**پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان**

**علمی – پژوهشی**

**سال دهم، شماره‌ی بیستم، نیمه ی دوم۱۳۹۴**

# نااطمینانی پارامتر و اثر آن بر سیاست پولی در اقتصاد ایران رهیافتی از مدل اقتصاد باز کینزینی جدید

ابراهیم انواری [*]

منصور زراء نژاد [**]

**تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۲/۱۷**

## چکیده

در این مقاله اثر نااطمینانی پارامترها بر طراحی سیاست پولی بهینه در اقتصاد ایران بررسی شده است. پس از برآورد قاعده سیاستی پولی مطابق رابطه تیلور در دو حالت خطی و غیر خطی، از ضرایب این روابط برای بررسی و شبیه سازی اثر نااطمینانی استفاده شده است. برای استخراج رابطه غیر خطی از روش گشتاورهای تعمیم یافته (*GMM*) طی دوره ۹۱-۱۳۵۰استفاده شده است. بر اساس برخی از نتایج این تحقیق در حالت وجود نااطمینانی درباره دیرپایی تورم، برای جلوگیری از نتایج نامطلوب در آینده، پاسخ های تهاجمی تر به تغییرات برای بانک مرکزی بهینه تر است. نااطمینانی پارامترها پاسخ های سیاستی را محتاط تر کرده است. در رویارویی با نااطمینانی درباره اثر سیاست ها در پاسخ به شوک های اقتصادی پاسخ های احتیاطی بهینه تر بوده است. در شرایط نااطمینانی عکس العمل های سیاستی بهینه به شکاف تولید و تورم نسبت به حالت اطمینان بیشتر است. نااطمینانی درباره سیاست تورم هدف، ضرایب تابع عکس العمل بهینه را نسبت به سایر نااطمینانی ها افزایش داده است.

**واژه های کلیدی:** نااطمینانی، نااطمینانی پارامترها، سیاست پولی بهینه، قاعده پولی غیر خطی

---

[*] نویسنده ی مسئول - استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز ، (Email: e.anvari@scu.ac.ir)

[**] اهواز دانشگاه شهید چمران – دانشکده اقتصاد

طبقه بندی JEL: E43,E53,E52

در دهه های اخیر در تصریح مدل های اقتصادی اثرات انواع نااطمینانی مورد تاکید قرار گرفته است. مدل های برآوردی با لحاظ کردن نااطمینانی دارای نتایج تحقیق نزدیک به دنیای واقعی و با پیش بینی کنندگی بهتری همراه بوده است. این نااطمینانی شامل شوک ها و توزیع های ایجاد کننده اختلال در ساختار اطلاعات در دسترس سیاست گذار، تغییرات ساختاری در اقتصاد، مشکلات شناخت برخی از متغیرهای مهم اقتصاد کلان یا به دلیل عدم انطباق مدل های تئوریک با سیاست های تجربی است. به دلیل ایجاد نااطمینانی از منابع مختلف، تنظیم سیاست پولی با درنظر گرفتن این محدودیت ها دارای اهمیت است.

اغلب تحقیق ها با فرض شناخت مدل صحیح اقتصادی و لحاظ نکردن نااطمینانی از نظر سیاست گذار انجام شده است. در حالی که در اغلب موارد، تصریح مدل صحیح اقتصادی برای سیاست گذار نامطمئن است. مدل های زیادی برای نشان دادن چگونگی اثر سیاست های اقتصادی بر متغیرهای اقتصادکلان به کار گرفته شده است (ببینید: راهبر و سرگلزایی، ۱۳۹۰، درگاهی و شربت اوغلی، ۱۳۸۹ و کمیجانی و مشهدی احمد، ۱۳۹۱). در برخی مدل های مورد استفاده به دلیل چسبندگی قیمت و دستمزد و در برخی از مدل های مورد استفاده به دلیل انعطاف پذیر بودن دستمزد و قیمت ها، سیاست پولی در اثرگذاری بخش حقیقی اقتصاد ناتوان بوده است. در فضای وجود انواع مدل و نامشخص بودن مدل صحیح اقتصادی، تصمیم سازی برای سیاست گذار بسیار مشکل است. در صورت کم اطلاعی سیاست گذار از انحراف اقتصادی برنامه ها، سیاست ها به ثبات در اقتصاد منجر نخواهد شد. رومر و رومر[1] (۲۰۰۳) به سیاست های اشتباه در دهه ۱۹۶۰ و۱۹۷۰ به دلیل استفاده از مدل های نادرست اشاره داشته است. به طوری که به دلیل تصور نادرست سیاست گذاران در دهه ۱۹۶۰ از مبادله دائمی بین متوسط نرخ بیکاری و متوسط تورم، تورم فزاینده شکل گرفت. با افزایش تورم و عدم نگرانی از آن به دلیل اعتقاد به رابطه کوتاه مدت تورم و بیکاری و اشتباه بودن این مدل ها، تورم طی دوره های متمادی به شدت افزایش یافت. این

[1] Romer and Romer

مقاله در هشت بخش تنظیم شده است. بعد از تشریح مبانی نظری انواع نااطمینانی در بخش دوم، سابقه تحقیقات انجام شده در بخش سوم بررسی شده است. در بخش چهارم و پنجم مدل پولی تیلور بررسی شده است. داده ها، روش برآورد و کالیبراسیون در بخش ششم تشریح شده است. بخش هفتم و هشتم شامل نتایج تجربی مدل است.

