

المديرية العامة للإحصاء والأبحاث

بحوث السوق المالية

دراسة بعنوان

التنبؤ باحتمالات تغير سعر صرف الدينار العراقي مقابل
الدولار الأمريكي بإستعمال سلاسل ماركوف للفترة
(2014-2008)

إعداد الباحث

ماهر محسن سلمان

Maher_mahssen@yahoo.com

التنبؤ بإحتمالات تغير سعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الأمريكي باستعمال سلاسل ماركوف للفترة (2008-2014)

Forecasting of the probabilities of Iraqi dinar exchange rate change against the US. Dollar by using Markov Chains for the period (2008 – 2014)

إعداد الباحث/ ماهر محسن سلمان(*)

Maher_mahssen@yahoo.com

المستخلص

تسهم سلاسل ماركوف في التنبؤ بالحالة المستقبلية, بإستعمال مصفوفة إحتتمالات الإنتقال من الحالة السابقة لتساعد في تحديد حالات الظاهرة من فترة الى أخرى , ومن مزايا أسلوب تحليل ماركوف إنه لا يعتمد على أسباب حدوث الظاهرة , وإنما يأخذها كما هي , ليتم تحليلها والتنبؤ بحالتها المستقبلية , والغرض من هذا البحث هو تقييم لسياسة البنك المركزي العراقي تجاه سعر الصرف من خلال تقدير إحتتمالات التغير بالوقت الحالي والتنبؤ بإحتمالات التغير في حالة الإستقرار و الثبات . وتوصل هذا البحث الى إستقرار سعر الصرف بإحتمال (85%) , بينما كان إحتمال الإستقرار لسعر الصرف في حالة الثبات (93%) .

Abstract

Markov chains contribution forecasting the future situation by using transition probabilities matrix from previous case to determine the phenomena situation from one period to another one of Markov analysis Method features is that , He doesn't depend on the reasons of the phenomena occurrence , but he takes it as it .to be analyzed and forecast its future phenomena , the purpose of this research is Estimating the CBI policy towards exchange rate through estimating the change probabilities in the current time and forecast the change probabilities in case of stability and stationary . this research reached to the steady state of exchange rate at (85%) probability where as the possibility of exchange rate , and the probability of exchange rate in future (steady state) is (93%)

| Key Word | الكلمات الدالة |
|---------------|----------------|
| Exchange Rate | سعر الصرف |
| Markov Chain | سلاسل ماركوف |
| Steady State | حالة الثبات |

(*) البنك المركزي العراقي / المديرية العامة للإحصاء والأبحاث / قسم بحوث السوق المالية .

المقدمة

مما لا شك فيه ان الطرائق العلمية والدراسات الموضوعية وتطبيقها من خلال وضع الموارد وتحديد السياسات المتبعة لتحقيق الأهداف، ووضع جدول بالأولويات وفقاً للحاجة الفعلية يعد بمثابة روح العمل الذي يسهم في عمل الدولة بشكل عام ونجاحها في رسم الخطط وتنفيذها بما يؤمن عمل ناجح في إدارة البلاد و وضع الموارد المتيسرة في مواضعها الصحيحة . وكان للظروف الخاصة التي مر بها العراق الأثر البالغ في التذبذب الحاصل في تحديد سعر الصرف فكان لا بد من وضع أسلوب علمي يحدد سياسة البنك المركزي تجاه سعر الصرف وهذا ما لاحظناه بعد عام 2004م ، وتحول العراق الى الأقتصاد المفتوح ، وإتباع البنك المركزي سياسة لإسقرار سعر الصرف كان له أثر بالغ على إسقرار الإقتصاد بشكل عام ، وان أي مؤسسة ناجحة يجب ان تراقب سريان خططها وفق المنهجية الموضوعية، وتقييم أداء هذه الإستراتيجية من وقت لآخر . حيث تم إعداد هذا البحث لتقييم هذه السياسة تجاه سعر الصرف من خلال تقدير احتمالات التغير الذي يمر بها سعر الصرف (الإنخفاض ، والإسقرار ، والإرتفاع) من خلال إتباع أسلوب ماركوف للتقدير والتنبؤ بالإحتمالات المذكورة ، وإن أسلوب ماركوف لا يعتمد على أسباب حدوث الظاهرة ويمكن من خلاله تقدير حالات الإنتقال من حالة الى أخرى ، أو للتنبؤ بحالة الثبات للظاهرة في المستقبل .

