تأثير الأزمات المالية على أسواق الصرف في الدول المغاربية باستخدام طريقة:إنتروبيا شانون

The *impact of financial crises on the exchange markets in the Maghreb countries using the Shannon entropy method.*

ط.د.سرباح مصطفى [1]

جامعة تونس المنار – تونس

mustaphaserbah1953@yahoo.com

أ.د.بوبكر عادل

جامعة تونس المنار – تونس

prof.boubaker@gmail.com

تاريخ الاستلام: 08 /2021/07 تاريخ القبول: 25 /2022/02 تاريخ النشر: 03 /2022/03

ملخص:

هذه الدراسة تقوم بالبحث في تأثير الأزمات المالية على أسواق الصرف، وذلك باستخدام طريقة شانون إنتروبي لمختلف أسعار الصرف بدول المغرب العربي في الفترة الممتدة من 2005 إلى 2017، وقد تم التوصل من خلال الدراسة إلى أن الفترات التي تأخذ فيها قيم الإنتروبي أدنى قيمة لها تُعتبر مؤشرا لوقوع أزمة مالية، كما تم التوصل إلى أنه قبل وقوع الأزمة المالية يأخذ الإنتروبي أعلى قيمة له، وهي القيمة التي تُعتبر كنظام إنذار مبكر يُعطي المعلومات الأولية قبل حدوث الأزمة.

الكلمات المفتاح : الأزمات المالية، سوق الصرف، شانون إنتروبي، التنبؤ بالأزمات المالية

Abstract:

This study investigates the effect of financial crises on exchange markets, using the Shannon Entropy method for different exchange rates in the Arab Maghreb countries during the period from 2005 to 2017. It was found, through the study, that the periods in which the entropy values take their lowest value, are considered as an indication of the occurrence of a financial crisis. As has been reached, that before the financial crisis strikes, entropy takes its highest value, which is the value that is considered as an early warning system that gives preliminary information before the crisis occurs.

Keywords: *financial crises, exchange market, Shannon Entropy, forecasting financial crises*

مقدمة:

يُعرّف سعر الصرف بأنه تحويل عملة بلد ما إلى عملة بلد آخر لهذا فإن حركة سعر الصرف هي موضوع أساسي لتحليل الاقتصاد الكلي، وتعد أسعار الصرف مهمة في كل بلد لأنها تؤثر على العديد من العوامل التي تشمل الاقتصاد وتؤثر فيه، كما أن أسعار صرف العملات الأجنبية (FX) لها دورٌ مهم في سوق العملات الأجنبية؛ وهو الذي يعد من بين أكبر الأسواق المالية وأكثرها حريةً في التدفق عبر البلدان (kandil 2007).

إن أسعار الصرف تُظهر تقلبات شديدة في وقت الأزمات المالية، والتي يمكن تفسيرها مؤقتًا من خلال تدفقات العملات في الوقت الذي يبحث فيه المستثمرون عن أصول أكثر موثوقية؛ فقد يكون ذلك أمرًا حيويًا لتفادي عواقب الأزمات المالية العالمية في المستقبل لمعرفة القوى الكامنة وراء مثل هذه التقلبات في أسواق العملات.

كما اقترح darko في عام 2015 نموذج الحركة البراونية لسعر السهم من قبل Bachelier والذي يدل على أنه يمكن توضيح التغيرات في الأسعار من خلال العمليات العشوائية، وبالتالي لاحظت نظرية السوق النامية من عمل Bachelier أن الأسعار ستظهر سلوكًا عشوائيًا للحركة إذا كان السوق فعالًا، وجميع المعلومات اللازمة لسعر صرف العملات الأجنبية هي مصدر داخلي للقيمة الحالية لمبلغ يتم استلامه في المستقبل (أو القيمة الحالية) للعملة كما تطالب بها فرضية السوق الفعالة في أسواق العملات (Fama 1970)

1- المؤلف المرسل: سرباح مصطفى:mustaphaserbah1953@yahoo.com

، ومع ذلك فقد أظهرت دراسات مختلفة أيضا أن أسواق العملات الأجنبية قد لا تكون فعالة وتخرج من الحركة العشوائية أي أن هذه الأسواق لا تخضع للعرض والطلب بصفة مطلقة وبالتالي لا تكون حركة الأسعار فيها عشوائية 100%.

نستخدم في هذه الدراسة طريقة شانون إنتروبي " shannon entropy" وهي الدراسة التي قدمها عالم الرياضيات والالكترونيات الامريكي كلود إيلوود شانون بوصفها طريقة عددية فعالة في العديد من الدراسات المختلفة مثل المالية والهندسة و..... إلخ، حيث أن طريقة (shannon entropy) تقوم بقياس كمية مفاجئة المعلومات الموجودة في أي سلسلة مقدرة عبر الزمن، ويمكن استخدامها في أي نموذج تظهر به الاحتمالات على النحو المقترح من قِبل Shannon & Wever في عام 2002.

في الأخير يتم تقييم تطور (shannon entrpy) وفقًا لمعدلات الفوركس المختلفة في فترة زمنية معينة والمقدرة من 2005 إلى 2017، ومن ثم تقييم التغيرات في الإنتروبي (entropy) ومقارنة نتائجها بين أسواق العملات المختلفة لدول المغرب العربي لتحديد كفاءة أسواق الصرف لهذه الدول وتحديد عدوى الأزمات المالية لها وبناء على هذا نضع الإشكالية المحورية لهذا الموضوع على النحو التالي:

هل تأثرت دول المغرب العربي بعدوى الأزمات المالية العالمية؟

للإجابة على هذه الإشكالية نُدرج الفرضيات لهذه الدراسة على النحو التالي:

1- توجد علاقة إيجابية بين قيم الإنتروبي (H) وكفاءة السوق.

2- توجد علاقة عكسية بين قيم الإنتروبي (H) واحتمالية وقوع الأزمات المالية.

3- تتأثرت دول المغرب العربي بالأزمات المالية العالمية.

2- الطريقة والأدوات

عادةً ما يعني الارتفاع في سعر الصرف انخفاضا في قيمة العملة، والعكس صحيح أي الانخفاض في سعر الصرف يتوافق مع ارتفاع في قيمة العملة، ومن هنا يمكننا ملاحظة انخفاض قيمة عملات دول المغرب العربي المتأثرة بالأزمة من خلال ارتفاع سعر صرف هذه الدول.

2-1 تحديد كفاءة أسواق الصرف باستخدام "Shannon Entropy"

الإنتروبي (Entropy) هو مقدار الفوضى في السلسلة كما صاغها shannon في عام 2002 وهو الذي اعتبرها كمتوسط لكمية البيانات المشفرة في تسلسل تم الحصول عليه من توزيع الاحتمالات في نظرية المعلومات.

ومن أجل اختبار الكفاءة لأسواق الصرف، يعتمد إطار عملنا التجريبي أولاً على تقنيات الترميز الثنائي لسلسلة العوائد اللوغارتمية لسعر الصرف لكل دولة على حدة، وبعد ذلك نستخدم طريقة شانون إنتروبي المعدل لتقييم كمية كل سلسلة.

لهذا فإن خطوة الترميز تتكون من تحويل سلسلة عوائد سعر الصرف للعديد من القيم المحتملة (boubakeur 2010)، ومن خلال ذلك نحدد تقنية الترميز الثنائي لسلسلة العوائد اللوغارتمية لأسعار الصرف كما يلي:

يتم تعريف العوائد اللوغارتمية رياضيا على أنها:

$$r_t = \log p_{(t+\Delta t)} - \log p_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن: Δ_t مقدرة بيوم واحد.