## ۲-مبانی نظری نااطمینانی و سیاست گذاری های پولی

محدودیت های تئوری و داده های اقتصادی، تغییرات ساختاری در اقتصاد، غیر قابل مشاهده پذیر بودن برخی متغیرهای کلان اقتصادی مانند تولید بالقوه و نرخ بهره، عدم توافق در مورد مدل صحیح در اقتصاد و روندهای انتقالی سیاست ها، فقط برخی از دلایل وجود محیط نامطمئن برای سیاست گذاران بانک مرکزی است. در تحقیقات ارائه شده‌ی اثرات نااطمینانی و طراحی سیاست بهینه در این فضا، بر سه شکل نااطمینانی اضافه شده[۲]، نااطمینانی مدل[۳] و اطلاعات[۴] تاکید شده است. از مدل اقتصادی زیر برای مشخص کردن این سه نوع نااطمینانی استفاده شده است (سودرستروم[۵]،۲۰۰۲).

$$y(t+1) = Ay(t) + By(t|t) + Ci(t) + Du(t+1) \quad (۱)$$

در رابطه فوق، $y(t)$ بردار متغیرهای اقتصاد کلان در زمان $t$، $y(t|t)$ برآوردهای جاری سیاست گذاران از $y(t)$، $i(t)$ ابزار بانک مرکزی، $u(t)$ بردار شوک های برون زای تصادفی و $A$، $B$، $C$ و $D$ ماتریس های پارامترهای مدل است. ساختار اغلب مدل های مورد استفاده برای آنالیز سیاست پولی در فضای نااطمینانی به صورت رابطه (۱) است. توزیع $u(t+1)$ نمایانگر نااطمینانی اضافه شده است. هنگامی که بانک مرکزی ابزارهای پولی خود را در زمان $t$ تنظیم می کند، در مورد شوک های آینده $u(t+1)$ و اثرات آن دراقتصاد اطلاعی ندارد. نااطمینانی مدل، به دلیل عدم شناخت پارامترهای صحیح مشخص کننده ی مدل به وسیله بانک مرکزی ایجاد می شود. در این حالت برآوردهای پارامترها با خطا همراه است به طوری که تصور سیاست گذاران صفر بودن برخی از پارامترها است. در حالی که در

---

[2] Additive Uncertainty
[3] Model Uncertainty
[4] Imperfect Information
[5] Soderstrom

حالت واقعی مقدار این پارامترها غیر صفر است. نااطمینانی حاصل از اطلاعات ناقص، به دلیل مشاهده پذیر نبودن یا همراه با خطای اندازه گیری ارزش های واقعی $y(t)$ است.

**۲-۱- نااطمینانی مدل**

نااطمینانی مدل شامل دامنه وسیعی از خطا است. عدم تصریح درست مدل، نااطمینانی پارامترها و خطای برآورد از زیر مجموعه های این نااطمینانی است. نااطمینانی درباره ارزش های ضرایب رابطه (۱) انعکاس دهنده‌ی نااطمینانی مدل است.

برای ساده سازی بررسی چگونگی تاثیر نااطمینانی مدل بر مسئله سیاست گذاری، فرض اطلاعات کامل یا برابری $y(t)=y(t|t)$ و نااطمینانی در عناصر $A$ و $B$ رابطه ی (۱) تشریحی، مطابق رابطه (۲) در نظر گرفته می شود.

$$y(t+1)=\hat{H}y(t)+Ci(t)+v(t+1) \qquad (۲)$$

در رابطه فوق $A+B=H$ و $v(t+1)=Du(t+1)+(H-\hat{H})Y(T)$ و $\hat{H}$ مقدار برآوردی بانک مرکزی از $H$ است. در این حالت خطای برآورد $H$ بخشی از جمله خطای معادله است. اما تفاوت کلیدی نااطمینانی مدل با نااطمینانی اضافه شونده در همبستگی خطاها $v(t+1)$ با متغیرهای درون زا است. رابطه فوق به دلیل ضرب پارامترهای ماتریس $H$ در متغیرهای درون زای مدل، به نااطمینانی فزاینده[۶] نیز معروف است. (جیانونی[۷]،۲۰۰۲ و سودرستروم، ۲۰۰۲).

**۳-سابقه تحقیقات و مطالعات انجام شده**

برینرد[۸](۱۹۶۷) رفتار سیاست پولی تحت نااطمینانی را از لحاظ نااطمینانی پارامترها بررسی کرد. بر اساس این تحقیق، در صورت وجود نااطمینانی ساختار سیاستی اقتصاد، پاسخ های احتیاطی[۹] بیشتری نسبت به حالت نبود نااطمینانی لازم است. این سیاست به اصول برینرد معروف است. جیانونی (۲۰۰۲) بر اساس نااطمینانی شیب منحنی فیلیپس و معادله اولر، سیاست حداقل- حداکثری مقید را برای تحلیل قاعده بهینه پولی بررسی کرده است.

---

[6] Multiplicative uncertainty
[7] Giannoni
[8] Brainard
[9] More cautiously

تحقیق جیانونی با اصول برینرد دارای نتایج متفاوت بوده است. مطابق نتایج این تحقیق، واکنش شدیدتر سیاست گذاران به تغییرات تورم نسبت به حالت اطمینان توصیه شده است. تحقیق جیانونی با تحقیقات اناتسکی و ویلیامز[۱۰] (۲۰۰۳)، سودرستروم (۲۰۰۲) منطبق بوده است. بر این اساس، اصول برینرد برای تحلیل سیاست بهینه مقید و محدود در همه ی مدل ها و روابط برقرار نیست.

در اغلب تحقیقات، تحلیل رفتار نرخ بهره بانک مرکزی، با استفاده از قواعد خطی نرخ بهره مدل تیلور[۱۱] (۱۹۹۳) و سیاست ساختاری نرخ بهره کوتاه مدت بوده است. ( کلاریدا[۱۲] و دیگران، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۰ و جاد و رودیبوش[۱۳] ۱۹۹۸ و جوندیو[۱۴] و دیگران، ۲۰۰۴).

