مجلة المثنى للعلوم الادارية والاقتصادية
IASJ
المجلات الاكاديمية العراقية

استخدام استراتيجية انتروبيا المعلومات للتنبؤ بأسعار الصرف
دراسة تحليلية في القطاع المصرفي العراقي

هشام فوزي العبادي [a*] ، علي رزاق العابدي [b] ، عباس عبد الخضر عبد الله [c]
جامعة الكوفة / كلية الادارة والاقتصاد

معلومات المقالة

تاريخ البحث
الاستلام : 2018/12/30
تاريخ التعديل : دون تعديل
قبول النشر : 2018/2/17
متوفر على الأنترنيت:2019/6/21

الكلمات المفتاحية :
انتروبيا المعلومات
العلاقات المتبادلة والشرطية
نمذجة اسعار الصرف
الانتروبيا

الملخص

حاول البحث تحليل حركة اسعار الصرف ومدى استقرارها وتحديد الاتجاه العام لها بالإضافة الى استخدام استراتيجية انتروبيا المعلومات كأسلوب غير خطي للتنبؤ بعشوائية الانظمة المالية وتحديد مقدار الفوضى فيها، حيث ان العديد من النظم المالية تظهر سلوك فوضوي في سلاسلها الزمنية ولا سيما أسعار الصرف التي تتسم بالتعقيد والتغير الدائم وعدم الاستقرار، حيث تساهم انتروبيا المعلومات في تحديد النسبة المئوية القصوى للنجاحات في توفير الإشارة الصحيحة لمعدل سعر الصرف القادم مما يؤدي إلى مكاسب ملموسة من حيث الأداء المتوقع، وتحديد مقدار الاستجابة في الاصول الاجنبية في القطاع المصرفي للتقلب في اسعار الصرف.

© 2019 جامعة المثنى . جميع الحقوق محفوظة

Abstract

The research tried to analyze the movement of prices and their stability and financial and complex penalties to influence the use of funds abroad. And constant change and instability, contributing to the reduction of interest rates against the minimum in the sectors behavior of volatility in exchange rates.

المقدمة

ان العديد من النظم المالية تصبح فوضوية في ظروف معينة وغالبا ما يكون السلوك الفوضوي ظاهرة غير مرغوب فيها تمنع التنبؤ في فترات زمنية طويلة وقد يهدد سلامة الاستثمار، لذا يتوجب على المصارف تبني الخيار الاستراتيجي الذي يضمن لها النمو والتوسع ويكسبها قدرات تنافسية عالية من خلال السيطرة على الفوضى أو العشوائية في الأسواق المالية، فينبغي التقليل من وظيفة الانتروبيا للقضاء على السلوك الفوضوي للنظام المالي، حيث إن الأسعار تعكس بالفعل جميع المعلومات المتعارف عليها الا أنها تتغير على الفور لتعكس معلومات جديدة تستكمل توقعاتها كما انها لا تظهر أي تبعات تسلسلية، لذلك فإنه من المستحيل أن نتفوق على السوق باستخدام أي معلومات ضمن أساليب التنبؤ التقليدية باستثناء الحظ، فردود أفعال المستثمرين عشوائية ولا يمكن استغلال اي معلومات بشكل موثوق في التأثير على أسعار السوق لتحقيق ربح غير عادي، ويعني ذلك أن تحركات الأسعار في المستقبل تحدد كليا بالمعلومات غير الواردة في سلسلة الأسعار.

منهجية البحث

نحاول في هذا الجانب استعراض الأسس العلمية والمنهجية التي تبنى عليها الدراسة ليتسنى معرفة المضامين الجوهرية التي تبناها الباحثون لدراسة اسعار الصرف والقطاع المصرفي العراقي والتي تمثلت بالاتي:

مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة في غياب الأساليب الدقيقة المستخدمة للتنبؤ بالسير العشوائي الخطي وغير الخطي لأسعار الصرف في الأسواق المالية والتي من شانها ان تحدد بشكل دقيق مقدار التقلب والاستجابة بين اسواق الصرف الاجنبي والجهاز المصرفي والذي يمكن ان يؤثر على رغبة المستثمرين وأنماط الاستهلاك وقرارات الاستثمار الرأسمالي للمصارف، ويمكن ترجمة مشكلة الدراسة في التساؤل الاتي (هل ان استراتيجية انتروبيا المعلومات تستطيع التنبؤ بحركة اسعار الصرف العشوائية غير المستقرة؟)

* Corresponding author : G-mail addresses :.

© 2019 AL – Muthanna University . All rights reserved . DOI:10.52113/6/2019-9-2/57-80

أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة في القدرة على التنبؤ باستقرار الأسواق المالية وتحليل السلوكيات غير الطبيعية للأسعار الصرف فيها وذلك باستخدام استراتيجية انتروبيا المعلومات وإذا ما كان بالإمكان أن تعكس هذه الاستراتيجية عدم اليقين واضطراب الأسواق المالية. أن استراتيجية انتروبيا المعلومات يمكن أن تكون مقياس للتنبؤ بالأسعار مقارنة بالأساليب الأخرى التقليدية فهي مقياس للاضطراب والفوضى وتعد كافية للأنظمة الشاذة في تحقيق التوازن الأمثل لها مما يؤدي إلى مزيد من النمو والاستثمار.

أهداف الدراسة

تسعى الدراسة لاستخدام استراتيجية انتروبيا المعلومات كوسيلة للتنبؤ بتقلبات اسعار الصرف والتمييز بين تحركاتها وتحديد اساليب التنبؤ الصحيحة لها مما يشكل فهم واضح للمستثمرين في أسوق المال ويسمح لهم باتخاذ قرارات استثمارية سليمة، وذلك من خلال استخدام أسلوب أكثر دقة للتنبؤ بالسير االعشوائي للأسعار الصرف في الأسواق المالية.

مجتمع الدراسة وعينته

تم تطبيق البحث في مجال اسواق الصرف والقطاع المصرفي العراقي من خلال تحليل بيانات السلاسل الزمنية لمجموعة من العملات الاجنبية والبالغ وهي (الدولار الامريكي، اليورو الاوربي، الباوند الاسترليني، الكرون الدنيماركي، والفرنك السويسري، الكرون السويدي، الين الياباني) بواقع (2880)مشاهدة على اساس يومي بالاضافة الى تحليل السلاسل الزمنية لصافي الاصول الاجنبية في المصارف التجارية والبنك المركزي العراقي بواقع (96) مشاهدة على اساس شهرية وجرت هذه الدراسة خلال الفترة (2010-2017).

فرضيات البحث

تبنى الباحثون مجموعة من الفرضيات الرئيسية والفرعية التي تم اختبارها وفقا للأساليب الاحصائية والرياضية وعلى النحو الاتي:

الفرضية الرئيسية الاولى : اسعار الصرف هي سلاسل زمنية ذات حركة عشوائي غير مستقرة.

أ. الفرضية الفرعية الاولى: السلاسل الزمنية تتصف بمركبة الاتجاه العام وهي غير مستقرة عند القطع والاتجاه.

ب. الفرضية الفرعية الثانية: عدم قدرة التنبؤ بأسعار الصرف عند استخدام الاساليب الخطية.

الفرضية الرئيسية الثانية: تتنبئ استراتيجية انتروبيا المعلومات كأسلوب غير خطي بحركة اسعار الصرف.

أ. الفرضية الفرعية الاولى: سوق صرف العملات هي اسواق كفوءة تعكس المعلومات الماضية والمعلومات الخاصة والعامة في الاسعار.

ب. الفرضية الفرعية الثانية: تقدير التنبؤ بحركة اسعار الصرف للعملات مجتمعة يختلف عنه فيما لو تم التنبؤ باسعار الصرف بشكل منفرد.

الاساليب الاحصائية والرياضية المستخدمة في البحث

تم استخدام الاساليب الاحصائية المتمثلة بالتوزيع الطبيعي واختبار (Jarque – Bera) بالإضافة الى الارتباط الذاتي واختبار (Phillips-Perron) لمعرفة استقرار وعشوائية السلاسل الزمنية لأسعار الصرف والحركة الاتجاهية لها، كما تم استخدام (Time Series Expert Modeler) لنمذجة السلاسل الزمنية، وتم استخدام الاساليب الرياضية المتمثلة بالاحتمالية المتبادلة والشرطية لقياس انتروبيا المعلومات لأسعار الصرف.

الاطار النظري

نحاول في هذا الجانب التعرف على استراتيجية انتروبيا المعلومات واهم المفاهيم الاساسية المرتبطة بها وكيف يمكن استخدامها في تحديد فوضى سوق العملات والاشارات الصادرة منها بشكل دقيق دون ضوضاء او خسارة او تكرار مما يسمح بالتحول بين العملة المحلية والعملات الأجنبية الاخرى وتقييم الصلة المباشرة بينهما.

اولاً: مفهوم استراتيجية انتروبيا المعلومات

غالبًا ما تحتاج الاستراتيجية إلى التنبؤ بالسلوك المستقبلي للعوامل المحيطة بالمنظمة لاختيار الإجراءات الخاصة بها بشكل مناسب والذي يسمح لادارة العليا بتنسيق أعمالها، ففي كثير من الأحيان لا يتم تصميمها رياضيا لتوفير ضمانات تنبؤية قوية (Gordon et al., 2008: 367)، مما يجعلها فقيرة لتحديد السلوكيات المستقبلية للبيئة المحيطة بها، لذا تم مزجها بمفهوم انتروبيا المعلومات والذي يعد مقياس كمي لتعزيز قدرتها في الكشف عن الكثير من المعلومات واستغلالها في المستقبل (Ziebart et al., 2011: 207). حيث اشتق مفهوم الانتروبيا من الكلمة اليونانية $(\tau\rho\omega\pi\eta)$ والتي تعني بالإنكليزية (tropia) وبعد ذلك تم اضافة البادئة (en) للدلالة على التحول المشابه للطاقة وهي الان تكتب (entropia) كصيغة نهائية لمفهوم الانتروبيا (Shubhadeep et al., 2011: 1)، وتم تقديم هذا المفهوم في الأصل من قبل رودولف كلاوسيوس عام 1865

في سياق الديناميكا الحرارية الكلاسيكية لتقدير نسبة الحرارة المنقولة من جسم لآخر وفقا لعملية عكسية في نظام معزول، وقد وسع بعد ذلك (بولتزمان وجيبس) فكرة الانتروبيا من الميكانيكا الحرارية الى المكانيكيا الإحصائية وربطها بالاضطراب الجزيئية والفوضى، وقاسا من خلالها درجة الاحتمالية التي يمتد بها النظام في مختلف اجزائه الصغيرة والذي يعد الأساس في تأسيس الميكانيكا الإحصائية وممثلة للعلاقة الرياضية الأولى بين الإنتروبيا والاحتمال (Chakrabarti& Chakrabarty, 2006: 4). فقد عرفت الانتروبيا على انها كمية محددة رياضيا وتستخدم عادة لقياس الاضطراب وعدم اليقين الموجود في نظام ديناميكي (Shannon, 2001: 3)، وطبق مفهوم الانتروبيا فيما بعد في نظرية المعلومات من قبل (كلود شانون) الذي اعتبرها مقياس متوسط كمية المعلومات المشفرة في رسالة ما، فكلما كانت الرسالة التي يقدمها النظام غير مؤكدة زادت القيمة المتوقعة للمعلومات الواردة في الرسالة (Stosic, 2016: 21)، وقد اكد (بريسو) أن الإنتروبيا تمثل فقدان المعلومات للنظام المادي اذا ما نظرنا اليها من خارج النظام اما من داخل النظام فالإنتروبيا تمثل معلومات يمكن عدها (Zhou et al., 2013: 4910). استخدمت الانتروبيا في الاونة الاخير لدراسة إمكانية التنبؤ بالاسواق المالية والتي يمكن اعتبارها نظام غير معزول مرهونة بعملية مستمرة لتبادل المعلومات مع الاقتصاد الحقيقي، فقد استخدمت كمقياس لكفاءة سوق الأوراق المالية وطبقت في أسواق الصرف الأجنبي في عام (2007) من قبل Oh, et al (Pele et al., 2017: 1).

