

استخدام نماذج التوازن العام العشوائية الديناميكية في تحليل السياسة النقدية

مع التطبيق على تنزانيا

د. عراقي عبد العزيز الشربيني¹، ولاء محمد محروس²

ملخص البحث

مع التوسع في تطبيق نماذج التوازن العام العشوائية الديناميكية لتحليل السياسات الاقتصادية الكلية، والدورات الاقتصادية، والتنبؤ بالأداء الاقتصادي في الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، تسعى هذه الورقة البحثية إلى استخدام نموذج توازن عام عشوائي ديناميكي لاقتصاد صغير مغلق لتحليل أداء السياسة النقدية في تنزانيا. ويتم استخدام المنهج البيزي في عملية تقدير و تتبع مسار آثار السياسة النقدية على عدد من المتغيرات الاقتصادية الكلية لتنزانيا. هذا، وتؤكد النتائج على التزام "بنك تنزانيا" باتباع سياسة نقدية لا يشوبها تغيرات جذرية، هذا بالإضافة إلى نجاحه في استهداف معدل التضخم. كما تشير النتائج إلى الدور الفعال الذي تلعبه السياسة النقدية في الاقتصاد التنزاني؛ حيث يتأثر كل من الناتج ومعدل التضخم بالصدمات النقدية بدرجة كبيرة.

1. مقدمة

نجحت نماذج التوازن العام العشوائية الديناميكية (Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) Models أن تحل محل نماذج الاقتصاد القياسي الكلية في عملية تحليل الدورات الاقتصادية، والتنبؤ بالأداء الاقتصادي، ورسم السياسات الاقتصادية خلال العقدين المنصرمين. فقد بدأت العديد من البنوك المركزية في الدول المتقدمة (بنك كندا، وبنك إنجلترا، والبنك المركزي الأوروبي، وبنك الاحتياطي الفيدرالي الأمريكي)، والدول النامية (البنك المركزي في شيلي، والبنك المركزي في بيرو، والبنك المركزي في دولة جنوب أفريقيا، والبنك المركزي في نيجيريا) في استخدام تلك النماذج لتحليل ورسم السياسة النقدية³. كما قام صندوق النقد الدولي بتصميم "نموذج الاقتصاد الشامل"، و"النموذج الشامل لتكامل السياسة المالية والنقدية"، و"نموذج السياسة المالية الشامل" لتحليل ورسم السياستين النقدية والمالية على مستوى دول العالم⁴.

ويمكن إرجاع هذا النجاح والانتشار لنماذج DSGE إلى قدرتها على أن تقدم توصيفاً مفصلاً لهيكل الاقتصاد الكلي و دوافع وسلوك الفاعلين الاقتصاديين، وتتبع مسار العديد من القرارات التي

¹ أستاذ الاقتصاد المساعد بقسم السياسة والاقتصاد، معهد البحوث والدراسات الإفريقية – جامعة القاهرة.

² مدرس مساعد بقسم السياسة والاقتصاد، معهد البحوث والدراسات الإفريقية – جامعة القاهرة. ويود الباحثان التوجه بالشكر والتقدير إلى كل من الدكتور/ Jonathan Benchimol المحاضر بجامعة Sorbonne، والدكتور/ Johannes Pfeifer المحاضر بجامعة Mannheim على ما قدماه من إرشادات سديدة وتوجيهات عديدة أثناء عملية تشغيل النموذج وتحليل النتائج الخاصة به، فلهما جزيل الشكر والتقدير.

³ C. E. Tovar: **DSGE Models and Central Banks**, Bank for International Settlements (BIS) Working Paper, No. 258, September 2008 (Basel: BIS), p. 1.

⁴ Jana Kremer et al: "Dynamic Stochastic General Equilibrium Models as a Tool for Policy Analysis ", **CESifo Economic Studies**, Vol. 52, No. 4/2006, November 2006 (Oxford: Oxford University Press), p. 641.

يتخذونها عبر الزمن، وتقيّم تأثيرها على المتغيرات الاقتصادية الكلية. كما تساعد هذه النماذج على تحليل أثر الصدمات العشوائية على الاقتصاد الكلي؛ حيث تقدم هذه النماذج توصيفاً دقيقاً للقنوات التي تنتقل من خلالها تلك الصدمات مما يمكن من تتبع وتقييم آثارها المباشرة وغير المباشرة على المتغيرات الاقتصادية الكلية¹. كذلك تؤكد العديد من الدراسات التطبيقية الحديثة على أن التوقعات التي يمكن الحصول عليها باستخدام نماذج DSGE تتمتع بانخفاض الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ المربع (Root Mean Squared Error) مقارنةً بتلك التي يمكن الحصول عليها من خلال نماذج "متجه الانحدار الذاتي" (Vector Auto Regressions (VARs)) ونماذج "متجه الانحدار الذاتي البيزي" (Bayesian Vector Auto Regressions (BVARs))، شريطة أن يحتوي النموذج على عدد كافٍ من الصدمات وأن تكون معاملات النموذج محددة بشكل جيد (Well Identified)².

وتوجد العديد من الطرق القياسية المتعارف عليها والتي يتم استخدامها من قبل الباحثين لـ تعيين قيم لمعاملات (Parameterize) نماذج DSGE، وتقييم تلك النماذج (Evaluate DSGE Models). وتتضمن هذه الطرق³: "المعايرة"، و"طريقة العزوم المعممة" (Generalized Method of Moments (GMM))، و"دالة الاستجابة للصدمات" (Impulse Response Function (IRF))، و"طريقة الإمكان الأكبر" (Maximum Likelihood Method)، وأخيراً "المنهج البيزي". ويتزايد الاعتماد في الفترة الأخيرة على المنهج البيزي في تقدير نماذج DSGE نظراً لنجاحه في التغلب على مشاكل التمييز (Identification Problems) المتعلقة بنماذج DSGE والتي لا تستطيع طرق الاقتصاد القياسي الكلاسيكي معالجتها، كما يمكنه التغلب على المشاكل المتعلقة بتوصيف نماذج DSGE لأنه يفترض عدم وجود نموذج صحيح/موصف توصيفاً صحيحاً (All Models are False). كما يساعد هذا المنهج من خلال استخدام التوزيعات الاحتمالية القبلية للمعاملات - والتي يعتمد اختيارها على النظرية الاقتصادية والدراسات الاقتصادية التطبيقية - على إدراج معلومات إضافية في عملية تقدير المعاملات. كذلك يقدم هذا المنهج مجموعة واسعة من الأدوات التي تمكن الباحثين من تقدير وتقييم نماذج DSGE - خاصة النماذج متوسطة وكبيرة الحجم (Evaluate Medium- to Large- Scale Models)⁴.

هذا، وتسعى هذه الورقة البحثية إلى استخدام نموذج توازن عام عشوائي ديناميكي لاقتصاد صغير مغلق تم تصميمه من قبل Rabanal و Rubio-Ramírez في عام 2003 صغير مغلق لتحليل

¹ Shanaka J. Peiris & Magnus Saxegaard: **An Estimated DSGE Model for Monetary Policy Analysis in Low-Income Countries**, International Monetary Fund (IMF) Working Paper, No. 07/282 (Washington, D. C.: IMF, December 2007), p. 5.

¹ للمزيد من التفاصيل، انظر:

Rochelle M. Edge et al: "A Comparison of Forecast Performance between Federal Reserve Staff Forecasts, Simple Reduced-Form Models, and a DSGE Model", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 25, Issue 4 (New York, NY: John Wiley & Sons Ltd., 2010), pp. 720-754.

² S. An & F. Schorfheide: "Bayesian Analysis of DSGE Models", **Econometric Reviews**, Vol. 26, Issue 2-4, May 2007 (London: Taylor & Francis Group), p. 123.

³ Pablo A. Guerrón-Quintana & James M. Nason: **Bayesian Estimation of DSGE Models**, Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper, No. 12-4 (Pennsylvania, PA: Federal Reserve Bank of Philadelphia, February 2012), p. 1.

أداء السياسة النقدية في تنزانيا¹؛ باعتبار أن هذا المجال أصبح من أكثر المجالات استخداماً لهذه النماذج في ضوء اعتماد البنوك المركزية في الدول المتقدمة وعدد من الدول النامية على هذه النماذج في هذا الغرض. وبناء عليه، يتم وضع توصيفاً كاملاً لهذا النموذج، ثم عرض خطوات كلٍ من أسلوب المحاكاة الذي يتم استخدامه للحصول على بيانات تركيبية لمتغيرات النموذج، والمنهج البيزي الذي يتم استخدامه في عملية التقدير. وأخيراً، يتم تحليل النتائج و تتبع مسار آثار السياسة النقدية على عدد من المتغيرات الاقتصادية الكلية في تنزانيا.

