

# تجزیه و تحلیل تورم با استفاده از مدل P\*

جاوید بهرامی\*  
مریم فرشچی\*\*

تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۲۷

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۴

صفحات: ۱۱۵ - ۱۳۸

در این مقاله به تجزیه و تحلیل تورم بر اساس مدل P\* پرداخته شده است. این مدل با استفاده از داده‌های فصلی دوره ۱۳۸۴-۱۳۶۷ برای اقتصاد ایران مورد آزمون قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد که مدل P\* از نظر آماری مورد تأیید است و قدرت توضیح‌دهندگی خوبی دارد.

\* دکتر جاوید بهرامی؛ استادیار دانشکده اقتصاد - دانشگاه علامه طباطبایی.

E.mail: Javid\_Bahrami@yahoo.com

\*\* مریم فرشچی؛ کارشناس ارشد اقتصاد.

E. mail: maryamfarshchhi83@yahoo.com

همچنین سهم شکاف قیمت در تبیین تورم کشور حدود ۰/۵۰ بوده که در مقاله حاضر از شکاف سرعت گردش پول و تولید به جای شکاف قیمت و بار دیگر از شکاف حجم پول استفاده شده است.

### کلید واژه‌ها:

ایران، تورم، شکاف حجم پول، شکاف سرعت گردش پول، شکاف تولید، قیمت

Archive of SID

## مقدمه

تورم همواره در اقتصاد ایران به صورت یک معضل دائمی مطرح بوده و متأثر از عوامل متعددی است که این عوامل عبارتند از: سیاستهای پولی و مالی اتخاذ شده؛ که خود در ایجاد و یا کنترل تورم نقش بسزایی را ایفا می‌کند. برای تبیین تورم، مدل‌های پولی متفاوتی وجود دارد که نقش سیاستهای پولی را نیز شفاف‌تر می‌سازد. از جمله مدل‌های پولی تورم، که اخیراً معرفی و بطور تجربی آزمون شده مدل  $P^*$  است که توسط «هالمن، پورتر و اسمال»<sup>۱</sup> (۱۹۸۹-۱۹۹۱) ارائه شده و مبتنی بر نظریه مقداری پول است.

$$P_t = M V_t / Y_t$$

چارچوب  $P^*$  بر این اساس است که تورم در بلندمدت پدیده‌ای پولی است و در دراز مدت سطح قیمتها به وسیله عرضه پول تعیین می‌شود و  $P^*$  همان سطح تعادلی است که قیمتهای واقعی  $P$  تمایل دارند به آن برسند. مدل  $P^*$  براساس شکاف قیمت (انحراف سطح واقعی قیمتها از سطح تعادلیشان) به پیش‌بینی تورم می‌پردازد. هالمن، پورتر و اسمال (۱۹۸۹-۱۹۹۱) برای اولین بار در فدرال رزرو با استفاده از این مدل به پیش‌بینی تورم پرداختند. آنها با جایگزینی شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول به جای شکاف قیمت شکل دیگری از مدل  $P^*$  را ارائه دادند، خوبی برازش مدل  $P^*$  برای پیش‌بینی تورم موجب شد تا به سرعت این مدل در کشورهای دیگری مانند انگلستان، آلمان، سوئیس، شیلی و ... مورد بررسی قرار گیرد و به عنوان یکی دیگر از مدل‌های پیش‌بینی تورم بکار رود.

«سیونسون»<sup>۲</sup> (۲۰۰۰) با جایگزینی شکاف حجم پول به جای شکاف قیمت، مدل  $P^*$  را به نوعی دیگر مورد بررسی قرار داد و با آزمون این مدل برای اقتصاد اروپا خوبی برازش آن را تأیید کرد. این امر سبب طرح این پرسش می‌شود که آیا تصریحهای متفاوت از مدل  $P^*$  از تفاوت معنی‌داری برخوردارند؟

<sup>1</sup>. Hallman, Porter and Small, (1989-1991).

<sup>2</sup>. Sevansson, (2000).

با بررسی مبانی نظری مدل  $P^*$  این نتایج حاصل می‌شود که، بیشتر اقتصاددانان حامی نظریه مقداری که معتقد به عکس العمل با وقفه قیمت نسبت به تغییرات حجم پول هستند، مبانی نظری مدل  $P^*$  را تأیید می‌کنند. از نظر آنها عکس العمل با وقفه قیمت نسبت به تغییرات حجم پول دلالت دارد بر :

۱. زمانی که حجم پول افزایش می‌یابد قیمت تعادلی بیشتر می‌شود و باعث ایجاد یک شکاف بین قیمت‌های موجود و قیمت‌های تعادلی خواهد شد و در این مدت احتمال دارد که تولید واقعی موقتاً افزایش و یا سرعت گردش پول کاهش یابد تا دوباره به مقدار تعادلی خود باز گردند.

۲. در طول زمان تعدیل، سطح قیمت‌های بالفعل، کمتر از سطح قیمت تعادلی است که در نهایت سبب افزایش تورم می‌شود. عکس این حالت نیز ممکن است روی دهد که در آن صورت با کاهش تورم روبرو خواهیم بود. با توجه به موارد ذکر شده این نتیجه حاصل می‌شود که بنا بر نظریه تئوری مقداری می‌توان به جای شکاف قیمت از شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول نیز در مدل  $P^*$  استفاده کرد و در این صورت اثر تغییرات در  $M$  (حجم پول) به وسیله تأثیری که بر تولید و سرعت گردش پول خواهد گذاشت، در معادله ظاهر خواهد شد. از اینرو انحراف تولید، سرعت گردش پول و یا هر دو متغیر از مقدار تعادلی آن می‌تواند به علت انحراف  $P$  از  $P^*$  باشد. بنابراین ظاهر شدن شکاف قیمت باعث تغییر تورم و همچنین انحراف موقتی تولید و سرعت گردش پول از مقدار تعادلی آن می‌شود.

یکی از فرض‌های اصلی مدل این است که تولید و سرعت گردش پول به سطح یکنواخت خود باز خواهند گشت و بنابراین موجب همگرایی قیمت تعادلی و قیمت بالفعل خواهد شد، همچنین فرض می‌شود که پول در بلندمدت خنثی و در کوتاه‌مدت اثرگذار است. از آنجا که تحقیقات متعددی پیرامون مدل  $P^*$  انجام شده، در ادامه به چندین مورد اشاره شده است.