يتكون هذا البحث من شقين أساسيين هما الجانب النظري والذي يحتوي على تعاريف وأساساً للموجود بالجانب التطبيقي حيث يحتوي الجانب النظري على تعريف سعر الصرف واهدافه والعوامل المؤثرة فيه و كيفية تحديده ، كما تطرق الى موضوع أسلوب تحليل ماركوف وفرضياته وإستعمالاته وأنواعه وكيفية تكوين مصفوفة ماركوف الإنتقالية ، وكيفية الوصول الى الإسقرارية والثبات التي تعد صلب هذا البحث.

أما فيما يخص الجانب التطبيقي فيتضمن جمع البيانات التي تتمثل في سعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الأمريكي الصادر من البنك المركزي العراقي للفترة من كانون الثاني 2008م ولغاية كانون الاول 2014م . وتم تحليل البيانات وإستحصال النتائج عنه بما يحقق الهدف من البحث ، ووضع التوصيات على أساس الإستنتاجات الخاصة بهذا البحث .

مشكلة البحث

إن نجاح اي مؤسسة يقاس من خلال التحكم بما لديها من إمكانيات بالشكل الذي يحقق إنجاز اهدافها بالطريقة المثلى ، وكيفية إنجاز خططها ومراقبتها بشكل دوري .

بعد عام 2004 قام البنك المركزي بوضع سياسة لإستقرار سعر الصرف .

فيجب مراقبة هذه السياسة، وهل وصلت هذه السياسة الى ما ترمي اليه ؟ فقد جاء هذا البحث لتقييم هذه السياسة من ناحية احصائية بحتة ، من خلال حساب احتمالات تغير سعر الصرف .

هدف البحث

- 1- تقدير إحتتمالات تغير سعر الصرف بالاعتماد على الفترة الحالية .
- 2- التنبؤ بإحتتمالات تغير سعر الصرف في فترة ثبات الظاهرة , ووقت الوصول الى حالة الثبات .

الجانب النظري

Exchange Rate

1-1 سعر الصرف

يعتبر سعر الصرف العنصر المحوري في الإقتصادات المالية الدولية، كما يعتبر عنصر القطب في الفكر المالي الحديث، وله أهمية بالغة في تعديل وتسوية ميزان المدفوعات للدولة وخصوصا البلدان النامية.

هو مصطلح له العديد من التعاريف، منها:

- سعر الصرف هو النسبة التي يحصل على أساسها مبادلة النقد الأجنبي بالنقد الوطني.
- سعر الصرف هو عدد الوحدات النقدية التي تبدل به وحدة من العملة المحلية إلى أخرى أجنبية.
- أداة ربط بين أسعار السلع في الإقتصاد المحلي وأسعارها في السوق العالمي والسعر المحلي للسلع مرتبطان من خلال سعر الصرف.

2-1 أهداف سعر الصرف

- 1- **مقاومة التضخم** : يؤدي تحسن سعر الصرف إلى إنخفاض مستوى التضخم المستورد وتحسن في مستوى تنافسية المؤسسات. وعلى المدى القصير يكون الإنخفاض في تكاليف الإستيراد أثر إيجابي على إنخفاض مستوى التضخم المستورد.
- 2- **تخصيص الموارد** : يؤدي سعر الصرف إلى تحويل الموارد إلى قطاع السلع الدولية الموجهة إلى التصدير، وهذا ما يعمل على توسيع قاعدة السلع للدولة بحيث يصبح عدد كبير من السلع قابل للتصدير.