2. توصيف النموذج

يتكون النموذج من أربعة فاعلين اقتصاديين؛ القطاع العائلي الذي يحتوي على عدد لا نهائي من الأسر (ويقوم الأفراد داخل كل أسرة بالمشاركة في سوق العمل)، والمنتجين/المنشآت الصناعية (عدد لا نهائي من منتجي السلع الوسيطة والنهائية)، والحكومة، وأخيراً البنك المركزي المسؤول عن رسم السياسة النقدية. ويخضع سوقي السلع الوسيطة والعمل في هذا النموذج إلى شروط المنافسة الاحتكارية، بينما يخضع سوق السلع النهائية إلى شروط المنافسة الكاملة. ويواجه منتجو السلع الوسيطة قيوداً في تحديد الأسعار الخاصة بسلعهم (Restrictions in Price-setting Process). كما يحتوي النموذج على أربع صدمات خارجية؛ وهي: صدمة تكنولوجية، وصدمة تلحق بتفضيل/اختيار المستهلك (Preference Shock)، وصدمة تلحق بهامش الربح، وأخيراً صدمة نقدية. ومن ثم، يمكن إيجاز الفروض التي يعتمد عليها النموذج في النقاط الأربع التالية²:

1. اقتصاد مغلق بدون استثمار خاص وهناك دور محايد للإنفاق الحكومي (السياسة المالية)؛ أي الناتج الكلي يتم استهلاكه.
2. سيطرة المنافسة الاحتكارية على سوقي السلع الوسيطة والعمل؛ أي أن هناك تنوع في السلع الوسيطة (Differentiated Goods)/السلع المنتجة غير متماثلة أو غير متجانسة، ومن ثم يتم تحديد أسعار السلع من قبل المنتجين/يستطيع المنتجون التحكم في أسعار السلع المنتجة (أي أنهم غير متلقين للأسعار)، كما أن هناك عدم تجانس/عدم تماثل في عنصر العمل، ومن ثم يتم تحديد الأجور من قبل الأسر/يستطيع الأفراد العاملون داخل الأسر التحكم في تحديد الأجور التي يحصلون عليها (أي أنهم غير متلقين للأجور). بينما تسيطر شروط المنافسة الكاملة على سوق السلع النهائية.
3. سيطرة الجمود على هيكل أسعار السلع الوسيطة/أو أن هناك قيود مفروضة على "آلية موازنة الأسعار" (Price Adjustment Mechanism)؛ ويتم ذلك من خلال افتراض أن بعض المنتجين فقط هم القادرون على إعادة تعيين/تحديد أسعار هذه السلع في كل فترة (In Any Given Period).

⁴ ويرجع السبب وراء اختيار هذا النموذج إلى سهولة تطبيقه (إمكانية تطبيقه)، وملائمته لحالة تنزانيا، وتوافر الأكواد الخاصة بتطبيقه على البرنامج الإحصائي Dynare. لمزيد من التفاصيل، انظر:

Pau Rabanal & Juan F. Rubio-Ramírez: **Comparing New Keynesian Models of the Business Cycle: A Bayesian Approach**, Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper, No. 2001-22a (Georgia, GA: Federal Reserve Bank of Atlanta, February 2003), pp. 1-39.

² Ibid., pp. 3-4.

4. عدم حياد دور السياسة النقدية في الاقتصاد الكلى.

وفيما يلي شرح مفصل للمعادلات الرياضية و لقرارات الأمثلية التي يتخذها المنتجين والأفراد (المستهلكين/القطاعات العائلية) في هذا النموذج.

■ القطاع العائلي¹

في كل فترة زمنية S_t ، يتخذ الفاعلون الاقتصاديون في النموذج مجموعة من القرارات. ومن ثم، يشير $h_t = \{s_0, s_1, s_2, \dots, s_t\}$ إلى سلسلة من الفترات الزمنية التي تبدأ بـ s_0 وتنتهي بـ s_t . وتسعى كل أسرة – والتي يتم الرمز إليها بـ j – إلى تعظيم منفعتها المتوقعة من كلٍ من الاستهلاك، وعدد ساعات العمل، والرصيد من النقود الحقيقية (Real Money Balance Holdings) منذ الوقت الحاضر إلى ما لا نهاية. وتأخذ دالة المنفعة (دالة الهدف (Objective Function) لكل أسرة الشكل التالي:

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \sum_{h_t} \beta^t \pi(h_t) \left[\frac{G(h_t) C(h_{t,j})^{1-\frac{1}{\sigma}}}{1 - \frac{1}{\sigma}} + \frac{\nu}{1 - \xi} \frac{M(h_{t,j})^{1-\xi}}{P(h_t)} - \frac{N(h_{t,j})^{1-\gamma}}{1 + \gamma} \right] \quad (1)$$

حيث أن $C(h_{t,j})$ هي الكمية المستهلكة من السلع النهائية المنتجة، و $\frac{M(h_{t,j})}{P(h_t)}$ هي الرصيد من

النقود الحقيقية، و $N(h_{t,j})$ هي عدد ساعات العمل للأسرة j ، و $P(h_t)$ هي سعر السلعة النهائية،

و β هي عامل الخصم، و σ هي مرونة الإحلال فيما بين الفترات الزمنية (Elasticity of Intertemporal Substitution)، و ξ هي مرونة الاحتفاظ بالنقود (Elasticity of Money

Holdings)، و $\frac{1}{\gamma}$ هي مرونة عرض العمل للأجر الحقيقي، و ν هي مقياس للأهمية التي يمثلها

الرصيد من النقود الحقيقية في دالة المنفعة، و $G(h_t)$ هي الصدمة التي تلحق بتفضيل المستهلك (Preference-Shifter Shock) وتؤدي إلى تغيير قراراته فيما يتعلق باستهلاك السلع النهائية، ومن ثم تؤثر على المنفعة الحدية للاستهلاك. ويتمثل قيد الميزانية المفروض على دالة المنفعة فيما يلي:

¹ Ibid., p. 4.

$$P(h_t)C(h_{t,j}) + M(h_{t,j}) - M(h_{t-1,j}) + \sum_{T=1}^{\infty} \sum_{h_{t+T}|h_t} Q(h_{t+T} | h_t) D(h_{t+T}, j) + \frac{B(t+1,j)}{R(h_t)}$$

$$= W(h_t, j)N(h_t, j) + \Pi(h_t, j) + T(h_t, j) + D(h_t, j) + B(t, j) \quad (2)$$

حيث أن $D(h_{t+T}, j)$ هي سندات مشروطة (Contingent Bonds) يمتلكها القطاع العائلي و $Q(h_{t+T} | h_t)$ هي سعر هذه السندات¹، و $B(t+1,j)$ هي سندات غير مشروطة يحتفظ بها القطاع العائلي (Uncontingent Bond) و $\frac{1}{R(h_t)}$ هي سعر هذه السندات (وهو معكوس/مقلوب (Inverse)) سعر الفائدة الاسمي الإجمالي ((Gross Nominal Interest Rate))، و $W(h_t, j)$ الأجر الاسمي في الساعة، و $\Pi(h_t, j)$ هي أرباح المنشآت التي يملكها القطاع العائلي (تملكها الأسر)، و $T(h_t, j)$ هي التحويلات/الإعانات الحكومية الاسمية (Nominal Transfers) للقطاع العائلي أو إجمالي الضرائب المدفوعة للحكومة (Lump-sum Taxes).

■ المنتجون (سوقي السلع الوسيطة والنهائية)²

تخضع السلع الوسيطة لدالة الإنتاج التالية:

$$Y(h_t, i) = A(h_t) K^{\delta} \left\{ \left[\int_0^1 N(h_t, i, j)^{\frac{\phi-1}{\phi}} dj \right]^{\frac{\phi}{\phi-1}} \right\}^{1-\delta} \quad (3)$$

حيث أن $A(h_t)$ هي الصدمة التي تلحق بالمستوى التكنولوجي المستخدم، و $N(h_t, i, j)$ هي عدد ساعات العمل للعامل j الذي يقوم بتأجيله المنتج i ، و ϕ هي مرونة الإحلال بين الأنواع غير المتجانسة لعنصر العمل المختلفة (Different Types of Labor). كما يفترض النموذج ثبات عنصر رأس

¹ ويُقصد بالسندات المشروطة تلك السندات التي يرتبط حصول حاملها على سعر الفائدة عليها بوقوع شرط/حدث معين؛ وفي حالة النموذج محل الدراسة يحصل حاملها هذه السندات على سعر الفائدة عليها (والذي يُقدر بدولارٍ واحدٍ) في اللحظة $t + \tau$ إذا ما وقع الحدث $h_{t+\tau}$ ، بينما لا يتم الحصول على ذات سعر الفائدة في حالة عدم وقوع هذا الحدث.

² Ibid., pp. 5-7.

المال في الأجل القصير، ويعبر عن هذا الفرض بـ \bar{K} ؛ حيث تمثل δ نصيب رأس المال من الناتج (Capital Share of Output).

بينما تخضع السلع النهائية – والتي تعتمد في إنتاجها على السلع الوسيطة- لدالة الإنتاج التالية:

$$Y(h_t) = \left[\int_0^1 Y(h_t, i)^{\frac{\varepsilon(h_t)-1}{\varepsilon(h_t)}} di \right]^{\frac{\varepsilon(h_t)}{\varepsilon(h_t)-1}} \quad (4)$$

حيث أن $\varepsilon(h_t)$ هي مرونة الإحلال بين السلع الوسيطة المختلفة، و $\Lambda(h_t) = \frac{\varepsilon(h_t)}{\varepsilon(h_t)-1}$ هو هامش

الربح الذي يحققه منتج السلع النهائية (وهو متغير عبر الزمن) ¹. ويسعى منتج السلع النهائية إلى تعظيم أرباحهم في ظل قيد دالة الإنتاج (المعادلة رقم (4))، ويتمثل السعر الذي يقوم بتعظيم هذه الأرباح فيما يلي:

$$P(h_t) = \left[\int_0^1 P(h_t, i)^{1-\varepsilon(h_t)} di \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon(h_t)}} \quad (5)$$

وكما سبق الذكر يعمل منتج السلع الوسيطة في ظل شروط المنافسة الاحتكارية. ويسعى هؤلاء المنتجون إلى تعظيم أرباحهم من خلال المرور بمرحلتين:

المرحلة الأولى: في هذه المرحلة، يسعى المنتجون – في ظل تلقيهم لأجور عنصر العمل/العمال (Given All Wages) - إلى اختيار التوليفة المثلى من عنصر العمل (Optimal Labor Mix) التي تساعدهم في تعظيم الأرباح. وتتمثل دالة الطلب لكل منتج i على عنصر العمل z في المعادلة التالية:

¹ وكما سبق الذكر، تسيطر المنافسة الكاملة على سوق السلع النهائية؛ أي أن منتجي السلع النهائية متلقون للأسعار

(سواء لأسعار السلع الوسيطة $P(h_t, i)$ أو لأسعار السلع النهائية $P(h_t)$). وتتمثل دالة الطلب على السلع الوسيطة (مدخلات الإنتاج) من قبل منتجي السلع النهائية فيما يلي:

$$Y(h_t, i) = \left[\frac{P(h_t, i)}{P(h_t)} \right] Y(h_t) \quad \forall i$$

$$N(h_t, i, j) = \left[\frac{W(h_t, j)}{W(h_t)} \right]^{-\phi} \left[\frac{Y(h_t, i)}{A(h_t)} \right]^{1-\delta} \quad \forall j \quad (6)$$

حيث تمثل $W(h_t)$ المؤشر عام للأجور/مؤشر عام لإجمالي الأجور/إجمالي الأجور (Aggregate Wage Index)، والذي يمكن الوصول إليه من خلال المعادلة التالية:

$$W(h_t) = \left[\int_0^1 W(h_t, j)^{1-\phi} dj \right]^{\frac{1}{1-\phi}} \quad (7)$$

المرحلة الثانية: في هذه المرحلة، يسعى منتج السلع الوسيطة إلى تحديد أسعار سلعهم بالشكل الذي يعظم أرباحهم. ولكن يمكن لبعض المنتجين فقط، والتي تصل نسبتهم إلى حوالى $(1 - \theta_p)$ ، إعادة تحديد أسعار السلع التي ينتجونها فى أى فترة زمنية. بينما يظل البعض الآخر، والتي تصل نسبتهم إلى حوالى θ_p ، غير قادر على تغيير أسعار السلع التي ينتجها (أى تظل أسعار السلع التي يتم إنتاجها ثابتة دون تغيير)؛ فيما يُعرف بـ"قيد كالفو" (Calvo-Type Restriction). ومن ثم، يسعى حوالى $(1 - \theta_p)$ من المنتجين إلى معرفة/تحديد السعر الأمثل $P^*(h_t, i)$ الذي يعظم القيمة السوقية الحالية لأرباحهم، ويمكن التعبير عن ذلك كالتالي:

$$\max \sum_{\tau=1}^{\infty} \sum_{h_{t+\tau}|h_t} \theta_p^\tau S(h_{t+\tau} | h_t) \left\{ \left[\frac{P^*(h_t, i)}{P(h_{t+\tau})} - \Lambda(h_t) \overline{MC}(h_{t+\tau}, i) \right] \overline{Y}(h_{t+\tau}, i) \right\} = 0 \quad (8)$$

حيث تشير $S(h_{t+\tau} | h_t)$ إلى عامل الخصم العشوائي للأرباح/العائد الاسمي (Stochastic Discount Factor for Nominal Payoffs)، وتشير

$$\overline{MC}(h_{t+\tau}, i) = \frac{W(h_{t+\tau}) \left[\frac{\overline{Y}(h_{t+\tau}, i)}{A(h_t)} \right]^{\frac{\delta}{1-\delta}}}{(1-\delta)P(h_{t+\tau})}$$

الحدية للمنتج i . وللوصول للسعر الأمثل الذي يعظم أرباح منتجي السلع النهائية، يمكن تطبيق المعادلة التالية:

$$P(h_t) = \left[\theta_p P(h_{t-1})^{1-\varepsilon(h_t)} + (1-\theta_p) P^*(h_{t-1})^{1-\varepsilon(h_t)} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon(h_t)}} \quad (9)$$

■ سوق العمل¹

من خلال تعظيم دالة المنفعة الخاصة بكل أسرة داخل القطاع العائلي – في ظل قيد الميزانية المفروض عليها ومع الأخذ في الاعتبار دالة الطلب على عنصر العمل التي يحددها المنتجون (المعادلة رقم 6) - يتم تحديد الحجم الأمثل لكل من: الاستهلاك، السندات المشروطة، السندات غير المشروطة، عدد ساعات العمل، الرصيد الحقيقي من النقود. ويتمثل شرطي الدرجة الأولى (First-order Conditions) لتعظيم هذه الدالة في المعادلتين التاليتين:

$$G(h_t)C(h_{t,j})^{-\frac{1}{\sigma}} = \beta \sum_{h_{t+\tau}|h_t} \pi(h_{t+\tau} | h_t) \left\{ G(h_{t+1})C(h_{t+1,j})^{-\frac{1}{\sigma}} \left[R(h_t) \frac{P(h_t)}{P(h_{t+1})} \right] \right\} \quad (10)$$

$$G(h_t)C(h_{t,j})^{-\frac{1}{\sigma}} \frac{W(h_t, j)}{P(h_t)} = \mathcal{G}N(h_t, j)^\gamma \quad (11)$$

حيث β هي عامل الخصم، و $\pi(h_{t+\tau} | h_t) = \frac{\pi(h_{t+\tau})}{\pi(h_t)}$ هو الاحتمال الشرطي لوقوع الحدث $h_{t+\tau}$ مع العلم

بالحدث h_t ، و $\mathcal{G} = \frac{\phi}{\phi - 1}$ إلى الفرق بين الأجر الحقيقي ومعدل الإحلال الحدي بين عدد

ساعات العمل والاستهلاك (Marginal Rate of Substitution between Consumption and Labor)

■ الحكومة²

لا تسعى الحكومة إلى إحداث فائض أو عجز في الموازنة العامة، ومن يتمثل القيد على الموازنة العامة في المعادلة التالية:

$$\int_0^1 T(h_t, j) dj = M(h_t) - M(h_{t-1})$$

¹ Ibid., p. 7.

² Idem.

حيث تشير $M(h_t)$ إلى خلق النقود (Money Creation).

▪ التوازن الآني للأسواق¹

بإعادة كتابة المعادلات السابقة في صيغة خطية لوغاريتمية (Log-Linear Form) عند حالة الثبات وحلها أنياً²، نحصل على المعادلات التالية:

$$y_t = E_t y_{t+1} - \sigma (r_t - E_t \Delta p_{t+1} + E_t g_{t+1} - g_t) \quad (12)$$

$$y_t = a_t + (1 - \delta) n_t \quad (13)$$

$$\Delta p_t = \beta E_t \Delta p_{t+1} + \kappa_p (mc_t + \lambda_t) \quad (14)$$

$$mrs_t = g_t + \frac{1}{\sigma} y_t + \gamma n_t \quad (15)$$

$$mc_t = w_t - p_t + n_t - y_t \quad (16)$$

$$w_t - p_t = w_{t-1} - p_{t-1} + \Delta w_t - \Delta p_t \quad (17)$$

$$r_t = \rho_r r_{t-1} + (1 - \rho_r) [\gamma_\pi \Delta p_t + \gamma_y y_t] + ms_t \quad (18)$$

وتعتبر المعادلة رقم (12) عن "المعادلة الديناميكية لمنحنى IS"، والمعادلة رقم (13) عن دالة الإنتاج في صيغة خطية لوغاريتمية، والمعادلة رقم (14) عن "المعادلة الديناميكية لمنحنى فيليبس". ويتم الحصول على قيمة κ_p من خلال المعادلة التالية:

¹ Ibid., p. 10.

² حالة الثبات هي حالة التوازن (استقرار الأوضاع) التي تبلغ عندها قيمة معدل التغير في كل من المستوى العام للأسعار والأجور صفراً.

$$K_p = \frac{(1-\delta)(1-\theta_p\beta)(1-\theta_p)}{\left[\theta_p \left(1 - \delta \left(\frac{\bar{\lambda}}{\lambda-1} \right) \right) \right]}$$

حيث $\theta_p = \frac{\theta}{\theta+1}$ ، و $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda-1}$ هي قيمة ε عند حالة الثبات. وتعبّر كل من المعادلة رقم (15)

و(16) و(17) عن معدل الإحلال الحدي بين الاستهلاك وعدد ساعات العمل mrs_t ، والتكلفة الحدية للإنتاج MC_t ، والأجر الحقيقي لعنصر العمل $w_t - p_t$ على الترتيب عند حالة الثبات. وتتمثل قاعدة إغلاق النموذج في المعادلة رقم (18) التي توضح العوامل المحددة للمسار الزمني لسعر الفائدة r_t (أى المعادلة التي تقوم بتوصيف السياسة النقدية المتبعة)، والتي تُعرف بـ "قاعدة تايلور".

ويفترض النموذج أن كلاً من الصدمة التكنولوجية a_t والصدمة التي تلحق بتفضيل المستهلك g_t تتحدد وفقاً لمعادلة الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى (AR(1)) كالتالي¹:

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t^a \quad (18)$$

$$g_t = \rho_g a_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (19)$$

كما يفترض النموذج أن كلاً من الصدمة النقدية ms_t والصدمة التي تلحق بهامش الربح λ_t تتبع التوزيع الطبيعي كالتالي²:

$$ms_t = \varepsilon_t^m \quad (20)$$

$$\lambda_t = \varepsilon_t^\lambda \quad (21)$$

¹ Ibid., p. 11.

² Idem.

حيث $\rho_a, \rho_g \in [0,1]$ ، ويعبر كل من ε_t^a و ε_t^g و ε_t^m و ε_t^z عن الخطأ العشوائي الذي يتبع التوزيع الطبيعي (أي أن $\varepsilon_t^i \sim N(0, \sigma_i^2)$).

