تطوير نموذج اقتصادي كلي معياري

- هذه الحصة التدريبية تهدف إلى تطوير نموذج اقتصادي كلي مصغر وشرح الخطوات الأساسية المستعملة في تطوير النماذج الكلية واستعمالاتها في تحليل السياسات الاقتصادية عن طريق استعمال تقنية المحاكاة. هذه الخطوات تتلخص في:

- توصيف النموذج وكتابة الشكل البنيوي للنموذج
- التأكد من شروط تمييز النموذج
- تقدير برامترات النموذج
- حل النموذج باستعمال المحاكاة
- تطبيق المحاكاة لحساب المضاعفات
- استعمال النموذج في عملية التنبؤ
- استعمال النموذج في عملية تقييم السياسات المثلى

النموذج

- يتكون النموذج من ثلاثة معادلات وهو يصف الانفاق الكلي لاقتصاد مغلق. المعادلة الأولى توصف الاستهلاك الخاص، الثانيةٍ توصف معادلة الاستثمار أما الثالثة فهي تعريفية وتعطي تعريفا للانفاق الكلي.

المعادلة الأولى: الاستهلاك الخاص للأسر

$$C_t = \alpha_1 + \beta_1 y_t + \gamma_1 C_{t-1} + u_{1t}$$

- هذه المعادلة هي معادلة ديناميكية معتمدة على نظرية الدخل المطلق لكينز وتوافق أيضا تعريف نظرية الدخل الدائم لملتون فريدمان حيث أن β_1 الميل الحدي للاستهلاك في الأجل القصير. في الأجل الطويل $(C_t = C_{t-1})$ فإن دالة الاستهلاك تصبح:

$$C_t = \frac{\alpha_1}{1-\gamma_1} + \frac{\beta_1}{1-\gamma_1} y_t + u_{1t}$$

- حيث أن $\frac{\beta_1}{1-\gamma_1}$ هو الميل الحدي للاستهلاك في الأجل الطويل.

المعادلة الثانية: الانفاق الاستثماري

- معادلة الانفاق الاستثماري مستوحاة من نموذج المضاعف مضافاً إليه سعر الفائدة مع ادخال معادلة تعديل جزئية بين رأس المال الحالي ورأس المال المفضل

$$\Delta k_t = I_t = \alpha_2 + \beta_2 \Delta y_t + \gamma_2 r_t + \theta_1 I_{t-1} + u_{2t}$$

- هذه المعادلة تشرح الاستثمار بدلالة النمو في الدخل وكذلك من خلال سعر الفائدة وتعطي أهمية لتعديل الاستثمار في الأجل القصير بصفة جزئية حيث أن:

$$\Delta k_t = \lambda \ (\mathrm{k}_\mathrm{t}^* - k_{t-1})$$

- حيث أن k_t هو رأس المال الحالي و k_t^* هو المخزون المفظل والمتناسق مع الطلب على السلع الرأسمالية.

المعادلة الثالثة

- **الدخل الوطني الاجمالي**: هذه المعادلة عبارة عن معادلة تعريفية حيث أن الانفاق الاجمالي هو عبارة عن مجموع الانفاق الاستهلاكي، الاستثمار والانفاق الحكومي وصافي الصادرات.

$$y_t = C_t + I_t + Z_t$$

- النموذج المكون من ثلاثة معادلات يمكن تجميعه وتقدير معالمه وبعد ذلك استعماله لتحليل السياسات الاقتصادية وذلك بالطبع بعد التأكد من أنه يعطي تقريبا مقبولاً للمعطيات.

$$C_t = \alpha_1 + \beta_1 y_t + \gamma_1 C_{t-1} + u_{1t}$$
$$I_t = \alpha_2 + \beta_2 \Delta y_t + \gamma_2 r_t + \theta_1 I_{t-1} + u_{2t}$$
$$y_t = C_t + I_t + Z_t$$

المتغيرات الداخلية:

- الاستهلاك C_t
- الاستثمار I_t
- الدخل y_t

- **المتغيرات الداخلية المحددة مسبقاً:** C_{t-1} و I_{t-1} ، y_{t-1}
- **المتغيرات الخارجية** r_t و Z_t وهي متغيرات السياسة الاقتصادية في هذا النموذج.