- 3- **توزيع الدخل** : يؤدي سعر الصرف دوراً هاماً في توزيع الدخل بين الفئات أو القطاعات المحلية، فعند ارتفاع القدرة التنافسية لقطاع التصدير التقليدي (مواد أولية أو زراعية) نتيجة انخفاض سعر الصرف الحقيقي، فإن ذلك يجعله أكثر ربحية، ويعود الربح على أصحاب رؤوس الأموال بينما تخفض القدرة الشرائية للعمال. والعكس عند انخفاض سعر الصرف ، فإن ذلك يؤدي إلى ارتفاع القدرة الشرائية.
- 4- **تنمية الصناعات المحلية** : يمكن للبنك المركزي تخفيض سعر الصرف من أجل تشجيع الصناعة الوطنية ، كما إن تخفيض العملة من قبل البنك المركزي يحمي السوق المحلي من المنافسة الخارجية وتشجيع الصادرات.

3-1 العوامل المؤثرة في سعر الصرف

- 1- **مستويات الأسعار النسبية** : حسب نظرية تعادل القوة الشرائية ، عندما ترتفع أسعار السلع المحلية ينخفض الطلب على السلع المحلية ويتجه سعر العملة الوطنية نحو الانخفاض حيث يمكن الإستمرار في بيع السلع المحلية بطريقة جيدة، والعكس صحيح .
- 2- **التعريفات الجمركية والحصص** : تؤثر في سعر الصرف كل من التعريفات الجمركية (الضرائب على السلع المستوردة مثلاً) والحصص (القيود على كمية السلع التي يمكن إستيرادها)، لأن ذلك يزيد من الطلب على السلعة المحلية .
- 3- **تفضيل السلع الأجنبية على السلع المحلية** : زيادة الطلب على صادرات دولة ما يتسبب في ارتفاع عملتها على المدى الطويل ، وزيادة الطلب على الواردات تسبب في انخفاض قيمة العملة الوطنية.
- 4- **الإنتاجية** : في حال كانت الدولة أكثر إنتاجية من غيرها من الدول، يمكن أن تخفض أسعار السلع المحلية بالنسبة لأسعار السلع الأجنبية وتظل تحقق أرباحاً، والنتيجة هي زيادة الطلب على السلع المحلية وميل سعر العملة المحلية إلى الارتفاع.

Markov Chain Analysis

1-2 تحليل سلاسل ماركوف

ان أسلوب تحليل ماركوف هو " أسلوب يتعامل مع احتمالات حدوث حدث معين في المستقبل مستنداً إلى تحليل بعض الاحتمالات ، أي إنه أسلوب علمي لدراسة و تحليل ظاهرة في الفترة الحالية من أجل التنبؤ بسلوكها في المستقبل " , وتعود تسمية تحليل سلاسل ماركوف نسبة الى العالم الروسي " اندريه ماركوف " الذي إقترح هذا التحليل في بداية القرن العشرين .
أما سلسلة ماركوف فلها تعريفان:

- أ- هي إحدى أدوات بحوث العمليات التي تبحث في تحليل لاتجاهات الحالية لبعض المتغيرات للتنبؤ باتجاهاتها في المستقبل.
- ب- هي عملية تحليل عشوائية تحمل خاصية التنبؤ بالمستقبل إنطلاقاً من الحاضر دون الحاجة إلى معرفة الماضي.

2-2 فرضيات تحليل سلاسل ماركوف

- يستند تحليل ماركوف الى عدة افتراضات أساسية هي :
- إن هناك عدد محدود ونهائي من الحالات (تحت الدراسة) الممكنة الحدوث .
 - إن احتمال تغير الحالات من وقت لآخر تظل كما هي ثابتة دون تغيير.
 - يمكن التنبؤ بأي حالة في المستقبل من خلال مصفوفة التغير ومعرفة الحالة الآنية .

3-2 انواع سلاسل ماركوف

1-3-2 سلاسل ماركوف المتقطعة

إذا تمت ملاحظة نظام ما (ظاهرة) في فترات زمنية منتظمة (ساعة , يوم , شهر...الخ) عندئذ يمكن وصف إجراء التنبؤ العشوائي للإنتقال من حالة الى أخرى بواسطة مصفوفة تمثل احتمالات التحرك الى كل حالة من الحالات تحت الدراسة في فترة زمنية واحدة , وبفرض ان هذه المصفوفة لا تتغير بمرور الزمن , فان هذا الإجراء يُعرف بسلسلة ماركوف المتقطعة الزمن .