3. أسلوب المحاكاة

تتمثل المتغيرات المُشاهدة لهذا النموذج في أربعة متغيرات؛ هي: الناتج المحلي الإجمالي الاسمي، ومعدل التضخم، والأجور الاسمية، وسعر الفائدة الاسمي. ونظراً لعدم توافر سلاسل البيانات ربع السنوية لثلاثة من هذه المتغيرات - الناتج المحلي الإجمالي الاسمي، ومعدل التضخم، والأجور الاسمية - في حالة الاقتصاد التنزاني، تم اللجوء إلى أسلوب المحاكاة للحصول على بيانات تركيبية للمتغيرات الأربعة. وتتمثل أولى خطوات أسلوب المحاكاة في مُعايرة معلمات النموذج وتحديد القيم الأولية للمتغيرات عند حالة الثبات (Initial Steady State Values) [انظر الجدول رقم (1) والجدول رقم (2)]. وقد تم الاعتماد في معايرة هذه المعلمات على كلٍ من: **Liu & Gupta (2007)**، و **Berg et al (2010)**، و **Ngalawa & Viegi (2013)**¹. كما قامت الباحثة باختيار القيم الصفرية كقيم أولية للمتغيرات عند حالة الثبات².

¹ لمزيد من التفاصيل، انظر:

- G. Liu & R. Gupta: "A Small-Scale DSGE Model for Forecasting the South African Economy", **South African Journal of Economics**, Vol. 75, Issue 2, 2007(Oxford: Blackwell Publishing Ltd.), pp. 179-193.
- Andrew Berg et al: **The Macroeconomics of Medium-Term Aid Scaling-Up Scenarios**, IMF Working Paper, No. 10/60, February 2010, pp. 1-46.
- Harold P.E. Ngalawa & Nicola Viegi: **Interaction of Formal and Informal Financial Markets in Quasi-Emerging Market Economies**, Economic Research Southern Africa (ERSA) working paper, No. 326 (Cape Town: ERSA, January 2013), pp. 1-25.

² ويرجع السبب في اختيار قيم صفرية كقيم أولية للمتغيرات عند حالة الثبات إلى أنه قد تم التعبير عن هذه المتغيرات في صيغة خطية لوغاريتمية. لمزيد من التفاصيل، انظر:

Tommaso Mancini Griffoli: **Dynare V4 - User Guide (Public Beta Version)**, January 2013, pp. 21-24.

(<http://www.dynare.org/documentation-and-support/user-guide/Dynare-UserGuide-WebBeta.pdf>)

الجدول رقم (1)
المعلمت المُعَايرة

المعلمة	القيمة
δ	0.36
β	0.99
ε	6
σ	0.1624
γ	1
ρ_r	0.5
γ_π	2.003
γ_y	0.5227
ρ_a	0.5
ρ_g	0.5
θ	2
σ_{ε^a}	0.5

تابع الجدول رقم (1)

المعلمة	القيمة
σ_{ε^g}	0.5
σ_{ε^m}	0.5
$\sigma_{\varepsilon^\lambda}$	0.5

الجدول رقم (2)
القيم الأولية للمتغيرات عند حالة الثبات

المتغير	القيمة
y	0
Δw	0
r	0
Δp	0
a	0
g	0
n	0
mc	0

تابع الجدول رقم (2)

القيمة	المتغير
0	$w - p$
0	mrs

وتتمثل ثاني خطوات أسلوب المحاكاة في حل النموذج باستخدام البرنامج الإحصائي Dynare 4.3.2¹ - والذي تم تشغيله من خلال برنامج Matlab - والحصول على البيانات التركيبية للمتغيرات المُشاهدة الأربعة في النموذج.

4. المنهج البيزي

بعد الحصول على البيانات التركيبية للمتغيرات المُشاهدة في النموذج، يقوم البرنامج الإحصائي Dynare باستخدام هذه البيانات في إعادة تقدير معلمات النموذج وتتبع أثر الصدمة النقدية على عدد من المتغيرات الاقتصادية الكلية من خلال تطبيق المنهج البيزي. ويقوم المنهج البيزي على تحديد التوزيعات الاحتمالية القبلية لمعلمات النموذج، وتقييم دالة الإمكان باستخدام "تنقية كالمان"، ثم تطبيق "طريقة متروبوليس-هاستينجز" للحصول/لتوصيف التوزيعات الاحتمالية البعدية لتلك المعلمات². ويوضح الجدول رقم (3) التوزيعات الاحتمالية القبلية لمعلمات النموذج، وقد تم الاعتماد في اختيار هذه التوزيعات الاحتمالية القبلية على كلٍ من: **Liu & Gupta (2007)**، و **Berg et al (2010)**، و **Rabanal & Rubio-Ramírez (2003)**.

¹ Dynare هو برنامج إحصائي تم تطويره لأول مرة بواسطة Michel Juillard في عام 1996 ليستخدم في حل ومحاكاة وتقدير نماذج DSGE بطرق يسهل على الباحثين الاقتصاديين تطبيقها. وهو برنامج غير قائم بذاته (Toolbox)؛ أي يعتمد في تشغيله على برامج أخرى، وهي: Matlab و GNU Octave. لمزيد من التفاصيل، انظر:

Ibid., pp. xi-4.

² لمزيد من التفاصيل حول خطوات المنهج البيزي في تقدير معلمات نموذج DSGE، انظر المبحث الثالث من الفصل الأول من:

ولاء محمد محروس: استخدام نماذج التوازن العام العشوائية الديناميكية في تحليل السياسات الاقتصادية في الدول الأفريقية دراسة تطبيقية على السياسة النقدية في تنزانيا، رسالة دكتوراه غير منشورة (القاهرة: معهد البحوث والدراسات الإفريقية، قسم السياسة والاقتصاد، د.ت.).

الجدول رقم (3)
التوزيعات الاحتمالية القبلية لمعلمات النموذج

المعلمة	كود المعلمة في برنامج Dynare	التوزيع	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
δ	Delta	مُعَايرة	0.36	-
β	Beta	مُعَايرة	0.99	-
ε	epsilon	مُعَايرة	6	-
σ	Sig	توزيع معكوس جاما (Inverse-Gamma Distribution)	0.67	0.9
γ	Gam	توزيع طبيعي (Normal Distribution)	1	0.5
ρ_r	Rho	توزيع منتظم (Uniform Distribution)	0.5	0.2887
γ_π	gampie	توزيع طبيعي	1.5	0.5
γ_y	Gamy	توزيع طبيعي	0.125	0.125
ρ_a	Rhoa	توزيع منتظم	0.5	0.2887
ρ_g	Rhog	توزيع منتظم	0.5	0.2887

تابع الجدول رقم (3)

الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	التوزيع	كود المعلمة فى برنامج Dynare	المعلمة
1.42	2	توزيع جاما (Gamma Distribution)	Thetabig	θ
0.2887	0.5	توزيع منتظم	SE_e_a	σ_{ε^a}
0.2887	0.5	توزيع منتظم	SE_e_g	σ_{ε^g}
0.2887	0.5	توزيع منتظم	SE_e_ms	σ_{ε^m}
0.2887	0.5	توزيع منتظم	SE_e_lam	$\sigma_{\varepsilon^\lambda}$

5. نتائج التقدير وتحليلها

يشير كلٌّ من " اختبار الفحص الأحادي" (Univariate Diagnostic Test) و"اختبار الفحص المتعدد" (Multivariate Diagnostic Test) لمعاملات النموذج – انظر الشكل البياني رقم (1) والشكل البياني رقم (2) بالملحق الإحصائي – إلى تمتع عزوم التوزيعات الاحتمالية البعدية لهذه المعلمات بالاستقرار، وأن قيم هذه العزوم تتقارب فى نهاية المراجعات المتكررة (وعددتها 2000) لتعطي حل وحيد للنموذج (أي أنه نموذج ذو توازن مستقر أو محدد)¹. كذلك يوضح "اختبار الصدمات المُمهدة" (Smoothed Shocks Test) – انظر الشكل البياني رقم (3) بالملحق الإحصائي- أن

¹ يتم إجراء هذه الاختبارات باستخدام Markov Chain Monte Carlo (MCMC) على مستوى ثلاثة من العزوم الخاصة بالتوزيعات الاحتمالية البعدية لمعاملات النموذج؛ وهى : فترة ثقة بدرجة 80% للوسط الحسابي (Interval)، والتباين (العزم الثاني) (m2)، والعزم الثالث (m3). لمزيد من التفاصيل حول هذه الاختبارات، انظر: **Ibid.**, pp. 55-57.

الصدمة الأربعة بالنموذج، والتي تم تقديرها باستخدام MCMC، تتقلب صعوداً وهبوطاً حول القيمة الصفرية؛ مما يؤكد على الوصول لحل وحيد للنموذج¹.

