Revue d'Economie et de Statistique Appliquée
Volume 15 Number 2, December 2018
ISSN : 1112-234X EISSN : 2600-6642
Pages : 189-205

USE THE NONLINEAR REGRESSION MODEL FOR THE TWO-DIMENSIONAL PROBABILITY LOGARITHM TO PREDICT THE CURRENCY CRISIS

استخدام نموذج الانحدار غير الخطي اللوغاريتم الاحتمالي ثنائي الحد للتنبؤ بأزمة العملة

عبد السلام* عقون

جامعة برج بوعريريج
abdeslemaggoune@gmail.com

كمال رزيق

جامعة البليدة 02
kamel_rezig@yahoo.fr

تاريخ الوصول: 07 /04/ 2018 تاريخ القبول: 04/ 06/ 2018 تاريخ النشر على الانترنت: 31/ 12/ 2018

ABSTRACT: The best method to avoid financial crises in economical systems is to predict financial imbalances and correct them using early warning systems before they turn to be a real crisis. This study aims to test the effectiveness of a non-linear regressive system, which is based on binary logarithmic probability, on predicting currency crisis. Data used is the one of countries that faced currency crises (Turkey, Indonesia). The next step is to analyze data signals during and before the crisis, as well as the use of ADF and Sensitivity tests to test the quality of the model. The results show that the EWS, used in this study, has the capacity to predict currency crises two years before they happen, and the standards tests have proved its efficiency too.
Keywords: early warning system, currency crisis, Crisis Index, Speculative Pressure, Effective Crisis.

JEL Classification:C51,, C53, F47

الملخص: يعتبر التنبؤ بالاختلالات المالية وتصحيحها قبل تحولها إلى أزمة أنجع وسيلة لتجنب الأزمات المالية في الأنظمة الاقتصادية، وذلك باستخدام نماذج الإنذار المبكر. تهدف هذه الدراسة إلى اختبار كفاءة نموذج الانحدار غير الخطي اللوغاريتم الاحتمالي ثنائي الحد للتنبؤ بأزمة العملة، عن طريق استخدام معطيات دول تعرضت إلى أزمات عملة من قبل (تركيا واندونيسيا)، وتحليل اشاراتها خلال وقبل الأزمة، إلى جانب استعمال اختبارات جدر الوحدة والحساسية لاختبار جودة النموذج. توصلت الدراسة إلى أن نموذج الإنذار المبكر المستعمل في الدراسة قادر على التنبؤ بأزمات العملة قبل وقوعها بسنتين، وأثبتت الاختبارات القياسية جودة النموذج.

الكلمات المفتاحية: نظام الإنذار المبكر، أزمة العملة، مؤشر الأزمة، الضغط المضاربي، الأزمة الفعالة.

* المؤلف المراسل

1 مقدمة:

تساهم العديد من الأسباب في ظهور الأزمات المالية، وهذه الأخيرة تؤدي إلى آثار سلبية على الاستقرار الاقتصادي وعلى برامج التنمية. وتبقى جهود الإنقاذ مكلفة ومحدودة، والدليل تكرارها في الأنظمة الاقتصادية، لذى وجب البحث عن آليات جادة لإدارة هذه الأزمات.

نظرا لصعوبة التحكم في الأزمات الماليّة في حالة ظهورها، كان من الضروري دراسة القوى الّتي تسهم في وقوعها بنظرة جديدة، وذلك في محاولة لوضع نظام للإنذار المبكر، يكون من شأنه إصدار إشارة عندما تظهر بوادر الاضطرابات في الأسواق الماليّة.

تعتبر أساليب بناء نظام الإنذار المبكر والمتغيرات التي تدرج فيه ذات أهمية كبيرة في جودة النظام، ودقة الإشارات التي يرسلها، وإمكانيته للتنبؤ بالأزمات وفي الوقت المناسب، ولذلك وجب اتخاذ عدة إجراءات ودراسات نظرية وقياسية حول نظام الإنذار المبكر قبل وضعه.

إشكالية الدراسة: لدراسة هذا الموضوع، والتّطرق لجوانبه المتعدّدة، وللقيام بالتّحاليل الضّرورية، الّتي تسمح بالوصول إلى النّتائج المطلوبة في هذه الدراسة، ولإبراز كفاءة نموذج الانحدار غير الخطي اللوغاريتم الاحتمالي ثنائي الحد للتنبؤ بأزمة العملة، قمنا بطرح الإشكالية التالية: **إلى أي مدى يمكن لنموذج الانحدار غير خطي اللوغاريتم الاحتمالي ثنائي الحد للتنبؤ بأزمة العملة؟**

أهمية الدراسة: نظم الإنذار ذات أهمية كبيرة في توقع الأزمات المالية عن طريق الإشارات التي يتم إرسالها بصفة مستمرة حول وضعية الاقتصاد، وإمكانية تعرضه لأزمة في المستقبل، لكن صحة الإشارات مبني على حسن البناء وسلامة التغيرات المستعملة فيه، وتعتبر الأساليب غير الخطية من أحسن الطرق المستعملة في ذلك، وعليه فإن أهمية هذه الورقة البحثية مستمدة من أهمية بناء نظام للإنذار المبكر وبالجودة المطلوبة للتنبؤ بأزمات العملة، خاصة في ظل الانهيارات المتتالية للعملة الوطنية.

الدراسات السابقة:

❋ **:Elena-Lvona Dumitrescu** "Econometric Methods for Financial Crises"، عبارة عن رسالة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة "Orléans"، نوقشت في 2012، عالجت الدراسة الإشكالية التالية: "**كيف يمكن تقييم القدرات التنبؤية لنظم الإنذار المبكر؟ وكيف يمكن تحسينها؟**".