الشكل البنيوي

- يمكن وضع معادلات النموذج في شكل مصفوفات حيث تظهر الشكل البنيوي للنموذج ومجمل التفاعلات ما بين المتغيرات

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -\beta_1 \\ 0 & 1 & -\beta_2 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathrm{C_t} \\ I_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 \\ \alpha_2 & \gamma_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \tilde{\mathrm{r}}_{\mathrm{t}} \\ \mathrm{z_t} \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} \gamma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_1 & -\beta_2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathrm{C_{t\text{-}1}} \\ \mathrm{I_{t\text{-}1}} \\ \mathrm{y_{t\text{-}1}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathrm{u_{1t}} \\ \mathrm{u_{2t}} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Gamma y_t = BX_t + \gamma y_{t-1} + u_t$$

$$\Gamma y_t = \phi\ \mathrm{z_t} + u_t$$

تنظيم

- حيث أن Γ تمثل مصفوفة التشابك وهي تحدد مدى قوة الآنية لمتغيرات النموذج فيما بينها، بينما المصفوفة B فتعطي التفاعلات الموجودة ما بين المتغيرات الداخلية y_t والمتغيرات الخارجية. أما المصفوفة γ فهي تحدد الارجاع العكسي Feedback الموجود في النموذج والناجم عن المتغيرات الداخلية المؤجلة Lagged Dependent Variables الموجودة في معادلة الاستهلاك والاستثمار.

الشكل المختصر

- يمكن تحويل الشكل البنيوي إلى الشكل المختصر (المختزل) بحيث أن كل متغير داخلي يفسر فقط بالمتغيرات المحددة مسبقا وهذا الشكل يعتبر مهما جدا في عملية تقييم السياسات الاقتصادية كما سنرى أدناه. عادة يكتب الشكل المختصر كالتالي

$$\Gamma y_t = BX_t + \gamma\ \mathrm{y}_{\mathrm{t\text{-}1}} + u_t$$

- الشكل المختصر هو:

$$y_t = \Gamma^{-1} BX_t + \Gamma^{-1}\gamma\, \mathrm{y}_{\mathrm{t\text{-}1}} + \Gamma^{-1} u_t$$

$$y_t = \pi_1 X_t + \pi_2 y_{t-1} + v_t$$

- حيث أن المصفوفة π_1 مهمة جداً لأنها تعطي المضاعفات الآنية الناجمة عن تغيير أدوات السياسة الاقتصادية، حيث:

$$\pi_1 = \frac{\partial y_t}{\partial X_t}$$

- نظراً لوجود آثار الارجاع العكسي Feedback فإن المضاعفات المرحلية يمكن حسابها كالتالي:

$$y_{t-1} = \pi_1 X_{t-1} + \pi_2 y_{t-2} + v_{t-1}$$

- بالتعويض: $y_t = \pi_1 X_t + \pi_2(\pi_1 X_{t-1} + \pi_2 y_{t-2} + \nu_{t-1}) + \nu_t$

$$= \pi_1 X_t + \pi_1\pi_2 X_{t-1} + \pi_2^2 y_{t-2} + \pi_2 \nu_{t-1} + \nu_t$$

- وبالتالي فإن زيادة X_t على مرحلتين متتاليتين فإن المضاعف يكون:

$$\pi_1(I + \pi_2)$$

- حيث I هي مصفوفة أحادية
- ويمكن تجزئة هذه الزيادة إلى زيادة آنية π_1 وزيادة في المرحلة الثانية $\pi_1\pi_2$.

- وباجراء نفس العملية فإن يمكن حساب المضاعف لثلاثة مراحل:

$$\pi_1(I + \pi_2 + \pi_2^2)$$

- حيث أن بعد s مرحلة نحصل على المضاعف المرحلي

$$\pi_1(I + \pi_2 + \pi_2^2 + \pi_2^3 + \ldots + \pi_2^s)$$

- إن شرط استقرار الشكل المختصر يتطلب أن يكون $|\pi_2|$ p 1 وإذا توفر هذا الشرط فإنه يمكن حساب المضاعف في الأجل الطويل بحساب المتتالية الهندسية

$$\pi_1 \sum_{i=0}^{\infty} \pi_2^i$$

- والتي تؤول إلى $\frac{\pi_1}{1-\pi_2}$ وهو المضاعف في الأجل الطويل الناجم عن زيادة وحدة واحدة في X_t .