«هالمن و دیگران»<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) در تحقیق خود مدل  $P^*$  را برای دوره ۱۹۸۸-۱۸۷۰ آمریکا آزمون کرده و به این نتیجه رسیده اند که شکاف قیمت و حجم پول در مدل  $P^*$  تورم را بهتر از حالتی که شکاف سرعت گردش پول استفاده می‌شود، پیش‌بینی می‌کند.

«لارنس کریستیانو»<sup>۲</sup> (۱۹۸۹) معتقد بود که گستردگی این مدل به علت سادگی آن در اجرا است و با آزمون آن به این نتیجه رسید که با مشاهده شکاف بین  $P$  و  $P^*$  می‌توان جهت تورم را پیش‌بینی کرد اما در این مورد که روند تغییر تورم تا چه زمانی ادامه خواهد داشت و یا تغییرات در چه زمانی اتفاق می‌افتد، نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

«پورتر و ارفندایز»<sup>۳</sup> (۱۹۹۸) به تخمین سرعت گردش نقدینگی حقیقی ( $V_2$ ) و پیش‌بینی تورم بر اساس مدل  $P^*$  در دوره زمانی (۱۹۸۸-۱۹۶۰) پرداختند و به این نتیجه رسیده اند، تا زمانی که در مدل  $P^*$  سرعت گردش ثابت فرض شود، پیش‌بینی دقیقی از تورم بدست نخواهد آمد و باید مدل بر اساس تغییرات سرعت گردش تعادلی  $M_2$  باشد تا نتیجه بهتری حاصل شود.

سیونسون (۲۰۰۰) در مقاله خود شاخصهای تورم را برای کشورهای اروپایی در دوره ۲۰۰۱-۱۹۸۰ مورد آزمون قرار داده اند و به این نتیجه رسیده اند که شکاف تولید و شکاف حجم پول واقعی، تورم آینده را به خوبی پیش‌بینی می‌کند و در این بین، شکاف حجم پول واقعی از قدرت بیشتری در پیش‌بینی تورم برخوردار است.

در سابقه تحقیقات داخلی نیز عزیزی (۱۳۷۹) در رساله دکتری خود مدل استاندارد و تعمیم یافته  $P^*$  را با توجه به دو حالت برای اقتصاد ایران در دوره ۱۳۷۷-۱۳۴۰ مورد آزمون تجربی قرار داد.

ابتدا مدل شکاف قیمت داخلی که مرکب از شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول است، برآورد شده و سپس مدل تعمیم یافته که در آن علاوه بر شکافهای تولید و سرعت گردش پول، شکاف قیمت خارجی نیز لحاظ شده، تخمین زده شده است.

<sup>1</sup>. Hallman , Porter and Small, (1989).

<sup>2</sup>. Lawrence J. Christiano, (1989).

<sup>3</sup>. Orphanides Athanasios, Porter Richard, (1998).

مدلی که در حالت الف تخمین زده شده از نظر آماری معنی‌دار نیست. در مقابل مدل دیگری که در آن شکاف قیمت خارجی لحاظ شده، در تبیین تورم کشور نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

معدلت (۱۳۸۱) نیز در مقالات پژوهشی بانک مرکزی، مدل  $P^*$  در دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۳۸ را با استفاده از شکاف پول و چند متغیر مجازی که برای لحاظ کردن اثر افزایش درآمدهای نفتی در سال ۵۳ و آغاز شروع سیاستهای تعدیل در نظر گرفته شده، برآورد کرد و نتیجه گرفت که نزدیک به ۹۳ درصد تورم ناشی از عامل پول بوده است. اصلانی (۱۳۸۳) در مقاله خود با توجه به شکاف تولید و سرعت گردش پول به بررسی مدل  $P^*$  پرداخته و به این نتیجه رسیده است که مدل  $P^*$  برای اقتصاد ایران از قدرت توضیح‌دهندگی خوبی برخوردار نیست.

در این مقاله، با استفاده از دو روایت مدل  $P^*$  و داده‌های فصلی سالهای ۱۳۸۴-۱۳۶۷، تورم در اقتصاد ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است، به دلیل انتخاب داده‌ها به صورت فصلی، تغییرات کوتاه مدت متغیرهای اقتصادی نیز در روند آمار موجود لحاظ شده و چون در این دوره شاهد تحولات ساختاری مهمی همچون تأثیرات جنگ بر روند داده‌ها نیستیم انتظار می‌رود که مدل مورد بررسی از دقت بیشتری برخوردار باشد. از سال ۱۳۸۰ به بعد، شاهد بروز یک تفاوت و انحراف قابل ملاحظه بین رشد پول و تورم هستیم که تردیدهایی را در مورد اعتبار مدل‌های پولی پدید آورده است. بنابراین با توجه به مراتب فوق، نیاز به اجرای پژوهشی دیگر برای رفع نواقص مزبور و بررسی مجدد اعتبار این مدل احساس می‌شود.

این نوشتار در پنج بخش تهیه و تنظیم شده است. در بخش بعدی به تصریح مدل  $P^*$  و در بخش سوم به برآورد متغیرهای توضیح مدل پرداخته شده است. در بخش چهارم مدل  $P^*$  مورد آزمون قرار گرفته و در نهایت در بخش پنجم نتایج بیان شده است.

## تصریح مدل P\*

از آنجا که، ظاهر شدن شکاف قیمت باعث تغییر تورم و همچنین انحراف موقتی تولید و سرعت گردش پول از مقدار تعادلی آن می‌شود. هالمن (۱۹۸۹) با استفاده از شکاف قیمت در مدل P\*، تورم را بدین شکل توضیح می‌دهد.

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e - \alpha_p (P_{t-1} - P_{t-1}^*) + \alpha_z Z_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

که  $\pi_{t,t-1}^e$  تورم انتظاری در زمان t-1 و  $(P_{t-1} - P_{t-1}^*)$  شکاف قیمت و  $Z_t$  بیانگر متغیرهای برونزا از قبیل متغیرهای مؤثر بر سمت عرضه است. با جایگذاری شکاف سرعت گردش پول و شکاف تولید به جای شکاف قیمت (بر مبنای فرم لگاریتمی رابطه مقداری پول) خواهیم داشت:

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e + \alpha_y [Y_{t-1}^* - Y_{t-1}] + \alpha_v [V_{t-1}^* - V_{t-1}] + \alpha_z Z_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

که در آن باید  $\alpha_y = \alpha_v$  باشد. در واقع شکاف تولید به صورت  $y^* - y$  تعریف شده تا هر دو این پارامترها منفی در نظر گرفته شود. پس از هالمن، سیونسون به این نتیجه می‌رسد که به جای شکاف قیمت در مدل P\* می‌توان از شکاف حجم پول استفاده کرد.