P_t هو سعر الصرف اليومي.

ثم يتم صياغة تقنية الترميز الثنائي كما يلي:

$$if \begin{cases} r_t > 0, & s_t = 1 \\ r_t \leq 0, & s_t = 0 \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ويتم إعطاء معادلة (shannon entropy) الكلاسيكية على النحو التالي:

$$H = \left(\frac{-1}{log_2(2^L)}\right) \sum_{i=1}^{2^L} p_i log_2 p_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث 2^L عبارة عن العدد الإجمالي للتسلسلات الممكنة لترميزي العوائد اللوغارتمية.

p_i هو عدد احتمالية التسلسل i (i= 1،2،.....2^L) وهو الذي يتوافق مع تواتر التسلسل الأول على مدار الفترة بأكملها، وذلك من أجل الكشف في أفضل الأحوال عن اتجاهات أسعار الصرف، لهذا فإننا نعتبر مجموعات مختلفة من العوائد السلبية والإيجابية على مدار خمسة أيام متتالية (L= 5) أي أسبوع واحد للتداول، وبالتالي يشكل لنا مجموعة بها 32 متوالية محتملة باعتبار أن هناك ترميزين وهما 0 للعوائد السلبية و 1 للعوائد الإيجابية و 05 أيام أي يكون عدد المتواليات المحتملة التي هي (2^5 = 32)، ويشكل من خلال ذلك على سبيل المثال: (0،0،0،0،0)، (1،0،0،0،0)، (0،1،0،0،0) (1،1،0،0،0)... الخ (Mensi 2012).

وتم استخدام الإنتروبيا في السلاسل الزمنية للعائدات اللوغاريتمية على أساس يومي، كما تم إجراء المحاكاة باستخدام نافذة من w = 3 سنوات أي حوالي 782 يومًا، في المتوسط لالتقاط تقلبات أسعار العملات بسبب الأزمة المالية العالمية (2007 إلى 2009) ووضع الخطوة الانزلاقية إلى Δ = يوم واحد (Sakalauskas 2011).

كما تم تقييم تأثير الأزمات المالية العالمية على أسواق العملات الأجنبية من خلال العديد من الترتيبات التقديرية التي تستحوذ على جميع الحركات المحتملة على نطاق زمني يومي في هذه الدراسة، وقد قمنا باختيار أسعار 3 عملات من دول المغرب العربي وتحويلها للدولار في الفترة التي تتراوح من 2005 إلى 2017، ويتم تقييم تطور الإنتروبي باستخدام العوائد اللوغاريتمية لأسعار العملات المدروسة كما يتم التحقيق في الاختلافات خلال فترة الأزمة المالية العالمية مع مدى استجابة كل دولة على حدة لهذه الأزمة.

ومن أجل ذلك قمنا باستخدام نهج نافذة التدوير لتقدير مؤشر H حتى نتمكن من فهم تطور كفاءة سوق الصرف عبر الزمن، وبالتالي يتطلب اختيار نافذة زمنية قصيرة لتحليل الإنتروبيا لأنها تتيح اكتشاف المنطقة (Grech 2004)، وبعد الاطلاع على ما جاء به (Risso 2008) و (Boubakeur 2013)، قمنا باختيار نافذة زمنية مكونة من 100 ملاحظة وننقلها عبر الزمن عن طريق إزالة الملاحظة الأولى وإضافة ملاحظة جديدة حتى نهاية العينة بأكملها، ونقدر قيمة H لكل نافذة زمنية، كما نحاول تطبيق ذلك على ثلاثة أحجام أخرى للإطار الزمني (220 ، 350 و 430 ملاحظة) من أجل إجراء فحص متين للنتائج التجريبية.

2-2 البيانات:

قمنا باستخدام أسعار الصرف للإغلاق اليومي لـ 3 دول من دول المغرب العربي وهي: الجزائر، تونس، المغرب، وقد تم استخراج أسعار الصرف من موقع محول العملات (FXTOP) وتغطي بيانات أسعار الصرف الفترة من 2005/04/15 إلى غاية 2017/12/31 وتتم عملية استخراج النتائج حسب ما ورد بالمعادلات السابقة (1) (2) و(3).

الجدول 1: الخصائص الإحصائية لأسعار الصرف بالدولار

الإحصاءات الوصفية الأساسية			
	المغرب	تونس	**الجزائر**
المتوسط	8.68	1.59	103.24
الوسيط	8.54	1.45	101.84
الإنحراف المعياري	0.73	0.37	11.33
معامل الإلتواء	1.39	2.75	0.65
معامل التفرطح	20.77	40.80	4.54
Jarque-bera	64064.2***	288645.4***	812.82***
	0.0000	0.0000	0.0000
إختبار جذر الوحدة			
ADF	-14.67***	-5.48***	-4.32***
PP	-14.46***	-5.48***	-4.74***
KPSS	1.278	1.811	0.809

إختبار Jarque- bera هو إختبار فرضية يسعى إلى تحديد ما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي أم لا، وإختبارات ADF، PP و KPSS هي إختبارات إحصائية لتحديد جذر الوحدة ودراسة سكون السلسلة (الإستقرارية).

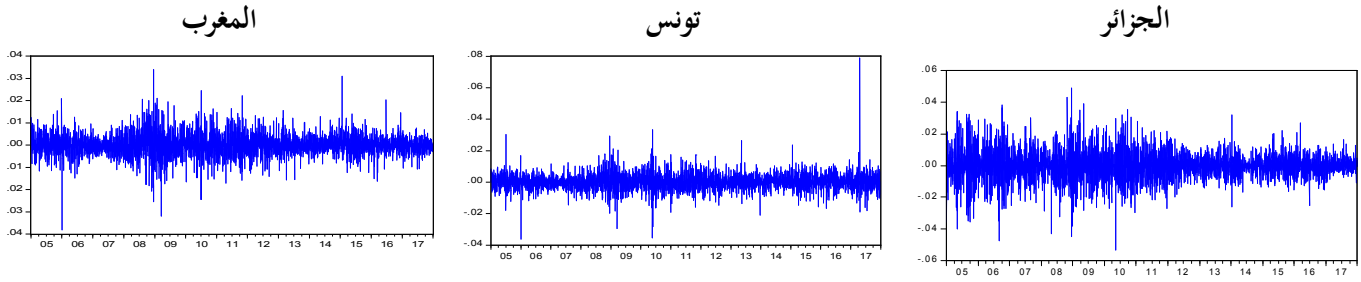
(***) تدل على رفض الفرضية المعدومة للتوزيع الطبيعي، جذر الوحدة، والسكون على مستوى 1%.

(**) تدل على رفض الفرضية المعدومة للتوزيع الطبيعي، جذر الوحدة، والسكون على مستوى 5%.

المصدر: (من إعداد الباحثين)

ترد إحصاءات وصفية لسلسلة أسعار الصرف اليومية للدول الثلاث من دول المغرب العربي في الجدول أعلاه، حيث يُلاحظ أن هذه السلاسل لها العديد من الميزات المشتركة، ففي كل الدول يوجد التواء إيجابي حسب نتائج معامل الالتواء (Skewness)، كما أن أغلب الدول لها معاملات التفرطح (Kurtosis) كبيرة، كما أن نتائج إحصائيات اختبار Jarque- bera لكل سلاسل الدول محل الدراسة ترفض فرضية العدم التي توحي بأن السلاسل موزعة توزيعا طبيعيا.