توصلت الدراسة إلى أن النماذج اللوغاريتمية لها القدرة التنبؤية بالأزمات الماليّة، أكبر من النماذج الإحصائية ذات الثابت، أو نموذج ماركوف، وأن هذا النوع من نظم الإنذار المبكر يسمح بدراسة العلاقة السببية، بين الأنواع الثلاثة من الأزمات الماليّة (عملة، مصرفية، دين خارجي)، وأن نموذج trivariate هو الأحسن للتنبؤ بها.

❋ **Ali Ari:** " Globalisation financière et fragilités économiques et bancaires: une modélisation d'un système d'indicateurs d'alerte pour l'économie turque "، رسالة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة TOULON-VAR، نوقشت في 2009، عالجت الدراسة الإشكالية التالية: "**نجاعة نظم الإنذار المبكر غير الخطية في التنبؤ بأزمات العملة في تركيا**".

توصلت الدراسة إلى أن نظم الإنذار غير الخطية تبقى الأنجع في ذلك، والّتي يجب أن تمزج بين عدة متغيرات في الاقتصاد الكلي، والقطاع المالي، وقطاع المصرفي. وتوصلت الدراسة إلى أن نظام الإنذار المستعمل كفيل بتجنيب تركيا أزمات عملة مستقبلية.

❋ **Alain Etté Angora:** " Système d'alerte avancée des crises Bancaires: Une approche fondée sur les modèles Multinomiaux"، عبارة عن رسالة دكتوراه في العلوم الاقتصادية جامعة LIMOGES، نوقشت في 2009، وقد عالجت الإشكالية التالية: "كفاءة نظم الإنذار غير الخطية متعددة الحدود في التنبؤ بالأزمات البنكية في دول UEMOA ودول جنوب شرق آسيا".

توصلت الدراسة إلى أن نظم الإنذار المبنية على الانحدار، غير الخطي اللوغاريتمي، متعدد الحدود، هو الأنجع في الوقت الحالي، للتنبؤ بالأزمات المصرفية، والتنبؤ بإشاراتها في فترات زمنية متقدمة جدا، تسمح بتصحيحها، قبل تطورها إلى أزمة.

2 مفهوم نظام الإنذار المبكر.

2.1. نظرة تاريخية: بدأ الاهتمام المبكر باستخدام مؤشرات مالية لدعم البنوك والمؤسسات المالية من قبل لجنة بازل، تحت رعاية بنك التسويات الدولي لوضع معايير لملاءة رأس المال في 1992، ومنذ ذلك الوقت توالت الجهود والدراسات لوضع نظم أو مؤشرات للحد من المخاطر وقياس صحة الجهاز المصرفي، وقد تم اقتراح نظام الـ "CAMEL"، (والذي يغطي ملاءة رأس المال C، جودة الأصول A، الإدارة M، الربحية E، والسيولة L) ويتم التعبير عن كل عنصر من هذه

العناصر بعدد من المؤشرات المالية، ثم تعددت نظم الإنذار المبكر وقامت البنوك المركزية المختلفة بتطوير هذا النظام بما يتفق وظروفها.

2.2. تعريفه: يعرفه صندوق النقد الدولي على أنه الإطار المنهجي العلمي التجريبي للنظام يعتمد على توليفة من المتغيرات والمؤشرات القيادية الممثلة لحالة التغير (التي تظهر تغيرا غير طبيعي في سلوكها في حالة الأزمات)، بينما ترتكز دقة نتائجه على نوعية ودرجة تردد البيانات حول حالة المخاطرة.

يقوم نظام الإنذار المبكر بإرسال إشارات عن حالة الاختلال التي يمكن أن يتعرض لها اقتصاد ما، وهذا بناء على منهجية واضحة المعالم، مبنية على معلومات مسبقة عن مؤشرات الأداء الاقتصادي لهذا البلد. كما يمكن أن يكون أداة مهمة لتقييم نقاط الضعف النسبي لمجموعة من البلدان، وهذا التقييم يكون أكثر صعوبة إذا أخذنا كل بلد على حدى.

2.3. فعالية نظم الإنذار المبكر.

في الوضع المثالي، يتعين أن يكشف نظام الإنذار المبكر عن أوجه الضعف في أي نظام مقدما وعلى نحو كاف، بحيث يمكن اتخاذ تدابير التصحيح للوقاية حتى من خطر تطور الأزمة. فاكتشافات فقاعات أسعار الأصول الأولية، والحد من التعرض لمخاطر العملة الأجنبية غير المغطاة من قبل البنوك والمقترضين، والحد من الاستدانة لتحقيق الفعالية المالية، والمطالبة بنسب أعلى لرأس المال، كلها أمثلة لطرق تقليل تراكم أوجه التعرض للمعاناة.

وضع نظم الإنذار المبكر ليس الهدف منه معالجة الأزمات وآثارها، بل توقع هذه الأزمات قبل وقوعها لتفادي آثارها السلبية، وتفادي دخول اقتصاد البلد في حالة اللاستقرار، فمن خلال الإشارات التي يرسلها هذا النظام يتم تصحيح الاختلالات قبل تفاقمها، وبذلك فإن النظام الفعال سيرسل كل الإشارات عن أي اختلال يمكن أي يتعرض له الاقتصاد وفي الوقت الحقيقي.

نظم الإنذار الفعالة هي التي تكون قادرة على تحديد البلدان التي تكون أكثر عرضة للأزمات المالية في المستقبل، وهي قادرة على جذب انتباه السلطات السياسية والاقتصادية للاختلالات قبل حدوث الأزمة، والتي تتطلب إدخال التعديلات والإصلاحات على مواطن الخلل.

3 مؤشرات أزمة العملة:

3.1. مؤشرات الأزمة الفعالة.

