



استخدام مصفوفة ماركوف للتنبؤ بتقلبات أسعار الصرف الأجنبي

Using a Markov matrix to predict fluctuations in foreign exchange rates

أ.د. حاكم محسن محمد الربيعي¹، أ.م.د. حيدر عباس الجنابي²

¹جامعة الكوفة، النجف الأشرف، العراق

²جامعة كربلاء، كربلاء، العراق

Hakemm.iraq@gmail.com

Haider.abbas@uokerbala.edu.iq

المستخلص

تعد أسعار الصرف من الركائز الأساسية في أي اقتصاد، لما لها من دور في تسعير السلع والخدمات وخاصة المستوردة منها. كما أن التقلبات التي تحصل في أسعار الصرف لها انعكاسات على حيوية ونشاط السوق من جهة وسلوكيات المتعاملين في السوق من جهة أخرى. لذا فإن التنبؤ في أسعار الصرف أعطى هامشاً من الأمان في اتخاذ القرار الاستثماري والدخول في سوق الصرف الأجنبي. هناك العديد من الأساليب التي استخدمت على مر السنوات الماضية سعت إلى التنبؤ في حركة أسعار الصرف الأجنبي رغم تفاوتها في نسب النجاح المتحققة من جراء استخدام أي من الطرق. وأحد هذه الطرق (مصفوفة ماركوف)، إذ تعد الأرقام القياسية في مصفوفة ماركوف لأسعار الصرف واحدة من أقدم المؤشرات المستخدمة وأوسعها انتشاراً، إذ أنها تقيس التغيرات التي تطرأ على أسعار الصرف الأجنبي خلال مدة زمنية محددة، لذا فإن لدراسة تأثيرها على الحالة الاقتصادية للبلد أهمية كبيرة لعلاقتها المباشرة بالتنمية الاقتصادية والرفاه الاجتماعي، كما إن التنبؤ بحركة واتجاه أسعار الصرف في المستقبل يتيح الفرصة أمام المتعاملين لوضع استراتيجيات تساعد على تحقيق الربح المنشود من جهة وتجنبهم من شبح الخسائر المحتملة من جهة أخرى. إن الهدف الأساسي من هذا البحث هو التنبؤ باتجاه الأرقام القياسية لأسعار الصرف الأجنبي (اليورو – الدولار) باستخدام سلاسل ماركوف كأحد الأساليب الإحصائية في التنبؤ للبيانات في الزمن الحاضر، إذ تم تقدير مصفوفة الاحتمالات الانتقالية بطريقة الامكان الأعظم التي طبقت على بيانات اسبوعية أخذت من مصادر معتمدة عالمياً للمدة من (2016/1/1) ولغاية (2020/12/31) كون هذه المدة شهدت جملة من التقلبات في أسعار الصرف (اليورو – الدولار) كما أنها شهدت انتشار فايروس كورونا وما خلفه من توقف شبه تام لجميع مرافق الحياة.

وقد تم التوصل من خلال نتائج التنبؤ إلى استنتاج مهم هو أن جميع الأرقام القياسية لأسعار الصرف الأجنبي (اليورو – الدولار) ستشهد ارتفاعاً ملحوظاً ومن ثم ستتخفّض في إشارة إلى وصول تأثيرات أزمة كورونا لأسعار الصرف الأجنبي (اليورو – الدولار) في المستقبل.



1. المقدمة

واجه الاقتصاد العالمي العديد من الازمات ولا يزال يواجه واخرها ازمة كورونا التي سببت بانهايار اكبر المؤسسات والشركات على مستوى العالم . اذ تلعب أسعار الصرف الأجنبي دورا أساسيا في حركة الاقتصاد العالمي ، لما لأسعار الصرف من دور في تبادل السلع والخدمات بين دول العالم . واي ازمة او تقلب بأسعار الصرف فان الأسعار سوف تتغير بالاعتماد على التغير الذي حصل على مستوى أسعار الصرف . فالأسعار السائدة في الأسواق هي احد المؤشرات الاقتصادية لدى متخذي القرارات ومنشئي الاستراتيجيات الاقتصادية والسياسية على حد سواء باعتبار ان عدم استقرار الأسعار وخاصة أسعار الصرف الأجنبي سوف يؤثر بحالة الاقتصاد العالمي من جهة وحالة الاقتصاد المحلي للبلد المعني من جهة أخرى ، إضافة الى ان متابعة حركة أسعار الصرف الاجنبي وتحديد حالات عدم الاستقرار يساعد الاقتصاد على عدم التعرض للأزمات الاقتصادية التي قد تلحق الضرر او تبطيء من عملية النمو الاقتصادي . وتوضع الأرقام القياسية لأسعار الصرف الأجنبي (اليورو – الدولار) على جانب مهم وواسع الأهمية لأنها تقيس التغيرات التي تطرأ على أسعار الصرف الأجنبي (اليورو – الدولار) التي يتم تداولها من قبل المتعاملين في سوق الصرف الاجنبي خلال مدة زمنية معينة.