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e + \alpha_m (m_{t-1} - m_{t-1}^*) + \alpha_z Z_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

در این مقاله از معادله (۳) برای بیان مدل  $P^*$  استفاده شده و رابطه تورم و شکاف حجم پول مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از مدل (۲) مقایسه خواهد شد تا برتری هر یک بر دیگری مورد آزمون قرار گیرد.

### تصریح کامل مدل مربوط به ایران

همانطور که گفته شد، مدل  $P^*$  یکبار با در نظر گرفتن شکاف حجم پول و بار دیگر با در نظر گرفتن شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول (v2) برای ایران مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همچنین در قالب بردار  $Z$  رشد ارزش افزوده گروه نفت به قیمت ثابت (OIL)، رشد نرخ ارز<sup>۱</sup> بازار سیاه (E) و یک متغیر مجازی (D81) برای لحاظ کردن تأثیرات یکسان سازی نرخ ارز نیز در هر دو شکل مدل  $P^*$  وارد می‌شود:

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e + \alpha_m (m_{t-1} - m_{t-1}^*) + \alpha_o oil_t + \alpha_e E_t + \alpha_d D81 + \varepsilon_t \quad (۴)$$

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e + \alpha_y [Y_{t-1}^* - Y_{t-1}] + \alpha_v [V_{t-1} - V_{t-1}^*] + \alpha_o oil_t + \alpha_e E_t + \alpha_d D81 + \varepsilon_t \quad (۵)$$

در دو معادله مزبور  $\alpha_m > 0$  و  $\alpha_v, \alpha_y < 0$  است. با توجه به این روابط، تورم به عنوان متغیر وابسته منظور می‌شود که با توجه به شاخص ضمنی تولید برای داده‌های فصلی اقتصاد ایران محاسبه می‌شود از جمله متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل، شکاف حجم پول؛ میزان انحراف حجم پول واقعی از مقدار تعادلی آن در بلندمدت است. برای تخمین شکاف حجم پول ابتدا تابع تقاضای پول برآورد می‌شود و با کمک حجم پول تعادلی بلند مدت بدست آمده، شکاف حجم پول تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که تورم انتظاری

<sup>۱</sup> منظور از نرخ ارز، تعریف مستقیم آن است. (ارزش هر واحد پول خارجی بر حسب پول داخلی).



نیز از دیگر متغیرهای درونزای مدل است که بر مبنای انتظارات تطبیقی و با استفاده از تعداد وقفه‌های مناسب تورم لحاظ خواهد شد.

شکاف سرعت گردش پول از دیگر متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل است. برای محاسبه این شکاف بر مبنای روش بکار رفته در مقاله «ارفندایز»<sup>۱</sup>، ابتدا با استفاده از رگرسیون درختی سرعت گردش پول تعادلی تخمین زده می‌شود و سپس با کسر مقادیر بلندمدت سرعت گردش پول از مقادیر بالفعل آن، شکاف مزبور محاسبه می‌شود. شکاف تولید از دیگر متغیرهای مدل است. برای برآورد آن، ابتدا تولید بالقوه واقعی را با استفاده از روند گذرانده از نقاط حداکثر تولید واقعی محاسبه می‌کنیم.

### برآورد متغیرهای توضیحی مدل

همانطور که توضیح داده شد برای برآورد مدل P\* ابتدا باید شکاف حجم پول، شکاف سرعت گردش پول و شکاف تولید محاسبه شود که به ترتیب در قسمت‌های بعدی شرح داده خواهد شد.

### تخمین شکاف حجم پول

برای تخمین شکاف حجم پول باید نقدینگی تعادلی بلندمدت محاسبه شود؛ بدین منظور لازم است تا تابع تقاضای پول تخمین زده شود. همانند بسیاری از مطالعات اقتصادی روی تقاضای پول فرض می‌شود که تابع مزبور دارای فرم تصحیح خطا به شکل زیر باشد.

$$\Delta m_t = k_0 - k_m [m_{t-1} - k_y y_{t-1} + k_s s_{t-1} + k_l l_{t-1} + k_\pi \pi_{t-1}] + \sum_{i=1}^q (k_{yi} \Delta y_{t-i} + k_{si} \Delta s_{t-i} + k_{li} \Delta l_{t-i}) + \varepsilon_t \quad (6)$$

<sup>۱</sup>. Athanasios Orphanides, Richard Porter, "P\* Revisited: Money-Based Inflation Forecasts with a Changing Equilibrium Velocity", Board of Governors of the Federal Reserve System, (1998).

در رابطه بالا،  $S$  و  $I$  نرخهای بهره کوتاه مدت و بلند مدت،  $\pi$  تورم و  $y$  تولید ناخالص داخلی،  $m$  حجم پول و  $q$  تعداد وقفه مناسب است. البته به غیر از متغیرهای مزبور می‌توان سایر نرخهای بازار مانند رشد نرخ ارز بازار سیاه را نیز در مدل وارد کرد که در عمل، بسیاری از این اشکال متنوع مورد سنجش قرار گرفت و بر مبنای نتایج حاصله و ملاکهای انتخاب مدل، فرم مزبور به عنوان مناسب‌ترین حالت انتخاب شد. عبارت داخل کروشه می‌تواند به کمک معادله زیر به عنوان تعادل بلند مدت تقاضای پول تفسیر شود.

$$m_t = k_y y_t - k_s s_t - k_l l_t - k_\pi \pi_t \quad (7)$$

تعادل بلند مدت به عنوان وضعیتی معرفی می‌شود که در آن تولید برابر با تولید بالقوه  $y^*$  و بقیه متغیرها نیز در سطح تعادلی بلند مدت خود باشند. بنابراین تراز حقیقی پول در تعادل بلندمدت برابر می‌شود با:

$$m_t^* = k_y y_t^* + k^* \quad (8)$$

$$k_t^* = k_s s_t^* + k_l l_t^* + k_\pi \pi_t^* \quad \text{بگونه‌ای که:}$$

از رابطه مقداری پول در شرایط تعادل بلند مدت داریم:

$$m_t^* = y_t^* - v_t^* \quad (8')$$

با کم کردن رابطه (8) از (8') خواهیم داشت:

$$v_t^* = (1 - k_y) y_t^* - k^* \quad (9)$$

حال می‌توان با استفاده از بهترین تصریح مدل ARDL بر مبنای ملاک های انتخاب مدل؛ یعنی  $ARDL(5,1,0,0,1)$  به تخمین مناسب تابع تقاضای نقدینگی حقیقی ( $m2$ ) رسید و با استفاده از تصریح ECM، رابطه بلند مدت و کوتاه مدت متغیرها را بدست آورد. در آخر پس از تخمین بردار هم‌انباشتگی، صفر بودن ضرایب مورد آزمون قرار می‌گیرد. از آنجا که آماره F برابر با  $3/97$  بوده و خارج از ناحیه بحرانی است، فرضیه عدم وجود هم‌انباشتگی رد می‌شود. رابطه زیر به عنوان تابع تقاضای بلندمدت پول استخراج شده است. (البته قابل ذکر است که تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی بکار برده شده‌اند).