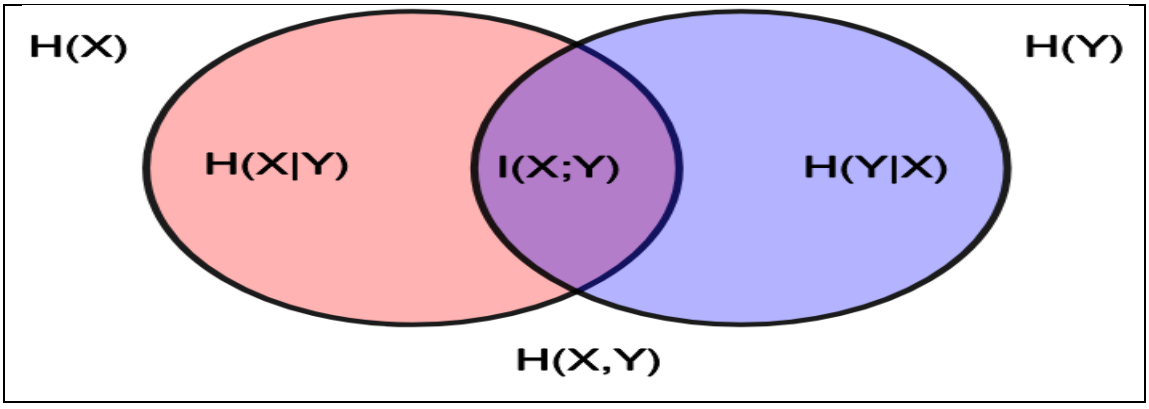
ثانيا : العلاقة المتبادلة والشرطية

ان العلاقات المتبادلة والشرطية بين المتغيرات العشوائية ضمن السلاسل الزمنية تعد ركائز اساسية لاستخدام المقاييس المتعلقة بانتروبيا المعلومات بين المرسل والمستلم ويمكن توضيح ذلك على النحو ادناه:

1. انتروبيا المعلومات المتبادلة

إن المعلومات المتبادلة (MI) والتي يرمز لها P(X,Y) هي مقياس للاعتماد المتبادل بين المتغيرات (Giraudo et al., 2013: 5154)، وبشكل أكثر تفصيل فإنها تحدد مقدار كمية المعلومات التي تم الحصول عليها حول متغير عشوائي ما من خلال متغير عشوائي آخر، ويرتبط مفهوم المعلومات المتبادلة MIبشكل معقد بمفهوم الإنتروبيا للمتغير العشوائي الا انها أكثر عمومية وتحدد مدى تشابه توزيع P(X,Y) مع مخرجات التوزيع الهامشي للعوامل p(X) p(Y) (Gonçalves & Macrini, 2011: 500)، ووفقا لذلك فان المعلومات المتبادلة هي القيمة المتوقعة للمعلومات في نقطتين متبادلتين، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل (6).

الشكل (1) العلاقات المتبادلة بين متغيرين



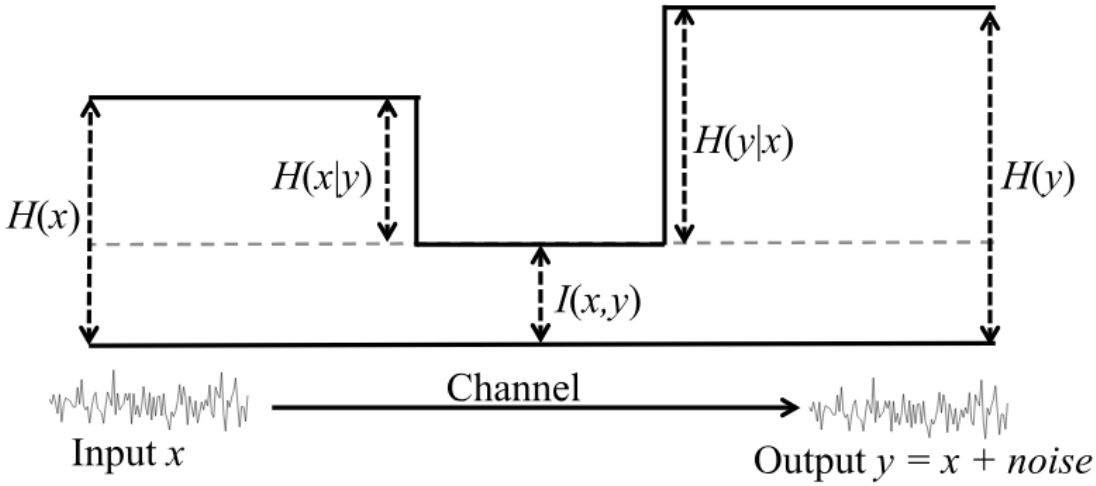
Vila Duran, M. (2015). Information theory techniques for multimedia data classification and retrieval.p, 10

يوضح الشكل (1) العلاقة المتبادلة بين المتغير X والمتغير Y حيث يمثل H(X,Y) الانتروبيا المتبادلة، وH(X) يمثل الإنتروبيا الفردية للمتغير X ، وH(Y) هو الانتروبيا الفردية للمتغير Y، اما H(X|Y) فهي الإنتروبيا الشرطية للمتغير X بشرط حدوث Y، و H(Y|X) هو الانتروبيا الشرطية للمتغير Y بشرط حدوث X، اما I(X; Y) فهو يمثل المعلومات المتبادلة بين المتغيرين (Vila Duran, 2015: 10). وعلى ضوء ما تقدم يتم حساب المعلومات المتبادلة لمتغيرين عشوائيين منفصلين وفق الصيغة الاتية: (Kvålseth, 2017: 1).

$$I(X;Y) = \sum_{y\in Y}\sum_{x\in X} p(x,y)\log\left(\frac{p(x,y)}{p(x)p(y)}\right)$$

حيث ان$p(x,y)$ هي دالة احتمالية متبادلة لـ X و Y، و $p(x)$ و $p(y)$ دالة التوزيعات الاحتمالية الهامشي لـ X و Yعلى التوالي. ومن هنا فالمعلومات المتبادلة تقيس المعلومات التي يتقاسمها X و Y والتي تحدد كم من معرفة واحد من هذه المتغيرات يقلل من عدم اليقين حول المتغير الآخر، ويوضح مخطط (فين) الظاهر في الشكل (2) التماثل في الاتحاد والاختلاف والتقاطع لمتغيرين وفقا لقناة الاتصال التي يكون فيها المخرجات Y عبارة عن نسخة صاخبة من المدخلات X.

الشكل (2) العلاقة بين متغيرين وفقا لانتروبيا المعلومات



2. انتروبيا المعلومات الشرطية

في نظرية المعلومات تحدد الإنتروبيا الشرطية أو كما تعرف بـ (مقدار الغموض) كمية المعلومات المطلوبة لوصف نتيجة المتغير العشوائي Y عندما تكون قيمة المتغير العشوائي X معروفة (Gooskens et al., 2007: 4)، وتتم كتابة الإنتروبيا للمتغير العشوائي Y المشروطة على X بالصيغة $H(Y|X=x)$، اذا ان H(Y|X) هو إنتروبيا المتغير العشوائي Y المشروط بحدوث المتغير العشوائي X مع أخذ قيم معينة xi، ثم ان $H(Y|X)$ هي نتيجة لمضاعفة $H(Y|X=x)$ على جميع القيم الممكنة لـ xi التي قد يتخذها المتغير X. ويمكن حساب الانتروبيا الشرطية Y نظرا لحدوث X باستخدام المجموع المرجح لجميع القيم المحتملة في xi وفق الصيغة التالية: (Cover& Thomas, 2012: 16)

$$H(Y|X) = -\sum_{x\in X}\sum_{y\in Y} p(x,y)\log\left(\frac{p(x,y)}{p(x)}\right)$$

ثالثا : مقياس شانون انتروبي

اقترح العالم C.E. Shannon في عام (1948) مقياسًا لعدم اليقين أُطلق عليه فيما بعد اسم شانون انتروبي، ليحدد حسابياً درجة المعلومات المفقودة في إشارات الخط الهاتفي وتم تقديم هذا المقياس في عمله الشهير A Mathematical Theory of (Communication) بناءً على أبحاث (نيكويست) (وهارتلي) وكان هذا المقياس بمثابة حجر الزاوية في صياغة نظرية المعلومات التي تعد أول نظرية رياضية متماسكة في الاتصالات، والذي إثبت من خلالها إمكانية تعميم الإنتروبيا لأي سلسلة توجد فيها الاحتمالات واثبت صلاحية مقياس الانتروبيا ليس فقط للأنظمة الديناميكية الحرارية بل حتى الاحصائيات الكمية (Stosic, 2016: 20). من هنا عرف شانون الانتروبيا (entropy) على انها متوسط كمية المعلومات (او الاختيار او عدم اليقين) المشفرة للأنماط المكتوبة (الإشارة أو الرسالة)، وقد عرفها اخرون على انها مقياس للفوضى وعدم القدرة على التنبؤ في النظام. إن تعميم مقياس شانون لأي سلسلة مع توزيع احتمالي واضح المعالم قد تم الاعتراف به في وقت مبكر واستغلاله على نطاق واسع لا سيما في مجال التمويل كالتطبيقات في التنبؤ المالي وكفاءة السوق (Mensi et al., 2012: 5)، وأسعار صرف العملات الأجنبية (Petroni& Serva, 2003: 2)، ووفقا لمقياس شانون انتروبي ان قيمة المعلومات تتمثل في دالة الاحتمال ويجب أن تفي بالخصائص التالية: (Maasoumi& Racine, 2002: 3).

1. قيمة المعلومات من حدثين أعلى من قيمة كل منهما بشكل منفرد.
2. إذا كان الحدثان مستقلان فإن قيمة المعلومات سيكون مجموع الحدثين.
3. قيمة المعلومات في أي حدث غير سلبية.

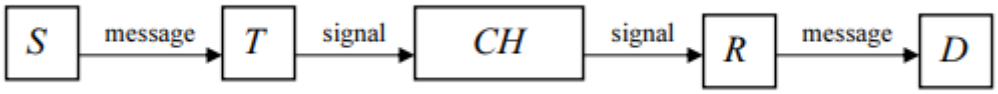
وان الدالــة الرياضــية الوحيــدة التــي تلبــي جميــع الخصــائص المذكورة أعلاه الصيغة الاتية:(Vila Duran, 2015: 6)

$$H(X) = -\sum_{x_i \in X} p(x_i) \log_2 p(x_i)$$

حيث ان (X) متغيرًا عشوائيًا منفصلاً لمدى محدود من الزمن كان يكون (x1, x2,…xn) و$p(x_i)$ هو احتمالات حدوث (X) بافتراض القيمة x_i، وان الاحتمال يجب ان يكون اكبر من صفر او يساويه $p(x_i) \geq 0$ وان مجموع الاحتمالات يساوي واحد عدد صحيح $p(x_i) = 1$ ويتم تحديد الإنتروبيا عند (Shannon) بقاعدة لوغارتمية تنسجم ووحدة القياس المستخدمة، ويشير (H) إلى مقدار الإنتروبيا الذي يصل إلى الصفر كحد أدنى عندما يكون المتغير (X) ثابت ويتميز بتوزيع احتمالي مترجم بالكامل p(x) = 1 وفي المقابل يكون مقدار الإنتروبي أقصى ما يمكن عندما تكون التوزيعات الاحتمالية منتظمة اي ان جميع الحالات (xi) محتملة الحدوث بشكل متساوي، ووفقا لشانون يتكون نظام الاتصالات العامة من خمسة أجزاء اساسية: (Lombardi et al., 2016: 3)

1. المصدر S، الذي ينتج الرسالة التي يتم استلامها في الوجهة.
2. المرسل T، الذي يحول الرسالة المنتجة عند المصدر إلى إشارة ليتم إرسالها.
3. القناة CH، أي الوسيط المستخدم لنقل الإشارة من المرسل إلى المستقبِل.
4. المستقبل R، الذي يعيد بناء الرسالة من الإشارة.
5. الوجهة D، المستلم الذي يتلقى الرسالة. وكما موضح في الشكل (10).

الشكل (3) نظام الاتصال العام وفقا لشانون



Lombardi, O., Holik, F., & Vanni, L. (2016). What is Shannon information?. Synthese, 193(7), 1983-2012.