2-3-2 سلاسل ماركوف المستمرة

تسهم هذه السلاسل في إجراءات التقدير العشوائي الحركي ذات الزمن المستمر حيث تتوزع مدة كل حالة متغيرة على شكل منحني التوزيع الأسي , ويكون الزمن معاملاً مستمراً , ويحقق الإجراء شرط ماركوف (أي إن الطريق الذي يسلكه الإجراء في المستقبل يعتمد على الحالة الآنية فقط , وليس على سلسلة الحالات التي حدثت قبل

الحالة الآنية) . وتدعى هذه السلسلة بسلسلة ماركوف المستمرة , وتتمثل بمصفوفة تمثل معدل حالات الانتقال من كل حالة الى كافة الحالات الأخرى تحت الدراسة .

4-2 استعمالات تحليل ماركوف

يمكن ان تُطبق سلاسل ماركوف في العديد من المجالات منها :

1. المقارنة بين الماركات المستعملة في الاسواق .
2. دراسة تحول المستهلكين من منشأ الى منشأ آخر لسلعة معينة .
3. التنبؤ بالزيادة او النقصان او الإستقرار لسعر سلعة معينة .
4. دراسة عدد الآلات والمواد التي تساهم في إنتاج سلعة معينة .
5. تقدير مصادر التمويل الحالية والتنبؤ به للفترة المقبلة .

Transitional matrix

5-2 المصفوفة الإنتقالية

تتكون المصفوفة الإنتقالية او مصفوفة ماركوف من مصفوفة مربعة أي إن عدد الصفوف يساوي عدد الأعمدة , و تحتوي عناصرها على نسب إحصائية ويرمز لها عادة بالرمز P وتتميز بصفتين هما :

- كل عنصر من عناصر المصفوفة يجب يمثل قيمة إحصائية . أي بمعنى اخر
- $$0 \leq p_{(i,j)} \leq 1$$
- مجموع عناصر كل صف من صفوف المصفوفة يساوي الواحد الصحيح .

$$\sum_{\forall j} p_{(i,j)} = 1$$

وبشكل عام تكون مصفوفة ماركوف كالآتي :

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

ولحساب قيمة احتمال إنتقال الظاهرة من الحالة i الى الحالة j بعدد من الخطوات أو الوحدات الزمنية مقدارها m بإستعمال الصيغة الآتية :

$$p_{ij}^m = (X_{n+m} = j / X_n = i) \quad \dots (2)$$

وتدعى هذه بالإحتمالات الإنتقالية خلال m من الوحدات الزمنية . وقد قام العالمان جابمان - كولموكروف (Chapman - Kolmogorov) بإيجاد صيغة عامة على الصيغة (2) وهي كما يلي :

$$\dots (3) p_{(i,j)}^{m+n} = \sum_h p_{ih}^n p_{hj}^m$$

Stationary & steady state

6-2 الإِسْقَرارية وحالة الثبات

إن مفهوم الإِسْقَرارية يعني بشكل عام عدم تغير الصفات الاحصائية للعملية التصادفية بدرجة او بإخرى بمرور الزمن .

أما حالة الثبات تظهر عندما تستمر العملية التصادفية لزمن طويل إذ تستقر نسب عدد الإنتقالات لكل حالة عند قيمة معينة , وتدعى بالإحتمالات المستقرة لتلك الحالة , أي يظهر سلوك $p_{(i,j)}^m$ عندما $m \rightarrow \infty$ لذلك فإن التوزيع المستقر يعرف كالاتي :

المتجه الإِحتِمالي $\underline{u}^{(s)} = [u_1^{(s)}, u_2^{(s)}, \dots, u_n^{(s)}]$ الذي يحقق $\underline{u}^{(s)} P^m = \underline{u}^{(s)}$ يسمى التوزيع المستقر للعملية التصادفية (Stationary distribution). عندما تكون P مصفوفة الإِحتِمالات الإنتقالية لسلاسل ماركوف وذات m من الحالات المنتهية فإن :

$$\lim_{m \rightarrow \infty} P^{(m)} = U = \begin{pmatrix} \underline{u} \\ \underline{u} \\ \vdots \\ \underline{u} \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