تم تطوير مفهوم سلسلة ماركوف من قبل عالم الرياضيات الروسي أندريه ماركوف (1856-1922). في عام 1907 ، اذ بدأ ماركوف دراسة نوع جديد من عمليات التنبؤ سميت بـ (سلسلة ماركوف) هي نموذج عشوائي يصف سلسلة من الأحداث أو التقلبات المحتملة والانتقال من حالة إلى أخرى. اذ يعتمد احتمال الانتقالات من حالة إلى أخرى على الحالة الحالية للحدث. اذ تُستخدم سلسلة ماركوف لكشف التنبؤات حول الحالات المستقبلية لعملية عشوائية باستخدام معرفة الحالة الحالية فقط.

لنمذجة وتحليل عملية عشوائية باستخدام سلسلة ماركوف ، نحتاج إلى مجموعة من الاحداث ، أي النتائج المحتملة واحتمالات الانتقال من حالة إلى أخرى. يمكن أن تكون درجات حرارة الجو ، أو مجموعة من الأحداث المحتملة ، أو نتائج مباريات كرة القدم أو عروض الأسهم المتداولة. فان الانتقال من حالة إلى أخرى يسمى الانتقال. ان احتمالات الانتقال من حالة إلى أخرى في خطوة واحدة نستخدم مصفوفة انتقالية لسرد احتمالات الانتقال. ستكون مصفوفة الانتقال عبارة عن مصفوفة $(n \times n)$ عندما تحتوي السلسلة على (n) حالات محتملة. ان المدخل (i, j) هو الاحتمال للانتقال من الحالة (i) إلى الحالة j . كما سوف يتم استخدام رسماً بيانياً موجهاً جنباً إلى جنب مع المصفوفة لتحديد انتقالات وتحولات سلسلة ماركوف. يتكون الرسم البياني الموجه من الرؤوس والحواف المتصلة بكل رأس. كل حافة (m, n) من الرسم البياني ، كما لها وزن يشير إلى احتمال الوصول إلى (n) من (m) في خطوة واحدة. اذ يتكون السير العشوائي على الرسم البياني الموجه من سلسلة من القمم التي تبدأ من قمة وتعتبر حافة إلى نقطة جديدة في قمة الرأس .



2. منهجية البحث

2.1. مشكلة البحث :-

العديد من المستثمرين والمتداولين في سوق الصرف الأجنبي ينتابهم الخوف والخشية من الاستثمار في الصرف الأجنبي لما يحيط في هذا الاستثمار من مخاطر وتقلبات عديدة ، قد تشعر المستثمر بخطورة هذا النوع من الاستثمار . إضافة الى ان أسعار السلع والخدمات غالبا ما تمتاز بالتقلبات المستمرة بسبب تقلبات أسعار الصرف ، وهذا يؤثر جليا في تحقيق الاستقرار على مستوى الأسعار السوقية ، وهذا يؤثر على مستوى الاستقرار الاقتصادي أيضا . لذا فان مشكلة البحث تكمن في التقلبات التي تحيط في أسعار الصرف الأجنبي وانعكاس هذه التقلبات على مستوى السوق والمتعامل في السوق .