تعبر أزمة العملة حسب هذا المؤشر، عن التدهور الحاد في سعر الصرف الاسمي السنوي "S_t" الذي يصل إلى نسبة محددة مقارنة بالعملة المرجعية، التي هي في الغالب الدولار الأمريكي. التعريف الأول يحدد النسبة بـ 25%، بحيث:

$$IECt = \alpha\%\Delta S_t$$

لا تعتبر فترات التضخم الجامح كمرحلة من هذه الأزمات، وعليه تستبعد هذه الفترات من الدراسة. كما يمكن إضافة حد ثاني إلى المؤشر، وهو بالإضافة إلى انخفاض سعر الصرف بـ 25% مقارنة بالعملة المرجعية، يكون الانخفاض في سعر صرف العملة بـ 10% مقارنة مع السنة الماضية. ليكون مؤشر الأزمة احتمالي ثنائي الحد"C_t" ، كما يلي:

$$C_t = \begin{cases} 1 \; Si \; IEC_t > 25\% \; et \; IEC_t - IEC_{t-1} > 10\% \\ 0 \; Si \; non \end{cases}$$

عند تحديد سلسلة بتواريخ أزمات العملة التي مر بها البلاد، نقوم بتحديد إطار زمني للاستبعاد (fenêtre d'exclusion)، والتي تكون ثلاثة سنوات فما أقل، وأي انخفاض لسعر الصرف خلال هذه الفترة حسب الشروط سابقة الذكر، لا يعتبر كأزمة جديدة وإنما كسبب للأزمة الأولى باعتبار القرب الزمني بين الأزمتين. وبذلك يصبح المتغير ثنائي الحد للأزمة C_t كما يلي، مع j يمثل الإطار الزمني للاستبعاد:

$$C_t = \begin{cases} 1 \; Si \; IEC_t > 25\% \; et \; IEC_t - IEC_{t-1} > 10\% \; et \; C_{t-j} = 0 \; pour \; j = 1,2 \ldots j \\ 0 \; Si \; non \end{cases}$$

أما التعريف الثاني فيعيد النظر في مراحل التضخم الجامح، ويعتبرها فترة أزمة إذا كان انخفاض العملة المحلية مقارنة بالعملة المرجعية أكبر من 25%، مع مؤشر الأزمة الفعالة لهذه السنة ضعف ما كان عليه السنة الماضية، ويكون هذا الأخير أقل من 40%، كما يلي:

$$C_t = \begin{cases} 1 \; Si \; IEC_t > 25\% \; et \; IEC_t > 2IEC_{t-1} \; et \; C_{t-1} < 40\% \\ 0 \; Si \; non \end{cases}$$

التعريف الثالث يركز على الفترات التي يستقر فيها سعر الصرف نسبيا قبل حدوث الأزمة، وهو يعرف أزمة العملة على أنها انخفاض سعر الصرف بـ 15% مقارنة بالعملة المرجعية، وانخفاض بنسبة أكبر أو تساوي 10% مقارنة بالسنة الماضية، وهذا الأخير يكون أقل من 10 %، كما يلي:

$$C_t = \begin{cases} 1 \; Si \; IEC_t > 15\% \; et \; IEC_t - IEC_{t-1} > 10\% \; etIEC_{t-1} < 10\% \\ 0 \; Si \; non \end{cases}$$

التعريف الرابع بحيث تشير الأزمة إلى تغير كبير ومفاجئ في أسعار الصرف الحقيقية $S_{r,t}$. تحدث الأزمة عندما يكون الانهيار في سعر الصرف خلال ثلاثي أكبر من 15%، أو خلال شهر أكبر من 4% مع انحراف معياري بـ 2,5 $(2{,}5\sigma_{IEC})$ مضاف إليه متوسط سعر الصرف الشهري μ_{IEC}، ومنه فإن الشرط الأول يتحدث عن انخفاض في أسعار الصرف عن العتبة، والشرط الثاني انحرافه عن المتوسط، كما يلي:

$$C_t = \begin{cases} 1\ si\ IEC_t^3 > 15\%\ ou\ si\ IEC_t^1 > 2{,}5\sigma_{IEC} + \mu_{IEC}\ et\ IEC_t > 4\% \\ 0\ si\ non \end{cases}$$

3.2. مؤشرات الضغط المضاربي.

تعرف الأزمة على أساس هذا المؤشر على أنها مرحلة ضغط مضاربي كبير على سوق الصرف، وهناك عدة إسهامات في هذا المجال، بحيث وضعت نموذجا لهذا المؤشر يربط في شكل خطي بين، تغيرات أسعار الصرف، احتياطات الصرف وأسعار الفائدة، مرجحة بمعكوس انحرافتها المعيارية منها، التي تسمح بتوحيد متغيرات المؤشر. يتم قياس مكونات المؤشر بالاعتماد على عملة مرجعية. النموذج كما يلي:

$$ISP_{i,t} = \frac{1}{\sigma_s}\frac{\Delta S_{i,t}}{S_{i,t}} - \frac{1}{\sigma_r}\left(\frac{\Delta rM_{i,t}}{rM_{i,t}} - \frac{\Delta rM_{d,t}}{rM_{d,t}}\right) + \frac{1}{\sigma_i}\Delta(i_{i,t} - i_{d,t})$$

بحيث:

- $S_{i,t}$ يمثل سعر الصرف الاسمي للبلد i مقابل العملة المرجعية في الزمن t؛
- $rM_{i,t}$ و $rM_{d,t}$ تغيرات الاحتياطات في البلد i وفي البلد صاحب العملة المرجعية d في الومن t؛
- $i_{i,t}$ و$i_{d,t}$ تمثل معدلات الفائدة الاسمية على الترتيب بالبلد i والبلد المرجعي d، في الزمن t؛
- σ_s و σ_r وσ_i تمثل الانحراف المعياري لمتغيرات النموذج.