حيث ان المصدر S يتضمن مجموعة من الحالات الممكنة ضمن مدى معين كأن يكون $s_1 , \dots , s_n$ وتمثل هذه الحالات الحروف التي تتكون منها الرسالة تقابلها احتماليات حدوث هذه الحالات ويرمز لها$P(s_1), \dots , P(s_n)$، كما ان كمية المعلومات المتولدة في المصدر S وفقا للأحداث s_i تحسب وفق الصيغة الرياضية التالية :

$$I(s_i) = \log(1/p(s_i)) = -\log p(s_i)$$

وان انتروبيا المصدر S يمثل متوسط كمية المعلومات المنتجة في المصدر ويمكن حسابة وفق الصيغة التالية :

$$H(S) = \sum_{i=1}^{n} p(s_i) \log(1/p(s_i)) = -\sum_{i=1}^{n} p(s_i) \log(p(s_i)$$

وبشكل مماثل الوجه D هي نظام يتضمن حالات ممكنة ضمن مدى $d_1, \dots , d_m$ المقابل للاحتماليات $P(d_1), \dots P(d_m)$ لذا فان كمية المعلومات $I(d_j)$ المستلمة في الوجه D وفقا للأحداث d_j تحسب وفق الصيغة التالية:

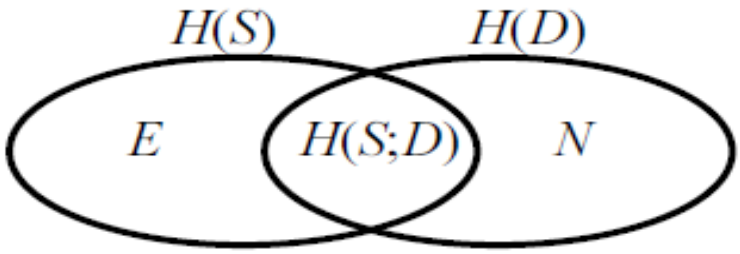
$$I(d_j) = \log(1/p(d_j)) = -\log p(d_j)$$

ويتم تعريف الإنتروبيا للوجهة D على أنها متوسط كمية المعلومات المستلمة في الوجهة، والتي تحسب وفق الصيغة الاتية:

$$H(d) = \sum_{j=1}^{m} p(d_j) \log(1/p(d_j)) = -\sum_{j=1}^{m} p(d_j) \log(p(d_j)$$

من الواضح تماماً أن انتروبيا المصدر $H(S)$ وانتروبيا الوجهة $H(D)$ هي استراتيجية يمكن تفسيرها بحقيقة أنها اسم أقل متوسط لكمية المعلومات، ويمكن تمثيل العلاقة بين إنتروبيا المصدر $H(S)$ وانتروبيا الوجهة $H(D)$ في الشكل (4):

الشكل (4) العلاقات بين المصدر والوجهة وفقا لانتروبيا المعلومات



حيث ان:

1. $H(S)$ هي انتروبيا المعلومات الخاصة بالمصدر و $H(D)$ هي انتروبيا المعلومات الخاصة بالوجهة.
2. $H(S;D)$ ، هي المعلومات المتبادلة وتمثل متوسط كمية المعلومات التي يتم الحصول عليها عند المصدر S والمستلمة في الوجه D.
3. E هي الغموض والتي تمثل متوسط كمية المعلومات التي يتم توليدها عند المصدر S ولكن لم يتم استلامها عند الوجه D.
4. N هي الضوضاء والتي تمثل متوسط كمية المعلومات المستقبلة عند الوجه D ولكن لم يتم توليدها عند المصدر S.

ووفقا للشكل (11) يتم حساب انتروبيا المعلومات المتبادلة بين المصدر والوجهة على النحو التالي:

$$H(S;D) = H(S) - E = H(D) - N$$

كما تعتبر قيم الغموض E والضوضاء N هي دالة ليس فقط للمصدر والوجهة بل أيضاً لقناة الاتصالات CH حيث يتم تعريف قناة الاتصال CH بواسطة المصفوفة $[P(d_j/s_i)]$ حيث ان $P(d_j/s_i)$ هو الاحتمال الشرطي لحدوث d_j في الوجهة D بالنظر إلى حدوث s_i في المصدر S ، وعلى هذا الأساس يمكن حساب الغموض والضوضاء على النحو التالي :

$$N = \sum_{i=1}^{n} p(s_i) \sum_{j=1}^{m} p(d_j/s_i) \log(1/p(d_j/s_i))$$

$$E = \sum_{j=1}^{m} p(d_j) \sum_{j=1}^{n} p(s_i/d_j) \log(1/p(s_i/d_j))$$

رابعا : مفهوم اسعار الصرف

تعتبر أسعار الصرف من بين المؤشرات الاقتصادية الأكثر أهمية في ألاسواق المالية فهي تؤثر بقوة على التعاملات المالية والاقتصادية لذلك يجب على المصارف إيلاء اهتمام خاص بها (Mahmoudvand et al., 2017: 3)، حيث يرتبط اداء المصارف التجارية ارتباط وثيق باسواق الصرف فقد اشار (Ongore et al., 2013) الى أن العوامل الداخلية للمصرف (حجم المصرف) والعوامل الخارجية (سعر الصرف) والناتج المحلي الإجمالي ومعدل التضخم ومعدلات الفائدة تؤثر في عمل المصارف (Ngerebo, 2012: 240)، بشكل عام من المتوقع أن تتمكن المصارف من تعزيز أدائها من خلال التعامل الكبير بالعملات الأجنبية (Lugaiyamu, 2015: 67)، ووفقًا (Lampapazes et al., 2014) تعمل تحركات أسعار الصرف احيانا لصالح المصرف وتعزيز ربحية، ومن ناحية أخرى يمكن ان يكون لها تأثير معاكس وتؤدي إلى الخسارة او تآكل هوامش الربح، وعادة ما يكون تأثيرها في المدى القصير أكثر منه في المدى الطوي (Babazadeh, &Farrokhnejad, 2012: 76). وعلى ضوء ذلك عرف سعر الصرف على انه معدل تبادل عملة ما بآخرى كما يُنظر إليه على أنه قيمة عملة بلد ما فيما يتعلق بعملة أخرى، وعرفه Bradley& Moles,

(2002) باعتباره سعر وحدة العملة الأجنبية مقابل العملة المحلية، ووفقا (Reid& Joshua, 2004) ان سعر الصرف هو قيمة وحدة واحدة من العملة الأجنبية مقابل العملة المحلية، وقد افترض (Omagwa, 2005) أن أسعار الصرف بمثابة أي سلعة أخرى يتم تفسيرها وفقا لقانون العرض والطلب، حيث يتاثر عرض العملة بالتغييرات في السياسات المالية بينما يتأثر الطلب عليها بمجموعة كبيرة من العوامل مثل معدلات التضخم وأسعار الفائدة، وجادل (Murthy& Sree, 2003) بأن سعر الصرف يساعد في مقارنة أسعار السلع المعروضة بعملات مختلفة (John, 2016: 2).

خامسا :الخواص السلوكية لاسعار الصرف

منذ ان نشر Meese& Rogoff بحثهم عام (1983) أصبح من الأمور التي لا تشوبها شائبة حقيقة أن نماذج تحديد أسعار الصرف التقليدية لا تستطيع أن تفوق نموذج السير العشوائي في التنبؤ خارج العيّنة (Foroni et al., 2017:3) وعلاوة على ذلك يجادل (Frankel& Rose, 1995) بأن النتائج السلبية كان لها تأثير متشائم على مجال نمذجة أسعار الصرف على وجه الخصوص، وبالمثل يشير (Bacchetta& van Wincoop: 2006) إلى أن القوة التفسيرية الضعيفة لنماذج سعر الصرف التقليدية هي على الأرجح الضعف الاساسي في الاقتصاد الكلي وطرح عدة أسباب لفشل نماذج التنبؤ التقليدية بأسعار الصرف بما في ذلك (تحيز المعادلات المتزامنة وأخطاء أخذ العينات والحركات العشوائية في المعلمات الأساسية الحقيقية والخطأ واللاخطية والنمذجة غير الصحيحة للتوقعات والاعتماد الزائد على ممثل وكيل النموذج)، وقد أثبتت (Moosa, 2013) مؤخراً أنه لا ينبغي أن نتوقع شيئاً سوى اكتشاف أن نماذج سعر الصرف التقليدية لا يمكنها أن تفوق السير العشوائي له عند قياس دقة التنبؤ (Moosa& Burns, 2013: 1293). تتمثل نمذجة السلاسل الزمنية بجمع ودراسة المشاهدات الماضية (Raicharoen et al., 2003: 742)، حيث تعرف السلسلة الزمنية على انها مجموعة متسلسلة من نقاط البيانات تقاس عادةً على مدى فترات متتالية اما رياضياً فهي مجموعة من المتجهات، وعلاوة على ذلك نستطيع قياس المتغير الذي يتم ملاحظته في سلسلة زمنية منفصلة كمتغير مستمر باستخدام مقياس العدد الحقيقي، كما يمكن تحويل سلسلة زمنية متواصلة بسهولة إلى سلسلة منفصلة عن طريق دمج البيانات معاً خلال فترة زمنية محددة (Adhikari& Agrawal, 2013: 9)، فالهدف الاساسي من نمذجة السلاسل الزمنية تطوير نموذج مناسب يصف الهيكل المتأصل في السلسلة واستخدامه لإنشاء قيم مستقبلية، أي إجراء التنبؤات والتي تعرف على انها فعل توقع المستقبل من خلال فهم الماضي (Raicharoen et al., 2003: 742). وتعود فكرة الاهتمام بالاسواق المالية وعلاقتها بفرضية السير العشوائي الى الباحث Jules Regnault الذي اكد على حقيقة ان التغيرات السعرية لاذونات الخزينة المتداولة في بورصة باريس تسلك سلوكا شبيها بالسير العشوائي وفقا للصيغة: (Jovanovic, 2009: 3-4)

$P_{t+1} = \bar{p} + \varepsilon_{t+1}$ حيث ان ε_t هي الضجيج الابيض، و $\bar{p}$ هو السعر المتوقعة للورقة المالية، ومن هنا فان الفرق بين السعر المتوقع والفعلي يساوي $E(P_{t+1} - P_t) = 0$ وهي اشارة الى كفاءة الاسعار في عكس المعلومات في اللحظة $t+1$ ، وفي وقت لاحق عمق Bachelier بحثه بشان سلوك الاسعار وقد اعتبر قانون السعر لعبة عادلة بين جميع المستثمرين ومن هنا صاغه المفهوم الذي توصل اليه وفق المعادلة: (Bachelier, 1900: 35)

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} p\ (x, t_1)\, p(z-x, t_2)\, dx \qquad , t_1 + t_2$$

حيث ان $p(z,t)$ يشير الى السعر المحتمل Z ضمن المجال الزمني $(t_1 + t_2)$ المشروط بالسعر X في اللحظة t ، وهو ما يعني بان الاسعار تتغير وفقا لسير عشوائي ويصعب التنبؤ بمكوناتها، وذلك لان تغيرات الاسعار تمتزج بعوامل اخرى لا حصر لها تضلل عملية التنبؤ (Walter, 2003: 7)، وبعد تاكيدة على ان الاسعار تتبع السير العشوائي وان حركتها هي حركة غير خطية صاغ نموذجه الذي يعرف بالحركة البروانية وفق الصيغة التالية: (Bachelier, 1900: 38)

$$P(x,t) = \frac{1}{2\pi\kappa\sqrt{t}^{e}} - \frac{x^2}{4\pi\kappa^2 t}$$

$2\pi\kappa\sqrt{t}^{e}$ حيث ان X السعر في اللحظة t، و k هو ثابت، و هو معامل التذبذب في السعر.

وقد انتقد فيما بعد كلا من Mandelbrot& Samuelson نموذج السير العشوائي الذي يغفل حقيقية الارتباط والاستقرار بين السلسلة الزمنية للاسعار على المدى الطويل حسب وصفهما واستبداله بنموذج Martingale ووفقا لهذا النموذج ان التغيرات السعرية في سلسلة ما تتغير وفقا لمحتوى معلوماتي معين وفق العلاقة: (Jovanovic, 2009: 18)

$$E(P_{t+1} / Q_t) = P_t$$

حيث ان $E(P_{t+1} / Q_t)$ هو السعر المتوقع المشروط حدوثه بحدوث المعلومات Q_t في اللحظة t، ومعنى هذا النموذج ان

العائد المتوقع للسعر بين لحظتين هو قيمة صفرية تحسب وفقا للمعادلة،

$$E(y_{t+1} / Q_t) = 0$$

الاطار العملي

نحاول في هذا الجانب اختبار حركة اسعار الصرف فيما لو كانت تتبع التوزيع الطبيعي ام لا وانها ذات توزيع عشوائي باتجاه عام زمني غير مستقر كما نحاول التنبؤ بالمعلومات والفوضى لأسعار الصرف وتحديد كفاءته ومقدار الاستجابة في المصارف وعلى النحو ادناه:

اولا : وصف بيانات سلاسل اسعار الصرف

تم تحديد مقاييس النزعة المركزية والتشتت لثمانية من اسعار الصرف وهي الدولار الامريكي US واليورو الاوربي EU والباوند الاسترليني GB والدولار الكندي CA و الفرك السويسري SF و الكرون السويدي SE والكرون الدنيماركي DK والين الياباني JP، وكما هو موضح في للجدول (5).