2.2. أهمية البحث :-

تتلخص أهمية البحث في التركيز على المخاطر التي من الممكن ترافق التقلبات الحاصلة في أسعار الصرف الأجنبي نتيجة لأتباع أسلوب او سلوك من قبل المتعاملين في سوق الصرف الأجنبي . والذي له انعكاسات واضحة في أسواق السلع والخدمات التي تعتمد في تحديد أسعارها وفقا لأسعار سوق الصرف الأجنبي . ومن هنا فان التركيز على الآثار المرتبطة بتقلبات أسعار الصرف الأجنبي وطرح البدائل المتاحة لغرض علاجها يساعد على التركيز والانتباه على المخاطر المحيطة وتنبؤ بها قبل وقوعها ، وسوف يعود بالفائدة على جميع المتعاملين في أسواق الصرف الأجنبي وأسواق السلع والخدمات ، مما يعزز الثقة في الأسواق والمتعاملين فيها وما عليها من قرارات تصب في خدمة القطاع المالي والاقتصاد المحلي ككل .

2.3. أهداف البحث :-

يمكن تلخيص أهداف البحث في الآتي :-

1. اختبار قدرة الأساليب الإحصائية على التنبؤ بحركة أسعار الصرف الأجنبي وتحليل مدى تأثيرها في مستوى الأرباح المحققة للمستثمرين.
2. مساعدة المستثمرين في سوق الصرف الأجنبي على اتباع الطرق العملية والأساليب المعتمدة من قبل المتخصصين لغرض التقليل من التقلبات السعرية وتأثيرها على اتخاذ القرارات الاستثمارية ومعرفة الاضرار الناتجة من التقلبات في سوق الصرف الأجنبي.
3. العمل على إيجاد البدائل والوسائل المتاحة للمساعدة في استقرار أسعار الصرف الأجنبي والتقليل من التقلبات التي تصيب الأسواق وما يؤثر في أسعار السلع والخدمات.

2.4. فرضيات البحث :-

تنتطق البحث من الفرضية الرئيسة الآتية:

قدرة مصفوفة ماركوف على التنبؤ في حركة أسعار الصرف الأجنبي



3. الجانب النظري للبحث :-

3.1. مصفوفة ماركوف :-

عمل العالم الروسي ماركوف على ابتكار أسلوبا يساعده على التنبؤ بنتائج المستقبل لأي حدث يتضمن نتائج سابقة استنادا إلى معرفة تأثير النتائج السابقة في دراسته للتنبؤ بحركة مستقبلية، فعمليات ماركوف هي صورة من العمليات التصادفية التي تحدث بشكل مفاجئ و التي توصف بأنها عمليات عشوائية غير مخطط لها وغير مقصودة تتغير وتعتمد على قوانين رياضية وأساليب احصائية وتمثل بفضاء حالة وفضاء معلمة إذ يكون (X_t) بواسطة متغير الزمن وتؤشر به فضاء المعلمة (State Space) الزمن متقطعا أو مستمرا، وتصنف عمليات ماركوف حسب فضاء الحالة (Parameter Space). (sirl,2005:66).

اذ تتكون سلسلة ماركوف من مجموعة من الحالات، ففي أي وقت معلوم يجب أن تكون كل ظاهرة في حالة معينة وان يكون هناك احتمال انتقال الظاهرة من حالة إلى أخرى.

وتعتبر سلسلة ماركوف بأنها سلسلة من الحالات التي يمر بها متغير متحرك خلال مدد زمنية مختلفة استنادا الى أساليب وقواعد احتمالية تسمى بالاحتمالات الانتقالية ، كما يمكن تعريف سلسلة ماركوف بأنها سلسلة من المتغيرات العشوائية غير القصديّة لمعرفة الحالة المستقبلية (X_{n+1}) والتي تكون بشكل مستقل عن الحالات السابقة معلومة النتائج $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ على أن تتمتع بشرط وهو ان تكون في الوقت الحاضر معروفة ومعلومة النتائج ، وهذا الشرط أطلق عليه او سمي بـ (خاصية ماركوف).