در برخی از تحقیقات، توابع غیر خطی در مدل های نرخ بهره، با استفاده از تصریح استاندارد قواعد تیلور بررسی شده است. برای مثال، دولادو[۱۵] و دیگران (۲۰۰۵) تاثیر متقابل تورم و شکاف تولید در مدل مبتنی بر قاعده تیلور استاندارد غیر خطی را بررسی کرده اند.

کیم[۱۶] و دیگران (۲۰۰۵) ارتباط ناپارامتریک انعطاف پذیر غیر خطی قاعده سیاستی فدرال رزرو در دوره پیش از ۱۹۷۹ را استخراج کردند. با استفاده از این مدل غیر خطی در فضای نااطمینانی پارامترها، قاعده بهینه به صورت پذیرش انحراف پایین تورم از هدف و واکنش شدید به انحرافات تعریف شده است

سوریکو[۱۷] (۲۰۰۷) در مدل سیاست پولی در فضای نااطمینانی ترجیحات نامتقارن را در مدل استاندارد کینزی جدید مدل سازی کرد. همچنین وجود نااطمینانی از دیگر دلایل غیر خطی بودن مدل های اقتصادی بوده است.

---

[10] Onatski and williams
11 Taylor
12 Clarida
13 Judd and rudebusch
14 Jondeau
15 Dolado
16 Kim
[17] Surico

مطابق تحقیق می یر[۱۸] و دیگران (۲۰۰۱) غیر خطی بودن تصریح مدل ناشی از نااطمینانی در نرخ بیکاری طبیعی بوده است. بر اساس برخی از نتایج این تحقیقات، با کاهش نااطمینانی و قرار گرفتن در یک آستانه اطمینان، بانک مرکزی از سیاست های فعال تر و شدیدتر استفاده کرده است.

## ۴- تشریح مدل

در این تحقیق از مدل اقتصاد باز کینزینی جدید بر اساس تحقیق کلاریدا[۱۹] و دیگران (۲۰۰۱) به صورت روابط (۳) معادله $IS$ و (۴) منحنی فیلیپس کینزینی استفاده شده است.

$$x_t = E_t x_{t+1} - \frac{1+\omega}{\sigma}(i_t - E_t\pi_{t+1} - r_t^n) \quad (۳)$$

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + kx_t + \varepsilon_{\pi t} \quad (۴)$$

در رابطه فوق، $\pi_t$ نشانگر نرخ تورم، $x_t$ شکاف تولید، $i_t$ نرخ بهره اسمی و $r_t^n$ نرخ بهره طبیعی[۲۰] و $\sigma$ ضریب ریسک گریزی نسبی است. همچنین $\omega$ و $k$ به ترتیب شاخص پارامترهای ساختاری به صورت رابطه هم ارزی $\omega \equiv \gamma(\sigma\eta - 1)(2-\gamma)$ و $k = \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta}(\phi + \frac{\sigma}{1+\omega})$ تعریف شده است. این روابط متشکل از $\gamma$ شاخص درجه باز بودن اقتصاد و $\eta$ شاخص کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی، $\beta$ عامل تنزیل، $\phi$ معکوس کشش عرضه نیروی کار و $\theta$ درجه چسبندگی قیمت[۲۱] است. در مقایسه با اقتصاد بسته، با افزایش نرخ بهره واقعی داخلی و افزایش تقاضای سفته بازی، تقاضای کل و شکاف تولید جاری از طریق جانشینی بین زمانی مصرف کاهش می یابد. این جریان با کاهش صادرات تشدید می شود. بر اساس منحنی عرضه کل (رابطه ۴) تورم با شکاف تولید و شوک هزینه به صورت غیر مستقیم در ارتباط است.

---

[18] Meyer

[19] Clarida

[20] نرخ بهره محاسبه شده در اقتصاد رقابتی بر اساس قیمت های انعطاف پذیر است.

[21] -۱ از بنگاه ها قیمت هایشان را از طریق بهینه یابی انتخاب می کنند. $\theta$ فرض می شود که نسبت

با فرض وجود اثر شوک نرخ تورم در مدل، تصریح شوک بر اساس فرآیند خود رگرسیونی مرتبه اول $AR(1)$ به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

$$\varepsilon_{\pi t+1} = \rho_{\pi}\varepsilon_{\pi t} + \xi_{\pi t+1} \quad (۵)$$

هدف سیاست گذاران حداقل سازی تابع هزینه به صورت رابطه زیر است.

$$\min \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{\infty}[\pi_{t+i}^2 + \lambda_x x_{t+i}^2] \quad (۶)$$

برای بررسی اثر نااطمینانی پارامترها بر سیاست بهینه پولی، تحلیل چگونگی تغییرات ساختار متغیرهای مدل در اقتصاد دارای اهمیت است. در این تحقیق با فرض وجود ساختار اطلاعات نامتقارن بین بانک مرکزی و بخش خصوصی و عدم آگاهی دقیق سیاست گذار از بردارهای پارامترهای ساختاری $P = (\theta, \eta)$ نااطمینانی بررسی شده است. دلیل تاکید نااطمینانی بر اساس درجه چسبندگی قیمت و کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی، مشکلات تعریف اندازه واقعی این پارامتر و ارزش های مختلف برآوردی در تحقیقات انجام شده است. در برخی ادبیات مقادیر کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی در محدوده ی ۱ تا ۱/۵ و در برخی دیگر در محدوده ی مقدار ۱ تا ۶ پیشنهاد شده است ( لای و تریفلر[۲۲] ۲۰۰۲). کانال اثرگذاری نااطمینانی $(\theta, \eta)$ بر سیاست گذاری از طریق پارامترهای $\omega$ و $k$ است. پارامتر $k$ به عنوان شیب منحنی فیلیپس، تشریح کننده‌ی چگونگی اثرگذاری انتظارات درباره سطح شکاف تولید آینده، بر سطح تورم جاری است. نااطمینانی $\omega$ با برآوردهای بیش از حد مشخص یا کمتر از حد مشخص الگوی تصریحی اقتصادی همراه است. در این تحقیق قاعده بهینه سیاست پولی با در نظر گرفتن نااطمینانی پارامترهای اقتصادی بر اساس تحقیق جیانونی (۲۰۰۲) بررسی شده است.