الجدول (5) الوصف الاحصائي

اسعار الصرف	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	اعلى قيمة	اقل قيمة	التفلطح	الالتواء
US	1192.2586	59.44197	1413.55	1166.00	6.098	2.671
EU	1586.8801	105.18504	1897.13	1428.05	1.182	1.217
GB	1782.4303	365.98477	2421.01	871.10	1.790	-1.348-
CA	1122.3954	80.77840	1373.65	922.65	.487	-.505-
SF	1076.6025	372.23495	1602.77	132.31	2.437	-1.910-
SE	168.4744	17.55652	215.57	128.49	-.305-	-.040-
DK	189.4753	69.46810	259.95	9.29	2.885	-2.099-
JP	124.7472	297.53212	947.02	9.94	3.376	2.304

يبين الجدول (5) ان سلاسل اسعار الصرف اظهرت تفلطح اقل من قيمة (K= 3) لجميع اسعار الصرف وهو دال على ان السلاسل الزمنية لا تتوزع توزيعا طبيعيا، وعزز ذلك قيمة الالتواء في الجدول (5) والتي كانت اعلى من (S = 0) اذ ان جميعها ذات التواء سالب ماعدا الدولار الامريكي SU واليورو الاوربي EU والين الياباني JP حيث بلغت على التوالي (2.671) و (1.217) و (2.304) مما يدل على ان البيانات توزع بذيل طويل ملتوي الى اليمين وعلى ضوء ذلك فهي لا تتبع قانون التوزيع الطبيعي. وللتاكد من نتائج الاختبار للتفلطح والالتواء تم حساب الفرق بينهما وفقا لاختبار (Jarque – Bera) حيث بلغت احصائيته في جميع السلاسل الزمنية اكبر من احصائية مربع كاي الجدولية $(JB > \chi^2_\alpha(2))$ لذا نرفض فرضية التوزيع الطبيعي لاسعار الصرف التي قيمتها اكبر من مربع كاي الجدولية، وكما موضح في الجدول (6) .

الجدول (6) اختبار جارك بيرا - Jarque Bera

مؤشرات الاختبار	US	EU	GB	CA	SF	SE	DK	JP
Jarque-Bera	263.46	29.904	42.347	5.012	83.641	0.552	105.54	132.56
مستوى المعنوية	0.0000	0.0000	0.0000	0.0815	0.0000	0.758	0.000	0.000

يظهر الجدول (6) ان جميع مؤشرات (Jarque – Bera) كانت ذات دلالة معنوية عند مستوى معنوية (1%) باستثناء سعر الصرف الكرون السويدي فقد بلغ مستوى المعنوية اكبر من (1%, 5%, 10) وهو دال على ان الاختبار غير معنوي كما ان الدولار الكندي بلغ مستوى المعنوية له (0.08) وهو ذات دلالة احصائيا عند مستوى معنوية (10%) وان توزيع بياناته غير طبيعية. وفقا للوصف الاحصائي للبيانات ومؤشرات التفلطح والالتواء اظهرت ان السلاسل الزمنية لا تتوزع توزيعا طبيعيا.

ثانيا: اختبار استقرارية السلاسل الزمنية لأسعار الصرف

ولغرض اختبار استقرار السلال الزمنية للأسعار الصرف نقوم ببعض الاجراءات الخاصة باستقراريه السلاسل الزمنية للتأكد من ذلك من خلال الاختبارات التالي:

1. دالة الارتباط الذاتي

يوضح هذا الاختبار مدى ترابط قيم السلسة المتجاور والتي تتراوح قيمته بين (1+...1-) ويتطلب استقرار السلاسل الزمنية ان لا تختلف قيمة الاختبار جوهريا عن (الصفر) وبكلمة اخرى يجب ان تقع معاملات الارتباط داخل حدود الثقة ($-1 \leq \rho \leq +1$)، وكما موضح في الجدول (7).

الجدول (7) اختبار الارتباط الذاتي

US

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.944	0.944	95.457	0.000
		2	0.857	-0.318	174.92	0.000
		3	0.768	0.016	239.37	0.000
		4	0.670	-0.161	288.84	0.000
		5	0.553	-0.200	322.86	0.000
		6	0.444	0.097	345.03	0.000
		7	0.346	-0.044	358.63	0.000
		8	0.256	0.001	366.13	0.000
		9	0.176	0.024	369.71	0.000
		10	0.118	0.072	371.36	0.000

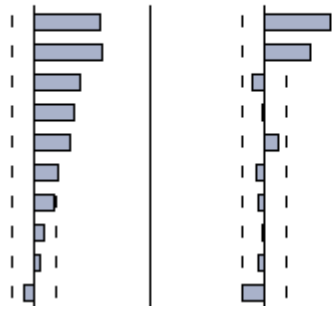
EU

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.772	0.772	63.747	0.000
		2	0.670	0.185	112.31	0.000
		3	0.542	-0.057	144.39	0.000
		4	0.422	-0.075	164.00	0.000
		5	0.327	-0.015	175.90	0.000
		6	0.204	-0.117	180.57	0.000
		7	0.035	-0.248	180.71	0.000
		8	-0.044	0.023	180.93	0.000
		9	-0.099	0.072	182.06	0.000
		10	-0.122	0.044	183.81	0.000

GB

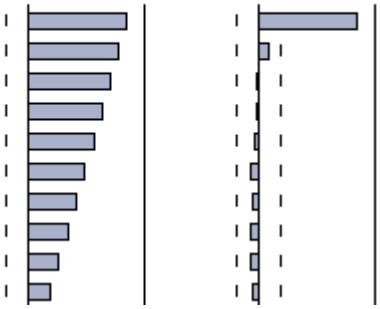
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.882	0.882	83.327	0.000
		2	0.803	0.112	153.09	0.000
		3	0.718	-0.047	209.40	0.000
		4	0.632	-0.059	253.43	0.000
		5	0.546	-0.053	286.66	0.000
		6	0.456	-0.076	310.05	0.000
		7	0.360	-0.094	324.80	0.000
		8	0.266	-0.072	332.92	0.000
		9	0.184	-0.017	336.84	0.000
		10	0.113	-0.001	338.32	0.000

CA



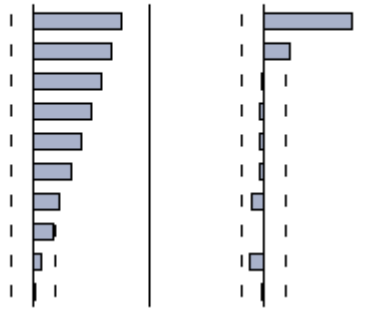
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.599	0.599	38.345	0.000
		2	0.616	0.402	79.384	0.000
		3	0.402	-0.110	97.028	0.000
		4	0.362	-0.010	111.50	0.000
		5	0.315	0.117	122.57	0.000
		6	0.221	-0.082	128.08	0.000
		7	0.175	-0.063	131.55	0.000
		8	0.095	-0.024	132.60	0.000
		9	0.043	-0.052	132.81	0.000
		10	-0.086	-0.200	133.69	0.000

SF



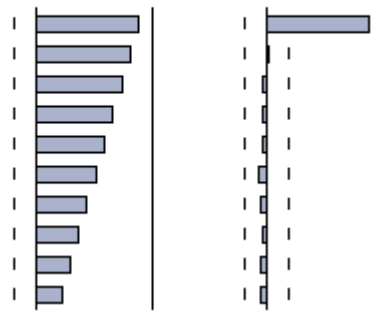
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.891	0.891	85.048	0.000
		2	0.814	0.093	156.60	0.000
		3	0.736	-0.024	215.71	0.000
		4	0.662	-0.024	263.98	0.000
		5	0.589	-0.031	302.66	0.000
		6	0.511	-0.073	332.01	0.000
		7	0.434	-0.051	353.40	0.000
		8	0.354	-0.069	367.76	0.000
		9	0.272	-0.070	376.36	0.000
		10	0.191	-0.065	380.66	0.000

SE

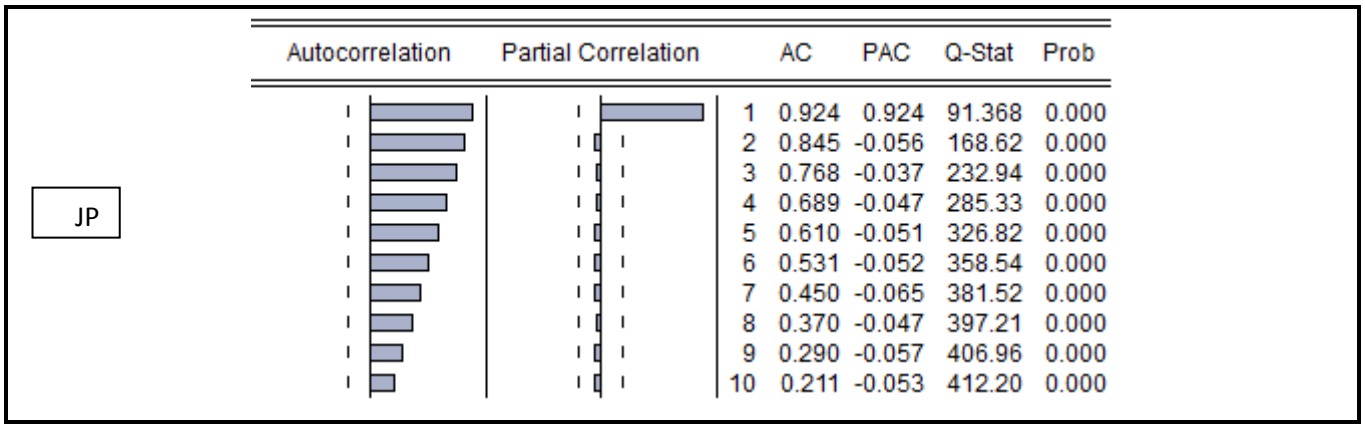


Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.791	0.791	66.919	0.000
		2	0.711	0.230	121.60	0.000
		3	0.607	-0.022	161.82	0.000
		4	0.517	-0.033	191.27	0.000
		5	0.429	-0.038	211.74	0.000
		6	0.343	-0.049	224.98	0.000
		7	0.242	-0.103	231.63	0.000
		8	0.180	0.007	235.33	0.000
		9	0.075	-0.128	235.98	0.000
		10	0.013	-0.021	236.00	0.000

DK



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.915	0.915	89.573	0.000
		2	0.840	0.016	165.75	0.000
		3	0.765	-0.036	229.56	0.000
		4	0.690	-0.040	282.03	0.000
		5	0.615	-0.048	324.11	0.000
		6	0.535	-0.072	356.35	0.000
		7	0.456	-0.054	379.99	0.000
		8	0.380	-0.033	396.61	0.000
		9	0.305	-0.052	407.40	0.000
		10	0.228	-0.065	413.50	0.000



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.924	0.924	91.368	0.000
2	0.845	-0.056	168.62	0.000
3	0.768	-0.037	232.94	0.000
4	0.689	-0.047	285.33	0.000
5	0.610	-0.051	326.82	0.000
6	0.531	-0.052	358.54	0.000
7	0.450	-0.065	381.52	0.000
8	0.370	-0.047	397.21	0.000
9	0.290	-0.057	406.96	0.000
10	0.211	-0.053	412.20	0.000

يظهر الجدول (7) كلا من الارتباط الذاتي والجزئي لاسعار الصرف حيث نلاحظ من العمود البياني (AC) للسلسة ككاروند ان القيم في الفترة الاول تاخذ بالتناقص التدريجي ولكن بنسب ضعيفة مما يدل على ضعف الارتباط الذاتي، ومن خلال الاختبار المشترك لمعنوية معاملات الارتبط الذاتي الظاهرة في العمود (Q-Stat) والذي يشير الى علاقات السلسلة على انها علاقات جوهرية احصائية حيث بلغت قيمة السلاسل الزمنية عند تاخير عشرة اكبر من جدول توزيعات (كيدوكس) والتي بلغت على التوالي لاسعار الصرف: (371.36, 183.81, 338.69, 380.66, 236.00, 413.50, 412.20)، بالإضافة الى معنوية الاختبار البالغة (0.000) في جميع اسعار الصرف وهي ذات دلالة احصائية في جميع السلاسل الزمنية لذلك نرفض فرضية العدم القائلة باستقلالية السلاسل الزمنية وان الارتباط الذاتي لقيم السلسلة الزمنية يساوي صفر مما يدل على مركبة الاتجاه العام للسلاسل الزمنية لاسعار الصرف.