الشكل رقم 01: سلسلة العوائد اللوغارتمية لأسعار الصرف اليومية



المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال هذه الأشكال يتضح أن كل المنحنيات الخاصة بسلاسل العوائد اللوغارتمية لأسعار الصرف بها سيكون للعائدات ويتخللها فترات فيها تحركات قوية صعودا وهبوطا، لهذا فإن هذه الرسوم البيانية تتوافق مع نتائج تحليلنا الأولي الذي يثبت بأن السلاسل موزعة توزيعا غير طبيعي، كما نلاحظ أيضا أن هناك تذبذبا حول قيمة الصفر (00)، وهذا ما يؤكد استقرارية السلاسل، وللتأكيد أيضا لهذه الاستقرارية نستعين باختبارات "جذر الوحدة".

هذه الاختبارات التي قمنا باستخدامها شائعة للتحقق من وجود جذور الوحدة لجميع السلاسل التي ندرسها؛ لهذا فإن النتائج مدونة بالجدول 1 الجزء 2 منه، تعتمد اختبارات ADF و PP على أن الفرضية المعدومة هي وجود جذر الوحدة، بينما يعتمد اختبار KPSS على الفرضية المعدومة إلا أنها توحي بعدم وجود جذر الوحدة (كل هذه الاختبارات تدرس سكون السلسلة).

نتائج اختبار ADF تم تحديد فترة الإبطاء فيها (Lag Length) باستخدام معيار SIC (Schwarz Information Criteria) باعتباره أحسن معيار يستخدمه الباحثون، كما تم عرض نتائج PP و KPSS باستخدام (Bartlett Kernel).

كل النتائج المتحصل عليها باستخدام اختبارات ADF و PP كانت قد استقرت بعد أخذ الفرق الأول للبيانات (1st difference) أي I(1) ما عدا دولة الجزائر التي استقرت مباشرة باستخدام المستوى (Level) أي البيانات الأصلية I(0)، كما أن كل السلاسل استقرت باستخدام الاتجاه والمقطع (Trend and Intercept).

في الأخير فإن قراءتنا لنتائج اختبارات ADF و PP توحي إلى وجود رفض الفرضية المعدومة (hypothèse nulle) أي عدم وجود جذر الوحدة واستقراريه السلاسل، بالإضافة إلى نتائج KPSS التي قبلت الفرضية المعدومة في كل السلاسل؛ وهي أنه لا يوجد جذر الوحدة مع استقراريه السلاسل لكل الدول عند مستوى 1%.

3- النتائج ومناقشتها

3-1 نتائج كفاءة الأسواق

ينتج عن تقدير "Shannon Entropy" على نوافذ زمنية مختلفة من اللحظة الأولى إلى T (إجمالي عدد المشاهدات) قياسات مختلفة، فهي تختلف باختلاف الزمن في أسعار الصرف للدول محل الدراسة؛ لهذا فإن هذا الجدول يلخص إحصاءاتهم الوصفية فيما

يتعلق بأربعة نوافذ زمنية تم النظر فيها؛ وهي (100، 220، 350 و430) نستخدم الوسيط (median) كمعيار للمقارنة بين كفاءة أسواق الصرف.

الجدول رقم 2: الإحصاء الوصفي لنتائج مقياس الكفاءة H عند 100 يوم.

الدول	المغرب	تونس	**الجزائر**
المتوسط	**0.88**	**0.89**	**0.89**
الوسيط	**0.89**	**0.89**	**0.89**
أعلى مشاهدة	0.97	0.98	0.97
أدنى مشاهدة	0.74	0.72	0.77
الانحراف المعياري	**0.042**	**0.042**	**0.040**
معامل الالتواء	-0.16	-0.55	-0.13
معامل التفرطح	2.24	3.48	2.23
Jarque-bera	131.9	281.1	126.5
الإحتمال	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**

الجدول رقم 3: الإحصاء الوصفي لنتائج مقياس الكفاءة H عند 220 يوم.

الدول	المغرب	تونس	**الجزائر**
المتوسط	**0.906**	**0.916**	**0.912**
الوسيط	**0.904**	**6 0.91**	**0.912**
أعلى مشاهدة	0.970	0.977	0.978
أدنى مشاهدة	0.814	0.825	1 0.84
الانحراف المعياري	**0.035**	**0.029**	**0.030**
معامل الالتواء	0.033	-0.170	0.151
معامل التفرطح	2.037	2.481	2.356
Jarque-bera	175.48	72.43	95.18
الإحتمال	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**

الجدول رقم 4: الإحصاء الوصفي لنتائج مقياس الكفاءة H عند 350 يوم.

الدول	المغرب	تونس	**الجزائر**
المتوسط	**0.920**	**0.929**	**0.924**
الوسيط	**0.918**	**0.925**	**0.917**
أعلى مشاهدة	0.982	0.989	0.985
أدنى مشاهدة	0.851	0.870	0.870
الانحراف المعياري	**0.033**	**9 0.02**	**0.028**
معامل الالتواء	0.204	0.335	0.718
معامل التفرطح	2.026	2.253	2.474
Jarque-bera	204.1	184.5	428.5
الإحتمال	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**

الجدول رقم 5: الإحصاء الوصفي لنتائج مقياس الكفاءة H عند 430 يوم.

الدول	المغرب	تونس	**الجزائر**
المتوسط	**0.928**	**0.937**	**0.932**
الوسيط	**0.924**	**0.931**	**0.924**
أعلى مشاهدة	0.989	0.992	0.989
أدنى مشاهدة	0.863	0.883	0.880
الانحراف المعياري	**0.031**	**0.027**	**0.027**
معامل الالتواء	0.302	0.444	0.849
معامل التفرطح	2.135	2.157	2.633
Jarque-bera	200.29	269.4	543.3
الإحتمال	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**

تشير هذه الجداول الأربعة إلى الإحصاءات الوصفية (الوسط الحسابي المتوسط، الحد الأقصى للمشاهدات، الحد الأدنى للمشاهدات، الانحراف المعياري، معامل الالتواء، معامل التفرطح) لتدابير الكفاءة المتغيرة بمرور الوقت والتي تم الحصول عليها في نوافذ زمنية مختلفة (100 ، 220 350 ، 420 يوم) يشير JB إلى الإحصاء التجريبي لاختبار Jarque-Bera لمعرفة الحالة الطبيعية. **المصدر (من إعداد الباحثين).**

– نلاحظ أولا من خلال النتائج المتحصل عليها في الوسيط (median) والنتائج المتحصل عليها في المتوسط (mean) أن كل أسواق الصرف للدول الثلاثة غير فعالة؛ لأن نتائجهم المستخرجة من قيم (Shannon Entropy) المعنية أقل من 01، وهذا يعني أن اكتشاف الأسعار في هذه الأسواق ليس عشوائيًا تمامًا، كما أن هذه الأسواق أيضا ليس بها كمية مفاجئة المعلومات بدرجة كبيرة من خلال نتائج المتوسطات ونتائج انحراف القيم عن وسطها الحسابي (نتائج الانحراف المعياري std. Dev)، لكن في الواقع تقلبات أسعار الصرف ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالأوضاع الاقتصادية العالمية (مثل التضخم وأسعار صرف الدولار وأسعار الفائدة الحقيقية والنشاط الاقتصادي والسياسة المالية والأوضاع الجيوسياسية على المستوى المحلي والمستوى العالمي والتوترات العسكرية والتغيرات المناخية الخطيرة التي تحدث الكوارث الطبيعية ...الخ)؛ وهو ما يؤدي إلى تغيرات حادة في أسعار الصرف وبالتالي يؤدي إلى انخفاض في مستويات كفاءتها، ونلاحظ ثانيا أن مستوى كفاءة الأسواق يختلف من دولة إلى أخرى حسب نتائج المتوسطات، وعليه فإن ترتيب الأسواق حسب الكفاءة يكون كما يلي:

1– تونس (**المرتبة الأولى**) 2– الجزائر (**المرتبة الثانية**) 3– المغرب (**المرتبة الأخيرة**).