[22] Lai and Trefler

هدف سیاست گذار، انتخاب سیاست $f$ بر اساس پارامترهای برداری نامطمئن $\varphi\varepsilon\mathrm{P}$ است.[۲۳] این سیاست تابعی از یک سری قواعد غیر جبری است. هدف بانک مرکزی انتخاب سیاست بهینه $f$ برای حداقل سازی رابطه (۶) بر اساس نااطمینانی اطلاعاتی بردار پارامترهای $\mathrm{P}$ و مشخص بودن محدوده تغییرات آنها است.

**۵- سیاست پولی بهینه بر اساس قاعده سیاستی تیلور در فضای نااطمینانی**

تابع سیاستی بانک مرکزی بر اساس قاعده ساده تیلور به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

$$i_t = \phi_\pi \pi_t + \phi_x x_t \qquad (۷)$$

با استفاده از رابطه فوق و بهینه یابی حداقل- حداکثر، بردار $\{\pi_t(f^*(\mathrm{P}^*),\mathrm{P}^*), x_t(f^*(\mathrm{P}^*),\mathrm{P}^*)\}$ متشکل از سیاست بهینه طراحی شده $f^*(\mathrm{P}^*)\varepsilon f$ و $\mathrm{P}^*$ به عنوان پارامتر حداقل سازی هزینه رفاهی قابل استخراج است. پس از طراحی قاعده سیاستی بر اساس بردار پارامترهای داده شده $f(\mathrm{P})$ ، هزینه رفاهی حداقل و قاعده‌ی بهینه برای مقادیر تورم، شکاف تولید و نرخ بهره استخراج می شود.

رابطه غیر خطی تیلور بر اساس قواعد نرخ بهره تیلور به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

$$i_t = \phi_i\{\bar{i} + \phi_\pi \pi_t + \phi_x x_t + \phi_{\pi^2 x} x_t \pi_x^2\} + (1-\phi_i) i_{t-1} \qquad (۸)$$

در رابطه فوق $\bar{i}$ ضریب ثابت و $\phi_x$، و $\phi_\pi$ و $\phi_{\pi^2 x}$ ضرایب فرم تقلیل یافته برآوردی است. پاسخ های نرخ بهره علاوه بر سطح تورم و شکاف تولید به توان دوم تغییرات تورم و شکاف تولید نیز وابسته است. رابطه فوق بر اساس فرم انتظارات تورمی به صورت رابطه $E_t\{f(\mathrm{P}) z_{t-1}\} = 0$ نیز نشان داده می شود. مطابق این رابطه مجموعه متغیرهای ساختاری( $z_{t-1}$ ) و پارامترهای مورد نظر برای برآورد $f(\mathrm{P})$ نشان داده شده است. تصریح فرم تقلیل یافته بر اساس رابطه انتظارات تورمی و روش گشتاورهای تعمیم یافته[۲۴] به صورت زیر است.

---

[23] $\varphi$ نشانگر فضای پارامتر ها است.

[24] Generalized Method of Moments (GMM)

$$E_t\{(i_t-\phi_i\{\bar{i}+\phi_\pi\pi_t+\phi_x x_t+\phi_{\pi_x^2}x_t\pi_t^2\}-(1-\phi_i)i_{t-1})z_{t-1}\}=0 \quad (۹)$$

می دانیم با درنظر گرفتن میانگین خطای پیش بینی برابر صفر بر اساس نظریه انتظارات عقلایی بهترین پیش بینی از متغیرها برابر میانگین آن متغیر بر اساس اطلاعات دوره قبل است. بنابراین با توجه به وجود همبستگی پیاپی جمله اخلال در انتظارات چند دوره ای، استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته یکی از بهترین راه‌حل‌ها است. در این روش با اصلاح ماتریس کوواریانس خودهمبستگی، نتایج معتبر تر و استنباط های آماری قابل استنادتر است. برای بررسی اثر نااطمینانی بر سیاست پولی از ماتریس ضرایب بر اساس فرم فضای حالت استفاده شده است.

فرم فضای حالت رابطه حداقل سازی با جایگذاری رابطه قاعده تیلور در روابط قیدهای (۳) و (۴) به صورت زیر است.

$$\begin{bmatrix}E_t x_{t+1}\\ E_t\pi_{t+1}\end{bmatrix}=A\begin{bmatrix}x_t\\ \pi_t\end{bmatrix}+B\begin{bmatrix}r_t^n\\ \varepsilon_{\pi t}\end{bmatrix} \quad (۱۰)$$

در رابطه فوق ماتریس های $A$ و $B$ به صورت زیر است.

$$A=\begin{bmatrix}1+\frac{(1+\omega)k}{\beta\sigma}+\frac{(1+\omega)\phi_x}{\sigma} & \\ -\frac{k}{\beta} & \end{bmatrix}$$

$$B=\begin{bmatrix}-\frac{(1+\omega)}{\sigma} & \left(\frac{1+\omega}{\beta\sigma}\right)\\ 0 & -\frac{1}{\beta}\end{bmatrix} \quad (۱۱)$$