2. اختبار جذر الوحدة للسلاسل الزمنية

لاختبار استقرارية السلاسل الزمنية يتم حساب جذر الوحدة في نماذج الانحدار الذاتي (AR) من خلال تقدير العلاقة بين المتغير التابع والمستقل بين فترات السلسلة الزمنية فاذا كانت اقل من (1) فهي سلاسل مستقرة او قريبة جدا من الاستقرار اما اذا كان اكبر من (1) فهي سلسل غير مستقرة تتزايد بشكل اسي بمرور الزمن، وقد تم اختبار جذر الوحدة وفقا – (Phillips Perron) ويقوم هذا الاختبار على تجنب اضافة الفروق المتباطئة لمتغير مؤشر السعر مع ادخال تصحيح غير معلمي لتباين مقدرات النموذج لتجاوز المشكلة في الارتباط الذاتي للبواقي، وبالتالي فهو قائم على افتراضات اكثر عمومية، ولاهمية هذا الاختبار تم اختبار السلاسل الزمنية وفقا لثلاث حالات بدون قاطع وبدون اتجاه، مع قاطع، مع قاطع واتجاه وكما موضح في الجدول (8)

الجدول (8) اختبار فيليبس- بيرون لاسعار الصرف

السلسلة	القيمة الحرجة	معنوية الاختبار	بدون	مع قطع	مع قطع واتجاه	وجود جذر الوحدة	فرضية العدم	حركة السلسلة
	0.6761	0.8603	نعم	-	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
US	-0.5103	0.8838	-	نعم	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-1.2219	0.9003	-	-	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-0.8402	0.3496	نعم	-	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
EU	-3.5502	0.0085	-	نعم	-	كلا	رفض	مستقرة عند القطع
	-4.0736	0.0093	-		نعم	كلا	رفض	مستقرة عند الاتجاه
	-1.4746	0.1306	نعم		-	نعم	تقبل	غير مستقرة
GB	-1.3734	0.5925	-	نعم	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-2.2094	0.4790	-		نعم	نعم	تقبل	غير مستقرة

	-0.1575	0.6269	نعم		-	نعم	تقبل	غير مستقرة
CA	-5.1575	0.0000	-	نعم	-	كلا	رفض	مستقرة عند القطع
	-5.3423	0.0001	-		نعم	كلا	رفض	مستقرة عند الاتجاه
	-0.9749	0.2930	نعم		-	نعم	تقبل	مستقرة
SF	-1.2314	0.6586	-	نعم	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-1.7828	0.7061	-		نعم	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-0.8480	0.3462	نعم		-	نعم	تقبل	غير مستقرة
SE	-2.9704	0.0411	-	نعم	-	كلا	رفض	مستقرة عند القطع
	-3.1060	0.1105	-		نعم	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-1.2071	0.2071	نعم		-	نعم	تقبل	غير مستقرة
DK	-0.5350	0.8788	-	نعم	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-1.5482	0.8063	-		نعم	كلا	رفض	مستقرة عند الاتجاه
	0.0698	0.7028	نعم		-	نعم	تقبل	غير مستقرة
JP	-0.3368	0.9145	-	نعم	-	نعم	تقبل	غير مستقرة
	-1.3033	0.8816	-		نعم	نعم	تقبل	غير مستقرة

يظهر الجدول (8) ان جميع السلاسل الزمنية هي سلاسل غير مستقرة بدون القطع والاتجاه وقد بلغت القيمة الحرجة لها على التوالي، الدولار الامريكي (0.6761)، اليورو (-0.8402)، الباوند الاسترليني (1.4746-)، الدولار الكندي (-0.1575)،الفرانك السويسري (0.9749-)، الكرون السويدي (0.8480-)، الكرون الدينماركي (1.2071-)، الين الياباني (0.0698) وجميعها ذات دلالة معنوية اكبر من (5%) ومنه لا يمكن رفض الفرض العدم ان السلاسل الزمنيه غير مستقرة، مما يدل على وجود جذر الوحدة، الا ان بعض السلاسل الزمنية تباينت عن مثيلاتها عند حالة القطع فقد بلغت القيمة الحرجة لسعر الصرف اليورو والدولار الكندي والكرون السويدي على التوالي (3.5502-)، (5.1575-)، (2.9704-) وهي اصغر من القيم الجدولية عند مستوى دلالة معنوية اصغر من (5%)، اما فيما يتعلق بالحركة الاتجاهية للسلاسل الزمنية فجميعها ايضا كانت غير مستقرة باستثناء سعر الصرف اليورو والدولار الكندي والكرون الدينماركي حيث بلغت احصاءات الاختبار على التوالي (4.0736-)، (5.3423-)، (1.5482-) وهي اكبر من القيم الحرجة الجدولية عند مستوى معنوية اصغر من (5%)، وعلى ضوء ذلك ان اغلب اسعار الصرف هي سلاسل غير مستقرة ذات قطع ومتجه زمني.

ثالثا : نمذجة السلاسل الزمنية لأسعار الصرف

يتم نمذجة السلاسل الزمنية وفقا لاختبار (Time Series Expert Modeler) الذي يمتلك القدرة على تحديد النموذج الملائم وفقا لخبرة البرنامج كما يتطلب هذا الاختبار تحديد المتغير التابعة المتنبئ به والذي يمثل في دراستنا هذه، السلسلة الزمنية لتقلب صافي الاصول الاجنبية في المصارف التجارية والبنك المركزي اما المتغيرات المستقلة فهي اسعار الصرف في سوق العملات، وكما هو موضح في الجدول (9).

الجدول (9) اختبار النموذج الملائم

وصف النموذج		نوع النموذج
النموذج الاول	المصارف التجارية	ARIMA (0,1,0)
النموذج الثاني	البنك المركزي	ARIMA (0,1,0)

يتبين من الجدول اعلاه ان النموذج الملائمة للمتغيرات التابعة (المصارف التجارية والبنك المركزي) هو ARIMA (0,1,0)، كما اظهر الجدول (10) البيانات الاحصائية الوصفية لملائمة النموذج المتنبئ به وكما موضح.

الجدول (10) ملائمة النموذج المتنبئ به

مؤشرات الاختبار	المتوسط	اعلى قيمة	اقل قيمة	المئويات 5	50	90
Stationary R-squared	-6.9E-18	4.07E-16	-4.2E-16	-4.2E-16	-6.9E-18	4.078E-16
R-squared	.900	.942	.857	.857	.900	.942
RMSE	71092.9	126107.	16078.2	16078.2	71092.9	126107.75
MAPE	106.063	204.676	7.449	7.449	106.063	204.676
MAE	31267.0	50876.0	11658.0	11658.0	31267.0	50876.055

اظهر الجدول (14) معامل التحديد الخاص بالاستقرارية وهو ضعيف جدا فقد بلغ (-6.939E-18) كما اظهر الجدول معامل التحديد الدال على جودة حسن المطابقة المطابقة والبالغ (.900) وهو معامل قوي جدا وهو دال على ان النموذج يناسب البيانات ويمثلها تمثيل جيدا عند استبعاد اغلب المتغيرات والابقاء فقط على سلسلة اسعار الصرف للدولار الكندي، كما ان معامل RMSE والذي يشير الى دقة النموذج بلغ (71092.987) وهو معامل كبير جدا مما يشير الى عدم دقة النموذج المتنبئ به، كما اظهر الجدول مؤشرات (AMPE) و (MAE) وكانت قيمهما كبيرة وقد بلغت على التوالي (106.063) و (31267.062) وهو دال ايضا على عدم دقة النموذج المتنبئ به لتمثيل البيانات، واظهر الجدول (11) اختبار (Ljung-Box Q) الخاص بعشوائية البواقي.

الجدول (11) اختبار عشوائية البواقي

النموذج	عدد المتنبئات	مؤشر ملائمة النموذج R^2	Ljung-Box Q(18) الاحصاءات	درجة الحرية	مستوى الثقة
المصارف التجارية	1	4.078E-16	15.212	18	.647
البنك المركزي	1	-4.216E-16	13.957	18	.732

حيث اظهر الجدول (11) عدد نماذج المتغيرات المستقلة (اسعار الصرف) التي تستطيع التنبؤ بالمتغيرات التابعة (المصارف التجارية والبنك المركزي) والتي بلغت متغير واحد وهو سعر الصرف الدولار الكندي والذي جاء متلائم مع مؤشرات اختبار استقرار السلاسل الزمنية واستبعد الاختبار سبعة متغيرات مستقلة من متغيرات سوق الصرف لعدم قدرتها على التنبؤ بشكل خطي بالمتغيرات التابعة وقد بلغ معامل الانحدار للاستقرارية للمصارف التجارية والبنك المركزي (4.078E-16) و (-4.216E-16) على التوالي وهي معاملات ضعيفة جدا، اما قيمة اختبار (Ljung-Box Q) فقد بلغت (15.212) و (13.957) للمصارف التجارية والبنك المركزي على التوالي بدرجة حرية (18) ذات مستوى معنوية اكبر من (5%) وهي دالة على ان البيانات تتوزع توزيعا عشوائيا. وقدم لنا الجدول (12) معلمات نموذج (ARIMA) حيث يظهر المعاملات الخاصة بالنموذج المقدر والمكونات الخاصة بـ(AR, DIFF, MR).

الجدول (12) معلمات اختبار نموذج (ARIMA)

			التقدير	الخطأ المقدر	اختبار t	مستوى الثقة
المصارف التجارية	بدون تحويل الفرق	الثابت	531.442	1576.600	.337	.737
			1			
البنك المركزي	بدون تحويل الفرق	الثابت	4829.753	12365.882	.391	.697
			1			
الدولار الكندي	الفرق		1	.351	2.902	.005

حيث يظهر الجدول (12) ان المتغيرات التابعة المصارف التجارية والبنك المركزي يمكن ان يؤتنبئ بها عند اخذ الفرق الاول في السلسلة الزمنية لها وقد بلغت قيمة الاختبار (t) للمصارف التجارية (.337) وهي ذات دالة احصائية اكبر من مستوى (5%)، اما بالنسبة للبنك المركزي فقد بلغت احصاءة الاختبار (.391) وهي ذات دلالة احصائية اكبر (5%)، كما ان المتغير المستقل والمتمثل بسعر الصرف للدولار الكندي فهو سلسلة زمنية مستقرة عند الفرق الاول حيث بلغت احصائية اختبار (2.902) عند مستوى معنوية (5%) مما يدل على ان المعاملات المقدرة لهذا النموذج جميعها دالة احصائية ومؤثرة في التنبؤ. وقد اشارة الاختبارات المتقدمة الى عشوائية وعدم استقرار اسعار الصرف وتتضمن وجود مركب الاتجاه العام، كما انها غير مناسبة للتنبؤ عند استخدام النماذج الخطية باستثناء متغير سعر الصرف الدولار الكندي بعد اخذ اللوغارتم للسلسة وكذلك الفرق الاول وهذا ما دفعنا الى استخدام نماذج بديلة للتنبؤ غير خطية وهي استراتيجية انتروبيا المعلومات مع استبعاد متغير الدولار الكندي الذي اظهر التقلبات الخطية ضمن اغلب المؤشرات.

رابعا : قياس معدل التقلب واحتمالية الحدوث

يتم قياس احتمالية الحدوث لأسعار الصرف وصافي الاصول الاجنبية في المصارف التجارية والبنك المركزي وفقا للانحراف المعياري والوسط الحسابي ومعامل الاختلاف الذي يعتبر مقياس إحصائي لتشتت قيم البيانات في السلسلة حول متوسطها الحسابي، وكما موضح في الجدول (13).

الجدول (13) معدلات التقلب الخاصة بمتغيرات الدراسة

المؤشر	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	المجموع	احتمالية الحدوث
US	1192.25	59.44	0.049		0.015
EU	1586.88	105.18	0.066		0.02
GB	1782.43	365.98	0.2		0.062
DK	1122.39	80.77	0.071	3.22 المرسل	0.024
SF	1076.6	372.23	0.345		0.107
SE	168.47	17.55	0.104		0.032
JP	124.74	297.53	2.385		0.74
TB	167518	120919.1	0.722	1.618 المستلم	0.445
CB	620348	555957	0.896		0.555

تم حساب احتمالية حدوث التقلب لاسعار الصرف والجهاز المركزي وفق المعادلة: $P(A)\frac{n(A)}{N}$ وقد بلغت اعلى احتمالية حدوث لسعر الصرف الين الياباني (.74) اما اقل احتمالية حدوث فقد بلغت (.015) لسعر الصرف الدولار الامريكي.