$$m2 = 0.197 + 1/26 y - 0.68 s - 0.611 - 0.12 \pi$$

$$(10) \quad (8/3) \quad (-3/5) \quad (-3/6) \quad (-2/6)$$

این نتایج نشان می‌دهد که تخمین نقطه‌ای کشش بلندمدت درآمدی تقاضای پول برابر  $1/26$  است، به عبارت دیگر یک درصد افزایش (کاهش) در تولید ناخالص داخلی تقاضا برای پول را به میزان  $1/26$  درصد افزایش (کاهش) می‌دهد. باید توجه داشت که طبق نتایج حاصله کشش درآمدی معادل با یک نیز در درون حد  $2\sigma$  قرار دارد.<sup>۱</sup> ضریب منفی و معنی‌دار نرخ سود بیانگر آن است که در اقتصاد ایران بین تقاضای نقدینگی و متغیر نرخ سود رابطه معکوس وجود دارد. ضریب متغیر تورم در تابع تقاضای بلند مدت نقدینگی برابر با  $-0.12$  و معنی‌دار است. بنابراین در کشور ایران به دلیل فقدان بازارهای مالی و پولی توسعه یافته می‌توان نرخ تورم را به عنوان جانشین مناسب برای هزینه فرصت نگهداری پول در نظر گرفت.

حال برای محاسبه حجم پول گسترده ( $m2$ ) تعادلی بلند مدت با جایگذاری ضریب  $y^*$  که از رابطه هم‌انباشتگی بدست آمده، تولید بالقوه و سرعت گردش پول تعادلی<sup>۲</sup> در معادله (۹)،  $K^*$  را محاسبه کرده و با جایگذاری در معادله (۸) حجم پول تعادلی را بدست

<sup>۱</sup> تخمین فاصله‌ای در برگیرنده صفر هم است.

<sup>۲</sup> روش محاسبه مقادیر تولید بالقوه و سرعت گردش تعادلی در بخشهای بعدی به تفصیل شرح داده شده است.

می‌آوریم که در نهایت با کسر این مقادیر تعادلی از مقادیر بالفعل آن شکاف نقدینگی برآورد می‌شود.

### تخمین شکاف سرعت گردش پول

برای تخمین شکاف سرعت گردش پول ابتدا باید مقادیر تعادلی بلندمدت آن را بدست آوریم، بنابراین ابتدا باید تابع سرعت گردش پول تخمین زده شود. برای بررسی تابع سرعت گردش پول ابتدا از تابع تقاضای پول آغاز می‌کنیم. تقاضای حقیقی پول از دیدگاه فریدمن با رابطه‌ای به شکل زیر بیان می‌شود.

$$\frac{M^d}{P} = f(r_m, r_b, r_s, \dot{P}^e, \dots, \frac{W_H}{W}, Y_p) \quad (11)$$

در رابطه بالا  $\frac{M^d}{P}$  تقاضای حقیقی پول،  $r_m$  نرخ بهره بازار،  $r_b$  نرخ بازدهی اوراق قرضه،  $r_s$  نرخ بازدهی سهام،  $\dot{P}^e$  نرخ تورم انتظاری،  $\frac{W_H}{W}$  نسبت ثروت یا سرمایه انسانی به کل ثروت و  $Y_p$  درآمد دائمی است. فریدمن ضمن اینکه در حالت کلی، تقاضای پول را تابعی از عوامل ذکر شده می‌داند، معتقد است که براساس شواهد تجربی می‌توان تقاضای حقیقی پول را به صورت زیر بیان کرد:

$$\frac{M^d}{P} = k(r_m, r_b, r_s, \dot{P}^e, \dots, \frac{W_H}{W}) \cdot Y_p \quad (12)$$

در واقع رابطه ۲۱ نشان می‌دهد که تقاضای حقیقی پول ضریبی،  $(\frac{W_H}{W}, \dots, \dot{p}^e, r_s, r_b, r_m, k)$  از درآمد دائمی حقیقی است. شکل ساده‌تری از تقاضای پول فریدمن به صورت زیر است:

$$\frac{M^d}{P} = k(r, \dot{p}^e) \cdot Y_p \quad (13)$$

در شکل ساده شده تقاضای پول فریدمن، تقاضای حقیقی پول تابعی از سه متغیر نرخ بهره، نرخ تورم انتظاری و سطح درآمد دائمی است. شکل تقاضای پول فریدمن شبیه به تقاضای پول مکتب کمبریج؛ یعنی رابطه  $\frac{M^d}{P} = k \cdot Y_p$  است. بنابراین اگر در تقاضای پول مکتب کمبریج ضریب  $k$  عکس سرعت گردش پول است، پس می‌توان تقاضای پول فریدمن را نیز به صورت زیر نوشت:

$$\frac{M^d}{P} = \frac{1}{V} \cdot Y_p \quad (14)$$

$$V = g(r, \dot{p}^e, \dots)$$

حال می‌توان با استفاده از روش رگرسیون درختی به محاسبه سرعت گردش تعادلی بلند مدت پرداخت. از آنجا که مدل‌های درختی تغییرات ناگهانی و نسبی در رابطه متغیرها را به خوبی مدل می‌کنند و عدم خطی و یا لگاریتمی بودن رابطه بین متغیرها در تخمین حاصل از روش رگرسیون درختی تأثیر مخرب ندارد، در این مقاله بر مبنای روش بکار رفته در