هذه المراتب كانت بالاستناد إلى كل النوافذ الزمنية (100، 220، 350، 420 يوم) من خلال نتائج المتوسطات ونتائج الوسطاء على الترتيب؛ حيث أنه كلما كانت قيم الوسيط والمتوسط كبيرة كلما كانت كفاءة السوق أكبر باعتبار قيم H مقياسا للكفاءة.

أما تقلبات مقياس الكفاءة؛ فقد استعنا بقيم الانحراف المعياري أي انحراف القيم عن وسطها الحسابي ووجدنا كل الدول تحمل قيم متقاربة وهو ما يؤكد أن نتائج الوسيط والمتوسط ذات معنوية وذات دلالة إحصائية كما أنها تؤكد فعلا أحقية الترتيب المتوصل إليه للأسواق من حيث الكفاءة.

3–2 النتائج المتعلقة بالتقاط الأزمات المالية باستخدام "Shannon Entropy"

بما أننا نبحث عن مدى علاقة مقياس الكفاءة H بالأزمات المالية؛ فإننا نرى أن الانحدار اللوجيستي هو الأداة الأكثر قوة والأكثر ملائمة للموضوع وهو ما أكده (boubaker 2010) و (Risso 2008) عندما قاموا بتطبيق نموذج (logit) على هذه العلاقة لأن هذا النموذج يعطي للباحث فكرة عن مقدار تأثير المتغير المستقل على المتغير التابع ثنائي القيمة (0 ، 1) بالإضافة إلى ذلك فإن الانحدار اللوجيستي يرتب تأثير المتغيرات المستقلة، مما يسمح للباحث باستنتاج أقوى للمتغيرات التي تبين للباحث فهم النتائج المطلوبة وهو الأمر الذي يجعل في النهاية أن هذا النوع من التحليل يُعد أحسن أسلوب في حال المتغير التابع ثنائي القيمة.

أولا/ نموذج لوجيت (logit model).

نماذج logit و probit نموذجان مشهوران للمتغيرات الداخلية الثنائية، لهذا نفترض أن هناك متغير y يأخذ أحد القيمتين إما 1 أو 0، ففي حالة الأزمة المالية يأخذ (1) وفي حال عدم وجود الأزمة المالية يأخذ (0).

إذا نحدد المتغير الثنائي i بالمعادلة التالية:

$$y_i = \alpha + \beta H_i + \varepsilon_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

H هو مقياس الكفاءة والمتمثل في قيم"shannon entropy"، و ε_i هو توزيع القيمة القصوى أو هو الخطأ المعياري.

$\mathbf{y_i}$ هي التي تأخذ القيم 0 أو 1 وفقًا للقاعدة التالية:

$$\text{إذا } \begin{cases} 1 = y_i & \leftarrow \quad y_i^* > 0 \\ 0 = y_i & \leftarrow \quad y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

وفقا لـ (Hammer 1997)، يتم تقديم النموذج على النحو التالي:

$$p(y_i = 1) = \frac{e^{(\alpha+\beta H_i)}}{1+e^{(\alpha+\beta H_i)}} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

هذه المعادلة رقم (5) تقول أن احتمال حدوث انهيار مالي في يوم واحد $p\left(y_i = 1\right)$ تعود إلى مستوى الكفاءة (H).

تضمن صياغة نموذج logit أن الاحتمالات المتوقعة تقع بين 0 و 1، ويتم تقدير النموذج بواسطة طرق الاحتمال القصوى.

في هذه الحالة لا يمكن أن نفسر قيم المعاملات α و β كما يتم تفسيرهم في معادلة الإنحدار الخطي، وإنما يتم إشتقاق إحتمال حدوث الأزمة بالنسبة لمقياس الكفاءة H:

$$\frac{\partial E(Y)}{\partial H} = \frac{e^{(\alpha+\beta H_i)}}{(1+e^{(\alpha+\beta H_i)})^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

يمكن التعبير عن نموذج logit في نسبة الترجيح odds-ratio كما في المعادلة (7) والتي عادة ما تكون أكثر سهولة:

$$\frac{p(y_i=1)}{1-p(y_i=1)} = e^{(\alpha+\beta H_i)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

حيث أن $p(y_i = 1)$ هي إحتمال وقوع الحدث والمقدر بـ 1 على $1 - p(y_i = 1)$ وإحتمال عدم وقوع الحدث والمقدر بـ 0.

وبالنظر إلى المعادلات السابقة فإن المعادلة رقم (5) تُستخدم فقط لحساب معاملات الانحدار، والمعادلة رقم (7) تُستخدم للتفسير وتحديد العلاقة ما بين المتغير المستقل H ونسبة الترجيح (odds-ratio) عن طريق نتائج معامل الانحدار β.

ثانيا/ النتائج التجريبية لأسواق الصرف لدول المغرب العربي.

في هذا القسم يتم تطبيق المنهجية السابقة والمتعلقة بنموذج logit وذلك من أجل مقارنة القدرة التنبؤية لكل النماذج، بحيث نقوم بدراسة ثلاثة أسواق صرف من دول المغرب العربي من أجل إيجاد بعض الحقائق حول العلاقة بين الكفاءة (H) والأزمات المختلفة التي حدثت في الماضي، ومن خلال ذلك تم الحصول على بيانات السلاسل الزمنية لجميع المؤشرات المذكورة أعلاه بتردد يومي مع أخذ كل النوافذ الزمنية والمقدرة بـ (100 ، 220 ، 350 و 430 يومًا).

- **دولة الجزائر:**

الجدول رقم 6: قيم $pseudo - R^2$ للنوافذ الزمنية المختلفة باستخدام نموذج logit لسعر صرف الدينار الجزائري (DZD):

الترددات	**2 يوم**	3 أيام	4 أيام	5 أيام
100	0.008	0.0029	0.0106	0.0097
220	0.0065	0.0003	0.0022	0.0027
350	**0.0241**	0.0140	0.0105	0.0020
430	0.0031	0.0099	0.0071	0.0050

– تم استخدام نموذج logit وتم اعتبار مقياس الكفاءة H كمتغير مستقل، مع الأخذ بعين الاعتبار تسلسل الأيام (2 ، 3 ، 4 ، 5) واستخدام النوافذ الزمنية المختلفة والمقدرة بـ (100 ، 220 ، 350 ، و 430 يومًا)، وتم تحليل كل النماذج والمتمثلة في 16 نموذجا والتوصل إلى نفس الخلاصة، كما تظهر أعلى قيمة

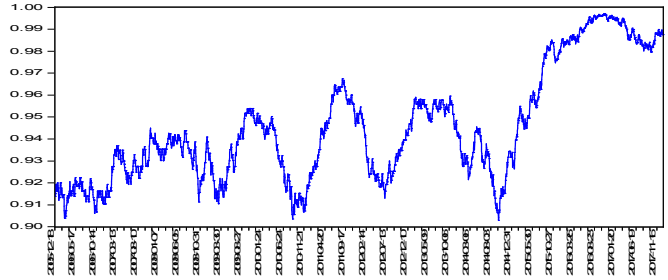
لـ $pseudo - R^2$ باللون الغامق وهي القيمة التي تعكس أفضل نموذج يسلط عليه الضوء في دراسة نموذج logit باعتبار أننا من خلال هذه القيمة نقول أنه يمكننا أن نتنبأ بالأزمة المالية قبل وقوعها بيومين؛ وذلك باستخدام 350 يوم سابقة.