پس از تنظیم معادلات فضای حالت، حداقل سازی بر اساس رابطه ریکاتی[۲۵] تنظیم شده است ( اوگاتا[۲۶] ۱۳۸۸). مطابق این رابطه، تنظیم رابطه حداقل سازی بر اساس معادلات حالت، معادل یافتن ماتریس بهره‌ای برای برقراری مسائل بهینه سازی خطی درجه دوم[۲۷]

[25] Riccati Equation
[26] Ogata
[27] Linear Quadratic (LQ) Problems

است. پس از استخراج رابطه حداقل سازی از الگوریتم ژنتیک[۲۸] برای تعیین هزینه رفاهی[۲۹] استفاده شده است. برای بررسی اثر نااطمینانی بر سیاست بهینه از تغییر وزن متغیرهای سیاستی و تغییر ضرایب کالیبره شده‌ی ماتریس های $A$ و $B$ استفاده شده است (رضایی و رنجبران[۳۰] ۱۳۸۸).

## ۶- تشریح داده ها و برآورد مدل تجربی

در این تحقیق بر اساس تحقیق اسونسون[۳۱] (۱۹۹۷) و الینگسون و سودرستروم[۳۲] (۲۰۰۴) از مدل تشریح شده مطابق روابط (۳) و (۴) استفاده شده است. برای نرخ بهره در اقتصاد ایران از تغییرات نرخ اجاره مسکن به عنوان جایگزین نرخ بهره در مدل تعادل عمومی برای نزدیک شدن به مدل واقعی استفاده شده است. در این تحقیق تولید بالقوه بر اساس روش عرب مازار و کشوری شاد (۱۳۸۴) با استفاده از انتخاب بهترین روند تولید بالفعل از بین روندهای زمانی مختلف برای تولید بالفعل برآوردی و افزایش تمام مقادیر به میزان اختلاف بین مقادیر برآوردی و مقادیر واقعی طی دوره ۹۱-۱۳۵۰ استفاده شده است. قبل از برآورد حداقل مربعات، آزمون ایستایی متغیرها بررسی شده است. بر اساس آماره آزمون فیلیپس پرون کلیه متغیرها با یک تفاضل و روند ایستا بوده است. بر این اساس رابطه حداقل مربعات معمولی استخراج شده است. در مرحله بعد، از برآورد رابطه غیر خطی نیز برای مقایسه استفاده شده است. پس از استخراج این روابط، از ضرایب آنها و ضرایب استخراجی سایر تحقیقات برای تنظیم و شبیه سازی ماتریس ضرایب با استفاده از روش بهینه سازی خطی درجه دوم ضرایب معادله بهره $k$ استخراج شده است. اثر نااطمینانی پارامترها بر اساس ضریب ماتریس بهره ای و رابطه تابع هزینه رفاهی با استفاده از الگوریتم ژنتیک بررسی شده است.

### ۶-۱- نتایج برآورد مدل اول

---

[28] Genetic Algorithm
[29] Loss Function
[30] Rezaee and Ranjbaran
[31] Svensson
[32] Ellingsen and Soderstrom

یکی از مدل های تشریحی در روش تحقیق، قاعده خطی ساده تیلور است. در ابتدا این مدل پس از انجام آزمون های ایستایی با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی استخراج شده است. نتایج این رابطه در جدول (۱) ارائه شده است. مطابق این جدول ضریب تورم نشانگر عکس العمل بیشتر نرخ بهره به تغییرات تورم بوده است.

جدول (۱):نتایج برآورد حداقل مربعات معمولی

| متغیر | ضریب | آماره $t$ | $prob$ |
|---|---|---|---|
| C | ۲/۵ | ۶/۰۱ | ۰/۰۰۰ |
| LNP | ۰/۲ | ۲/۰۹ | ۰/۰۴۳۵ |
| LNX | ۰/۰۷ | ۳/۱ | ۰/۰۰۳۸ |
| AR(1) | ۰/۵۹ | ۲/۸ | ۰/۰۰۸۱ |
| MA(1) | -۰/۹۵ | -۴۴/۹۰ | ۰/۰۰۰ |
| آزمون های تصریح مدل | | | |
| آزمون ناهمسانی واریانس | | ۰/۲۵ | |
| آزمون خودهمبستگی | | ۰/۵۵ | |
| آزمون رمزی | | ۰/۹ | |
| آزمون نرمالیتی | | ۰/۹۹ | |

ماخذ: نتایج تحقیق

بر اساس نتایج آزمون های تصریحی این مدل، مدل به شکل صحیحی تصریح شده است. آماره آزمون رمزی نیز نشان از فرم صحیح ساختاری مدل بوده است.

**۶-۲- نتایج برآورد مدل دوم**

برای بررسی چگونگی اثر نااطمینانی بر پاسخ های تصادفی تورم و شکاف تولید بر اساس رابطه غیر خطی تیلور، از روش گشتاورهای تعمیم یافته ( $GMM$ ) استفاده شده است. سپس با استفاده از رابطه ریکارتی، اثر نااطمینانی بر اساس تغییر وزن ضرایب معادله حالت در رابطه حداقل سازی بررسی شده است. برآورد فرم ساختاری گشتاورهای تعمیم یافته بر اساس سیزده وقفه تورم و هفت وقفه نرخ بهره انجام شده است. بر اساس نتایج برآورد مطابق جدول (۲) ضریب متغیر $\phi_{\pi^2 x}$ به عنوان ضرب توان دوم متغیر تورم در شکاف تولید، دارای بیشترین مقدار در تابع برآوردی بوده است. به عبارت دیگر نااطمینانی تورم دارای بیشترین وزن در تابع برآوردی بوده است. همچنین مقدار این ضریب نشانگر توضیح دهندگی بهتر مدل های غیر خطی قاعده پولی تیلور بوده است.