الشكل النهائي

- إن الوصول إلى المضاعف في الأجل الطويل تم عن طريق تقييم الشكل النهائي للنموذج. لحساب الشكل النهائي فإنه من المستحسن وضع النموذج في الشكل التالي:

$$\Gamma(L)y_t + B(L)X_t = u_t$$

- حيث $\Gamma(L)$ و $B(L)$ مصفوفات كثيرة الحدود و L هو معامل التأخير Lag operator أي $L^2 X_t = X_{t-2}$:

$$C_t = \alpha_1 + \beta_1 y_t + \gamma_1 LC_t + u_{1t}$$

$$I_t = \alpha_2 + \beta_2(y_t - Ly_t) + \gamma_2 r_t + \theta_1 LI_t + u_{2t}$$

$$y_t = C_t + I_t + Z_t$$

- باستعمال الصياغة أعلاه يمكن كتابة الشكل الهيكلي كالتالي:

$$\begin{pmatrix} 1-\gamma_1 L & 0 & B_1 \\ 0 & (1-\theta_1 L) & \beta_2(1-L) \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_t \\ I_t \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 \\ \alpha_2 & \gamma_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \tilde{r}_t \\ Z_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Gamma(L) \qquad y_t \qquad = \qquad B(L) \qquad X_t \; + \; u_t$$

- مصفوفة المضاعفات الديناميكية يمكن حسابها من الشكل النهائي:

$$y_t = \Gamma(L)^{-1} B(L) X_t + \Gamma^{-1}(L) u_t$$

$$= \pi(\mathrm{L})\mathrm{X}_t + \nu_t$$

- حيث أن $\pi(L)$ هي مصفوفة عناصرها كثير الحدود بدلالة L ويمكن أن تستعمل لحساب كل المضاعفات الآنية والمرحلية. المضاعفات طويلة الأجل يمكن حسابها بتعويض L=1 أي حساب $\Gamma(1)^{-1}B(1)$:

تقدير معالم النموذج

- تقدير معالم النموذج يمكن أن يتم بتطبيق احدى الطرق المتوفرة لهذا الغرض يجب التنويه أن مقدر المربعات الصغرى مقدر متحيز. ولكن هذا المقدر يستعمل لحساب برامترات الشكل المختزل

$$\hat{\pi} = (Z^T Z)^{-1} Z^T y$$

- حيث أن $\hat{\pi}$ يمكن حسابها بانحدار كل متغير تابع على مجمل المتغيرات المحددة مسبقا. أي عناصر المصفوفة $[Z_t^T = (y_{-1}, X_t)].Z_t$ نظرا لتحيز مقدرات المربعات الصغرى فإنه يمكن تطبيق المربعات الصغرى بمرحلتين (SLS2) حيث أنه في المرحلة الأولى يتم حساب القيم الانحدارية لـ $\hat{y}$ من الشكل المختصر ثم يتم تعويضها في معادلات الشكل الهيكلي وتطبيق المربعات الصغرى ثانية. الطرق الأخرى تشمل المربعات الصغرى بثلاثة مراحل، طريقة أعظم احتمال وطريقة العزوم كل هذه الطرق متوفرة في برمجيات القياس الاقتصادي وتطبق بسهولة. نتائج هذه الطرق مطبقة على النموذج أعلاه ملخصة في الجداول التالية.

تقييم النموذج

- بعد تقدير النموذج وحساب البرامترات واجراء الاختبارات اللازمة فإنه يجب تقييم هذا النموذج من ناحية استعماله في تحليل السياسات الاقتصادية. أحسن طريقة للوصول إلى هذا الغرض هو استعمال تقنية المحاكاة والتي تتلخص بأنها حل النموذج باستعمال القيم الخارجية فقط، أما القيم الداخلية والداخلية المحددة مسبقا فإنها تتحدد بالنموذج ذاته. أي أن: $\hat{\Gamma}\tilde{y}_t = \hat{B}X_t + \hat{\gamma}\,\tilde{y}_{t-1}$
- القيم البدائية للنموذج y_0 والتي تسمح بانطلاق عملية المحاكاة تأخذ من معطيات العينة. بعد احتساب $\tilde{y}_t$ من النموذج فإنه يجدر مقارنتها مع y_t الحقيقية وقياس مدى المطابقة مع القيم الحقيقية.