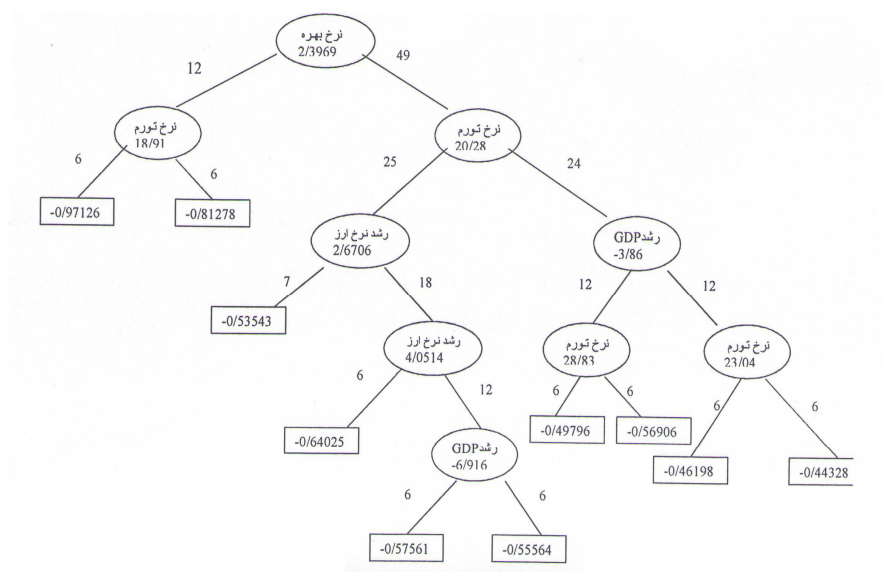
مقاله «ارفندایز»<sup>۱</sup> برای تخمین سرعت گردش پول از روش رگرسیون درختی استفاده می‌کنیم. البته قابل ذکر است که به دلیل توجه به عوامل مؤثر بر سرعت گردش پول و لحاظ کردن آنها در محاسبات، این روش بر روشهایی چون فیلتر هودریک پرسکات برتری دارد. علاوه بر لحاظ کردن نرخ تورم و بهره به عنوان متغیرهای توضیحی اصلی در رگرسیون درختی، رشد تولید ناخالص داخلی و رشد نرخ ارز بازار سیاه نیز بکار برده شده است. با توجه به اینکه تقاضای پول تابعی از تولید ناخالص داخلی بوده و سرعت گردش پول نیز نسبتی از عکس تابع تقاضای پول است، پس می‌توان در تخمین سرعت گردش پول از رشد تولید ناخالص داخلی نیز استفاده کرد. همچنین گرچه در بهترین نتیجه حاصل از مدل ARDL، رشد نرخ ارز بازار سیاه در تابع تقاضای پول، وارد نشده است، پس ورود این متغیر در صورتی که تغییرات آن با تغییرات حجم پول سازگاری نداشته باشد، در نتیجه حاصل تأثیر اساسی نخواهد داشت، ولی اگر بر روی سرعت گردش پول مؤثر باشد، ورود آن در محاسبات به دقت کار می‌افزاید. نمودار (۱) تقسیم بندی داده ها و تخمین سرعت گردش پول (v2)، توسط نرم افزار CART<sup>۲</sup> را نشان می‌دهد. بنابراین با در دست داشتن سرعت گردش پول تعادلی بلند مدت، شکاف آن که برابر با میزان انحراف مقادیر تعادلی بلند مدت و مقدار بالفعل است، تعیین می‌شود. در زیر به چندین مورد از ویژگیهای این نرم افزار اشاره شده است.

در CART هیچ پیش فرضی مبنی بر توزیع متغیرهای وابسته و یا مستقل وجود ندارد و لزوماً نباید از توزیع آماری خاصی پیروی کنند. متغیرهای توضیحی می‌توانند تلفیقی از داده‌های وقفه‌دار، متوالی (پیوسته) و یا محض باشند، همچنین الگوریتمی برای جایگزین کردن داده‌های حذف شده و یا مفقود شده در نظر گرفته شده است، البته در مواردی که ترکیب خطی متغیرها به عنوان قانون تقسیم‌بندی در CART بکار رود چنین الگوریتمی وجود نخواهد داشت. مشکلاتی از قبیل هم‌خطی، واریانس ناهمسانی و .. که بر روشهای پارامتریک تأثیر گذارند در این روش اثرگذار نیستند. همچنین توانایی نشان دادن تعاملات

<sup>۱</sup>. Athanasios Orphanides, Richard Porter, "P\* Revisited : Money-Based Inflation Forecasts with a Changing Equilibrium Velocity", Borard of Governors of the Federal Reserve System, (1998).

<sup>۲</sup>. Classification and Regression Trees

بین داده‌ها نیز وجود دارد. CART در تبدیل یکنواخت متغیرهای مستقل یکسان عمل می‌کند.<sup>۱</sup>



نمودار ۱. نمودار رگرسیون درختی سرعت گردش پول

### شکاف تولید

شکاف تولید بیانگر میزان انحراف تولید واقعی از تولید بالقوه در بلندمدت است، بنابراین برای محاسبه شکاف تولید ابتدا تولید بالقوه محاسبه می‌شود. برای محاسبه تولید بالقوه می‌توان روندی ساده را از حداکثرهای تولید ناخالص داخلی گذراند و سپس به

<sup>۱</sup> برای مطالعه بیشتر به این مقاله رجوع کنید.

- Yisheac Yohannes, John Hoddiont, "Classification and Regression Trees: An Introduction", *International Food Policy Research Institute*, Washington, D.C., (1999).

پیش‌بینی درون نمونه‌ای پرداخت و از نتایج بدست آمده به عنوان تولید بالقوه استفاده کرد، در این صورت رگرسیون مورد استفاده به قرار زیر خواهد بود:

$$y_t^* = ۱۰/۸۱۷۵۹ + ۰/۰۱۰۴۵۳ t \quad (۱۵)$$

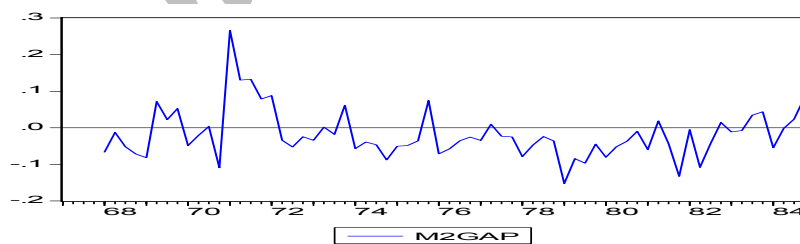
(۳۵۹)                      (۱۵/۵)                       $\bar{R}^2 = ۰/۹۳$

حال با استفاده از تولید بالقوه بدست آمده می‌توان شکاف تولید را محاسبه کرد.