جدول (۲): نتایج برآورد مدل گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)

| | پارامتر | | | | | * آماره-J |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C$ | $\phi_i$ | $\phi_\pi$ | $\phi_x$ | $\phi_{\pi^2 x}$ | | statistic |
| ۱/۲۱ | ۰/۴۶ | ۰/۰۵ | ۱/۶۲ | – | | ۰/۲۷ |
| (۹۸/۳۹)** | (۱۶۶/۶) | (۱۸/۴) | (۴/۶) | | | |
| ۰/۹۶ | ۰/۵۳ | ۰/۰۵ | ۰/۷۷ | ۰/۸۱ | | ۰/۴۶ |
| (۶۰/۶۲) | (۹۴/۹۴) | (۵/۴۸) | (۴۹/۰۹) | (۱۱/۶) | | |

ماخذ: نتایج تحقیق

* آزمون همبستگی پسماندها و مساله تشخیصی مدل (نی وی و وست[۳۳]،۱۹۸۷).

**مقادیر آماره $t$ محاسباتی است.

## ۶-۳- کالیبره کردن

[33] Newey and West

برای محاسبه سیاست بهینه و هزینه های رفاهی بهینه از کالیبره کردن پارامترها مطابق جدول (۳) استفاده شده است.

جدول (۳):پارامترهای ساختاری

| پارامتر | شرح | مقدار |
|---|---|---|
| $\theta$ | درجه چسبندگی قیمت | ۰/۵ |
| $\sigma$ | ضریب ریسک گریزی | ۰/۶۱ |
| $\phi$ | معکوس کشش عرضه کار | ۲/۱۷ |
| $\beta$ | ضریب تنزیل | ۰/۹۹ |
| $\eta$ | کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی | ۱ |
| $\gamma$ | درجه بازبودن | ۰/۲ |
| $\rho_\pi$ | مدل خودرگرسیونی تورم | ۰/۷ |

بر اساس تحقیق کریم زاده[۳۴] (۱۳۸۹) عامل تنزیل ( $\beta$ ) برابر ۰/۹۹ درصد درنظر گرفته شده است. کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی ( $\eta$ ) برابر واحد منظور شده است( لوبیک و شورفیدی[۳۵]،۲۰۰۷). علاوه بر این، درجه بازبودن ( $\gamma$ ) بر اساس محاسبه ارزش متوسط نسبت واردات به تولید ناخالص داخلی طی دوره مطالعه برابر ۰/۲ در نظر گرفته شده است.

تهرانی و دیگران[۳۶] (۱۳۸۷) در تحقیقی برای مقایسه مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای[۳۷] با مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای مبتنی بر مصرف[۳۸] بر اساس مدل بریدلی و مایرز (۱۹۸۱) و فاما (۱۹۷۶) و تخصیص پرتفوی در شرایط عدم اطمینان و ریسک گریزی از معیار ریسک سیستماتیک دارایی ها استفاده کرده اند. در این تحقیق بر اساس آمار و

34 Karimzadeh
35 Lubik and Schorfheide
36 Tehrani
37 CAPM
38 C-CAPM

اطلاعات کلیه شرکت های پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره‌ی ۸۵- ۱۳۸۰ ضریب ریسک گریزی برابر ۰/۶۱ برآورد شده است. از این مقدار برای کالیبره سازی در این تحقیق استفاده شده است.

پارامتر معکوس کشش عرضه نیروی کار ( $\phi$ ) با استفاده از تحقیق طائی (۱۳۸۵) برابر۲/۱۷ استخراج شده است.

**۷- نتیجه اثر نااطمینانی پارامترها بر سیاست پولی**

پس از برآورد مدل اول و دوم از نتایج برآورد هریک از آنها برای بررسی اثر نااطمینانی پارامترها بر سیاست پولی به طور جداگانه استفاده شده است. نااطمینانی با استفاده از تغییر پارامترها از طریق تغییر در درایه های ماتریس های $A$ و $B$ مطابق رابطه (۱۱) انجام شده است. پارامترها از طریق مطالعات قبلی مطابق جدول (۳) و پارامترهای رابطه پولی ( $\phi_x$ و $\phi_\pi$) از طریق برآورد مطابق اطلاعات جدول (۱) و (۲) استخراج شده است.

پس از تنظیم معادلات حالت، با استفاده از مسئله بهینه سازی خطی درجه دوم، ضرایب معادله بهره $k$ استخراج شده است. سپس از این ضرایب با استفاده از الگوریتم ژنتیک مقدار هزینه رفاهی محاسبه شده است. اثر نااطمینانی پارامترها بر اساس تغییر در ضرایب محاسبه شده است. اثر هر تغییر با محاسبه مقدار هزینه رفاهی برای هر متغیر در دو مدل خطی و غیر خطی تیلور محاسبه شده است. مطابق نتایج جدول (۴) در حالت در نظر نگرفتن نااطمینانی در سیاست‌گذاری بانک مرکزی ($\eta=1$ و $\theta=0.5$) مقدار هزینه رفاهی حاصل از انحراف تورم و تولید از مقادیر هدف و افزایش تورم، برابر ۹/۷ است. این میزان نااطمینانی در حالت در نظر گرفتن اثر چسبندگی قیمت به مقدار ۷/۲ کاهش یافته است. به طوری که در حالت کنترل شدید بانک مرکزی بر متغیرهای نامطمئن و در نظر گرفتن اثرات آنها مقدار هزینه رفاهی به ۵/۳ کاهش یافته است. در حالت استفاده از مدل غیر خطی و برآورد با روش گشتاورهای تعمیم یافته، ضریب شکاف تولید $\phi_x$ دارای اثر بیشتری بر قاعده بهینه پولی بوده است. به عبارت دیگر در سیاست گذاری پولی لزوم کنترل تغییرات تولید دارای اهمیت بیشتری است. در حالت در نظر نگرفتن نااطمینانی در مدل غیر خطی مقدار هزینه رفاهی از حالت خطی کمتر بوده است. همچنین با کنترل بیشتر