المصدر: من إعداد الباحثين.

يوضح الجدول 6 أن الإطار الزمني الموافق لأحسن وأفضل نموذج للتنبؤ بالأزمة المالية هو الإطار الذي يبلغ 350 يومًا وتردد يومين وبناء على هذه النتيجة نحاول قراءة نتائج تطبيق نموذج logit على بيانات مقياس الكفاءة المتعلق بسعر الصرف للدينار الجزائري.

من خلال ملاحظتنا لنتائج هذا الجدول (**اختبار نموذج لوجيت**) نجد أنه عندما تزيد السوق من كفاءتها ينخفض احتمال وقوع الأزمة، ونقول من خلال ذلك أن احتمال حدوث أزمة يعتمد سلبًا على مقياس الكفاءة المعلوماتية لدينا، أي كلما انخفضت الكفاءة المعلوماتية ازداد احتمال حدوث الأزمة المالية.

الشكل رقم 02: تطور الأنتروبي (مقياس الكفاءة) لسعر الصرف في الجزائر.



المصدر: من إعداد الباحثين.

يشير هذا المنحنى إلى تطور كفاءة سعر الصرف الجزائري (DZD) عند النافذة الزمنية 350 واستخدام تردد يومين، ولاحظنا أن هناك ثلاث مناطق تبرز من خلالها عدم كفاءة المعلومات أي أن هناك كمية مفاجئة كبيرة للمعلومات وذلك في يوم 2010/08/31 وفي يوم 2012/06/27 وفي يوم 2014/09/28.

بعد دراسة الاقتصاد الوطني والدولي للفترة المبينة من خلال المنحنى، نجد أن الأحداث الناجمة عن هاته المناطق الثلاث من عدم الكفاءة هي:

– المنطقة الأولى الموافقة لتاريخ 2010/08/31 وهي التي تمثل الهبوط الحاد للأنتروبي وتعكس بدورها الاضطراب المتزايد في تقلبات أسعار الصرف، وهذه المنطقة تؤكد أن الجزائر اضطربت بسبب العدوى المتأخرة للأزمة المالية العالمية (2007-2009) التي نشأت بسبب فقاعة الإسكان في الولايات المتحدة والتي أثرت على جميع الأسواق المالية وأسفرت عن تقلبات كبيرة في أسعار صرف العملات، وفي هذه الفترة وحسب ما كشفت وزارة المالية أن عجز الميزانية عرف ارتفاعا حادا في سنة ،2010 وذلك بسبب زيادة الإنفاق، كما صدر أيضا عن بنك الجزائر في التقرير السنوي لسنة 2010، والذي تم طبعه في جويلية 2011 أن بنك الجزائر قد تدخّل في السوق البينية للصرف من أجل تدعيم استقرار سعر الصرف الفعلي الحقيقي عند سعره التوازني في الأجل المتوسط، لا سيما أن سنة 2010 تميزت بتقلب حاد لأسعار صرف العملات الرئيسية، حيث أن تدخله كان ما بين شهر ماي إلى أكتوبر واللذان يعتبرهما نقطتي الحد للانقلاب في هذا التقرير، مؤكدا عودة الاستقرار في الأشهر الثلاثة الأخيرة لسنة 2010.

وقد صاحب هذا التاريخ مع بداية سنة 2011 وبالضبط في يوم 2011/01/05 أولى الاحتجاجات عن طريق مظاهرات شهدتها عدة أحياء من المدن الجزائرية، وقام فيها شبان متظاهرون بكسر المحلات ومقرات بعض الشركات والسيارت في حي باب الواد وأشعلوا النار في متجر لبيع السيارات، كما أحرقوا سيارات تابعة للشرطة، وكانت هناك مظاهرات أخرى مماثلة في العديد من المدن والولايات الجزائرية

بسبب الغلاء في المعيشة، وخلفت هذه المظاهرات ما يقارب 200 جريحا، نتيجة الاشتباك مع قوات الأمن ودامت هذه التظاهرات مدة طويلة جدا، وتطورت إلى أن زُهقت فيها أرواح بعض المحتجين وصارت الاحتجاجات والاعتصامات مألوفة في المدن الجزائرية.

– المنطقة الثانية الموافقة لتاريخ 2012/06/27 وهي التي تمثل الهبوط الحاد للأنتروبي وتعكس بدورها الاضطراب المتزايد في تقلبات أسعار الصرف، فقد حدث فيها حسب ما جاء في تقرير بنك الجزائر لسنة 2012 والذي طُبع في نوفمبر 2013، تسارع كبير للتضخم في سنة 2012 ليبلغ المعدل الأكثر ارتفاعا للعشرية، أي بارتفاع سنوي متوسط قدره 9.9% بموجب المؤشر الوطني للأسعار عند الاستهلاك وبـ 8.9% بالنسبة لمؤشر الجزائر الكبرى، كما يبين أيضا هذا التقرير أن محددات التضخم في سنة 2012 تكمن أساسا في زيادة الكتلة النقدية والتي ساهمت في ارتفاع نسبة التضخم بمعدل 84%، وهي أقوى مساهمة خلال العشر سنوات الأخيرة، كما أكد أيضا بنك الجزائر أنه قد تدخل في سوق الصرف ما بين المصارف في هذه الفترة من أجل تعزيز الاستقرار المالي الخارجي، واستقرار معدل الصرف الفعلي الحقيقي، كما أن في هذا التاريخ وحسب أرقام وزارة المالية بالجزائر، قد بلغت الأموال المقتطعة من صندوق ضبط الإيرادات لتسديد العجز في الخزينة العمومية لسنة 2012 بمبلغ 2283.2 مليار دينار جزائري، وهو أكبر اقتطاع سجل منذ سنة 2000، وهذا ما أدى إلى انفجار ميزانية الجزائر في سنة 2012 بسبب التأثر المالي لتطبيق الأنظمة التعويضية والقوانين الأساسية.

– أما المنطقة الثالثة من عدم كفاءة المعلومات أي بتاريخ 2014/09/28 أي مع نهاية سنة 2014 وبداية سنة 2015، فقد حدثت فيه أزمة تقلبت فيها أسعار النفط في الأسواق العالمية؛ وهو ما دفع بالحكومة الجزائرية إلى إعادة النظر في البرنامج الاقتصادي الجديد للفترة 2015-2019 وذلك لمراجعة سياسة الإنفاق الحكومي حتى تتمكن من تجاوز هذا الوضع الاقتصادي الحرج الذي أدى بها إلى انخفاض حاد في أسعار النفط وأفقدها ما يفوق 50% من إيراداتها.