### تورم انتظاری

متغیر دیگری که در مدل  $P^*$  لحاظ می‌شود، تورم انتظاری است. برای تخمین مدل به ارزیابی این مسئله که چگونه انتظارات تورمی در آن فرایند شکل می‌گیرد، می‌پردازیم. برای یک منحنی فیلیپس آینده نگر<sup>۱</sup> نوعاً فرضیه انتظارات عقلایی بکار گرفته می‌شود. اما برای یک منحنی فیلیپس گذشته نگر<sup>۲</sup> انتظارات تورمی  $\pi_{t,t-1}^e$  بطور عادی مدل سازی شده و به شکل انتظار تطبیقی با توجه به عملکرد گذشته برآورد می‌شود.

در این مقاله از آنجا که در ایران آمار مربوط به تورم هدف‌گذاری شده موجود نمی‌باشد، در مدل، تورم یک دوره قبل را به عنوان تورم انتظاری لحاظ می‌کنیم. در آخر با مقایسه روند شکافهای محاسبه شده این نتایج بدست می‌آید که :

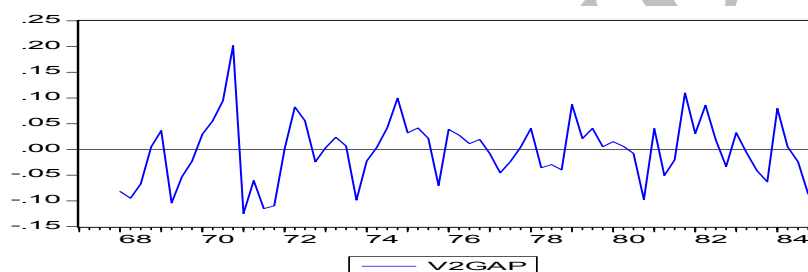


نمودار ۲. شکاف حجم پول

1. Forward Looking  
 2. Backward Looking

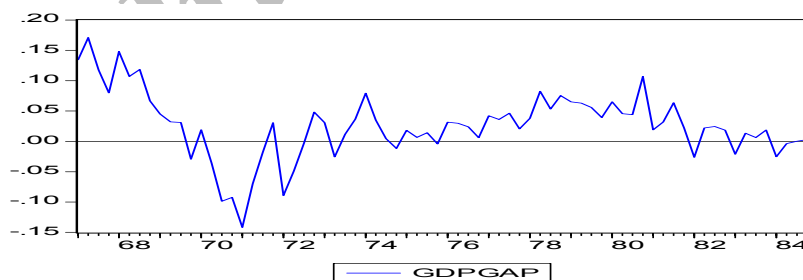


تا سال ۷۶ که مصادف با دوران سازندگی می‌باشد شکاف حجم پول از نوسانات بیشتری برخوردار بوده و تقریباً حجم پول واقعی بیشتر از مقدار تعادلی پول بوده است. از سال ۷۶ تا ۸۴ شکاف حجم پول دارای نوسانات کمتری هستند و در بیشتر فصلهای این دوره مقدار حجم پول تعادلی از حجم پول موجود بیشتر است و از سال ۸۴ به بعد یک روند صعودی در شکاف حجم پول وجود دارد که نشان از افزایش حجم پول واقعی دارد.



نمودار ۳. شکاف سرعت گردش پول

شکاف سرعت گردش پول در طی دوره بررسی از نوسانات زیادی برخوردار بوده و از روند مشخصی در فاصله زمانی خاصی پیروی نکرده است.



نمودار ۴. شکاف تولید

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود در بیشتر فاصله‌های زمانی، تولید واقعی کمتر از تولید بالقوه است.

### تخمین مدل P\*

برای تخمین مدل P\* همانطور که شرح داده شد، باید از شکاف حجم پول و یا شکاف سرعت گردش پول همراه با شکاف تولید استفاده کرد که در قسمتهای پیشین نحوه تخمین آنها توضیح داده شد. روش تخمین در این مرحله، روش حداقل مربعات معمولی OLS است. در رابطه رگرسیون تخمین زده شده:  $\pi_t$  تورم (به علت برازش بهتر مدل خطی - لگاریتمی) تورم به صورت سطح وارد مدل گردد)،  $\pi_{t-1}$  تورم انتظاری،  $(v2-v2^*)$  شکاف لگاریتمی سرعت گردش پول،  $(y^*-y)$  شکاف تولید، oil لگاریتم رشد ارزش افزوده نفت و e لگاریتم رشد نرخ ارز بازار سیاه می‌باشد:

$$\pi_t = 3/29 + 0/81 \pi_{t-1} - 44/26(v2_{t-1} - v2_{t-1}^*) - 29/57(y_{t-1}^* - y_{t-1})$$

$$\begin{matrix} (2/5) & (13/5) & (-4/4) & (-2/8) \end{matrix}$$

$$- 0/04 \text{ oil}_t + 0/07 e_t + 5/7 D81 \quad (16)$$

$$\begin{matrix} (-1/6) & (2/29) & (2/6) \end{matrix}$$

$$\bar{R}^2 = 0/81 \quad DW = (2/08)$$

نتایج نشان می‌دهد، شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول در مدل معنی‌دار است. در واقع ضریب منفی شکاف سرعت گردش نقدینگی دوره قبل نشان‌دهنده اثر کاهشی این شکاف بر تورم می‌باشد؛ یعنی اگر شکاف سرعت گردش مثبت باشد و سرعت گردش واقعی دوره قبل بیش از مقدار تعادلی اش باشد چون تمایل به همگرا شدن با سرعت گردش تعادلی دارد باعث کاهش تورم در دوره بعد می‌شود. ضریب منفی شکاف تولید نیز نشان‌دهنده اثر کاهشی این متغیر بر تورم است. اگر فرض کنیم که تولید بالقوه بالاتر از تولید واقعی باشد به علت تمایل تولید واقعی به همگرایی با تولید بالقوه، با افزایش تولید واقعی روبه‌رو خواهیم بود

که در نتیجه افزایش تولید، با کاهش تورم مواجه خواهیم شد. همچنین ضریب منفی رشد ارزش افزوده نفت نشان دهنده اثر منفی این متغیر بر تورم می‌باشد؛ یعنی رشد ارزش افزوده گروه نفت موجب کاهش تورم می‌گردد. ضریب مثبت رشد نرخ ارز نیز نشان دهنده تأثیر مثبت افزایش نرخ ارز بر تورم می‌باشد یعنی با افزایش نرخ ارز، تورم نیز افزایش می‌یابد . پس از آنکه ضرایب الگو برآورد شد، مجموعه ای از آزمونهای مشخص مورد استفاده قرار خواهد گرفت تا صحت و اعتبار رابطه برآورد شده از نظر آماری مورد ارزیابی قرار گیرد.