حسب هذا النموذج تحدث الأزمة عندما يتعدى المؤشر عتبة حرجة معينة، تعرف على أنها ضعف الانحراف المعياري $(2\sigma_{ISP})$ مضاف إليه متوسطها خلال فترة الدراسة، إذا كان μ_{ISP} فترة الاستبعاد في حدود ثلاثة أشهر، الأزمة تكون:

$$C_{i,t} = \begin{cases} 1\ si\ ISP_{i,t} > 2\sigma_{ISP} + \mu_{ISP}\ et\ C_{i,t-3} = 0 \\ o\ si\ non \end{cases}$$

4. الجوانب المنهجية للدراسة.

تقوم هذه الدراسة باختبار كفاءة نظام الإنذار المبكر غير الخطي "اللوغاريتم الاحتمالي" ثنائي الحد، على التنبؤ بأزمات العملة، وذلك في دولتين مختارتين تعرضتا لأزمات العملة في نهاية القرن الماضي وبداية القرن الحالي.

4.1. تقديم الدراسة.

نظام الإنذار المبكر لأزمة العملة ومن خلال مؤشرات تعطى له، وبعتبات محددة، يقدم إشارات مستمرة حول وضعية الاقتصاد، وعن إمكانية تعرضه للأزمة في فترة محددة. نختبر في هذه الدراسة كفاءة نظم الإنذار المبكر في الإنذار بأزمات العملة، وذلك بتطبيقه على أزمات سابقة، وتتبع الإشارات التي يقدمها قبل، خلال وبعد الأزمة.

نستخدم في هذه الدراسة النموذج اللوغارتمي الاحتمالي (Logit/Probit) ثنائي الحد، ونهتم بمؤشر الضغط المضاربي، بحيث يسمح مؤشر الأزمة في هذا النموذج بتقدير احتمال تعرض سوق العملة إلى ضغوط مضاربية.

نستخدم في هذه الدراسة سعر الصرف الحقيقي، الاحتياطات من العملات الأجنبية ومعدلات الفائدة الاسمية. لمجموعة من الدول التي تعرضت إلى أزمات عملة، ونقوم باختبار قدرة النموذج على التنبؤ بالأزمة عند مستويات مختلفة، 50%، 25% و20%. وباستعمال عدة اختبارات قياسية على العينة وخلال فترة الدراسة. وهذا بالاستناد على حزمة (E-Views 7).

4.2. عينة الدراسة.

لاختبار كفاءة نموذج الإنذار المبكر للتنبؤ بأزمات العملة، اخترنا دولتين تعرضتا لأزمات عملة في السنوات الماضية، وهي تركيا وأندونيسيا. بحيث استخدمنا سعر الصرف الحقيقي لعملاتها مقابل الدولار الأمريكي، احتياطاتها من الصرف الأجنبي عدا الذهب ومعدلات الفائدة الاسمية لثلاثة أشهر للودائع، خلال الفترة ما بين جانفي 1990 وديسمبر 2012، ببيانات شهرية، مما يعطي 276 مشاهدة لكل متغير، وبذلك 828 مشاهدة لكل دولة، بمجموع إجمالي 1656 مشاهدة. والمتحصل عليها من قاعدة البيانات المالية لصندوق النقد الدولي (IFS).

4.3. . نموذج الدراسة.

يعتبر مؤشر الضغط المضاربي من أكبر المؤشرات المفسرة لأزمات العملة لذي سيعتمد عليه في هذه الدراسة، باستعمال نموذج الانحدار غير خطي اللوغاريتم الاحتمالي ثنائي الحد وهو المستعمل في دراسة (**ALI ARI**)، التي ذكرت في الدراسات السابقة.

نموذج الانحدار غير الخطي من نوع (logit/Probit) يعتبر الأحسن لبناء نظام للإنذار المبكر بأزمة العملة، كونه يعتبر الأكثر مرونة، ويسمح باستعمال عدة اختبارات قياسية، وهذا لقياس تأثير المتغيرات

المستقلة (اقتصادية، مالية) على المتغير التابع (الأزمة). هذا النموذج لديه القدرة على التقييم المباشر للاحتمال الشرطي لحدوث الأزمة، من خلال عدة متغيرات تفسيرية والمدرجة بالنموذج في شكل خطي.

يمكن اشتقاق النموذج اللوغاريتمي الاحتمالي من نموذج يحمل متغير كامن أو غير مراقب y_t^*، كما هو الحال بالنسبة لمؤشر الضغط المضاربي لأزمة العملة ISP1، كما هو في النموذج الموالي، الذي يرتبط خطيا مع المتغيرات التفسيرية.

$$y_t^* = X_t\beta + u_t$$

المتغير التابع y وهو متغير الأزمة ثنائي الحد C_t، يتم تحديده بـ t^* ، بحيث إذا تعد عتبة معينة يؤخذ القيمة 1، ويؤخذ القيمة 0 عند العكس.

$$y_t = \begin{cases} 1si\ y_t^* > 0 \\ 0\ si\ y_t^* \leq 0 \end{cases}$$

احتمال أن $t = 1$ تحسب على أساس المتغيرات المستقلة، حسب النموذج التالي:

$$Prob(y_t = 1|X_t\beta) = Prob(y_t^* > 0)$$
$$= Prob(X_t\beta + u_t > 0)$$
$$= F_u(-X_t\beta)$$

النموذج مبني على أساس مؤشر الأزمة ISP1، الذي يعمل كمتغير ثنائي الحد للأزمة C_t بحيث يأخذ القيمة 1 في حالة الأزمة والقيمة 0 في حالة الاستقرار. إذا الأزمة تحدث لما يأخذ مؤشر الأزمة ISP1 قيمة أكبر من عتبة محددة، على أساس ثلاث مرات الانحراف المعياري $3\sigma_{IPS1}$ زائد معدله خلال فترة الدراسة μ_{IPS1}، هذا المؤشر يعتبر الأزمة كضغط مضاربي كبير على سوق الصرف، والمتكون من متوسط التغيرات الشهرية لسعر الصرف الحقيقي، الاحتياطات الرسمية من الصرف ومعدل الفائدة الاسمي.