بانک مرکزی بر متغیرهای نامطمئن، مقدار هزینه رفاهی کمتر شده است. به طوری که در حالت $\eta = 6$ و $\theta = 1$ و کنترل بیشتر بر متغیرهای موثر بر سیاست پولی، مقدار هزینه رفاهی کمترین مقدار بوده است.

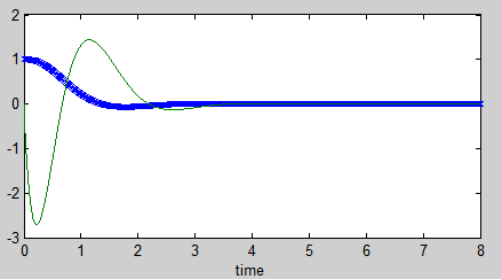
جدول (۴): هزینه رفاهی نااطمینانی پارامترها

| قاعده سیاستی | پارامتر | $\phi_x$ | $\phi_\pi$ | هزینه رفاهی |
|---|---|---|---|---|
| مدل اول | $\theta = 0.5, \eta = 1$ | ۰/۰۷ | ۰/۲ | ۹/۷ |
| | $\theta = 1, \eta = 1$ | ۰/۰۷ | ۰/۲ | ۷/۲ |
| | $\theta = 0.75, \eta = 3$ | ۰/۰۷ | ۰/۲ | ۷/۵ |
| | $\theta = 1, \eta = 6$ | ۰/۰۷ | ۰/۲ | ۵/۳ |
| برآورد به روش گشتاورهای تعمیم یافته | $\theta = 0.5, \eta = 1$ | ۰/۷۷ | ۰/۸۱ | ۷/۶ |
| | $\theta = 1, \eta = 1$ | ۰/۷۷ | ۰/۸۱ | ۵/۴ |
| | $\theta = 0.75, \eta = 3$ | ۰/۷۷ | ۰/۸۱ | ۵/۱ |
| | $\theta = 1, \eta = 6$ | ۰/۷۷ | ۰/۸۱ | ۴/۵ |

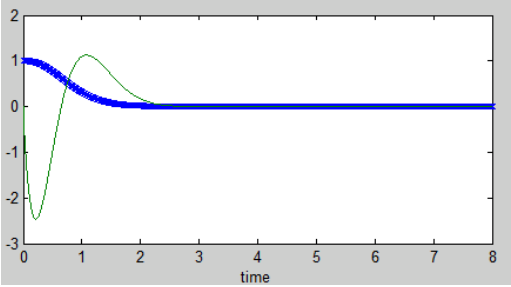
ماخذ: نتایج تحقیق

بر اساس نتایج رابطه حداقل سازی هزینه رفاهی، قاعده بهینه سیاستی، افزایش در نرخ بهره در پاسخ به انحراف مثبت در تولید و تورم بوده است. با کنترل بیشتر تورم، نرخ بهره در مقابل تغییرات متغیرها با شدت بیشتری تعدیل شده است. در مجموع، سیاست بهینه مستلزم پاسخ شدیدتر نسبت به تغییرات تورم در مقایسه با تغییرات تولید بوده است. در صورت تعدیل آزادانه نرخ بهره، واکنش اقتصاد بیشتر است. در این حالت رفتار بهینه سیاست گذار مستلزم پاسخ تهاجمی به شوک های اقتصادی است.

نمودار (۱): پاسخ به شوک تورم




نمودار (۲): پاسخ به شوک تولید




در نمودار (۱) و (۲) پاسخ های سیاستی نسبت به شوک های تورم و شکاف تولید بر اساس محاسبه ماتریس بهره ای در دو حالت اطمینان و نااطمینانی بررسی شده است[۳۹]. در این نمودار خط پررنگ نشانگر منظور کردن اثر نااطمینانی پارامترها است. شوک های تورم و شکاف تولید در حالت در نظر گرفتن نااطمینانی پارامترها با تغییرات کمتر به حالت اولیه بازگشته است.

## ۸- نتیجه گیری

در این تحقیق اثر نااطمینانی پارامترها بر سیاست پولی بر اساس تابع هزینه رفاهی بررسی شده است. درجه نااطمینانی بر اساس تغییرات درجه بازبودن اقتصاد و چسبندگی تورم و قیمت انجام شده است. بر اساس قاعده تیلور تحت نااطمینانی پارامترها، پاسخ کمتر به

[39] در معادله جایگذاری شده است. $u=-kx$ معادله $x(0)$ برای محاسبه پاسخ به شرط اولیه

شکاف تولید و پاسخ بیشتر به تغییر قیمت نسبت به حالت اطمینان انجام شده است. بر اساس نتایج این تحقیق قاعده سیاستی ثبات قیمت نتایج رفاهی را به شرایط بهترین اول نزدیک کرده است. قاعده ساختاری تنظیم نرخ بهره به وسیله بانک مرکزی به صورت غیر خطی دارای نتایج کاراتری بوده است. قاعده سیاست پولی بهینه بر اساس نااطمینانی پارامترها در این مدل ها با هزینه رفاهی کمتری همراه بوده است. به طوری که نرخ بهره به تغییرات تورم از مقادیر هدف بسیار شدید عکس العمل نشان داده است. بر اساس نتایج این تحقیق، در اقتصاد ایران اصول برینرد درباره نااطمینانی برقرار بوده است.