لو افترضنا القيام برمي قطعة نقود معدنية عدة مرات فمن الطبيعي ان ينتج من أي رمية لقطعة النقود هو اما صورة (H) باحتمال مقداره (p) أو كتابة (T) وباحتمال مقداره (q) مع العلم ان $q+p=1$ ومن الممكن افتراض أنه إذا كان الناتج صورة يتم تثبيت الناتج بالرقم (1) وإذا كان ناتج الرمية كتابة فمن الممكن تثبيت الناتج بالرقم (0) والمتغير العشوائي الذي يمثل الناتج للرمية n هو X_n وبعد هذا ممكن أن يكون الاحتمال كما يلي:- (khiatani,2017:43)

$$pr(X_n = 1) = p, pr(X_n = 0) = q$$

ان مصفوفة الاحتمالات الانتقالية التي جاء بها ماركوف يمكن ان توضح من خلال ، اذا كان (P_{ij}) يمثل انتقال المتغير من الحالة (i) الى الحالة (j) خلال مدة زمنية محددة ، على ان تحتوي سلسلة ماركوف عدد من الحالات (N) ، ويمكن ان توضح مصفوفة ماركوف بالشكل الاتي :- (khiatani,2017:46)



	0	1	2	3	4	5	.	.
0	p_{00}	p_{01}	p_{02}	p_{03}	p_{04}	p_{05}	.	.
1	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{14}	p_{15}	.	.
2	p_{20}	p_{21}	p_{22}	p_{23}	p_{24}	p_{25}	.	.
3	p_{30}	p_{31}	p_{32}	p_{33}	p_{34}	p_{35}	.	.
4	p_{40}	p_{41}	p_{42}	p_{43}	p_{44}	p_{45}	.	.
5	p_{50}	p_{51}	p_{52}	p_{43}	p_{54}	p_{55}	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.

(P_{00}) : يمثل احتمال ان العملية العشوائية في الحالة صفر وسوف تبقى في الحالة صفر

(P_{01}) : يمثل احتمال ان العملية في الحالة صفر وسوف تنتقل إلى الحالة 1

(P_{02}) : يمثل احتمال ان العملية في الحالة صفر وسوف تنتقل إلى الحالة 2

(P_{03}) : يمثل احتمال ان العملية في الحالة صفر وسوف تنتقل إلى الحالة 3

(P_{04}) : يمثل احتمال ان العملية في الحالة صفر وسوف تنتقل إلى الحالة 4

(P_{05}) : يمثل احتمال ان العملية في الحالة صفر وسوف تنتقل إلى الحالة 5

(P_{06}) : يمثل احتمال ان العملية في الحالة صفر وسوف تنتقل إلى الحالة 6

تتضمن هذه المصفوفة من صفوف واعمد (N*N) بحيث تكون اقيامها جميعها موجبة (غير سالبة) ومجموع كل صف فيها يساوي الواحد الصحيح . لو افترضنا كانت هنالك رغبة بإيجاد احتمالية حدوث الظاهرة (i) وانتقالها الى الظاهرة (j) خلال مدة زمنية محدد (m) ، فان عملية القياس لهذه الاحتمالية تتم وفق المعادلة الاتية :- (paul,2000:21)

$$P\{X_{n+m} = j / X_n = i\} \dots\dots\dots (2) P_{hi}^m$$

اذ ان :-

$$P_{hi}^m : \text{يمثل احتمالية الانتقال خلال المدة الزمنية (m)}$$

$$P^{(n+m)} = P^n * P^m \dots\dots\dots (3)$$

$P^{(n+m)}$: يمثل الاحتمالات الانتقالية لمصفوفة ماركوف

$$\dots\dots\dots (4)$$



$$P(n + m) = \sum_{h=0}^a P_n * P_m$$

3.1.1 ثبات مصفوفة ماركوف :-

ان ثبات مصفوفة ماركوف تعني حالة من الاستقرار وعدم التغير خلال مدة من الزمن ، وهذا يساعد على دقة النتائج المستسقة من هذه السلسلة والاعتماد عليها في اتخاذ القرار المعتمد عليها . وعليه فان مصفوفة ماركوف سوف تأخذ الشكل الاتي :- (sergey,1998:39)

$$P^{\wedge} = \begin{bmatrix} p0 & p1 & p2 & p3 & p4 \\ p0 & p1 & p2 & p3 & p4 \\ p0 & p1 & p2 & p3 & p4 \\ p0 & p1 & p2 & p3 & p4 \\ p0 & p1 & p2 & p3 & p4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(5)$$

من خلال المصفوفة (5) يتبين ان جميع صفوف المصفوفة متطابقة ويحدث ذلك عندما تستمر قراءة الاحداث بثبات ولزمن طويل وهذا ما يدعى بـ (ثبات مصفوفة ماركوف)

