Journal of Housing Economics* 31, pp. 35–53
- [15] Box, G. E., and Jenkins, G. M. (1970). *Time series analysis for casting and control* (No. 519.232 B6).
- [16] H.S. Byun, K.H. Lee, A decision support system for the selection of a rapid prototyping process using the modified TOPSIS method, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 26 (11–12) (2005), pp. 1338–1347.

کاربرد مدل رگرسیون غیرخطی فازی در بررسی آثار نامتقارن تورم و بیکاری بر اجاره‌بهای — ۱۹۰

- [17] R.I. John, P.R. Innocent, Modeling uncertainty in clinical diagnosis using fuzzy logic, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B 35 (6) (2005), pp. 1340–1350.
- [18] Lee, B. Kosko, W.F. Anderson, Modeling gunshot bruises in soft body armor with an adaptive fuzzy system, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B 35 (6)(2005), pp. 1374–1390.
- [19] C. Fernando Vieira, L. Brito Palma, R. Neves da Silva, Robust fault diagnosis approach using analytical and knowledge based techniques applied to a water tank system, International Journal of Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications 13 (4) (2005), pp. 237–244.
- [20] <https://www.cbi.ir>
- [21] Tong, H. (1978). On a threshold model in pattern recognition and signal processing, (Ed) C. Chen. Sijhoff and Noordhoff, Amsterdam.