النموذج يقدر احتمال الأزمة استنادا إلى المتغيرات المفسرة، وفقا للمعادلة التالية:

$$P_t = Prob(C_t|\Omega_t) = F(X_t\beta)$$

بحيث احتمال حدوث أزمة العملة $C_t=1$، يكون في فترة أو فترات محددة قبل الأزمة، وشرطيا مع مجموعة من البيانات Ω_t التي تعطى بمعلمات من عدة متغيرات اقتصادية ومالية تفسيرية X_t التي تكون كما يلي:

$$X_t\beta = \beta_1 X_1 + \cdots \beta_1 X_n$$

يتم تأخير المتغيرات التفسيرية بشهر، لتجنب مشكلة العلاقة الخطية المتداخلة المتعددة، ولجعل النموذج يتفق مع آلية حدوث الأزمات. ليكون النموذج كما يلي:

$$\wedge (X_t\beta) = \frac{1}{1+\exp(X_t\beta)} = \frac{\exp(X_t\beta)}{1+\exp(X_t\beta)}$$

احتمال حدوث الأزمة أو عدمها خلال الفترة t تقدر بالنموذج التالي:

$$P_t = Prob(C_t = 1|\Omega_t) = F(X_t\beta) = \frac{1}{1+\exp(-X_t\beta)}$$
$$= \frac{\exp(X_t\beta)}{1+\exp(X_t\beta)}$$

$$1 - P_t = Prob(C_t = 0|\Omega_t) = F(X_t\beta) = \frac{1}{1+\exp(X_t\beta)}$$

يمكن مقارنة احتمال حدوث الأزمة نسبة إلى احتمال عدم حدوثها، استنادا إلى معلمات المتغيرات المفسرة، كما يلي:

$$\frac{P_t}{1-p_t} = \frac{1+\exp(X_t\beta)}{1+1+\exp(-X_t\beta)} = X_t\beta$$

اللوغاريتم العشاري للمعادلة يعطى كما يلي:

$$L_t = \log\left(\frac{P_t}{1-P_t}\right) = X_t\beta$$

النموذج اللوغريتمي كغيره من النماذج ثنائية الحد، عادة ما تعمل بمنهجية الحد الأقصى، نظرا للطبيعة غير الخطية للمعادلة.

$$l(C,\beta) = \sum_{t=1}^{n} (C_t \log(F(X_t\beta)) + (1 - C_t)\log(1 - F(X_t\beta)))$$

عند تقدير النموذج فإن المعاملات، مؤشر المعاملات والأخطاء المعيارية للمتغيرات التفسيرية، تسمح بالتحقق من العلاقة المفترضة بين مؤشر الأزمة، وإشارات الإنذار. وتسمح لنا بالتأكد من صحة الفرضيات النظرية التي يقوم عليها النموذج.

اختبار التوزيع الطبيعي واختبار ستودنت، مع العتبات الاحتمالية، تقدم الدلالة الإحصائية للمتغيرات المفسرة. ويمكننا اختبار كفاءة النموذج بوضع العتبات الاحتمالية للأزمة 50%، 25%، 20% التي يقوم عليها النموذج.

5. اختبار كفاءة نظام الإنذار المبكر بالتنبؤ بأزمة العملة.

نقوم بإدخال المتغيرات المدروسة خلال فترة الدراسة، ثم نتتبع الإشارات التي يرسلها النظام، لاختبار كفاءته في التنبؤ بالأزمات السابقة التي تعرضت لها الدول المستعملة في عينة الدراسة.

5.1. استعمال النموذج للتعرف على أزمات العملة.

يتم اكتشاف العملة من خلال مؤشر الضغط المضاربي IPS1، وهو مؤشر تابع لعدة متغيرات مستقلة مالية واقتصادية، وهو يتبع النموذج التالي:

$$IPS1_t = \frac{1}{\sigma_{TCR}}\left(\frac{TCR_t - TCR_{t-1}}{TCR_{t-1}}\right) - \frac{1}{\sigma_{RES}}\left(\frac{RES_t - RES_{t-1}}{RES_{t-1}}\right) + \frac{1}{\sigma_{TIN}}(TIN_t - TIN_{t-1})$$

بحيث:

TCR: سعر صرف الحقيقي للعملة المحلية مقابل الدولار الأمريكي، ويحسب على أساس المعادلة التالية:

$$TCR = (TCN * P^*)/P$$

TCN: سعر الصرف الاسمي؛

P: الرقم القياسي لأسعار الاستهلاك المحلي؛

P*: الرقم القياسي لأسعار الاستهلاك في أمريكا؛

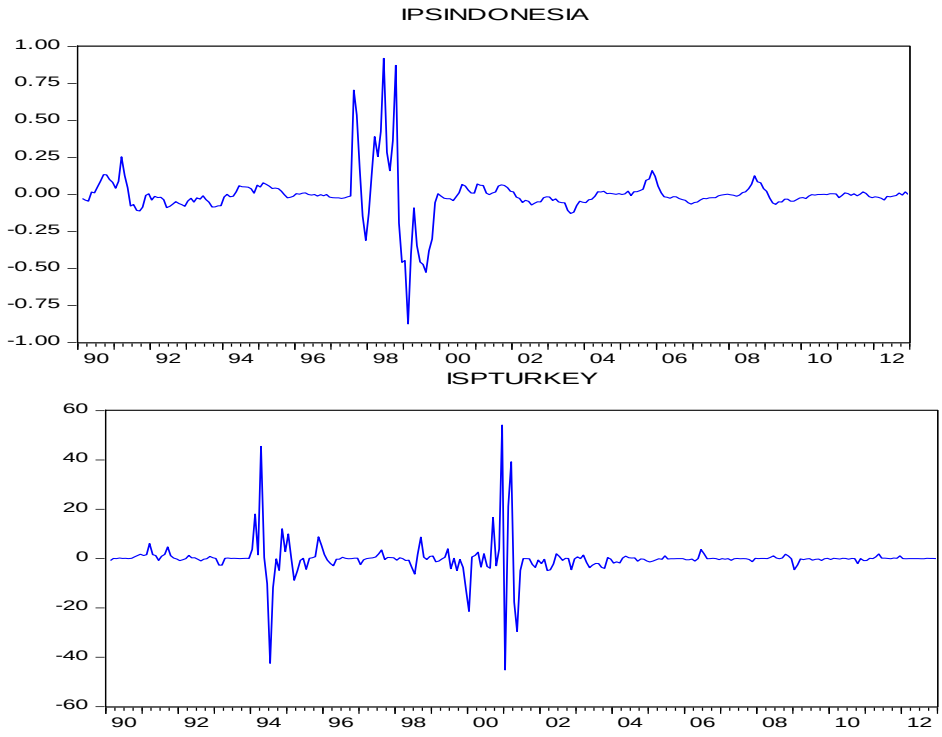
RES: الاحتياطات الأجنبية باستثناء الذهب؛

TIN: معدل الفائدة الاسمية؛

σ_{TCR}و σ_{RES} و σ_{TIN}: الانحراف المعياري لسعر الصرف الحقيقي، الاحتياطات الأجنبية ومعدل الفائدة الاسمي على التوالي.

بتطبيق هذا النموذج على بيانات عينة الدراسة خلال الفترة المدروسة، تعطي النتائج التي تم تمثيلها في الأشكال البيانية التالية:

شكل رقم 1: التمثيل البياني لمؤشر أزمة العملة IPS1



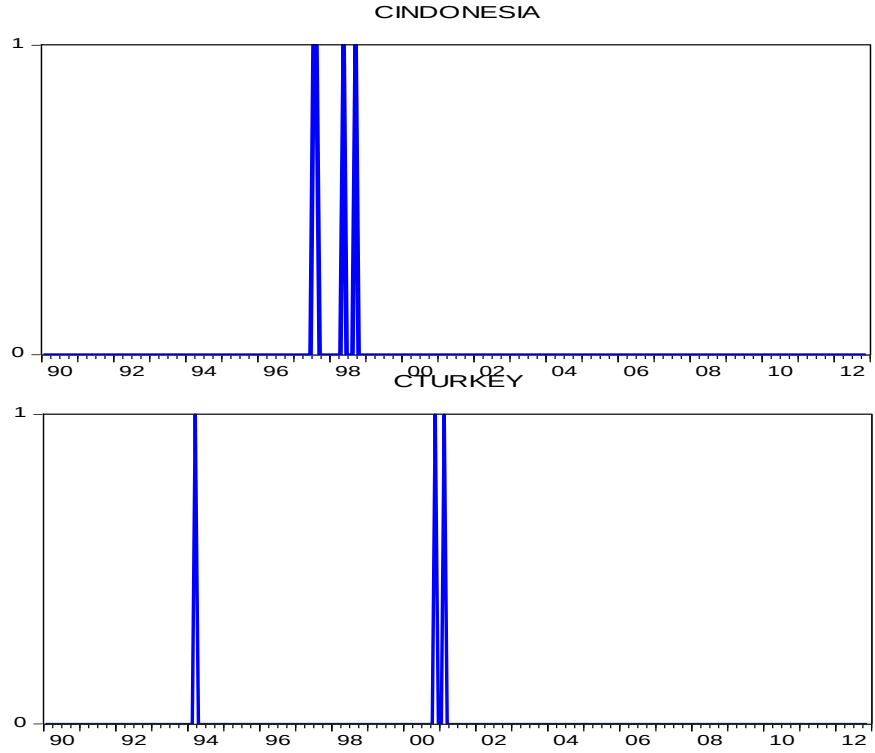
المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج E-Views 7.

تحدث أزمة العملة حسب هذا النظام، إذا تعدى معامل IPS1 عتبة معينة، وهي في نموذجنا ثلاث مرات انحرافه المعياري $3\sigma_{IPS1}$ مضاف إليه متوسطه خلال فترة الدراسة μ_{IPS1}.

$$C_t = \begin{cases} 1\ Si\ IPS1_t > 3\sigma_{IPS1} + \mu_{IPS1} \\ 0\ Si\ non \end{cases}$$

بتطبيق هذا النظام على الدول المشكلة لعينة الدراسة خلال الفترة المدروسة، أعطت النتائج المبينة في الأشكال التالية:

شكل رقم 2:نتائج اختبار النموذج في اكتشاف أزمات العملة.



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج E-Views 7.

قمنا بإدخال المعطيات التاريخية المتعلقة بعينة الدراسة في النموذج المقترح للإنذار المبكر بأزمات العملة، لاختبار إمكانية النموذج من التنبؤ بأزمات العملة التي تعرضت لها الدول محل الدراسة خلال فترة

الدراسة، ومن خلال الأشكال البيانية السابقة، يتبين لنا أن النموذج تمكن من التنبؤ بالتواريخ الحقيقية لكل أزمات العملة التي تعرضت لها هذه الدول خلال الفترة المدروسة.