نوع آزمون	آماره آزمون	سطح احتمال	نتیجه آزمون
آزمون بروش گاد فری	۰/۷۶	۰/۵۵	همبستگی پیاپی وجود ندارد.
آزمون جارک برا	۰/۰۳۴	۰/۹۸	جملات خطا دارای توزیع نرمال هستند
آزمون White	۰/۹۸	۰/۴۶	جملات خطا دارای واریانس ناهمسانی نمی باشند.
آزمون رمزی	۰/۳۶	۰/۵۴	خطای تصریح وجود ندارد

نتایج آزمونها نشان می‌دهد، الگوی برآورد شده دارای هیچگونه مشکل آماری نیست و تورم را به خوبی توضیح می‌دهد. براساس این مدل همچنین می‌توان اثرات شکاف تولید و سرعت گردش پول بر نرخ تورم را با استفاده از مدل انتظارات تطبیقی<sup>۱</sup> در بلندمدت ارزیابی کرد. البته باید در نظر داشت که در بلند مدت  $\pi_t$  و  $\pi_{t-1}$  برابر هستند.

$$\pi_t = 3/29 + 0/81 \pi_{t-1} - 44/26 (v2_{t-1} - v2_{t-1}^*) - 29/57 (y_{t-1}^* - y_{t-1}) - 0/04 - oil_t + 0/07 e_t + 5/7 D81$$

$$\rightarrow (1 - 0/81) \pi_t = 3/29 - 44/26 (v2_{t-1} - v2_{t-1}^*) - 29/57 (y_{t-1}^* - y_{t-1})$$

<sup>۱</sup>. Adaptive Expectations Model

$$-0.04 \text{ oil}_t + 0.07 e_t + 5/7 \text{ D81}$$

$$\rightarrow \pi_t = 17/31 - 232/94 (v2_{t-1} - v2_{t-1}^*) - 155/63 (y_{t-1}^* - y_{t-1})$$

$$-0.21 \text{ oil}_t + 0.36 e_t + 3.0 \text{ D81}$$

اگر ضرایب هر یک از متغیرها را در میانگین متغیر مربوط ضرب و بر مجموع حاصل ضرب در میانگین متغیرهای مربوط تقسیم کنیم، سهم متوسط هر یک از متغیرها در تورم برآزش شده طی دوره مطالعه بدست می‌آید. طبق این رابطه سهم شکاف سرعت گردش پول و شکاف تولید از تورم به ترتیب برابر با ۰/۰۰۲ و ۰/۲۴ بوده و همچنین سهم رشد ارزش افزوده گروه نفت و رشد نرخ ارز نیز به ترتیب برابر با ۰/۰۶ و ۰/۱۵ است.

حال اگر مدل  $P^*$  را با توجه به شکاف حجم پول (m2) برآورد کنیم خواهیم داشت:

$$\pi_t = 3/6 + 0.18 \pi_{t-1} + 37/35 (m2_{t-1} - m2_{t-1}^*) - 0.05 \text{ oil}_t$$

$$(2/9) \quad (14/8) \quad (4/7) \quad (-2/2)$$

$$+ 0.18 e_t + 6/39 \text{ D81}$$

(۱۷)

$$(2/5) \quad (3/0.5)$$

$$\bar{R}^2 = 0.81 \quad DW = 2.03$$

همانطور که مشخص است تمامی ضرایب معنی‌دار هستند و علامت آنها مورد انتظار است. نتایج نشان می‌دهند که شکاف حجم پول (m2) بر تورم ایران تأثیرگذار است و با آن رابطه مستقیم دارد. در حقیقت هر چه شکاف بین حجم پول واقعی و پول تعادلی بیشتر شود، تورم نیز افزایش می‌یابد. همچنین ضریب منفی رشد ارزش افزوده نفت نشان‌دهنده اثر منفی این متغیر بر تورم است؛ یعنی رشد ارزش افزوده گروه نفت موجب کاهش تورم می‌گردد.

ضریب مثبت رشد نرخ ارز نیز نشان دهنده تأثیر مثبت افزایش نرخ ارز بر تورم است. یعنی با افزایش نرخ ارز، تورم نیز افزایش می‌یابد.

در اینجا نیز مانند حالت قبل پس از برآورد ضرایب الگو با استفاده از آزمونهای ذکر شده صحت و اعتبار رابطه برآورد شده از نظر آماری مورد ارزیابی قرار گرفت.

نوع آزمون	آماره آزمون	سطح احتمال	نتیجه آزمون
آزمون بروش گاد فری	۰/۹۵	۰/۴۳	همبستگی پیاپی وجود ندارد.
آزمون چارک برا	۰/۱۴	۰/۹۲	جملات خطا دارای توزیع نرمال هستند
آزمون White	۰/۵۲	۰/۸۴	جملات خطا دارای واریانس ناهمسانی نمی‌باشند.
آزمون رمزی	۰/۲۴	۰/۶۲	خطای تصریح وجود ندارد.

نتایج حاکی از آن است که الگوی برآورد شده دارای هیچگونه مشکل آماری نیست. همچنین با استفاده از رابطه مدل انتظارات تطبیقی سهم شکاف حجم پول از تورم برابر با ۰/۱۶ شد.

حال می‌توان با استفاده از تست  $J$  (یعنی با تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن  $fit$  یک مدل در مدل دیگر) قدرت توضیح‌دهندگی دو مدل را با یکدیگر مقایسه کرد. این نتیجه حاصل شود که با داده‌های آماری موجود نمی‌توانیم بین دو مدل فوق تمیز قایل شویم. به عبارتی این داده‌ها برای درک تمایز بین دو مدل مزبور به اندازه کافی غنی نیستند.

### نتیجه‌گیری

- همانطور که نتایج نشان می‌دهند ضریب شکاف سرعت گردش پول در مدل  $P^*$  معنی‌دار است، بنابراین می‌توان تورم را با استفاده از شکاف سرعت گردش توضیح داد.

- مدل  $P^*$  (هم با در نظر گرفتن شکاف حجم پول و هم با در نظر گرفتن شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول) قادر به تبیین تورم کشور است.