الجدول رقم (4)
التوزيعات الاحتمالية البعدية لمعاملات النموذج

المعلمة	الوسط الحسابي	فترة ثقة للوسط الحسابي (بدرجة ثقة 90%)
δ	0.36	-
β	0.99	-
ε	6	-
σ	0.1748	[0.1952-0.1539]
γ	0.9289	[1.1618-0.7248]
ρ_r	0.4510	[0.5118-0.3960]
γ_π	1.7066	[2.3049-1.2717]
γ_y	0.1577	[0.3172-(-)0.0606]
ρ_a	0.4768	[0.5376-0.4412]
ρ_g	0.4855	[0.5743-0.4161]
θ	2.0367	[2.1138-0.19341]

¹ للمزيد من التفاصيل عن "اختبار الصدمات الممهدة"، انظر:

تابع الجدول رقم (4)

المعلمة	الوسط الحسابي	فترة ثقة للوسط الحسابي (بدرجة ثقة 90%)
σ_{ε^a}	0.8394	[0.9869 - 0.7101]
σ_{ε^g}	0.6315	[0.7189 - 0.5515]
σ_{ε^m}	0.6181	[0.6731 - 0.5670]
$\sigma_{\varepsilon^\lambda}$	0.7226	[0.8290 - 0.6537]

المصدر: من إعداد الباحثة

ويوضح الجدول رقم (4) قيم الأوساط الحسابية للتوزيعات الاحتمالية البعدية لمعاملات النموذج، والتي تم تقديرها باستخدام المنهج البيزي، كما يوضح فترة الثقة لهذه الأوساط الحسابية بدرجة ثقة 90%. هذا، وسيتم التركيز فيما يلي على تحليل النتائج التي تتعلق بكل من السياسة النقدية، ومعدل التضخم، ومعدل النمو الاقتصادي:

- ففيما يتعلق بـ "قاعدة تايلور"، تشير النتائج إلى أن قيمة الوسط الحسابي للمعلمة ρ_r تبلغ حوالي 0,5؛ أي أن "بنك تنزانيا" التزم إلى حد كبير بإتباع سياسة نقدية لا يشوبها تغيرات جذرية. كما تشير النتائج إلى أن قيمة الوسط الحسابي للمعلمة γ_π تبلغ حوالي 1,07، في حين تبلغ قيمة الوسط الحسابي للمعلمة γ_y حوالي 0,16؛ ويدل ذلك على أن السياسة النقدية التي يطبقها "بنك تنزانيا" قد نجحت في استهداف معدل التضخم بصورة أكبر من استهداف/تحفيز معدل النمو الاقتصادي.
- وبالنسبة لـ "المعادلة الديناميكية لمنحنى فيليبس"، تشير النتائج إلى أن قيمة الوسط الحسابي للمعلمة θ تبلغ حوالي 2,036. وبناء عليه، تبلغ قيمة θ_p حوالي 0,67 وقيمة κ_p حوالي 0,0379. ويدل ذلك على وجود علاقة طردية ضعيفة بين معدل التضخم والتكلفة الحدية للمنتجين المحليين في تنزانيا.

- وفيما يخص "المعادلة الديناميكية لمنحنى IS"، تشير النتائج إلى أن قيمة الوسط الحسابي للمعلمة σ تبلغ حوالي 0,17؛ أي أن إتباع سياسة نقدية توسعية (من خلال خفض r بنقطة مئوية واحدة) يساهم في زيادة الناتج المحلي الإجمالي وزيادة فجوة الناتج (بحوالي 0,17) والعكس صحيح.

وتوضح الأشكال البيانية رقم (5)، و(6)، و(7)، و(8) بالملحق الإحصائي دوال استجابة المتغيرات المُشاهدة - والتي تم تقديرها بالمنهج البيزي وتُعرف بـ "دوال الاستجابة للصددمات البيزية" (Bayesian IRF)¹ - لكل صدمة من الصدمات الأربع التي يتضمنها النموذج. وفيما يتعلق بدوال استجابة المتغيرات المُشاهدة للصدمة النقدية، نجد أن حدوث صدمة نقدية إيجابية (Positive Monetary Shock) يؤدي إلى انخفاض كل من فجوة الناتج ومعدل التضخم ومستوى الأجور وارتفاع سعر الفائدة، وذلك خلال السبعة أرباع الأول اللاحقة لحدوث الصدمة [انظر الشكل رقم (5) بالملحق الإحصائي].

الجدول رقم (5)

"تجزئ ء التباين" (%)

الصدمة المتغير	الصدمة التكنولوجية	صدمة تفضيل المستهلك	الصدمة النقدية	صدمة هامش الربح
الناتج المحلي الإجمالي	7.74	27.44	64.73	0.09
معدل التضخم	70.2	0.44	27.41	1.99
سعر الفائدة	7.21	0.19	92.47	0.31
الأجور	0.47	27.98	71.45	0.1

المصدر: من إعداد الباحثة

¹ للمزيد من التفاصيل عن هذه الدوال وكيفية تقديرها بالمنهج البيزي، انظر:

ويوضح الجدول رقم (5) النتائج الخاصة بـ"تجزئ التباين" (Variance Decomposition)، والتي يمكن من خلالها التعرف على نسبة مساهمة كل صدمة من الصدمات الأربعة التي يتضمنها النموذج في إلحاق التقلبات/التغيرات بكل من الناتج المحلي الإجمالي، ومعدل التضخم، وسعر الفائدة، والأجور. ومن هذه النتائج، يمكن ملاحظة أن الصدمات التي تلحق بالسياسة النقدية وتفضيل المستهلك هي من أكثر الصدمات الأربعة تأثيراً في كل من الناتج المحلي الإجمالي (64,7% و 27,4%) ومستوى الأجور (71,4% و 27,9%) في تنزانيا. في حين تتأثر التقلبات التي يشهدها كل من معدل التضخم (70,2% و 27,4%) وسعر الفائدة (92,4% و 7,2%) في تنزانيا بشدة بالصدمات التي تلحق بالسياسة النقدية والتكنولوجية. كما تبدو الصدمات النقدية أكثر تأثيراً على الناتج مقارنة بمعدل التضخم.

6. خاتمة

لقد توصلت هذه الورقة البحثية إلى عدة نتائج، والتي يمكن إيجازها في النقاط الثلاث التالية:

- نجاح "بنك تنزانيا" في استهداف معدل التضخم نتيجة لالتزامه إلى حد كبير باتباع سياسة نقدية لا يشوبها تغيرات جذرية.
- الصدمات النقدية والتكنولوجية من أكثر الصدمات الهيكلية تأثيراً في الناتج المحلي الإجمالي، ومعدل التضخم، والأجور.
- أهمية الدور الذي تلعبه السياسة النقدية في الاقتصاد التنزاني. فمن خلال رسم سياسة نقدية سليمة، يستطيع "بنك تنزانيا" تحقيق الاستقرار في المستوى العام للأسعار والأجور، كما أنه يستطيع تحفيز معدلات النمو الاقتصادي.

7. المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية

- ولاء محمد محروس: استخدام نماذج التوازن العام العشوائية الديناميكية في تحليل السياسات الاقتصادية في الدول الأفريقية دراسة تطبيقية على السياسة النقدية في تنزانيا، رسالة دكتوراه غير منشورة (القاهرة: معهد البحوث والدراسات الإفريقية، قسم السياسة والاقتصاد، د.ت.).

ثانياً: مراجع باللغة الإنجليزية

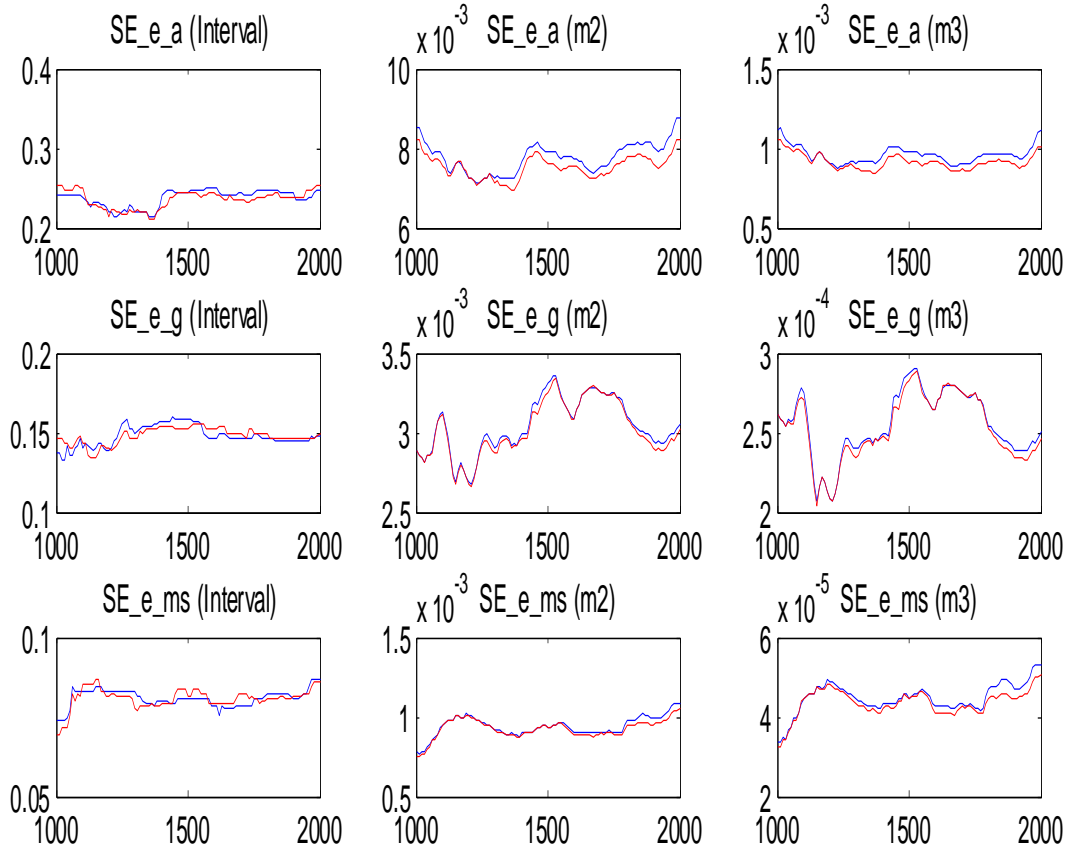
1. An, S. & F. Schorfheide: "Bayesian Analysis of DSGE Models", **Econometric Reviews**, Vol. 26, Issue 2-4, May 2007 (London: Taylor & Francis Group).
2. Berg, Andrew et al: **The Macroeconomics of Medium-Term Aid Scaling-Up Scenarios**, International Monetary Fund (IMF) Working Paper, No. 10/60 (Washington, D. C.: IMF, February 2010).
3. Edge, Rochelle M. et al: "A Comparison of Forecast Performance between Federal Reserve Staff Forecasts, Simple Reduced-Form Models,

and a DSGE Model", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 25, Issue 4 (New York, NY: John Wiley & Sons Ltd., 2010).