- **دولـة تـونس:**

الجدول رقم 07: قيم $pseudo - R^2$ للنوافذ الزمنية المختلفة باستخدام نموذج logit لسعر صرف الدينار التونسي (TND):

الترددات	2 يوم	3 أيام	**4 أيام**	5 أيام
100	0.0069	0.0069	0.0083	0.0150
220	0.0192	0.0186	0.0268	0.0210
350	0.0916	0.0000	0.0777	0.0814
430	0.0046	0.1429	**0.1502**	0.0947

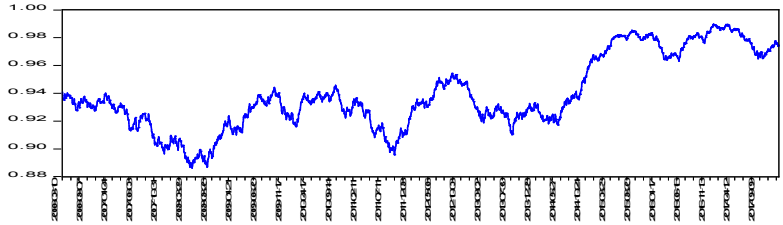
– تم استخدام نموذج logit وتم اعتبار مقياس الكفاءة كمتغير مستقل، مع الأخذ بعين الاعتبار تسلسل الأيام (2 ، 3 ، 4 ، 5) واستخدام النوافذ الزمنية المختلفة والمقدرة بـ (100 ، 220 ، 350 ، و 430 يومًا). وتم تحليل كل النماذج والمتمثلة في 16 نموذجا والتوصل إلى نفس الخلاصة، كما تظهر أعلى قيمة لـ $pseudo - R^2$ باللون الغامق وهي القيمة التي تعكس أفضل نموذج يسلط عليه الضوء في دراسة نموذج logit باعتبار أننا من خلال هذه القيمة نقول أنه يمكننا أن نتنبأ بالأزمة المالية قبل وقوعها بأربعة أيام وذلك باستخدام 430 يوم سابقة.

المصدر: من إعداد الباحثين.

يوضح الجدول 8 أن الإطار الزمني الموافق لأحسن وأفضل نموذج هو الإطار الذي يبلغ 430 يومًا وتردد 04 أيام، وبناءً على هذه النتيجة نحاول قراءة نتائج تطبيق نموذج logit على بيانات مقياس الكفاءة المتعلق بسعر الصرف للدينار التونسي.

من خلال ملاحظتنا لنتائج هذا الجدول (**اختبار نموذج لوجيت**) نجد أنه عندما تزيد السوق من كفاءتها ينخفض احتمال وقوع الأزمة ونقول من خلال ذلك أن احتمال حدوث أزمة يعتمد سلبًا على مقياس الكفاءة المعلوماتية لدينا، أي كلما انخفضت الكفاءة المعلوماتية ازداد احتمال حدوث الأزمة المالية.

الشكل رقم 03: تطور الأنتروبي (مقياس الكفاءة) لسعر الصرف بتونس



المصدر: من إعداد الباحثين.

يشير هذا المنحنى إلى تطور كفاءة سعر الصرف التونسي (TND) عند النافذة الزمنية 430 واستخدام تردد 04 أيام ولاحظنا أن هناك ثلاث مناطق تبرز عدم كفاءة المعلومات أي أن هناك كمية مفاجئة كبيرة للمعلومات وذلك في يوم 2008/04/29 وفي يوم 2011/08/30 وفي يوم 2013/08/06.

بعد دراسة الاقتصاد الوطني والدولي للفترة المبينة من خلال المنحنى، نجد أن الأحداث الناجمة عن هاته المناطق من عدم الكفاءة هي:

– المنطقة الأولى الموافقة لتاريخ 2008/04/29 وهي منطقة الهبوط الحاد للأنتروبي، وهي تعكس بدورها الاضطراب المتزايد في تقلبات أسعار الصرف، وهذه المنطقة تؤكد أن تونس اضطربت بسبب عدوى الأزمة المالية العالمية لسنة (2007-2009) التي يُصطلح عليها بـ"أزمة الرهن العقاري" في الولايات المتحدة الأمريكية تلك الازمة التي أثرت على جميع الأسواق المالية وأسفرت عن تقلبات كبيرة في أسعار صرف العملات الأجنبية، ومن خلال ذلك تبين أن الوضع بدولة تونس في هذه الفترة تغير نوعا ما إلى الأسوأ حيث تضاعف حجم العجز كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي من 2.6% إلى 4.6% لسنة 2008 وحدث ارتفاع شديد للأسعار انجر عنه أزمة الغذاء وأزمة الطاقة وهو ما أثر سلبا على الاقتصاد التونسي سنة 2008، كما أنّ نسبة التضخم ارتفعت إلى 5% سنة 2008 مقارنة بسنة 2007 حين بلغت 3.1%، وحدث انخفاض في النمو الاقتصادي من 6.71% لسنة 2007 إلى 4.24 % سنة 2008؛ لهذا فإن كل هذه التغيرات التي طرأت على بعض مؤشرات الاقتصاد الكلي لدولة تونس تُعتبر دليلا قاطعا على التأثر بعدوى الأزمة المالية العالمية.

– أما المنطقة الثانية الموافقة لتاريخ 2011/08/30 وهي التي تمثل منطقة الهبوط الحاد لمقياس الكفاءة H فهي تعبّر عن وقوع أزمة مالية، لهذا فإن من بين الأوضاع التي عاشتها دولة تونس في فترة 2011 هي أن السياسة الاقتصادية الكلية لم يكن لها معالم واضحة، حيث كانت هذه السنة من بين أكثر السنوات تراجعًا في نمو الناتج المحلي الإجمالي حيث بلغ (-1.92%)، كما أن نسبة البطالة لم يسبق لها مثيل حيث بلغت (18.33%) مع ضغوط تضخمية بلغت 5.8% في بداية سنة 2012، وعجز في المالية العمومية بلغ 3.8 % بعد أن كان في حدود 1% عام 2010 ونسبة الدين ارتفعت بما يفوق 4 نقاط مئوية أي من 40.4% من الناتج المحلي الإجمالي سنة 2010 إلى 44.6% لسنة 2011، إضافة إلى كل ما سبق نشوب الثورة التونسية والتي تُعرف بثورة الحرية والكرامة في يوم 17 ديسمبر من سنة 2010 والتي كان مآلها القضاء على نظام الرئيس التونسي زين العابدين بن علي، كما حدث في هذا التاريخ أيضا بأنه أكثر من 400 شركة أجنبية غادرت تونس حسب ما كشفه المدير العام لوكالة النهوض بالاستثمار الخارجي للحكومة التونسية نور الدين زكري، مؤكدا أن حجم الاستثمارات الأجنبية التي استقطبتها دولة تونس خلال سنة 2011 انخفض بسبب الاحتجاجات الاجتماعية بنسبة فاقت 29% مقارنة بسنة 2010، كما بين أيضا أنه قد قام أكثر من 2600 رجل أعمال بتحويل استثماراتهم من تونس إلى المغرب، وأكد أيضا الدكتور ياسر كمال، الخبير بمركز دراسات الاستثمار والتخطيط وإدارة المشروعات بالمعهد القومي للتخطيط، أن انهيار بورصة

الأوراق المالية بتونس هو الحدث الأكثر بروزا عام ،2011 وقد وضح أن البورصة شهدت أكبر تراجع لها منذ عام 2009، وهو ما سبب كارثة كبيرة، وعليه فإن كل هذه الأوضاع التي عاشتها دولة تونس تبرر وجود أزمة مالية بها في هذه الفترة.