حيث أن :

$\underline{u} = [u_1, u_2, \dots, u_n]$ تمثل المتجه الإِحتِمالي الوحيد.

$$\sum_{j=1}^m \underline{u} = 1, \quad 0 \leq \underline{u} \leq 1$$

كما يمكن إيجاد التوزيع المستقر للفترة القادمة من خلال الصيغة الآتية :

$$UP = U \quad \text{or} \quad PU = U \quad \dots (5)$$

أي إذا إقتربت m من (∞) , فإن إحتتمالات الإنتقال ذات m من الخطوات للمصفوفة P_{ij} ستعتمد على الحالة الاخيرة وليس على الحالة الابتدائية, وهذا يعني ان بعد مرور عدد كبير من المحاولات سوف تصل السلسلة الى حالة الإستقرار و الثبات .

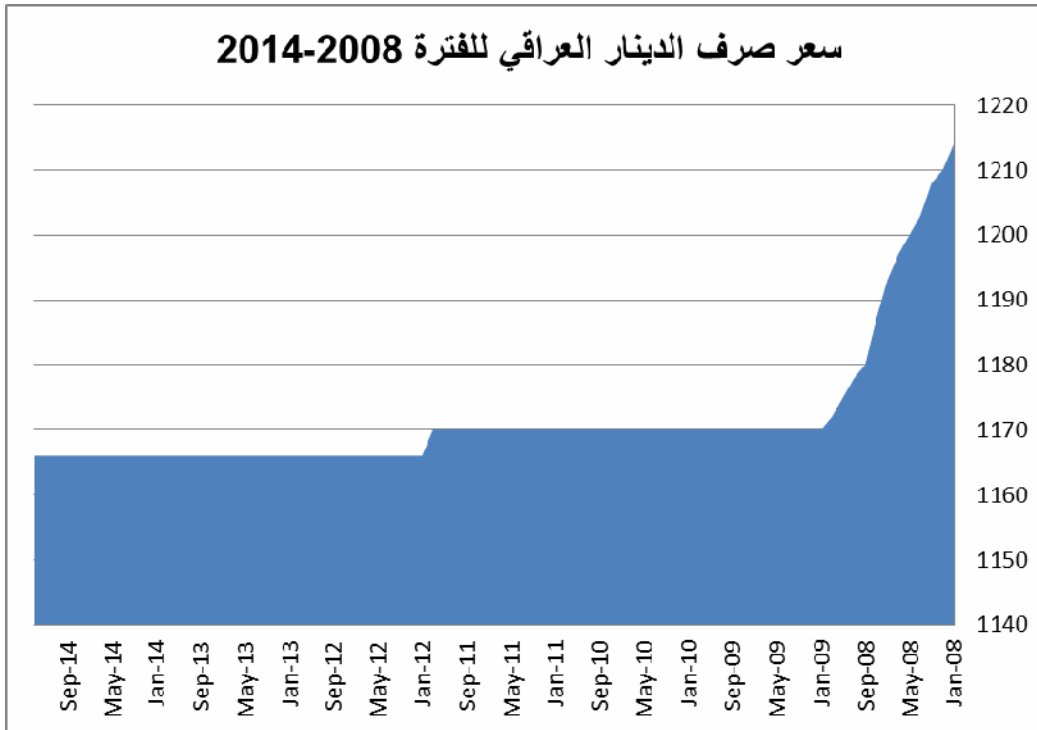
الجانب التطبيقي

1-3 جمع البيانات

تم الحصول على بيانات هذا البحث من النشرات الاحصائية الصادرة عن البنك المركزي العراقي / مديرية الاحصاء والابحاث , وتتمثل البيانات على شكل سلسلة زمنية ممتدة من عام (2008-2014) شهرياً والخاصة بسعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الامريكي وسيتم دراسة ثلاث حالات لسعر الصرف هي (الإنخفاض , الإستقرار , الإرتفاع) , ويمكن تمثيل البيانات كما في الشكل (1) .