- طی دوره مطالعه بطور متوسط، سهم شکاف حجم پول و شکاف تولید در تورم به ترتیب برابر با ۰/۱۶ و ۰/۲۴ است، همچنین سهم شکاف سرعت گردش پول نیز برابر با ۰/۰۲ می‌باشد که به نسبت سهم کمتری را به خود اختصاص داده است. سهم نرخ رشد ارز بازار سیاه و نرخ رشد ارزش افزوده گروه نفت نیز به ترتیب برابر با ۰/۱۵ و ۰/۰۶ است. همچنین نرخ رشد ارزش افزوده گروه نفت دارای اثر کاهشی بر نرخ تورم بوده و عدم هماهنگی رشد حجم پول و رشد قیمت طی سالهای اخیر می‌تواند ناشی از این متغیر باشد در واقع، درآمدهای ارزی در ایران بیشتر در جهت کاهش تورم عمل کرده اند. با توجه به سهم ۱۵ درصدی نرخ ارز و تأثیر مثبت آن بر تورم می‌توان به این نتیجه رسید که تثبیت یا کاهش آن می‌تواند از گسترش تورم بکاهد. از آنجایی که سهم تمامی متغیرهای توضیحی مدل حدود ۵۰ درصد است، می‌توان نتیجه گرفت که مابقی، فارغ از این عوامل، تحت عرض از مبدأ توضیح داده می‌شود و هر سال تکرار می‌شود، در حقیقت نیرویی وجود دارد که تورم ایران را در بلند مدت در سطح بالایی نگه داشته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تورم ایران، یک تورم ساختاری بوده و عواملی به جز موارد ذکر شده نیز سهم مشخصی در تورم ایران دارند.

- از آنجا که انحراف متغیرهایی چون حجم پول، سرعت گردش پول و نیز تولید از مقادیر بالقوه می‌تواند منشاء نوسانات تورمی باشد، پس اجتناب از اقداماتی که به تشدید تغییرات و نوسانات چنین متغیرهایی منجر می‌شود، می‌تواند از بی‌ثباتی تورم بکاهد.

## پی‌نوشتها:

۱. معدلت، کوروش. «بررسی رابطه تورم و پول در اقتصاد ایران براساس مدل پیش‌بینی تورم  $P^*$ ». مجموعه پژوهشهای اقتصادی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، شماره ۲۱، (۱۳۸۱).
۲. رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان. تهران: انتشارات برادران، ۱۳۷۸.
۳. طیب‌نیا، علی. تئوری‌های تورم با نگاهی به فرایند تورم در ایران. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.
۴. عزیززی، فیروزه. «مدل استاندارد و تعمیم یافته  $P^*$  برای اقتصاد ایران». رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.
5. Armstrong J. Scott, Andress James. G. "Exploratory Analysis of Marketing Data: Trees vs. Regression"., *Journal of Marketing Research*, Vol. 7 , No. 4, (1970): 487-492.
6. Broer Tomas, Caputo Rodrigo. "Money as an Inflation Indicator in Chile- Does  $p^*$  Still Work?"., *Central Bank of Chile*, No. 293, (2004).
7. Celasun Oya, Goswami Mangal. "An Analysis of Money Demand and Inflation in the Islamic Republic of Iran"., *International Monetary Fund*, (2002).
8. Chaturvedi Anil, Green Paul, E. "Review: Software Review"., *Journal of Marketing Research*, 32 , No. 2, (1995): 245-254.
9. Gerlach Stefan, Svensson Lars E.O. "Money and Inflation in the Euro Area : A Case for Monetary Indicators?"., *Journal of Monetary Economics*, 50, (2003): 1649-1672
10. Gregory Allan W. and Veall Michael R. "Formulating Wald Tests of the Restrictions Implied by the Rational Expectations Hypothesis"., *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 2, No. 1, (1987).
11. Hallman, J., Porter, D. and Small, D. H. "M2 Per Unit of Potential GNP as an Anchor for the Price Level"., Staff Study 157. Washington DC: Board of the Federal Reserve System, (1989).
12. Hallman, Jeffrey; Porter, Richard and Small, David. "Is the Price Level Tied to the M2 Monetary Aggregate in the Long Run?"., *The American Economic Review*, 81, (1991): 841-858.
13. Holler, P., Porter, P. "Is P-Star a Good Indication of Inflationary Pressure in OECD Countries"., *OECD Economic Studies*, No. 17, Autumn, 7-29, (1991).
14. Hume, D. *Of Money and of Interest*. Reprinted in D. Hume, Writings on Economics, ed. E. Rotwin, Madison: University of Wisconsin Press., 1955.

15. Humphrey Thomas .M. "Precursors of the P-Star Model"., *Economic Review*, No. 75, 4 , (1989).
16. Jamal A.M.M , Quayes Shakil. "The Development of a Model for Estimating a Velocity Function for the Money Supply: A Tool for Policymakers"., *International Journal of Management*, No. 23, 4. (2006).
17. Kool Clemens, J.M, Tatom John. A. "The P-Star Model in Five Small Economies"., *Federal Reserve Bank of St. Louis* , No. 76, 3. (1994).
18. Lawrence, J. Christiano. "P\*: Not the Inflation Forecaster's Holy Grail"., *Federal Reserve Bank of Minneapolis*, (1989).
19. Lee, Jim. "Alternative P\* Models of Inflation Forecasts"., *Economic Inquiry*, 37, (1999): 312-325.
20. Maccallum Benneth, T. "Rational Expectations and Macroeconomic Stabilization Policy"., *Journal of Money Credit and Banking*, No. 12, (1980):716-746.
21. Mehra Yash, P. "Velocity and Variability of Money Growth: Evidence from Granger-Causality Tests Reevaluated"., *Federal Reserve Bank of Richmond*, (1987).
22. Moosa Imad. A. "A Test of the P-star Model"., *Applied Economics Letter*, No. 5, (1997).
23. Mussa Micheal. "Sticky Prices and Disequilibrium Adjustment in Rational Model of the Inflationary Process"., *The American Economic Review*, 71, No.5, (1981): 1020 – 1027 .
24. Orphanidis, Athanasios., Porter, Richard. "P\* Revisited: Money-Based Inflation Forecasts with a Changing Equilibrium Velocity"., Board of Governors of the Federal Reserve System, (1998).
25. Svensson Lars E.O. "Does the P\* Model Provide Any Rationale for Monetary Targeting?"., *German Economic Review*, No. 1, (1999): 69-81.
26. Yawadros, George. B., "A Structural Time Series Test of the P-Star Model: Evidence from the Middle East"., *Applied Financial Economics*, No. 17, (2007): 463- 467.
27. Yohannes Yisehac, Hoddiont, John. "Classification and Regression Trees: An Introduction"., International Food Policy Research Institute , Washington , D.C., (1999).