– المنطقة الثالثة من عدم كفاءة المعلومات أي بتاريخ 2013/08/06، فقد وقع بها ارتفاع لمعدل التضخم بأواخر سنة 2013 حيث بلغ معدل 6.1% وذلك مقارنة مع الأشهر الماضية من نفس السنة حين وصل إلى 5.8%، وقد جاء الصعود بتسارع كبير جراء قفزة في أسعار الغذاء، كما رفع البنك المركزي التونسي سعر الفائدة الأساسي من 4% إلى 4.5% في نهاية ديسمبر من سنة 2013 مشيرا إلى ضغوط تضخمية، وأظهرت بيانات إحصائية رسمية أن احتياطي تونس من النقد الأجنبي، قد سجل تراجعا ملحوظا خلال سنة 2013، كما ارتفعت نسبة العجز إلى أكثر من 8% من إجمالي الناتج المحلي للبلاد في نفس السنة.

- **دولة المغرب**

الجدول رقم 08: قيم $pseudo - R^2$ للنوافذ الزمنية المختلفة باستخدام نموذج logit لسعر صرف الدرهم المغربي (MAD):

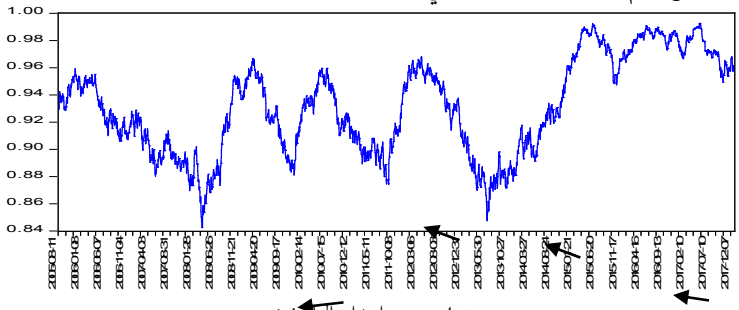
الترددات	2 يوم	**3 أيام**	4 أيام	5 أيام
100	0.0943	0.0213	0.0204	0.0141
220	0.0399	**0.1897**	0.0354	0.0406
350	0.0162	0.0153	0.0177	0.0255
430	0.0752	0.0886	0.0881	0.0791

– تم استخدام نموذج logit وتم اعتبار مقياس الكفاءة كمتغير مستقل، مع الأخذ بعين الاعتبار تسلسل الأيام (2 ، 3 ، 4 ، 5) واستخدام النوافذ الزمنية المختلفة والمقدرة بـ (100 ، 220 ، 350 ، و 430 يومًا). وتم تحليل كل النماذج والمتمثلة في 16 نموذجا في هذه المجموع والتوصل إلى نفس الخلاصة، كما تظهر أعلى قيمة لـ $pseudo - R^2$ باللون الغامق وهي القيمة التي تعكس أفضل نموذج يسلط عليه الضوء في دراسة نموذج logit باعتبار أننا من خلال هذه القيمة نقول أنه يمكننا أن نتنبأ بالأزمة المالية قبل وقوعها بثلاثة أيام وذلك باستخدام 220 يوم سابقة. **المصدر**: من إعداد الباحثين.

يوضح الجدول 10 أن الإطار الزمني الموافق لأحسن وأفضل نموذج هو الإطار الذي يبلغ 220 يومًا وتردد 03 أيام، وبناء على هذه النتيجة نحاول قراءة نتائج تطبيق نموذج logit على بيانات مقياس الكفاءة المتعلق بسعر صرف الدرهم المغربي.

من خلال ملاحظتنا لنتائج الجدول بالملحق أدناه (**اختبار نموذج لوجيت**) نجد أنه عندما تزيد السوق من كفاءتها ينخفض احتمال وقوع الأزمة ونقول من خلال ذلك أن احتمال حدوث أزمة يعتمد سلبًا على مقياس الكفاءة المعلوماتية لدينا، أي كلما انخفضت الكفاءة المعلوماتية كلما ازداد احتمال حدوث الأزمة المالية وهذا من خلال النتيجة السالبة لمعامل H.

الشكل رقم 04: تطور الأنتروبي (مقياس الكفاءة) لسعر الصرف بالمغرب.



مصدر: من إعداد الباحثين.

يشير هذا المنحنى إلى تطور كفاءة سعر الصرف المغربي (MAD) عند النافذة الزمنية 220 واستخدام تردد 03 أيام، وقد لاحظنا أن هناك منطقتين تبرز عدم كفاءة المعلومات أي أن هناك كمية مفاجئة كبيرة للمعلومات وذلك في يوم 2008/03/28 2009/12/05، 2011/08/29، وفي يوم 2013/06/18.

بعد دراسة الاقتصاد الوطني والدولي للفترة المبينة من خلال المنحنى البياني، نجد أن الأحداث الناجمة عن هاته المناطق من عدم الكفاءة هي:

– المنطقة الأولى الموافقة لتاريخ 2008/03/28 وهي منطقة الهبوط الحاد للإنتروبي، وتعكس بدورها الاضطراب المتزايد في تقلبات أسعار الصرف، وهذه المنطقة تؤكد أن المغرب اضطربت بسبب عدوى الأزمة المالية العالمية لسنة (2007-2009) والتي يُصطلح عليها بأزمة الرهن العقاري في الولايات المتحدة الأمريكية وقد أثرت على جميع الأسواق المالية وأسفرت عن تقلبات كبيرة في أسعار صرف العملات الأجنبية، ومن خلال ذلك تبيّن أن الوضع بدولة المغرب في هذه الفترة تغير نوعا ما إلى الأسوأ، فقد حدث انخفاض في النمو الاقتصادي من 5.92% لسنة 2008 إلى 4.24 % سنة 2009 وبلغ معدل التضخم في سنة 2008 أعلى مستوياته مقارن بالسنوات الماضية وقدر بـ 5.6 %.

– أما المنطقة الثانية الموافقة لتاريخ 2009/12/05 وهي التي تمثل منطقة الهبوط الحاد لمقياس الكفاءة H فهي تعبر عن وقوع أزمة مالية، لذلك فحسب التقارير الصادرة عن بنك المغرب، وإحصائيات مجلس القيم العقارية فإنه في نهاية سنة 2009 انخفض حجم التجارة الدولية بنسبة 11.9%، وقد تراجع الطلب العالمي الموجه إلى دولة المغرب بنسبة 10%، وهو ما أدى إلى انخفاض حجم الصادرات المغربية من السلع والخدمات بنسبة 13.1% ، وقد كان هذا الانخفاض أكثر حدّة مقارنة بسنوات مضت، كما انخفض حجم الاستثمارات بحوالي 3.57% سنة 2009.

– أما المنطقة الثالثة الموافقة لتاريخ 2011/08/29 وهي التي تمثل منطقة الهبوط الحاد لمقياس الكفاءة PH فهي تعبر عن وقوع أزمة مالية، لهذا فقد أكد الوزير المنتدب لدى وزارة الاقتصاد والمالية المكلف بالميزانية "إدريس الإدريسي" بأن مستوى عجز الميزانية قد تفاقم بحوالي 20.6 مليار درهم مقارنة مع ما هو متوقع في قانون المالية لسنة 2011 ليصل إلى 50.1 مليار درهم، أي ما يعادل 6.1% من الناتج الداخلي الخام، كما أشار أيضا إلى تفاقم العجز التجاري إلى 185.5 مليار درهم مقابل 145.4 مليار درهم في سنة 2010.