Simulation المحاكاة

- تقنية المحاكاة هي عبارة عن حل النموذج باستعمال القيم المقدرة للبرامترات وقيم المتغيرات الخارجية X_t فقط لحساب y_t ، نظرا للآنية المتواجدة ما بين المتغيرات الداخلية والمتواجدة في المعادلات المختلفة للنموذج. لهذا الغرض فإن تقنية المحاكاة تسمح بحساب $\tilde{y}_t$ وذلك بكتابة النموذج في ميدان المحاكاة ثم حساب القيم بشكل تكراره Iterative حتى يتم الوصول إلى قيم الحل أي:

$$y_t^{(s)} = \hat{\Gamma}^* y_t^{(s-1)} + \hat{B} X_t + \hat{\gamma}\ \mathrm{y}_{t-1}^{(s)}$$

- حيث أن S تدل على اِلتردد في المرحلة "S" . إن كتابة النموذج في مجال التردد مهم جدا وسرعة الحل تعتمد على هذه الكتابة ولا توجد طريقة واحدة للكتابة، والطريقة الأكثر نجاعة هي استغلال البنية التشابكية للنموذج بحيث يتم استعمال $y_t^{(s)}$ في المعادلات الأخرى بمجرد حسابها . في حال نموذجنا فإنه يمكن وضع النموذج في مجال التردد بالشكل التالي:

$$C_t^{(s)} = \alpha_1 + \beta_1 y_t^{(s)} + \gamma_1 C_{t-1}^{(s)} + u_{1t}$$

$$I_t^{(s)} = \alpha_2 + \beta_2 (y_t^{(s)} - y_{t-1}^{(s)}) + \gamma_2 r_t + \gamma_1 I_{t-1}^{(s)} + u_{2t}$$

$$y_t^{(s)} = C_t^{(s-1)} + I_t^{(s-1)} + Z_t$$

- لنفرض أن القيم البدائية لانطلاق عملية التردد متوفرة من عينة المعطيات أي: $y_0^{(s)}, C_0^{(s)}, I_0^{(s)}$ فإنه يمكن حساب قيم الفترة الأولى كالتالي:

$$C_1^{(s)} = \alpha_1 + \beta_1 y_1^{(s)} + C_0^{(s)} + u_{1t}$$

$$I_1^{(s)} = \alpha_2 + \beta_2 (y_1^{(s)} - y_0^{(s)}) + \gamma_2 r_t + \theta_1 I_0^{(s)} + u_{2t}$$

$$Y_1^{(s)} = C_1^{(s-1)} + I_1^{(s-1)} + Z_t$$

- من أجل S=0 فإنه يتم حساب للتردد الأول:

$$y_1^1 = C_1^0 + Z_1^0 + I_1^0$$

- وذلك بتعويض القيم C_1^0 و I_1^0 من المعطيات. هذه القيم تعوض في المعادلة الأولى والثانية لحساب C_1^1 و I_1^1 والتي تعوض في المعادلة الثالثة للحصول على y_1^2 وهكذا يتم التردد حتى يستقر النظام أي:

$$\left| y_t^{(s)} - y_t^{(s-1)} \right| < \varepsilon = 0.01$$

- عندها يتم حساب قيم المرحلة الزمنية الثانية باستعمال نفس طريقة التردد . هذهٍ العملية رغم تعقيداتها ، خاصة عندما يكون حجم النموذج كبيرا فإن البرمجيات الجاهزة تقوم باختبار بنية النموذج ووضعه في ميدان المحاكاة وحساب القيم بنفس الطريقة وبكل كفاءة .

- أي أن y_{t-1} تستعمل من قاعدة البيانات ولا تحتسب من النموذج في حالة المحاكاة الديناميكية فإنه يتم حساب قيم y_{t-1} من النموذج: أي:

$$\hat{\Gamma}\tilde{y}_t + \hat{B}X_t + \hat{\gamma}\tilde{y}_{t-1} = u_t$$

- حيث $\tilde{y}_{t-1}$ يتم حسابها من النموذج وتعويضها داخل المعادلات لحساب قيم $\tilde{y}_t$. هذه الطريقة تتطلب توفير $\tilde{y}_0$ وتسمى القيم البدائية Initial Values . في هذه الحالة فإن قيم $\tilde{y}_1$ تأخذ مباشرة من المعطيات لحساب قيم أي:

$$\hat{\Gamma}\tilde{y}_1 = \hat{B}X_t + \tilde{\gamma}y_0$$

- وبعد احتساب $\tilde{y}_1$ فإنها تعوض في النموذج لحساب $\tilde{y}_2$ وهكذا تتم العملية بالتداول Itevative حتى الأيول