الشكل (1)

سعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الامريكي للفترة (2008-2014)



2-3 تكوين مصفوفة ماركوف ومتجه التوزيع الاولي

يتم تكوين مصفوفة ماركوف (الانتقالية) P من خلال مشاهدة السلسلة الزمنية لسعر صرف الدينار العراقي وفرز عدد حالات الانتقال من حالة الى اخرى للحالات تحت الدراسة (الإنخفاض , الإستقرار , الإرتفاع) , ومن ثم قسمة عناصر كل صف على مجموعه ولكل الصفوف للحصول على مصفوفة ماركوف , والجدول (1) يبين عدد الإنتقالات للحالات تحت الدراسة .

الجدول (1)

عدد حالات الإنتقال من :

| المجموع | إنخفاض الى إرتفاع | إنخفاض الى إسقرار | إنخفاض الى إنخفاض |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 14 | 0 | 2 | 12 |
| المجموع | إسقرار الى إرتفاع | إسقرار الى إسقرار | إسقرار الى إنخفاض |
| 69 | 0 | 68 | 1 |
| المجموع | إرتفاع الى إرتفاع | إرتفاع الى إسقرار | إرتفاع الى إنخفاض |
| 0 | 0 | 0 | 0 |

وبالتالي فان مصفوفة ماركوف تكون بالشكل الآتي :

$$P = \begin{pmatrix} \frac{12}{14} & \frac{2}{14} & \frac{0}{14} \\ \frac{1}{69} & \frac{68}{69} & \frac{0}{69} \\ \frac{0}{0} & \frac{0}{0} & \frac{0}{0} \end{pmatrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 0.86 & 0.14 & 0 \\ 0.01 & 0.99 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

إذ أن :

0.86 : احتمال الإنتقال من الإنخفاض الى الإنخفاض.

0.14 : احتمال الإنتقال من الإنخفاض الى الإستقرار.

0.01 : احتمال الإنتقال من الإستقرار الى الإنخفاض.

0.99 : احتمال الإنتقال من الإستقرار الى الإستقرار.

ولا يوجد أي احتمال للإنتقال الى الإرتفاع .

أما بالنسبة للمتجه الأولي π^0 فنحصل عليه من مجموع الصفوف في الجدول (1) ,

وهو كما يلي :

$$\pi^0 = \begin{pmatrix} 14 & 69 & 0 \\ 83 & 83 & 83 \end{pmatrix}$$

$$\pi^0 = (0.17 \quad 0.83 \quad 0)$$

إذ أن :

0.17 : إحتمال الإنتقال من جميع الحالات الى حالة الإنخفاض.

0.83 : إحتمال الإنتقال من جميع الحالات الى حالة الإسقرار .

0 : إحتمال الإنتقال من جميع الحالات الى حالة الإرتفاع.

يمكن التنبؤ بالحالات تحت الدراسة للفترة المقبلة (الشهر القادم) عن طريق ضرب المتجه الاولي π في مصفوفة ماركوف P , وكما يلي :

$$\pi^0 P = \pi^1 = (0.15 \quad 0.85 \quad 0)$$

0.15 : إحتمال الإنتقال الى حالة الإنخفاض في الفترة المقبلة (الشهر القادم).

0.85 : إحتمال الإنتقال الى حالة الإسقرار في الفترة المقبلة (الشهر القادم).

لا يوجد إحتمال للإنتقال الى حالة الإرتفاع في الفترة المقبلة (الشهر القادم).