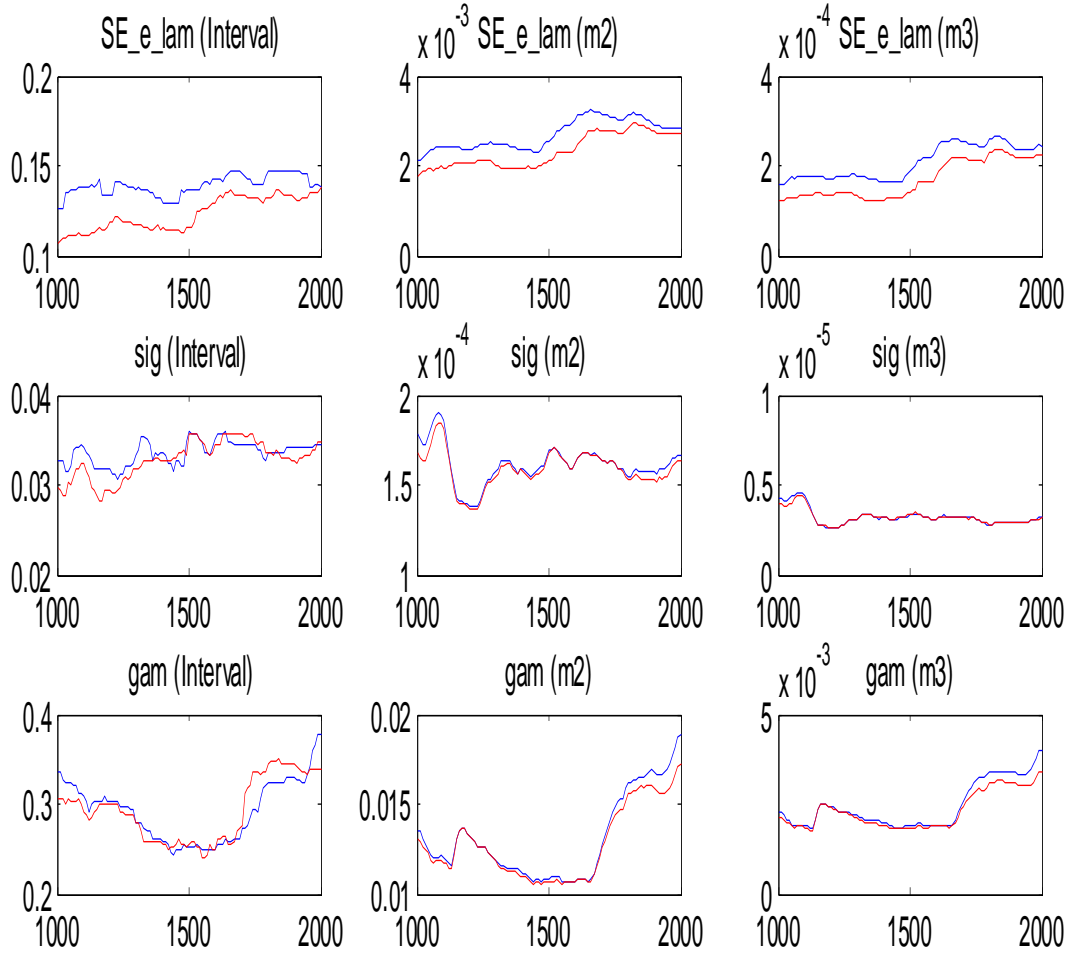
4. Griffoli, Tommaso Mancini: **Dynare V4 - User Guide (Public Beta Version)**, January 2013.
(<http://www.dynare.org/documentation-and-support/user-guide/Dynare-UserGuide-Web Beta.pdf>)
5. Guerrón-Quintana, Pablo A. & James M. Nason: **Bayesian Estimation of DSGE Models**, Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper, No. 12-4 (Pennsylvania, PA: Federal Reserve Bank of Philadelphia, February 2012).
6. Kremer, Jana et al: "Dynamic Stochastic General Equilibrium Models as a Tool for Policy Analysis ", **CESifo Economic Studies**, Vol. 52, No. 4/2006, November 2006 (Oxford: Oxford University Press).
7. Liu, G. & R. Gupta: "A Small-Scale DSGE Model for Forecasting the South African Economy", **South African Journal of Economics**, Vol. 75, Issue 2, 2007, (Oxford: Blackwell Publishing Ltd.).
8. Ngalawa, Harold P.E. & Nicola Viegi: **Interaction of Formal and Informal Financial Markets in Quasi-Emerging Market Economies**, Economic Research Southern Africa (ERSA) working paper, No. 326 (Cape Town: ERSA, January 2013).
9. Peiris, Shanaka J. & Magnus Saxegaard: **An Estimated DSGE Model for Monetary Policy Analysis in Low-Income Countries**, IMF Working Paper, No. 07/282, December 2007.
10. Rabanal, Pau & Juan F. Rubio-Ramírez: **Comparing New Keynesian Models of the Business Cycle: A Bayesian Approach**, Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper, No. 2001-22a (Georgia, GA: Federal Reserve Bank of Atlanta, February 2003).
11. Tovar, C. E.: **DSGE Models and Central Banks**, Bank for International Settlements (BIS) Working Paper, No. 258, September 2008 (Basel: BIS).

ملحق إحصائي

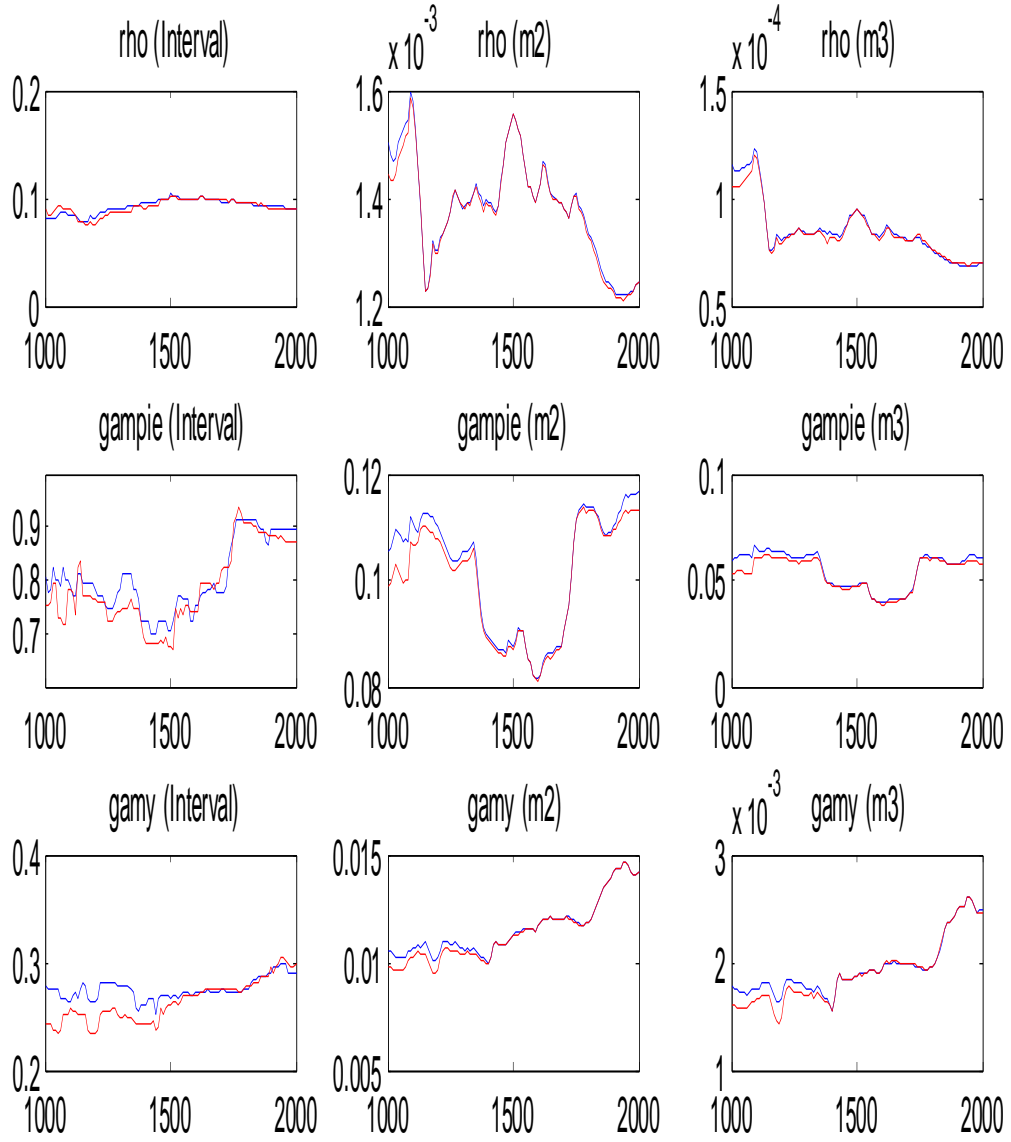
شكل رقم (1-1)
"اختبار الفحص الأحادي" لمعلمت النموذج باستخدام MCMC