حيث أن:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y_t - \tilde{Y})^2}{T}}$$

$$AME = \frac{\sum \left| y_t - \tilde{y}_1 \right|}{T}$$

- و R^2 هو معامل التحديد لحظ الانحدار ما بين Y_t و $\tilde{Y}_t$ و a هو برامتر الانحدار أي $\tilde{y}_t = ay_t + u_t$:

- أما U فهو معامل Theil وهو يحسب كالتالي:

$$U_{(1)} = \frac{\sqrt{MSE}}{\sqrt{\sum y_t^2 / n} + \sqrt{\sum \hat{y}_t^2 / n}} = \frac{\sqrt{\sum (y_t - \tilde{y}) / n}}{\sqrt{\sum y_t^2 / n} + \sqrt{\sum \tilde{y}_t^2 / n}}$$

- هذا المعيار يتراوح ما بين الصفر والواحد [0,1] ويمكن استعمال

$$U_{(2)} = \frac{\sqrt{\sum \Delta \tilde{u}_t^2}}{\sqrt{\sum \Delta y_t^2} + \sqrt{\sum \Delta \tilde{y}_t^2}}$$

- لقد وضحنا أعلاه بأن الهدف من النموذج هو حساب مضاعفات السياسة الاقتصادية وقد عرفنا هذه المضاعفات على أساس الشكل المختصر $\hat{\pi}$. في الحقيقة أن النماذج الواقعية هي نماذج غير خطية وبالتالي لا يتوفر فيها شكل مغلق وبالتالي لا يمكن حساب الشكل المختصر. في هذه الحالة يمكن حساب المضاعفات بالطريقة التالية.

- يتم حل النموذج باستعمال طريقة المحاكاة على مسار تأخذ فيه المتغيرات الخارجية قيمها الأصلية، ويسمى عموما بالحل المرجعي "Base Run" ويرمز له بـ $\tilde{y}_t^{(c)}$

$$\hat{\Gamma}\tilde{y}_t = \hat{B}X_t + \hat{\gamma}\ \hat{y}_{t-1}$$

- نقوم بتغير إحدى المتغيرات الخارجية لمستواها الجديد ترفع الانفاق الحكومي بمعدل ΔX_t ويقوم باجراء الحل ثانية بطريقة المحاكاة:

$$\Gamma\tilde{y}^{(s)} = \hat{B}(X_t + \delta X_t) + \hat{\gamma}\ \hat{y}_{t-1}$$

- هذا يعطي حلاً تأخذ فيه المتغيرات الخارجية مسارها الجديد بعد تطبيق السياسة الاقتصادية. يمكن تعريف المضاعف على أنه

$$M_{y_t} = \left(\frac{\tilde{y}_t^{(s)} - \tilde{y}_t^{(c)}}{\Delta X_t} \right)$$

- وهو يقيس الزيادة الحاصلة في كل متغير داخلي y_t الناجمة عن زيادة في X_t بمقدار ΔX_t. هذا التعريف للمضاعف يعتبر أكثر مرونة من التعريف السابق لأنه بكل بساطة يسمح باختبار حزمة Package سياسات اقتصادية متنوعة ومعقدة كما هو الحال في الواقع.

- في إطار النموذج أعلاه قمنا بزيادة الانفاق المستقل بمقدار 1000 لفترة واحدة (سياسة مؤقتة) فأعطت المحاكاة النتائج الملخصة
- الملاحظ أن قيم المضاعف تكون قوية على الدخل مباشرة ثم تتناقص بفعل أثر الميل الحدي للاستهلاك والمسرع الذي يؤثر سلبا على الانفاق في الأجل الطويل عن طريق النمو في الدخل.