خامسا : قياس انتروبيا المعلومات للاسعار الصرف

يتم في هذه الفقرة قياس انتروبيا المعلومات لاسعار الصرف والتي تعني كم المعلومات الموجود في المتغير العشوائي ومقدار الفوضى التي يتضمنها كل سعر من اسعار الصرف بالاضافة الى انها دالة على كفاءة وفعالية اسواق الصرف، وعلى النحو ادناه:

1. قياس كمية المعلومات في سوق العملات

يتم قياس كمية المعلومات الخاصة بتقلب الاسعار لكل سعر من اسعار الصرف وفقا للمعادلة:

$$I(X_i) = -\log_2 p(x_i)$$

الجدول (14) كمية المعلومات لمتغيرات اسعار الصرف

ت	سعر الصرف	حجم المعلومات	نسبة مؤية	فرضية السوق
1	الدولار	6.05	0.203	قوي
2	اليورو	5.64	0.189	قوي
3	الباوند الاسترليني	4.01	0.134	قوي
4	الكرون الدنيماركي	5.38	0.181	قوي
5	الفرنك السويسري	3.22	0.108	قوي
6	الكرون السويدي	4.69	0.167	قوي
7	الين الياباني	0.43	0.014	ضعيف
8	المجموع	29.7197	(1)	
9	الوسط الفرضي	سعر الصرف 2.80		سوق الصرف 19.71

حيث تمثل هذه القيم مقدار المعلومات لكل متغير من اسعار الصرف وهي دالة على قوة التنبؤ بتقلب المتغيرات مقاسة بوحدة البت، وقد اكدت ان سعر صرف الدولار هو الاعلى من بين متغيرات السوق الذي يمكن ان يتنبئ به فقد بلغت كمية المعلومات له (6.05 bit) يليه اليورو الاوربي والذي بلغ (5.64 bit) اما اقل متغير يمكن ان يتنبئ بتقلباته كان سعر الصرف للين الياباني فقد بلغ (0.43 bit)، كما يظهر من الجدول (14) ان المعلومات التي يمكن ان نحصل عليها من سوق العملات بخصوص تقلب كل عملة هي معلومات تراوحت بين فرضية السوق القوي والضعيف مقارنة بالوسط الفرضي البالغ (2.80)الذي يمثل اقصى حد للحصول على المعلومات عند تساوي احتمالية تقلب جميع اسعار الصرف. وان هذه المؤشرات دالة على ان جميع الاسعار هي تاخذ الشكل القوي للسوق فهي تعكس بشكل كامل جميع المعلومات المتوفرة بشكل علني والخاصة وليس بالامكان تحقيق عوائد غير عادية، فيما عدا سعر الصرف الياباني فهو ياخذ شكل السوق الضعيف اي ان التقلبات الماضية لا توفر معلومات يمكن استخدامها في التنبؤ باسعار الصرف المستقبلية له، ولاثبات ذلك يتم قياس انتروبيا المعلومات لكل متغير بشكل مستقل لغرض التنبؤ بمقدار الفوضى لكل سعر صرف في سوق العملات وفق المعادلة:

$$H(X) = -\sum_{x_i \in X} p(x_i)\log_2 p(x_i)$$

الجدول (15) قياس انتروبيا المعلومات

ت	سعر الصرف	كمية الانتروبيا	نسبة مؤية
1	الدولار	0.090	0.064
2	اليورو	0.112	0.080

3	الباوند الاسترليني	0.248	0.176
4	الكرون الدنيماركي	0.129	0.091
5	الفرنك السويسري	0.345	0.2452
6	الكرون السويدي	0.158	0.112
7	الين الياباني	0.321	0.228
8	المجموع	1.406	(1)
9	الوسط الفرضي	*المتغير* 0.399	*للسوق* 2.799

يظهر الجدول (15) كمية الانتروبيا لكل متغير من متغيرات اسعار الصرف مما يشير الى مقدار العشوائية والفوضى في حركة كل سعر، ووفقا للمؤشرات اعلاه ان الدولار الامريكي هو الاقل فوضى حيث بلغ (090.) مقارنة بالوسط الفرضي البالغ (0.399) والذي يمثل اقصى حد للفوضى عند تساوي احتمالات تقلب اسعار الصرف، وعلى النقيض من ذلك كان سعر الصرف الكرون السويسري هو الاكبر فوضى مقارنة بالوسط الفرضي ويصعب التنبؤ به فقد بلغ (345.)، كما اظهر الجدول (15) الانتروبيا الكلية لسوق الصرف والتي بلغت (1.406) مقارنة بالوسط الفرضي لانتروبيا السوق البالغ (2.799) والذي يمثل الحد الاقصى لفوضى السوق اي بنسبة (502.) اقل من الوسط الفرضي وهو دال على ان السوق شبه قوي وان اسعاره تعكس بشكل كامل جميع المعلومات المتوفرة بشكل علني لذا فمن غير المجدي الاعتماد على تحليل هذه المعلومات لتحقيق عوائد غير اعتيادية.

2. قياس انتروبيا المعلومات المتبادلة بين اسعار الصرف

بما ان اسعار الصرف تتقلب بنفس الوقت ضمن بيئة اقتصادية متساوية الضغوط والعوامل لذا ينبغي التنبؤ بتقلب الاسعار دفعت واحدة، ولجعل التنبؤ اكثر دقة واكثر مصداقية في تحديد مدى المعلومات والفوضى فيها نحاول استبعاد المعلومات المشتركة المتكررة المضللة وذلك من خلال قياس العلاقات المتبادلة فيما بينها، ونقصد بالعلاقات المتبادلة احتمالية حدوث التقلبات بشكل متبادل بين متغيرات اسعار الصرف، وكما هو ظاهر في الجدول (16) والذي تم حسابه وفقا للمعادلة:

$$P(A \text{ and } B) = P(A \cap B) = P(A)P(B),$$

الجدول (16) احتمالية الحدوث المتبادلة لتقلب اسعار الصرف

مجموع	*JP*	*SE*	*SF*	*CA*	*GB*	*EU*	*US*	*PX*pY*
1.00000	*0.74000*	*0.03200*	*0.10700*	*0.02400*	*0.06200*	*0.02000*	*0.01500*	مجموع
0.74000	*0.54760*	*0.02368*	*0.07918*	*0.01776*	*0.04588*	*0.01480*	*0.01110*	*JP*
0.03200	*0.02368*	*0.00102*	*0.00342*	*0.00077*	*0.00198*	*0.00064*	*0.00048*	*ES*
0.10700	*0.07918*	*0.00342*	*0.01145*	*0.00257*	*0.00663*	*0.00214*	*0.00161*	*FS*
0.02400	*0.01776*	*0.00077*	*0.00257*	*0.00058*	*0.00149*	*0.00048*	*0.00036*	*DK*
0.06200	*0.04588*	*0.00198*	*0.00663*	*0.00149*	*0.00384*	*0.00124*	*0.00093*	*GB*
0.02000	*0.01480*	*0.00064*	*0.00214*	*0.00048*	*0.00124*	*0.00040*	*0.00030*	*EU*
0.01500	*0.01110*	*0.00048*	*0.00161*	*0.00036*	*0.00093*	*0.00030*	*0.00023*	*US*

ويظهر الجدول (16) ان اعلى احتمالية حدوث للتقلب هي بين الفرنك السويسري والين الياباني والذي بلغ (.07918) اما اقل احتمالية حدوث بلغت (.00030) وهي بين الدولار الامريكي واليورو الاوربي، ومن نفس الجدول نستطيع حساب المعلومات الفردية المتبادلة والانتروبيا الفردية المتبادلة في سوق العملات وكما هو مبين في الجدول (17) وفق المعادلة:

$$I(x_i, y_j) = -\log_2(x_i, y_j)$$

الجدول (17) المعلومات المتبادلة لأسعار الصرف

JP	SE	SF	CA	GB	EU	US	$-\log_2(x_i, y_j)$
6.493	11.024	9.283	11.439	10.070	11.702	12.117	US
6.078	10.609	8.868	11.024	9.655	11.287	11.702	EU
4.445	8.977	7.235	9.392	8.023	9.655	10.070	GB
5.815	10.346	8.605	10.761	9.392	11.024	11.439	DK
3.658	8.190	6.448	8.605	7.235	8.868	9.283	SF
5.400	9.931	8.190	10.346	8.977	10.609	11.024	SE
0.868	5.400	3.658	5.815	4.445	6.078	6.493	JP
			416.051				*مجموع المعلومات*
الوسط الفرضي		*سعر الصرف* 5.643			*سوق الصرف* 276.54		

وفقا للجدول (17) ان اعلى كمية معلومات يمكن التنبؤ بها عند تقلب سعر الصرف الدولار الامريكي واليورو الاوربي حيث بلغت كمية المعلومات (11.702) مقارنة بالوسط الفرضي للمعلومات التي يمكن ان تتوفر عن اسعار الصرف عند تحركها سوية وقد بلغ (5.643) اما اقل كمية معلومات يمكن ان تتوفر فهي بين الفرنك السويسري والين الياباني والتي بلغت (.868) مقارنة بالوسط الفرضي، كما يظهر من الجدول ان كمية المعلومات المتحققة عن التنبؤ بتقلب كل سعرين في نفس اللحظة هي اكبر من مجموعهما مما لو تم التنبؤ عن حركة الاسعار بشكل منفرد. بالاضافة الى ذلك نستطيع قياس الفوضى في تحركات اسعار الصرف وفقا للعلاقات المتبادلة لها وكما موضح في المعادلة:

$$H(x_i, y_j) = -\sum_{i}^{n} P(x_i, y_j)\, log_2(x_i, y_j)$$

الجدول (18) كمية الانتروبيا المتبادلة في سوق الصرف

JP	SE	SF	DK	GB	EU	US	$H(x_i, y_j)$
0.072	0.005	0.015	0.004	0.009	0.004	0.003	US
0.090	0.007	0.019	0.005	0.012	0.005	0.004	EU
0.204	0.018	0.048	0.014	0.031	0.012	0.009	GB
0.103	0.008	0.022	0.006	0.014	0.005	0.004	DK
0.290	0.028	0.074	0.022	0.048	0.019	0.015	FS
0.128	0.010	0.028	0.008	0.018	0.007	0.005	ES
0.475	0.128	0.290	0.103	0.204	0.090	0.072	JP
			2.813				*المجموع*
		سوق الصرف 19.59				*سعر الصرف* 0.399	*الوسط الفرضي*

وعلى هذا الاساس بلغت انتروبيا المعلومات لسوق الصرف (2.813) وهي اقل من المعدل الفرضي لانتروبيا سوق الصرف الذي يبلغ (19.59) اي بنسبة (0.14) وهو دال ايضا على ان الفوضى قد انخفضة وفقا لهذه الاستراتيجية مقارنة بانتروبيا تقلبات اسعار الصرف بشكل منفرد وذلك لاستبعادنا كل ما هو ليس مفيد من المعلومات عن تحركات اسعار الصرف والذي من شانه ان يضلل التنبؤ بمقدار التقلب في اسعار الصرف، حيث استطاعة هذه الاستراتيجية تقنين فوضى السوق والتنبؤ بمقدار التقلب والفوضى في الاسعار التي يتكون منها.

سادسا : قياس الاشارة المرسلة من سوق الصرف

لغرض قياس الاشارة المرسلة من سوق الصرف الخاصة بتقلبات الاسعار والتي يمكن ان يتنبئ بها كلا من المصارف التجارية والبنك المركزي يجب استبعاد وازالة اي ضوضاء او خسائر ممكن ان تحدث اثناء عملية الارسال، ويتم ذلك وفقا للاجراءات التالية:

1. قياس انتروبيا المعلومات بين المرسل والمستلم

يتم قياس انتروبيا المعلومات بين المرسل والمستلم والتي تعبر عن متوسط كمية المعلومات التي تصل من المصدر الى الوجهة بدون تكرار او ضوضاء، حيث ان المرسل هو اسعار الصرف (الدولار واليورو والباوند الاسترليني والكرون الدنماركي والفرنك السويسري والكرون السويدي والين الياباني) اما المستلم فهو كلا من (المصارف التجارية والبنك المركزي).

الجدول (19) مصفوفة الاحتمالية المتبادلة بين سوق الصرف والجهاز المركزي

P(X) +P(Y)	TB	CB	*احتمالية تقلب اسعار السوق*	
US	0.007	0.008	0.015	
EU	0.009	0.011	0.020	
GB	0.028	0.034	0.062	*المجموع*
DK	0.011	0.013	0.024	
SF	0.048	0.059	0.107	
SE	0.014	0.018	0.032	
JP	0.329	0.411	0.740	
احتمالية تقلب الجهاز المصرفي	0.445	0.555	1.000	1
		المجموع		

اظهر الجدول (19) مصفوفة الاحتمالات المتبادلة بين سوق الصرف والجهاز المصرفي وبالتحديد بين كل سعر صرف والاحتمالية المتبادلة له مع المصارف التجارية والبنك المركزي، حيث كانت اكبر احتمالية حدوث بين سعر الصرف الين الياباني والبنك المركزي والتي بلغت (0.411) اما اقل احتمالية حدوث بلغت (0.007) وهي بين سعر صرف الدولار الامريكي والمصارف التجارية. ووفقا للمصفوفة الظاهرة في الجدول (19) نحصل على احتمالية حدوث اسعار الصرف من خلال جمع مراتب الصفوف حيث بلغت *US (.015), EU (0.020), GB (.024), CA (.062), SF (.107), SE (.032), JP (.740)*)، وكذلك نستطيع الحصول على احتمالية حدوث التقلب في المصارف التجارية والبنك المركزي والبالغة على التوالي (.457) و (.543) من خلال جمع مراتب الاعمدة، لذا بلغ مقدار انتروبيا المعلومات للمستلم فقد بلغت كما ان انتروبيا المتبادلة للمصفوفة المشتركة بين اسعار الصرف والجهاز المصرفي والتي تمثل انتروبيا النظام ككل والتي تمثل معدل الاتصال بين المرسل والمستلم حسبت وفق المعادلة:

$$H(X;Y) = -\sum_{j=1}^{M}\sum_{i=1}^{N}[P(x_i;y_j).log_2 P(x_i;y_j)]$$

$$H(X;Y) = 2.39824\ bit/symble,$$

ولتقدير الضوضاء التي تؤثر على عملية الارسال والتي تمثل متوسط كمية المعلومات المستقبلة عند المستلم ولكن لم يتم توليدها من قبل المرسل يتم ذلك وفقا للمعادلة:

$$N = \sum_{i=1}^{n} P(x_i) \sum_{j=1}^{m} P(y_j/x_i)\, log_2(1/P(y_j/x_i))$$

اما عند تقدير الخسائر في نقل المعلومة والتي تمثل متوسط كمية المعلومات التي يتم توليدها عند المرسل ولكن لم يتم استلامها يمكن ذلك وفق المعادلة:

$$E = \sum_{j=1}^{m} P(y_j) \sum_{i=1}^{n} P(x_i/y_j)\, log_2(1/P(x_i/y_j))$$

ويظهر الجدول *(20)* مقدار الضوضاء والخسارة التي يتعرض لها كل سعر صرف عند ارساله والتي يمكن ان تؤثر على عملية الاتصال والتنبؤ.