3-3 حالة الإسقرار والثبات

يمكن الوصول الى حالة الإسقرار والثبات عن طريق استخدام الصيغة (4) على برنامج (MATLAB) للحصول على نتائج دقيقة ولتقليل الوقت , و كما يلي :

$$\lim_{m \rightarrow \infty} P^{(m)} = U = \begin{pmatrix} u \\ u \\ \vdots \\ u \end{pmatrix}$$

$$P^{58} = \begin{pmatrix} 0.0668 & 0.9332 & 0 \\ 0.0668 & 0.9332 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$P^{59} = \begin{pmatrix} 0.0667 & 0.9333 & 0 \\ 0.0667 & 0.9333 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$P^{1000} = \begin{pmatrix} 0.0667 & 0.9333 & 0 \\ 0.0667 & 0.9333 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

نلاحظ من المصفوفات أعلاه , يتم الوصول الى حالة الإستقرار والثبات بعد مرور (59) شهراً وتستمر هذه الإحتمالات الى مالانهاية (اذا استمرت الظروف الحالية) .

إذ أن :

0.0667: إحتمال الإنتقال الى حالة الإنخفاض بعد مرور (59) شهراً .

0.9333: إحتمال الإنتقال الى حالة الإستقرار بعد مرور (59) شهراً .

0 : إحتمال الإنتقال الى حالة الإرتفاع بعد مرور (59) شهراً .

1-4 الاستنتاجات

من بيانات السلسلة الزمنية لسعر الصرف التي تم اعداد الدراسة على اساسها وهي من شهر كانون الثاني 2008 الى كانون الاول 2014 توصلنا الى :

- 1- نجاح البنك المركزي العراقي في سياسته تجاه سعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الامريكي , حيث كان إحتمال سعر الصرف 85% في الفترة الحالية , فيما كان إحتمال الإنخفاض 15% , ولا يوجد إحتمال للإنتقال الى الإرتفاع , الى نهاية الفترة الحالية .
- 2- سوف تصل إحتتمالات الإنتقال الحالات تحت الدراسة الى الثبات بعد مرور(59) شهراً (اذا استمرت الظروف الحالية) .
- 3- ان إحتمال الإنتقال الى حالة الإستقرار لسعر الصرف هو (93.33%) بالمستقبل عند وصول السلسلة الى حالة الثبات , فيما سيكون إحتمال الإنتقال الى الإنخفاض هو (6.67%), ولا يوجد اي إحتمال للإنتقال الى إرتفاع سعر الصرف .

2-4 التوصيات

- 1- نوصي البنك المركزي العراقي في الحفاظ على سياسته تجاه سعر الصرف , لانها سياسة جيدة وانتجت إستقراراً لسعر الصرف .
- 2- رصد اي تغييرات من شأنها زعزعة إستقرار سعر الصرف .
- 3- عمل دراسات مماثلة لهذه الدراسة .
- 4- نشر نتائج هذه الدراسة في تقرير الإستقرار المالي وتقرير السياسة النقدية .

المصادر

- 1- الخزرجي , ثريا , " السياسة النقدية في العراق بين إرث الماضي وتحديات الحاضر " كلية الادارة والاقتصاد , جامعة بغداد , 2008 م.
- 2- العذاري , فارس مسلم , الوكيل , علي عبد الحسين , " العمليات التصادفية " جامعة بغداد , مطبعة جامعة الموصل , 1991م.
- 3- العلي , ابراهيم , واخرون , " تحليل حركة السوق باستخدام سلاسل ماركوف – دراسة تطبيقية على الشركات ... " , مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية , المجلد (31) , العدد (1) , 2009 م .
- 4- الربيعي , فاضل محسن , عبد , صلاح حمزة " مقدمة في العمليات التصادفية " مديرية دار الكتب للطباعة والنشر , بغداد , 2005م .
- 5- السعدي , خليل , " تقلبات سعر صرف الدينار للمدة من عام 1996 لغاية منتصف عام 2005 والتنبؤ بسعره في المستقبل باستخدام سلاسل ماركوف " , 2007 ,
- 6- أمين , هجير عدنان , " الاقتصاد الدولي " الطبعة الاولى , دار الفكر – دمشق , 2008م .
- 7- علي , عمر عبد المحسن , محمد , احمد عادل , " التنبؤ في التغيرات الحاصلة على مصروفات الموازنة باستعمال سلاسل ماركوف مع تطبيق عملي " مجلة دراسات محاسبية ومالية – الملد السابع – العدد 18 , الفصل الاول , 2012 م .