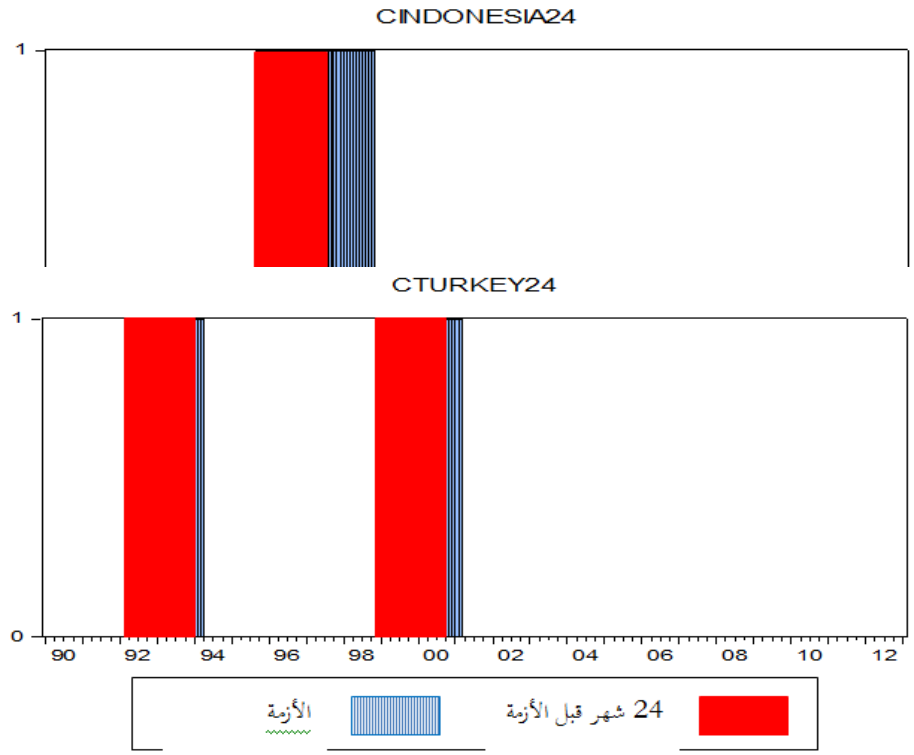
5.2. استعمال النموذج للتنبؤ بإشارات ما قبل الأزمة.

توصلنا من خلال الاختبار السابق إلى النموذج تمكن من التنبؤ بالتواريخ الحقيقية للأزمات التي تعرضت لها الدول عينة الدراسة، لكن المطلوب هو التنبؤ بالأزمة قبل حدوثها بوقت من أجل منح سلطات البلد إمكانية تصحيح الاختلالات لتجنب الأزمة. تكون الأزمة ممكنة الحدوث قبل أربعة وعشرون (24) شهرا إذا كان:

$$C_{24n,t} = \begin{cases} 1\ Si\ \sum_{j=1}^{24} C_{1n,t+j} > 0 \\ 0\ Si\ non \end{cases}$$

بتطبيق النموذج على دول عينة الدراسة، أعطت النتائج الموضحة في الأشكال التالية:

شكل رقم 3: التنبؤ بإشارات الأزمة 24 شهر قبل حدوثها.



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج E-Views 7.

نلاحظ من خلال الأشكال السابقة، أن النموذج قدم إشارات حقيقية عن فترات ما قبل الأزمة، أي بدأ بإرسال الإشارات عن وجود اختلالات في الأنظمة الاقتصادية للدول المدروسة، أربعة وعشرون (24) شهرا قبل حدوث الأزمة، وهذا من شأنه أن يسمح بتصحيح هذه الاختلالات حتى لا تتحول إلى أزمة عملة، وما ينجر عنها من آثار سلبية.

5. اختبار جودة النموذج

1.5. اختبار استقرار مؤشر الأزمة ADF.

نقوم باختبار استقرار سلسلة مؤشرات الأزمة لأن هناك بعض السلاسل الزمنية تتسم بالاستقرار لعدم احتوائها على جذر الوحدة، وهذا ما يؤدي إلى عدم استقلال متوسط وتباين المتغير عن الزمن، لهذا تكون العلاقة بين المتغيرات زائفة، وعليه نقوم باختبار وجود جذر الوحدة باستخدام اختبار (**ADF**). والذي يتعمد على النموذج التالي:

$$\Delta y_t = A_1 + A_2 T + \lambda y_{t-1} + \beta_i \sum_{i=1}^{k} \Delta y_{t-1} + \mu_t$$

الفروق الأولى:

$$\Delta y_{t-1} = y_{t-1} - y_{t-2}$$

الفروق الثانية:

$$\Delta y_{t-2} = y_{t-2} - y_{t-3}$$

يتم اختبار السلسلتين تحت الفرضيتين التاليتين:

H_0: $\lambda \neq 0$ السلسلة غير مستقرة؛

H_1: $\lambda = 0$ السلسلة مستقرة؛

فإذا كانت الفروض الأولى من سلسلة السير العشوائي مستقرة فنقول أن السلسلة الأصلية متكاملة من الدرجة الأولى (1)، أما إذا استقر المتغير العشوائي عند الفروق الثانية فنقول أن السلسلة متكاملة من الدرجة الثانية. نتائج الاختبار موضحة في الجدول التالي:

جدول رقم1:نتائج اختبار ADF.