– أما المنطقة الرابعة الموافقة لتاريخ 2013/06/18 وهي التي تمثل منطقة الهبوط الحاد لمقياس الكفاءة H، فهي تعبر عن وقوع أزمة مالية، لهذا فإن من بين الأوضاع التي عاشتها دولة المغرب في نهاية 2013 هي أن سنة 2014 من بين أكثر السنوات تراجعًا في نمو الناتج المحلي الإجمالي حيث بلغ (2.67 %) إضافة إلى ذلك وقع في نهاية سنة 2013 العديد من الاحتجاجات في العاصمة المغربية والتي ندد فيها الألاف من المحتجين برفضهم لارتفاع الأسعار وبالأخص زيادة أسعار الوقود والحليب، حين قررت الحكومة المغربية تحت تفاقم عجز الموازنة اعتماد نظام المقايسة والذي يعني التحرير الجزئي لأسعار بعض مواد الطاقة وربطها بتغيرات الأسعار في الأسواق الدولية حيث تزداد بزيادتها وتنخفض بانخفاضها؛ لهذا فإن كل هذه المعطيات توحي بأن البلاد كانت تعاني من أزمة مالية.

4– الخلاصة

في هذه الدراسة استخدمنا نهج شانون إنتروبي، وهي الدراسة التي قدمها شانون كطريقة عددية فعالة في العديد من الدراسات المختلفة؛ حيث أن هذه الطريقة في نظرية المعلومات تقوم بقياس كمية مفاجأة المعلومات الموجودة في أي سلسلة مقدرة عبر الزمن، كما أجمعت الأبحاث الواسعة في التحليل الاقتصادي على أهمية هذه الطريقة في فرضية كفاءة السوق من أجل المساعدة على توجهات وتصرفات المستثمرين وصانعي السياسات؛ لهذا فإن في هذا الموضوع قمنا بدراسة لتأكيد الفرضية الأولى لكفاءة أسواق الصرف بدول المغرب العربي وتحقيقا لذلك قمنا باختيار 03 دول لمقارنة الكفاءة بينهم في الفترة الممتدة ما بين 2005 إلى 2017، وتم التوصل إلى أن سوق تونس أحسن الأسواق كفاءة، ثم يليه سوق الجزائر وبعد ذلك سوق المغرب، وتم التوصل إلى أن كل الدول محل الدراسة تأثرت بعدوى الأزمات المالية باعتبار أن اكتشافنا تزامن مع أزمة الرهن العقاري بالولايات المتحدة بين عامي 2007 و ،2009.

وما يؤكد هذه العدوى هو أن قيم الإنتروبيا لأسعار الصرف تأخذ أدنى مستوياتها في وقت الأزمة المالية العالمية وهذا ما يؤكد أيضا صحة الفرضية الثانية وهي أن هناك علاقة عكسية بين قيم H واحتمالية وقوع الأزمات المالية، حيث أن دولة تونس والمغرب تأثرا في فترة الأزمة مباشرة و دولة الجزائر تأثرت أيضا لكن عن طريق العدوى المتأخرة أي في سنة 2010، وتم التوصل أيضا في الدول محل الدراسة أن النتائج التجريبية فيها تشير إلى أن قيم مقياس الكفاءة H قبل وصول عدوى الأزمة المالية أي قبل أن تأخذ H أدنى مستوى لها تمر بفترة تأخذ فيها قيمة H أعلى مستوى لها، ليحدث بعد ذلك هبوط حاد مما يعكس عدم الاستقرار في حركة الأسعار بأسواق الصرف، وهو ما يؤكد صحة الفرضية الثالثة، لهذا فمن خلال هذه النتيجة يمكننا القول أن هذه الحركة تعتبر نظام إنذار مبكر يعطي المعلومات الأولية قبل حدوث الأزمة المالية أو قبل وصول عدوى الأزمات المالية العالمية.

5- الملاحق

الجدول رقم 01: نتائج اختبار نموذج لوجيت (DZD)

LR chi2(1) = 135.91
Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -2746.9504 Pseudo R2 = 0.0241

crise	Odds Ratio	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
entropy	2.25e-07	3.05e-07	-11.27	0.000	1.57e-08	3.22e-06
_cons	957536.3	1224661	10.77	0.000	78071.68	1.17e+07

الجدول رقم 02: نتائج اختبار نموذج لوجيت (TND)

LR chi2(1) = 771.86
Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -2183.3963 Pseudo R2 = 0.1502

crise	Odds Ratio	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
H	6.63e-20	1.26e-19	-23.17	0.000	1.58e-21	2.78e-18
_cons	3.04e+17	5.37e+17	22.76	0.000	9.49e+15	9.72e+18

الجدول رقم 03: نتائج إختبار نموذج لوجيت (MAD)

LR chi2(1) = 510.29
Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -1089.9801 Pseudo R2 = 0.1897

crise	Odds Ratio	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
H	1.15e-18	2.56e-18	-18.61	0.000	1.49e-20	8.94e-17
_cons	2.31e+15	4.61e+15	17.72	0.000	4.61e+13	1.16e+17

كل هذه النتائج المدونة بالجداول الثلاث تم التوصل إليها من خلال برنامج STATA، **المصدر: من إعداد الباحثين**.

- قيمة $\boldsymbol{prob > chi2}$ تشير إلى أن النموذج ذو معنوية بنسبة 5٪.
- قيم $\boldsymbol{p > |z|}$ تشير إلى أن المعاملات ذات معنوية عند 5٪.
- المتغير التابع **crise** يتم تقديره باستخدام المعادلة رقم (5).
- قيم **odds ratio** يقصد بها نسبة الترجيح ويتم حسابها باستخدام نموذج المعادلة رقم (7).
- كما أن قيم z هي قيم معاملات entropy و constant والمعبر عنها على التوالي بـ β و α والمدونان بكل معادلات النموذج.

6- قائمة المراجع

- Fiedor, Paweł. 2014 "Maximum entropy production principle for stock returns" *arXiv preprint arXiv:1408.3728*. p 1-14.
- Villanueva, Cleo S., and Jasmin DC Niguidula.april 2017 "the effect of financial crises on the entropy evolution of foreign exchange rates" *International Journal on Information Theory* (IJIT) Vol.6, No.1/2. P 1-9.
- Gabjin Oh, Ho-yong K, Seok et al. 2015 "Analyzing the financial crisis using the entropy density function." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 419: p 464-469.
- Boubaker, A., & Lamia, S. (2013). *Crash Probability Occurrence And Stock Market Efficiency The Tunisian Stock Exchange Case Via Shannon Entropy,international journal of multidisciplinary sciences and engineering*, (vol 4 ,No 9). P 23-29.
- Darko,Stosic, Dusan, L, Teresa, 2016 . "Foreign exchange rate entropy evolution during financial crises" *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 449, p. 233-239.
- FAMA, Eugene F.1970 "Efficient capital markets: A review of theory and empirical work". *The journal of Finance*, vol. 25, no 2, p. 383-417.
- GRECH, Dariusz et MAZUR, Z. 2004 "Can one make any crash prediction in finance using the local Hurst exponent idea?" *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 336, no 1-2, p. 133-145.
- Johnston J et DINARDO J. 1997 "Econometric methods (fourth edition)". *USA: McGraw Hill*, p 424.
- MENSI, Walid, ALOUI, C, HAMDI, 2012. "Crude oil market efficiency: An empirical investigation via the Shannon entropy" *Economie internationale*, no 1, p. 119-137.
- KANDIL Magda, BERUMENT H, et all. 2007 "The effects of exchange rate fluctuations on economic activity in Turkey" *Journal of Asian Economics*, vol. 18, no 3, p. 466-489.
- RISSO, Wiston Adrián. 2008 "The informational efficiency and the financial crashes" *Research in International Business and Finance*, vol. 22, no 3, p. 396-408.