الجدول (20) الضوضاء والخسائر المؤثرة على عملية الارسال

الخسائر		الضوضاء		
Loss Entropy		Noise Entropy		
CB	TB	CB	TB	
.0781	.0733	.00211	.0024	US
.0958	.0895	.0034	.0040	EU
.196	.178	.0219	.0245	GB
.1087	.1011	.0047	.0054	DK
.254	.2200	.0489	.0529	SF
.1317	.1215	.00759	.0087	SE
.307	.542	.409	.902	JP
.99		1.407		المجموع

ويتبين من الجدول (20) ان اعلى معدل ضوضاء بلغ (.902) عند ارسال المعلومات بين الين الياباني والمصارف التجارية اما اقل معدل ضوضاء كان بين الدولار الامريكي والبنك المركزي بلغ (.0021)، اما فيما يتعلق بالخسائر في المعلومات فكان ايضا بين الين الياباني والمصارف التجارية بلغ (.542) الا ان اقل معدل خسائر كان بين الدولار والمصارف التجارية، كما يمكن قياس الضوضاء الكلية والخسائر الكلية من خلال طرح الانتروبيا المتبادلة بين المرسل والمستلم من انتروبيا المستلم وانتروبيا المرسل على التوالي وفقا للصيغ التالية:

$$H(x_i) - H(x_i;\ y_i) \quad \text{Noise Entropy} = .995 - 2.398 = -1.40$$

$$H(y_j) - H(x_i;\ y_i) \quad \text{Loss Entropy} = 1.407 - 2.398 = -.99$$

الجدول (21) عملية الاتصال بين سوق الصرف والجهاز المصرفي

اتنروبيا المرسل	انتروبيا المستلم	معدل الاتصال بين المرسل والمستلم	الضوضاء الداخلة في الاتصال	الخسارة في الاتصال
1.407	.995	2.398	−1.40	-.99

2- تقدير قنوات الاتصال ومقدار التنبؤ والاستجابة بين المرسل والمستلم

لغرض تحديد قنوات الاتصال وقياس الاشارة المرسلة التي توضح مقدار التقلب والاستجابة بين المرسل والمستلم نستخدم مبدأ الاحتمالية الشرطية والتي تعني تحقق حدث ما بشرط وقوع حدث اخر، اي مقدار تقلب صافي الاصول الاجنبية في المصارف التجارية والبنك المركزي بشرط تقلبات اسعار الصرف، لذلك تم حساب الانتروبيا الشرطية بالاعتماد على مصفوفة الاحتمالات المتبادلة انفة الذكر في الجدول (26) وفق المعادلة:

$$H(Y|X) = -\sum_{x\in X, y\in Y} p(x,y)\log_2\frac{p(x,y)}{p(x)}$$

كما يتم حساب الترددات التي يصدرها المستلم عند تقلب الاسعار او بما يعرف بمدى استجابة المستلمين المصارف التجارية والبنك المركزي للتقلبات في اسعار سوق الصرف وفق المعادلة:

$$P(X|Y) = P(x;y)\log_2\frac{P(x;y)}{P(y)}$$

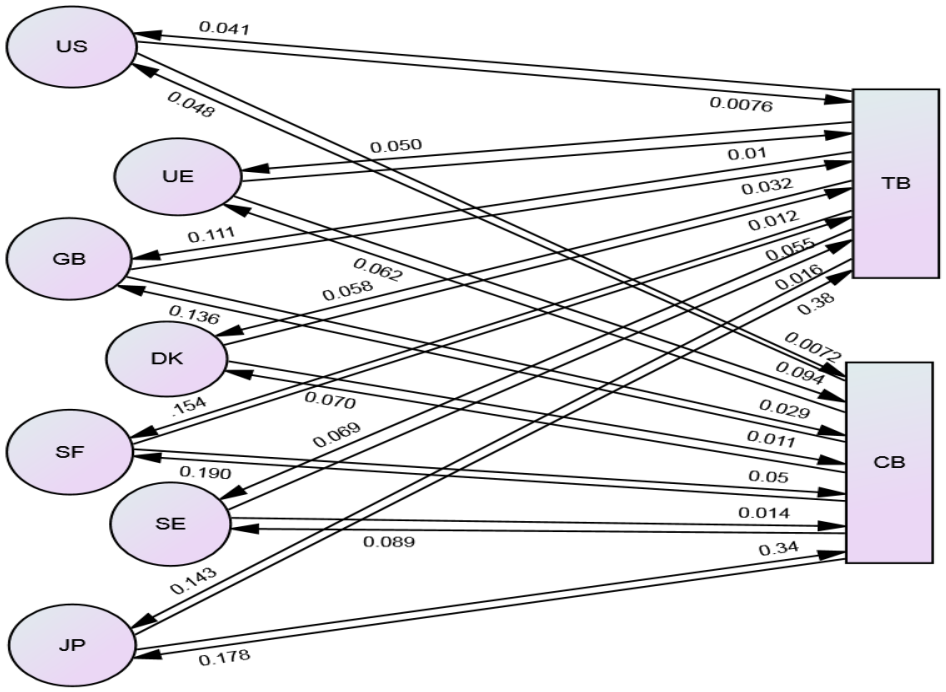
ويمكن توضيح مقدار الاشارة المرسلة من سوق الصرف ومقدار الاستجابة له من قبل الجهاز المصرفي وفق الجدول (22) .

الجدول (22) الاشارة المرسلة والاستجابة بين سوق الصرف والجهاز المصرفي

	مقدار التقلب		مقدار لاستجابة	
	TB	CB	TB	CB
US	.0076	.0072	.041	.048
EU	.010	.094	.050	.062
GB	.032	.029	.111	.136
DK	.012	.011	.058	.070
SF	.055	.050	.154	.190
SE	.016	.014	.069	.089
JP	.385	.349	.143	.178

يظهر الجدول (22) مقدار الاشارة المرسلة الخاصة بمقدار التقلب لكل سعر صرف والجهة التي يصل اليها كما يظهر الجدول مقدار الاستجابة والتغير في قيمة صافي الاصول على ضوء التقلبات المؤثر فيها، حيث بلغ اكبر معدل للتقلب بين سعر الصرف الين الياباني والمصارف التجارية بمقدار (.38) كما ان اقل معدل تقلب بلغ (.007) بين الدولار الامريكي والبنك المركزي اما اعلى معدل استجابة كان بين البنك المركزي وسعر الصرف الفرنك السويسري يليه البنك المركزي والين الياباني بمقدار (.178). ولتوضيح ذلك بيانيا نرسم قنوات الاتصال بين متغيرات سوق الصرف والجهاز المركزي وكما موضح في الشكل (1).

الشكل (1) معدل التقلب والاستجابة بين متغيرات الدراسة



سابعا : تحليل فرضيات الدراسة

يتم تحليل فرضيات البحث لتحديد مدى الاستفادة من هذه البحث والذي تضمن الفرضيات الرئيسية والفرعية التالية:

الفرضية الرئيسية الاولى : ان اسعار الصرف هي سلاسل زمنية ذات حركة عشوائي غير مستقرة.

اظهرت الاختبارات صحت الفرضية اي ان السلاسل الزمنية هي سلاسل عشوائية غير مستقرة وان بياناتها لا تتوزع توزيعا طبيعيا، حيث اثبت اختبار طبيعية التوزيع الاحصائي لها ان سلاسل اسعار الصرف اظهرت تفلطح اقل من قيمة (K= 3) لجميع اسعار الصرف وهو دال على ان السلاسل الزمنية لا تتوزع توزيعا طبيعيا، وعزز ذلك قيمة الالتواء التي كانت اعلى من (S = 0)، كما ان اختبار (Jarque – Bera) بلغت قيمته في جميع السلاسل الزمنية اكبر من قيمة مربع كاي الجدولية $(JB > \chi^2_\alpha(2))$. اما فيما يتعلق باستقرارية السلاسل الزمنية استخدمنا جذر الوحدة في نماذج الانحدار الذاتي (AR) وتقدير العلاقة بين فترات السلسلة الزمنية حيث كانت جميعها اكبر من (1) مما دل على ان السلاسل غير مستقرة تتزايد بشكل اسي بمرور الزمن.

الفرضية الفرعية الاولى: السلاسل الزمنية تتصف بمركبة الاتجاه العام وغير مستقرة عند القطع والاتجاه.

اثبتت دالة الارتباط الذاتي ان قيم السلسة المتجاور تختلف جوهريا عن (الصفر) وان معاملات الارتباط لم تقع داخل حدود الثقة ($-1 \le \rho \le +1$)، كما لاحظنا من سلسة (ككاروند) ان القيم في الفترة الاول اخذت بالتناقص التدريجي بنسب ضعيفة مما يدل على ضعف الارتباط الذاتي للسلاسل وقد بلغت قيمة السلاسل عند تاخير عشرة اكبر من جدول توزيعات (كيدوكس) لذلك تم رفض فرضية العدم القائلة باستقرارية السلاسل الزمنية وان الارتباط الذاتي لقيم السلسلة لا يساوي صفر مما يدل على مركبة الاتجاه العام. كما اظهر **اختبار فيليبس – بيرون** مؤشرات الحركة الاتجاهية للسلاسل الزمنية فجميعها ايضا كانت غير مستقرة باستثناء سعر الصرف اليورو والدولار الكندي والكرون الدينماركي حيث بلغت قيمها الحرجة على التوالي (4.0736-)، (5.3423-)، (1.5482-) وهي اكبر من القيم الحرجة الجدولية عند مستوى معنوية اقل من (5%)، وعلى ضوء ذلك ان اغلب اسعار الصرف هي سلاسل غير مستقرة ذات قطع ومتجه زمني.

الفرضية الفرعية الثانية: عدم قدرة التنبؤ باسعار الصرف عند استخدام الاساليب الخطية.

استخدمت الدراسة اختبار (Time Series Expert Modeler) حيث حدد هذا الاختبار النموذج الملائمة للمتغيرات التابعة (المصارف التجارية والبنك المركزي) وهو ARIMA (0,1,0)، الا ان معامل التحديد الخاص بالاستقرارية ضعيف جدا فقد بلغ (6.939E-18-) كما اظهر الاختبار معامل التحديد الدال على جودة حسن المطابقة والبالغ (.900) في حال الابقاء على متغير واحد فقط من اسعار الصرف واستبعاد المتغيرات الاخرى، كما ان معامل RMSE بلغ (71092.987) ومؤشرات (AMPE) و (MAE) وقد بلغت على التوالي (106.063) و(31267.062) وجميعها دالة ايضا على عدم دقة النموذج المتنبئ به لتمثيل البيانات. واظهر اختبار (Ljung-Box Q) الخاص بعشوائية البواقي عدد المتغيرات المستقلة لاسعار الصرف التي تستطيع التنبؤ بالمتغيرات التابعة

(المصارف التجارية والبنك المركزي) والتي بلغت متغير واحد وهو سعر الصرف الدولار الكندي واستبعد سبعة متغيرات مستقلة من متغيرات سوق الصرف، حيث بلغ معامل الانحدار للاستقرارية المصارف التجارية والبنك المركزي (4.078E-16) و (4.216E-16-) وهي معاملات ضعيفة جدا، اما قيمة اختبار (Ljung-Box Q) فقد بلغت (15.212) و (13.957) للمصارف التجارية والبنك المركزي على التوالي بدرجة حرية (18) ذات مستوى معنوية اكبر من (5%) وهي دالة على ان البيانات تتوزع توزيعا عشوائيا.

الفرضية الرئيسية الثانية: تتنبئ استراتيجية انتروبيا المعلومات الصرف كاسلوب غير خطي بحركة اسعار الصرف.