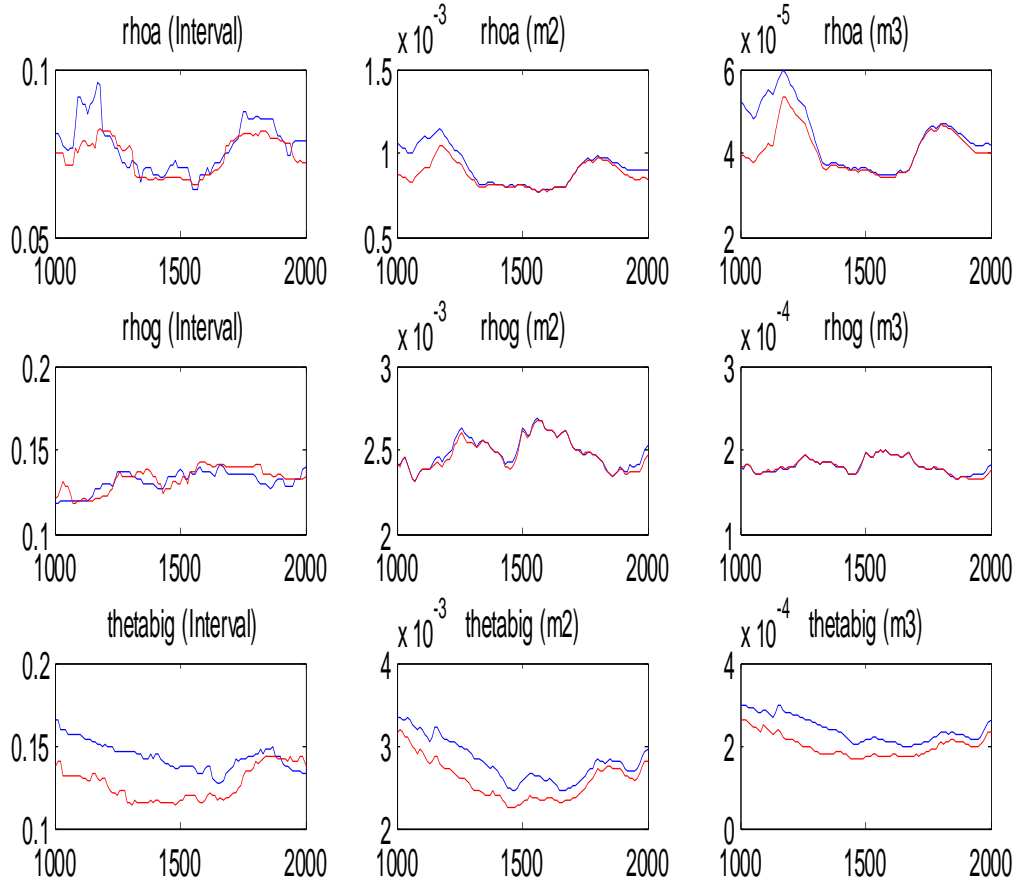
شكل رقم (2-1)
"اختبار الفحص الأحادي" لمعلمات النموذج باستخدام MCMC



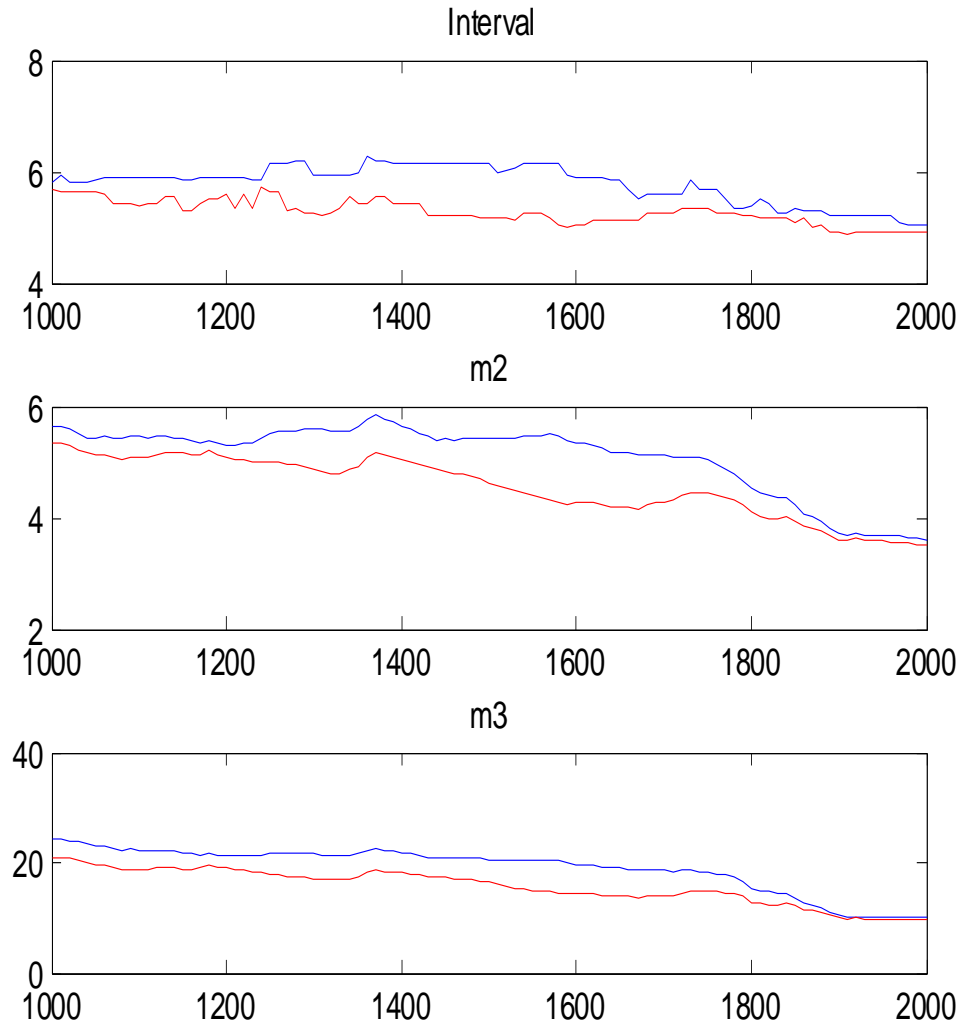
شكل رقم (3-1)
"اختبار الفحص الأحادي" لمعاملات النموذج باستخدام MCMC



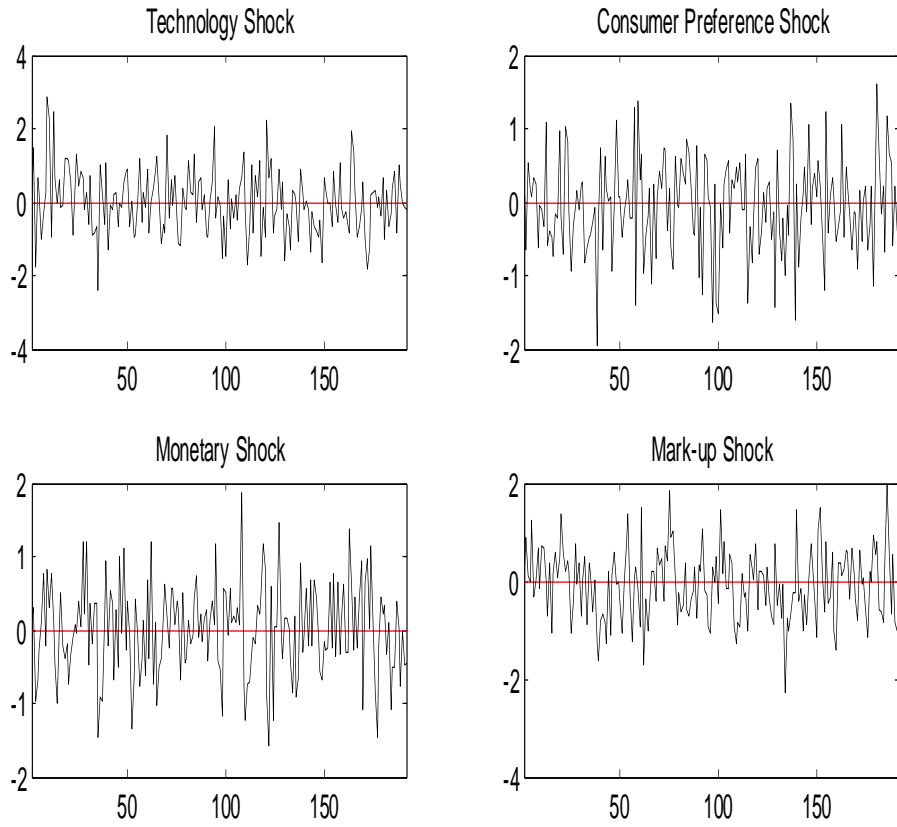
شكل رقم (4-1)
"اختبار الفحص الأحادي" لمعاملات النموذج باستخدام MCMC