## فهرست منابع


Arabmazar, A. and Keshvari Shad, A. (2005) «Effect of Chang in Population Age Structure on Economic Growth», ***Economic Research***, 15:27-51. (in Persian).

Brainard, W. (1967)«Uncertainty and the Effectiveness of Policy», ***American Economic Review***, 57, 411-425.

Clarida, R., Gal, J. and Gertler, M. (2001)«Optimal Monetary Policy in Open versus Closed Economies: An Integrated Approach», ***The American Economic Review***, 91(2), 248-252.

Clarida, R., Galí, J. and Gertler, M. (1998)«Monetary Policy Rules in Practice: Some international Evidence», ***European Economic Review***, 42, 1033-1067.

Clarida, R., Galí, J. and Gertler, M. (2000)«Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory», ***Quarterly Journal of Economics,*** 115, 147-180.

Dargahi H. and Sharbatoghli, R.(2010) «Monetary Policy Rule in Case of Inflation Persistency of Iran: an Optimal Control Approach», ***Tahghighat-eghtesadi***, 45(93):1-27. (in Persian).

Dolado, J., Maria-Dolores, R. and Naveira, M. (2005)«Are Monetary Policy

Reactions Functions Asymmetric? The Role of Non-linearity in the Phillips Curve», ***European Economic Review***, 49, 485-503.

Ellingsen, T. & Söderström, U. (2004) «Why Are Long Rates Sensitive to Monetary Policy? », Working Paper Series 160, ***Sveriges Riksbank*** (Central Bank of Sweden).

Giannoni, M. P. (2002)«Does Model Uncertainty Justify Caution? Robust Optimal Monetary Policy in a Forward-looking Model», ***Macroeconomic Dynamics***, 6, 111-144.

Jondeau, E., Le Bihan, H. and Gallès, C. (2004)«Assessing Generalized Methodof-Moments Estimates of the Federal Reserve Reaction Function», ***Journal of Business and Economic Statistics***, 22, 225-239.

Judd, J. P. and Rudebusch, G. D. (1998)«Taylor's Rule and the Fed 1970-1997», Federal Reserve Bank of San Francisco ***Economic Review***, No.3.

Karimzadeh, M. (2010)«Analysis of Terms of Trade Effects on Investment : Ramsy Model of Iran», ***Ph.D. Thesis of Economics***, Isfahan University. (in persian).

Kim, D. H., Osborne, D. R. and Sensier, M. (2005)«Non-linearity in the Fed's Monetary Policy Rule», ***Journal of Applied Econometrics,*** 20, 621-639.

Komijani, A. and Mashhadi Ahmad, F. (2012) «Monetary Policy and its Effect on Economic Growth: with Emphasis on the Banking Interest (Profit) Rate in Iran», ***Tahghighat-Eghtesadi***, 47(4),179-200. (in Persian).

Lai, H. and Trefler, D. (2002)«The Gains from Trade with Monopolistic Competition: Specification, Estimation and Mis-Specification, ***National Bureau of Economic Research***, Working Paper No. 9169

Lubik, T. A. and Schorfheide, F. (2007)«Do Central Banks Respond to Exchange Rate Movements? A Structural Investigation», ***Journal of Monetary Economics***, 54(4), 1069-1087.

Meyer, L. H., Swanson E. T. and Wieland, V. W. (2001)«NAIRU Uncertainty
and Non-linear Policy Rules», ***American Economic Review***, 91, 226-231.

Newey, W. and West, K. (1987)«Hypothesis Testing with Efficient Method of Moments Estimation», ***International Economic Review***, 28, 777–787.

Ogata, k. (2009)«Matlab for Control Engineering», Translated by Mahmod Dayyani,Tehran: ***Ministry of culture and Islamic Guidance***.(in persian).

Onatski, A. and Williams, N. (2003)«Modeling Model Uncertainty», ***Journal of the European Economic Association***, 1, 1087-1122.

Rahbar, F. Sargolzaei, M. (2011)« Effects of Fiscal Policy on Economy Growth and Poverty During the Period 1386-1363 in Iran», ***Tahghighat-eghtesadi***, 96,89-110. (in Persian).

Rezaee, A. and Ranjbaran, S. (2009)«Applied Learning of Genetic Algorithms and Fuzzy in Matlab Software», Tehran, ***ketab padedeh publication***. ( in persian).

Romer, C.D. and Romer, D.H. (2003)«The Evolution of Economic Understanding and Postwar Stabilization Policy», Rethinking Stabilization Policy, ***Federal Reserve Bank of Kansas city***, 11-78

Söderström, U. (2002)«Monetary policy with Uncertain Parameters», ***Scandinavian Journal of Economics***, 104, 125-145.

Surico, P. (2007)«The Fed's Monetary Policy Rule and U.S. Inflation: The Case of Asymmetric Preferences», ***Journal of Economic Dynamics and Control***, 31, 305-324.

Svensson, L. E. O. (1997)« Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets», ***European Economic Review***, 41: 1111–1146.

Taylor, J. B. (1993)«Discretion vs Policy Rules in Practice», ***Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy,*** 39, 195-214.

Tehrani,R., Godarzi, M. and Moradi, H. (2008)«Risk and Return, CAPM and CCAPM Approach in Tehran Stock», ***Tahgheghat-e-eghtesadi***,43(85):61-81.(in persian).