- أما زيادة سعر الفائدة فيعطي النتائج الملخصة في الملحق. نلاحظ أن زيادة سعر الفائدة بنقطتين خلال مرحلة 1968 تعطي نتائج أقوى من زيادة الانفاق المستقل وذلك لأنها تؤدي مباشرة لارتفاع الاستثمار بشكل ملحوظ. يجب التنويه إلى أنه لا يمكن استعمال معادلة المضاعف $M = \frac{y_t^{(s)} - y_t^{(c)}}{\Delta X_t}$ لأن المتغير الخارجي في هذه الحالة (سعر الفائدة) لا يقاس بنفس الوحدة مثل المتغيرات الداخلية الأخرى، والمقاسة بملايين الدينارات. في هذه الحالة فإننا نلجأ إلى حساب المرونات الديناميكية والتي تعطي النسبة المئوية الحاصلة عن زيادة المتغيرات الاقتصادية أي:

$$M^e = \left[\frac{y_t^{(s)} - y_t^{(c)}}{y_t^{(c)}}\right].100$$

استعمال النموذج للتنبؤ

- إن النموذج المكون من ثلاثة معادلات (معادلة رقم I) يمكن أن يستعمل لحساب القيم المستقبلية للمتغيرات الداخلية (الاستهلاك، الاستثمار، والدخل) . وذلك باستعمالٍ طريقة المحاكاة خارج مرحلة التقدير. إن هذه العملية تتطلب أولاً حساب المسار المستقبلي للمتغيرات الخارجية في النموذج، أي سعر الفائدة، والانفاق المستقل.

- إن حساب المسار المستقبلي للمتغيرات الخارجية يتطلب تطبيق إحدى طرق التنبؤ المعروفة والتي يجب مراعاة طبيعية المتغيرات الخارجية عند القيام بعملية التنبؤ. فمثلاً في حالة النموذج الذي نقوم بدراسته فإنه يمكننا اعتبار أن أسعار الفائدة متغير لا يتغير كثيرا وبالتالي فإنه يمكن اعتبار أنه يزداد بمعدل نقطة مؤتية واحدة لكل سنة على ألا يتعدى سقف 20% عندها يصبح المتغير ثابت وهذه الفرضية تعتبر متناسقة مع تجربة تغيرات سعر الفائدة في الاقتصاد الجزائري. وبالتالي فإن النموذج المستعمل لتحديد سعر الفائدة يكون من سنة 1994 إلى سنة 2000. $r_t = \tilde{r}_{t-1} + 1$

- أما الانفاق المستقل ونظراً لأنه يحتوي على الانفاق الحكومي ٍ وصافي الميزان التجاري فإنه متغير كثير التذبذب ولا يمكن اعتباره ثابتاً وبالتالي فإن أحسن طريقة لحساب قيمه المستقبلية هي استعمال نموذج سلاسل زمنية (ARMA (2,1 : $Z_t = \ell_1 Z_{t-1} + \ell_1 Z_{t-1} + \phi \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$

- ثم استعماله لحساب القيم المستقبلية وفق المعادلة:

$$\tilde{Z}_t = \hat{\ell}_2 \tilde{Z}_{t-1} + \hat{\ell}_2 \tilde{Z}_{t-2} + \hat{\phi}\, \hat{\varepsilon}_{t-1} + \hat{\varepsilon}_t$$

- وبعد الحصول على هذه القيم المستقبلية فإننا نقوم بحساب قيم المتغيرات الداخلية بطريقة المحاكاة باستعمال:

$$\hat{\Gamma} \tilde{y}_{T+\ell} = \hat{B} \tilde{X}_{T+\ell} + \hat{\gamma} \tilde{y}_{T+\ell-1}$$

ARMA (2,1) نتائج تقدير معادلة باستعمال

$$Z_t = 1755.66 + 0.581 Z_{t-1} + 0.49 Z_{t-2} - 0.087 Z_{t-3}$$

(0.515) (3.447) (2.602) (1.089)

$$-1.487 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

(3.0395)

$R^2 = 0.858$, $\sigma^2 = 9681.027$, $\text{RMSE} = 16410.33$

$\text{RMAPE} = 83.63$ $U = 0.209$

- بعد تعويض هذه القيم مع قيم سعر الفائدة ولغاية سنة 2010 قمنا بحل النموذج بطريقة المحاكاة الديناميكية للحصول على القيم المستقبلية للاستهلاك، الاستثمار والدخل. هـــذه المعطيات بعـــد التأكـــد مـــن صلاحيتها يمكن استعمالها كحل مرجعي "BASERUN" لإجراء مختلف السياسات الاقتصادية وذلك بتغير سعر الفائدة والانفاق المستقل.