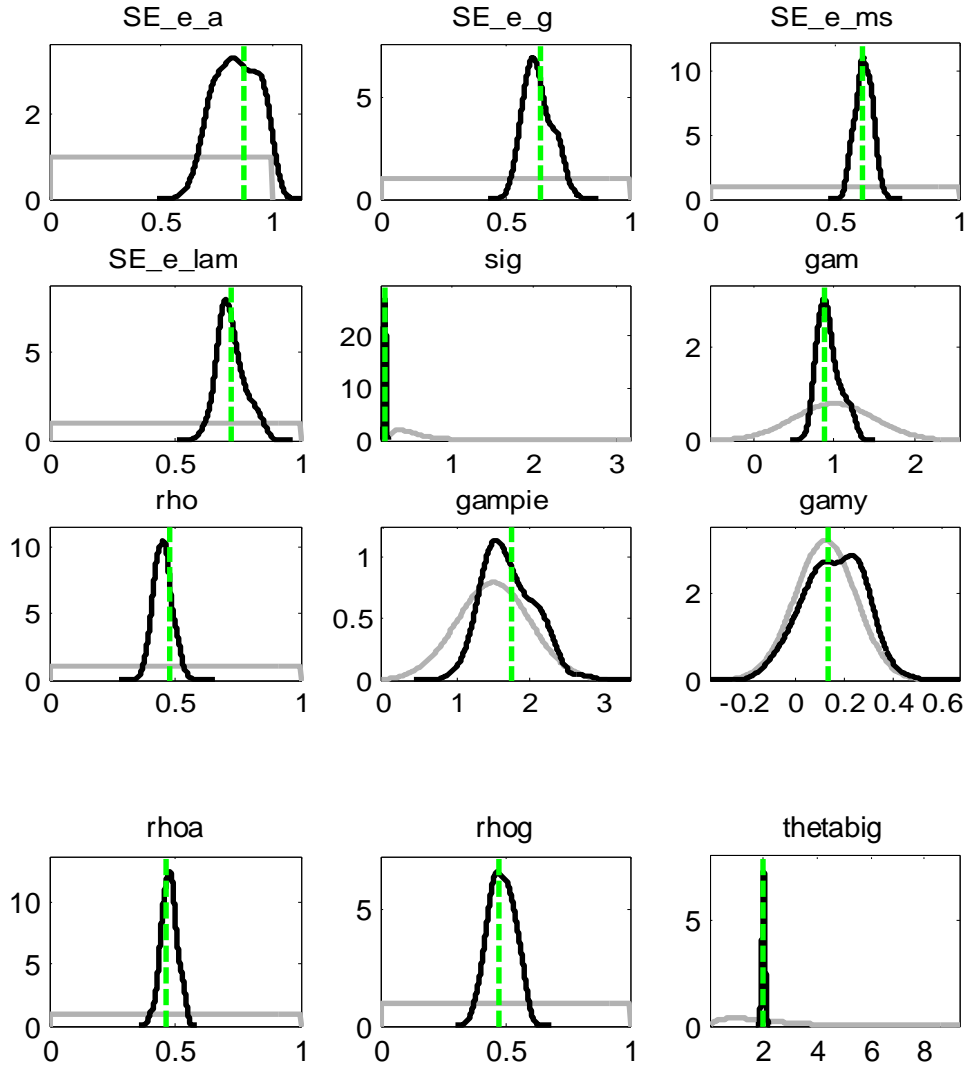
شكل رقم (2)
"اختبار الفحص المتعدد" لمعاملات النموذج باستخدام MCMC



شكل رقم (3)
"اختبار الصدمات المُمهدة" باستخدام MCMC

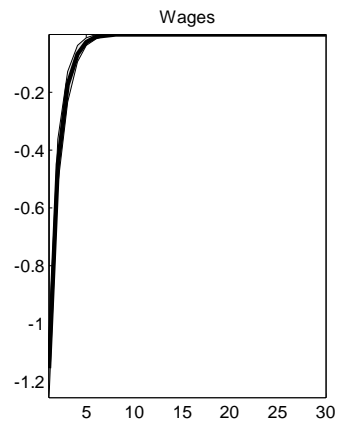
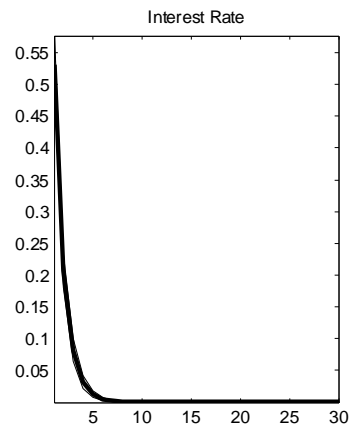
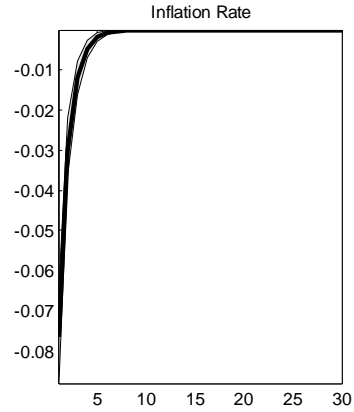
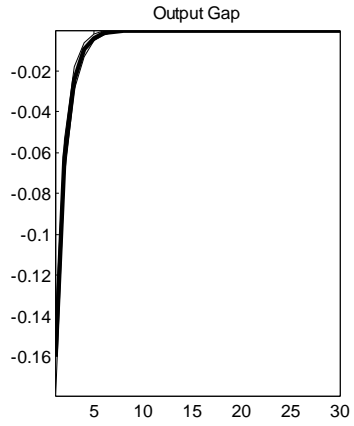


شكل رقم (4)
التوزيعات الاحتمالية القبلية والبعدية لمعلمت النموذج

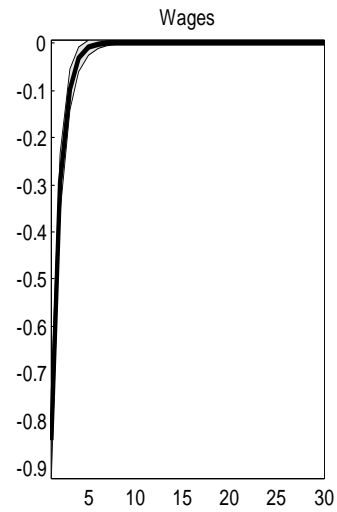
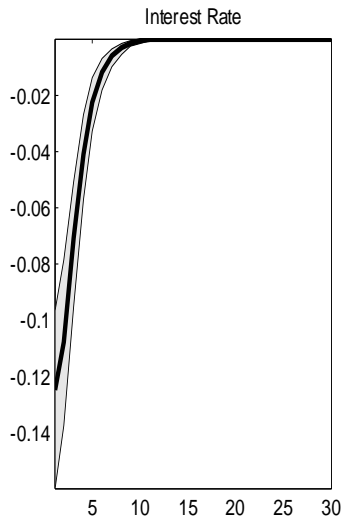
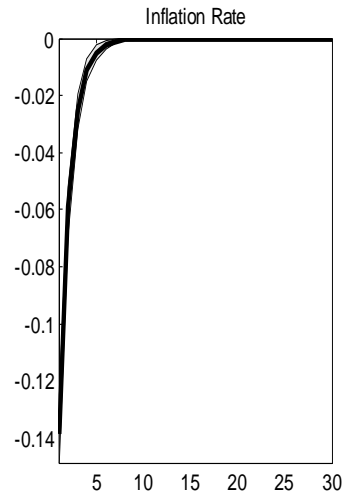
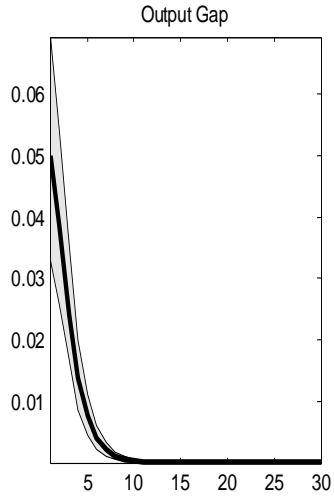


التوزيعات الاحتمالية القبلية
 التوزيعات الاحتمالية البعدية
 المنوال

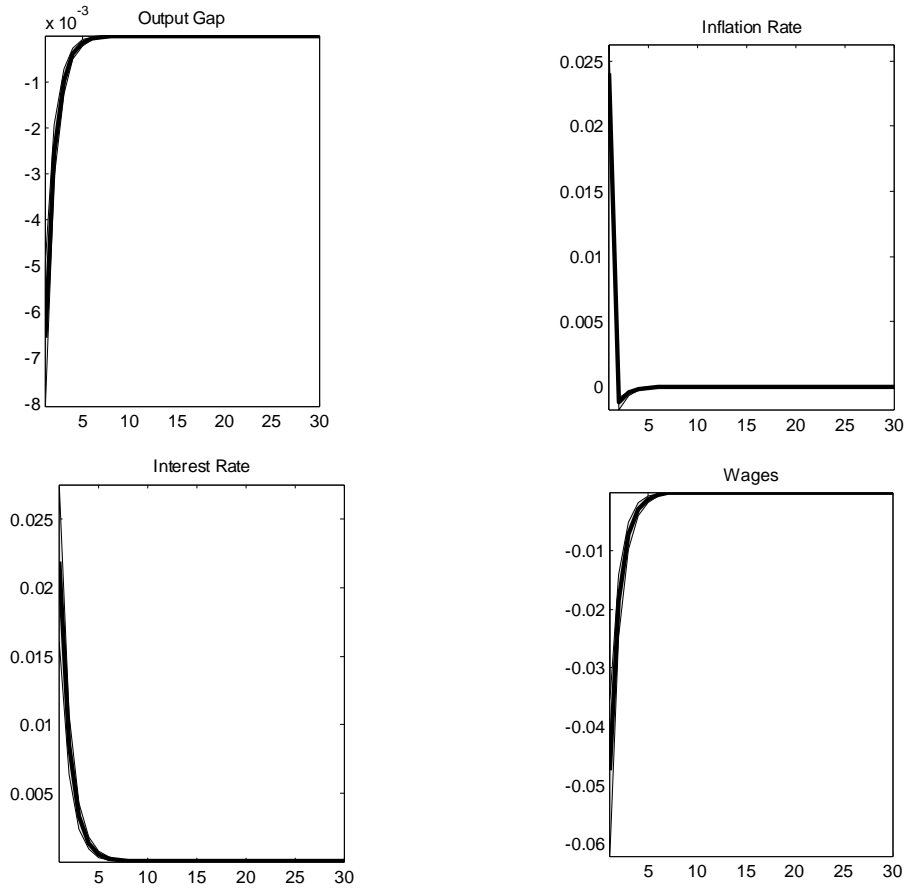
شكل رقم (5)
دوال استجابة المتغيرات المُشاهدة للصدمة النقدية



شكل رقم (6)
دوال استجابة المتغيرات المُشاهدة للصدمة التكنولوجية



شكل رقم (7)
دوال استجابة المتغيرات المُشاهدة لصدمة هامش الربح



شكل رقم (8)
دوال استجابة المتغيرات المُشاهدة لصدمة تفضيل المستهلك