		Test ADF		Test critical values		
		t-Statistic	**Prob.***	**Intercept**	**Trend &Int**	**None**
Level	**IPSIndonesia**	-7.231271	0.0000	-2.871883	-3.426311	-1.941986
	ISPTurkey	-17.39084	0.0000	-2.871883	-3.426311	-1.941986
1st dif	**IPSIndonesia**	-15.89793	0.0000	-2.871961	-3.426433	-1.941995
	ISPTurkey	-11.30183	0.0000	-2.872203	-3.426809	-1.942022
2nd dif	**IPSIndonesia**	-10.33598	0.0000	-2.872455	-3.427203	-1.942050
	ISPTurkey	-10.72728	0.0000	-2.872455	-3.427203	-1.942050

*ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5%

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج (E-Views 7).

من خلال الجدول يتبين أن كل اختبارات ADF لكل المؤشرات، أصغر من اختبار القيم الحرجة عند كل المستويات، سواء بثابت أو بثابت واتجاه عام أو بدون ثابت ولا اتجاه عام، مما يعني أن كل السلاسل لا تحتوي على جذر الوحدة، إذا هي مستقرة في الزمن، أي أن النموذج يقوم بإرسال إشارات حول أزمات العملة بصفة مستقرة عبر الزمن، وهذا دليل على جودة النموذج.

2.5. اختبار الحساسية.

اختبار الحساسية، يختبر جودة النموذج، فبعد بناء النموذج واختيار المتغيرات، نقوم باختبار أثر المتغيرات المستقلة على المتغير التابع، وبذلك تمثيل المتغيرات المستقلة كل على حدى على المتغير التابع،

لمعرفة أحسن المتغيرات التي يمكن الاعتماد عليها في بناء النموذج، والتي تكون لها التأثير الكافي في الأزمة وبذلك يكون تتبع تغيراتها بمثابة توقع للأزمة، ونتائج الاختبار موضحة في الجدول التالي:

جدول رقم 2:نتائج اختبار الحساسية.

	Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob*
Indonesia	Exchaindonesia	-3.23E-06	0.000212	-0.015221	0.9879
	Interindonesia	0.093447	0.045338	2.061132	0.0393
	Reservindonesia	-0.002622	0.006649	-0.394321	0.6933
Turkey	Exchaturkey	1.123441	1.397827	0.803705	0.4216
	Interturkey	0.024282	0.026887	0.903117	0.3665
	Reservturkey	-0.006887	0.008607	-0.800148	0.4236

*ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5%

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج (E-Views 7).

المتغيرات التي لديها احتمال أكثر من 5% هي المقبولة، والتي لها تأثير ذو دلالة إحصائية على مؤشر الأزمة، وبذلك فالأزمة باندونيسيا تتأثر بسعر الصرف والاحتياطات الأجنبية، في حين يتم قبول كل المتغيرات المستعملة وهي ذات دلالة إحصائية إيجابية في حالة تركيا.

في العموم المتغيرات المستعملة مقبولة ويمكن أن نتنبأ بواسطتها بالأزمة، بالإضافة إلى متغيرات أخرى تختلف من بلد إلى أخر.

6. الخلاصة.

نظرا لارتفاع تكاليف برامج الإنقاذ في حالة تعرض بلد ما إلى أزمة، وتبقى هذه البرامج محدودة الفعالية، وعليه وجب الاحتياط من الأزمات المالية قبل وقوعها، وذلك بالتنبؤ بها وتصحيح الاختلالات قبل تحولها إلى أزمة، وتبقى نظم الإنذار المبكر أحسن وسيلة لذلك، وهي تعبر عن الأداة التي يمكنها من خلال عدة متغيرات وعتبات محددة إرسال إشارات مستمرة عن وضعية البلد، وبذلك التنبؤ بأي اختلال قد يتعرض له.

هناك عدة متغيرات يمكن استعمالها في التنبؤ بحالة الاقتصاد واستعمالها في نموذج غير خطي لتتبع التغيرات التي تطرأ عليها من فترة إلى أخرى، فبالإضافة إلى المتغيرات المستعملة في النموذج المدروس، يمكن استعمال متغيرات أخرى، والتي تشمل متغيرات الاقتصاد العمومي والحقيقي. وأخرى متعلقة بالتوازن الخارجي وتدفقات رؤوس الأموال. بالإضافة إلى المتغيرات المتعلقة بالقطاع المصرفي والمالي.

أبان النموذج غير الخطي المستعمل في الدراسة قدرته على التنبؤ بالأزمة في حالة وقوعها، وإرسال إشارات عن قرب وقوع الأزمة في مدة سنتين، كما أثبتت الاختبارات القياسية المستعملة جودة النموذج وصلاحيته للتنبؤ بأزمات العملة.

المراجع:

1. **عبد النبي إسماعيل الطوحي**، "التنبؤ المبكر بالأزمات المالية باستخدام المؤشرات المالية الرائدة"، جامعة أسيوط، مصر،2012/12/07، <http://www.kantakji.com/fiqh/Manage.htm>.
2. **Andrew Berg, et al**, "L'art difficile de prévoir les crises économiques", FMI**,** 2000, <http://www.imf.org>.
3. **أتيش جوش وآخرون**، "التنبؤ بالأزمة القادمة"، مجلة التمويل والتنمية، المجلد 46، عدد 3، سبتمبر 2009.
4. **Andrew Berg, et al**, L'art difficile de prévoir les crises économiques, FMI, 2000, disponible sur: <http://www.imf.org>, visité le: (14/10/2011).
5. **Jeffrey A.Frankel, Andrew K.Rose**, "Currency crashes in emerging markets: An empirical treatment", Journal of international economics, N°41, 1996.
6. **Gian Maria Milesi Ferretti, Assaf Razin,** "Current account reversals and currency crises: Empirical regularities", IMF, Working paper, N°98-89, 1998.
7. **Gerardo Esquivel, Felipe Larrain B**, "Explaining currency crises", Working paper series, N°R98-07, 1998.
8. **Barry Eichengreen, and al**, "Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks, Economic Policy, N°21, 1995