اثبت التحليل صحت الفرضية حيث بلغت مقدار المعلومات لكل متغير من اسعار الصرف الدولار الامريكي (6.05)، اليورو الاوربي (5.64) ، الباوند الاسترليني (4.01)، الكرون الدنيماركي (5.38)، الفرنك السويسري (3.22)، الكرون السويدي (4.69)، والين الياباني (0.43)، وهي دالة على قوة التنبؤ بتقلب المتغيرات مقاسة بوحدة البت مقارنة بالوسط الفرضي، وقد تبين ان سعر صرف الدولار الامريكي هو الاعلى من بين متغيرات السوق الذي يمكن ان يتنبئ به فقد بلغت كمية المعلومات له (6.05 bit) اما اقل متغير يمكن ان يتنبئ بتقلباته كان سعر الصرف للين الياباني فقد بلغ (0.43 bit). كما اظهرت النتائج مقدار الاشارة المرسلة الخاصة بمقدار التقلب لكل سعر صرف ومقدار الاستجابة، حيث بلغ اكبر معدل للتقلب بين سعر الصرف الين الياباني والمصارف التجارية بمقدار (.38) كما ان اقل معدل تقلب بلغ (.007) بين الدولار الامريكي والبنك المركزي اما اعلى معدل استجابة كان بين البنك المركزي وسعر الصرف الفرنك السويسري يليه البنك المركزي والين الياباني بمقدار (.178).

الفرضية الفرعية الاولى: سوق صرف العملات هي اسواق كفوءة تعكس المعلومات الماضية والمعلومات الخاصة والعامة في الاسعار

وفقا للنتائج ثبت صحت الفرضية حيث ان المعلومات التي يمكن ان نحصل عليها من سوق العملات بخصوص تقلب كل عملة هي معلومات تتبع صيغة فرضية السوق القوي والتي بلغت للدولار الامريكي (6.05)، اليورو الاوربي (5.64) ، الباوند الاسترليني (4.01)، الكرون الدنيماركي (5.38)، الفرنك السويسري (3.22)، الكرون السويدي (4.69)، والين الياباني (0.43)، مقارنة بالوسط الفرضي البالغ (2.80) الذي يمثل اقصى حد للحصول على المعلومات عند تساوي الاحتمالية وان جميع الاسعار هي تاخذ الشكل القوي للسوق فهي تعكس بشكل كامل جميع المعلومات المتوفرة بشكل علني والخاصة وليس بالامكان تحقيق عوائد غير عادية، فيما عدا سعر الصرف الياباني فهو ياخذ شكل السوق الضعيف اي ان التقلبات الماضية لا توفر معلومات يمكن استخدامها في التنبؤ باسعار الصرف المستقبلية له. كما ان حجم الانتروبيا لكل متغير من متغيرات اسعار الصرف بلغ على التوالي (.09) و(.112) و(.248) و (.129) و(.345) و(.158) و(.321) مما يشير الى مقدار العشوائية والفوضا في حركة الاسعار، ووفقا للمؤشرات اعلاه وان الدولار الامريكي هو الاقل عشوائية حيث بلغ (.090) مقارنة بالوسط الفرضي البالغ (0.399) والذي يمثل اقصى حد للعشوائية عند تساوي احتمالات تقلب اسعار الصرف، وعلى النقيض من ذلك كان سعر الصرف الكرون السويسري هو الاكبر عشوائية مقارنة بالوسط الفرضي ويصعب التنبؤ به فقد بلغ (.345)، كما بلغت الانتروبيا الكلية لسوق الصرف (1.406) مقارنة بالوسط الفرضي لانتروبيا السوق البالغ (2.799) اي بنسبة (.502) اقل من الوسط الفرضي وهو دال على ان السوق شبه قوي عند التنبؤ باسعار الصرف دفعة واحدة والدال على ان اسعارها تعكس بشكل كامل جميع المعلومات المتوفرة بشكل علني لذا فمن غير المجدي الاعتماد على تحليل هذه المعلومات لتحقيق عوائد غير اعتيادية.

الفرضية الفرعية الثانية: تقدير التنبؤ بحركة اسعار الصرف للعملات مجتمعة يختلف عنه فيما لو تم التنبؤ باسعار الصرف بشكل منفرد.

بلغت اعلى كمية معلومات يمكن الحصول عليها عند تقلب سعر الصرف الدولار الامريكي واليورو الاوربي بشكل متبادل (11.702) مقارنة بالدولار الامريكي (6.05) واليورو الاوربي (5.64) بشكل منفرد. كما ان اقل كمية معلومات يمكن ان نحصل عليها بين الفرنك السويسري والين الياباني والتي بلغت (.868) مقارنة بالفرنك السويسري (3.22) والين الياباني (0.43) بشكل منفرد، كما بلغت الانتروبيا لاسعار الصرف ضمن العلاقات المتبادلة اقل مما لو تم قياسها بشكل منفرد حيث بلغت اقل انتروبيا متبادلة (0.004) بين الدولار الامريكي والكرون الدنيماركي وهي اقل مما لو تم قياسهما بشكل منفرد الدولار الامريكي (.09) والكرون الدنماركي (.129)، ووفقا للعلاقات المتبادلة ايضا بلغت انتروبيا المعلومات لسوق الصرف (2.813) وهي اقل من المعدل الفرضي لانتروبيا سوق الصرف الذي يبلغ (19.59) اي بنسبة (0.14) وهو دال ايضا على ان العشوائية قد انخفضت وفقا لهذه الاستراتيجية مقارنة بانتروبيا تقلبات اسعار الصرف بشكل منفرد البالغة (1.406) مقارنة بالوسط الفرضي لانتروبيا السوق البالغ (2.799).

الاستنتاجات والتوصيات

اولا: استنتاجات البحث

1. ان اسعار الصرف ذات حركة عشوائية وهي غير مستقرة كما انها ذات اتجاه عام يصعب التنبؤ بها باستخدام النماذج الخطية وان بياناتها التاريخية لا تعكس بالمطلق تقلباتها في المستقبل.
2. ان استراتيجية انتروبيا المعلومات أثبتت انها أداة قوية لاستخراج المعلومات من سوق العملات الأجنبية، كما انها تستطيع تقدير التقلب في اسعار الصرف فهي ايضا تستطيع تحديد مقدار الاستجابة لهذه التقلبات والتي تمثلت بمقدار تقلب صافي الاصول الاجنبية في الجهاز المصرفي.

3. ان التنبؤ باسعار الصرف بشكل منفرد يختلف كثيرا فيما لو تم التنبؤ باسعار السوق مجتمعة وذلك لوجود معلومات متكررة عند قياس التقلب لجميع اسعار الصرف مما يضلل نتيجة التنبؤ.

4. وفقا لانتروبيا المعلومات فان اسواق الصرف هي اسواق شبه قوي وان اسعاره تعكس بشكل كامل جميع المعلومات المتوفرة بشكل علني لذا فمن غير المجدي الاعتماد على تحليل هذه المعلومات لتحقيق عوائد غير اعتيادية.

ثانيا : توصيات البحث

1. استخدام الاساليب غير الخطية للتوقع حركة اسعار الصرف فهي تتقلب بشكل عشوائي يصعب التنبئ بها حيث ان المعلومات العامة والخاصة الماضية او الحالية لا تعكس بشكل كفوء حركة اسعار الصرف.

2. قبل البدأ بالتنبؤ بالسلاسل الزمنية لاسعار الصرف ينبغي استخدام الاساليب الاحصائية المناسبة لنمذجة هذه السلاسل والذي يساعد كثيرا الباحثين وواضعين السياسات المالية في تحديد التنبؤ الدقيق لها.

3. توصي الدراسة باستخدام استراتيجية انتروبيا المعلومات والذي يعد اسلوب جيد للتنبؤ بعشوائية الانظمة وخاصة الاسواق المالية وبالتحديد اسعار صرف العملات الاجنبية،

4. توصي الدراسة عند الاختبار والتنبؤ باسعار الصرف اخذ بنظر الاعتبار العلاقات المتبادلة عند التقلب، وذلك لوجود معلومات زائد ومتكررة ومضللة.

المصادر

Gordon, G. J., Greenwald, A., & Marks, C. (2008). No-regret learning in convex games. In Proceedings of the 25th international conference on Machine learning ACM.

Ziebart, B. D., Bagnell, J. A., & Dey, A. K. (2011). Maximum causal entropy correlated equilibria for Markov games. In The 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 1 (pp. 207-214). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.

Adhikari, R., & Agrawal, R. K. (2013). An introductory study on time series modeling and forecasting. arXiv preprint arXiv:1302.6613.

Babazadeh, M., & Farrokhnejad, F. (2012). Effects of Short-run and Long-run Changes in Foreign Exchange Rates on Banks' Profit. International Journal of Business and Management, 7(17), 70.

Bachelier, Louis. (1900). "Théorie de la Spéculation." Thèse de Doctorat Soutenue et Publiée dans l'Annales Scientifiques de l'E. N. S., 3e Série, Tome 17,. www. numdam.org/item?id=ASENS-1900-3-17-21-0.

Chakrabarti, C. G., & Chakrabarty, I. (2006). Boltzmann–Shannon Entropy: Generalization and Application. Modern Physics Letters B, 20(23), 1471-1479.

Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2012). Elements of information theory. John Wiley & Sons.

Giraudo, M. T., Sacerdote, L., & Sirovich, R. (2013). Non–parametric estimation of mutual information through the entropy of the linkage. Entropy, 15(12), 5154-5177.

Gonçalves, L. B., & Macrini, J. L. R. (2011). Rényi entropy and cauchy-schwartz mutual information applied to mifs-u variable selection algorithm: a comparative study. Pesquisa Operacional, 31(3), 499-519.

Gooskens, C., Nerbonne, J., & Vaillette, N. (2007). Conditional entropy measures intelligibility among related languages. LOT Occasional Series, 7, 51-66.

John, M. A. (2016). Effects of Exchange Rate Fluctuations on Financial Performance of Commercial Banks in South Sudan (Doctoral dissertation, School of Business, University of Nairobi).

Jovanovic, F. (2009). Le modèle de marche aléatoire dans l'économie financière de 1863 à 1976. Revue d'histoire des sciences humaines, (1), 51-78.

Kvålseth, T. O. (2017). On Normalized Mutual Information: Measure Derivations and Properties. Entropy, 19(11), 631.

Lombardi, O., Holik, F., & Vanni, L. (2016). What is Shannon information?. Synthese, 193(7), 1983-2012.

Lugaiyamu, L. (2015). Determinants of Exchange Rates in Tanzania.

Maasoumi, E., & Racine, J. (2002). Entropy and predictability of stock market returns. Journal of Econometrics, 107(1-2), 291-312.

Stosic, D., Stosic, D., Ludermir, T., & Stosic, T. (2016). Correlations of multiscale entropy in the FX market. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 457, 52-61.

Stosic, D., Stosic, D., Ludermir, T., de Oliveira, W., & Stosic, T. (2016). Foreign exchange rate entropy evolution during financial crises. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 449, 233-239.

Vila Duran, M. (2015). Information theory techniques for multimedia data classification and retrieval.

Zhou, R., Cai, R., & Tong, G. (2013). Applications of entropy in finance: A review. Entropy, 15(11), 4909-4931.

https://en.wikipedia.org/wiki/Mutual_information

Foroni, F. Ravazzolo, B. Sadaba. (2017), Assessing the predictive ability of sovereign default risk on exchange rate returns, *Journal of International Money and Finance* doi: https://doi.org/10.1016/

j.jimonfin.2017.12.001.

Raicharoen, C. Lursinsap, P. Sanguanbhoki, "Application of critical support vector machine to time series prediction", Circuits and Systems, 2003. ISCAS '03.Proceedings of

the 2003 International Symposium on Volume 5, 25-28 May, 2003, pages: V-741-V-744.

Mahmoudvand, R., Rodrigues, P. C., & Yarmohammadi, M. (2017) Forcasting daily Exchange Rates: A Com-parison Between Ssa And mssa.

Mensi, W., Aloui, C., Hamdi, M., & Nguyen, D. K. (2012). Crude oil market efficiency: An empirical investigation via the Shannon entropy. Economie internationale, (1), 119-137.

Ngerebo, T. A. (2012). The impact of foreign exchange fluctuation on the intermediation of banks in Nigeria (1970 2004). African Journal of Business Management, 6(11), 3872-3879.

Pele, D. T., Lazar, E., & Dufour, A. (2017). Information entropy and measures of market risk. Entropy, 19(5), 226.

Petroni, F., & Serva, M. (2003). Spot foreign exchange market and time series. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 34(4), 495-500.

Shannon, C. E. (2001). A mathematical theory of communication. ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review, 5(1), 3-55.

Stosic, D. (2016). Applications of entropy on financial markets. (Based on the book: I. Martínez, "Termodinámica básica y aplicada", Ed. Dossat, 1992, ISBN 84-237-0810-1.