إذ تستقر نسبة عدد النقلات لكل حالة عند قيمة معينة، وتتميز باستقرار الاحتمالات فيها ويتم الحصول على التوزيع المستقر للعملية التصادية. وهي ان جميع القيم الاحتمالية تكون بين (0 – 1) أي (كسرية) عند القيام بمضاعفتها أو ضربها بنفسها لمرات عديدة فأنها سوف تذهب إلى الثبات أو الاستقرار أو الوقوف عند قيمة محددة وهذه صفة تمتاز بها القيم الاحتمالية .على سبيل المثال/ اذا كان اليوم غائما ممطرا فما هو التوقع للطقس بعد شهر من الآن ، هنا لابد من وجود قيم احتمالية تبين ذلك . وذلك بالاعتماد على تقلبات الطقس خلال المدة الماضية والاحتمالية حددت قيماً حول اذا كان الطقس ممطراً أو مشمس الخ وستكون القيمة المحتملة المتوقعة فيما اذا كان الطقس ممطر أو غير ذلك .هي قيمة واحدة تمثل استقرار حدوث الطقس وتشير بشكل واضح في اتجاهات الطقس (كونه ممطراً أو مشمس)

بناءا على تصنيف ايركودك (أي الثبوتية) [ان جميع مشاهدات سلسلة ماركوف من نوع المؤكدة وغير دورية]. وعليه لابد من حلها وفق نظام المعادلات الخطية والمتكون حسب الصيغة الآتية :- (nrerna,2016:11)

$$\dots\dots\dots(6)$$



$$\pi_j = \sum_{i=0}^{\infty} \pi_i P_{ij}$$

وهو (π) وقيم (π) هي التي تمثل حالات لاستقرار لقيم الاحتمالات الانتقالية ، وعادة ما يتم ذكر قيم (π) لصنف واحد (وهذا دليل لتطابق جميع الاعمدة لقيمة واحدة هي π_j) ، وهو الذي يمثل الحل الوحيد ولا يوجد حل آخر وبعد هذا يكون:
أي (π) هي غاية الاحتمال عندما تكون (n) تقترب من حالة اللانهاية.

$$\pi_j = \lim_{n \rightarrow \infty} P_{ij}^{(n)} \dots \dots \dots (7)$$

3.1.2. تقدير احتمالية الانتقال من حالة الى حالة :-

ان الانتقال من حالة الى حالة وفق ما جاء به ماركوف ، كانتقال البيانات من الحالة (i) في الزمن (t) الى الحالة (j) في الزمن (t+1) ، هنا لا بد من وجود سلسلة من المشاهدات التي يستند اليها في تقدير الاحتمالية .

بعد ان تم التعرف على احتمالية الانتقال وهو في الخطوة (x_{n-1}) وان قيمته في الخطوة (x_{n-1}) قد اعطيت وهو احتمال ناتج العملية العشوائية في الخطوة $(n+h)$ أو المحاولة $(n+h)$ بحيث ان الخطوة السابقة معلومة ، وهذا ممكن الرمز له بـ (P_{jk})

(P_{jk}) يعبر عن احتمالية الانتقال لخطوة واحدة ومن الحالة أو القيمة (j) للمتغير العشوائي (العملية العشوائية) إلى الحالة أو القيمة (k) وهي الخطوة اللاحقة المباشرة للحالة التي كان بها المتغير العشوائي في قيمة (j) ويكون كتابته بالرمز كما يلي :- (khiatani,2017:81)

$$P_{jk} = P_r \{ x_{n+1} = k / x_n = j \} \dots \dots \dots (8)$$

اما عندما يكون الانتقال لأكثر من خطوة واحدة أو بتعبير ادق ، فان الاحتمال الانتقالي وـ M من الخطوات ومن الحالة أو (القيمة) (j) إلى الحالة أو (القيمة) k فيكون كما يلي :

$$P_{jk}^m = P_r \{ x_{n+m} = k / x_n = j \} \dots \dots \dots (9)$$



ويمكن تعريف (P_{jk}^m) على أنه احتمال انتقالي للعملية العشوائية من الحالة أو القيمة (j) وهي في الخطوة $(n+h)$ للانتقال إلى الحالة أو القيمة k والعملية العشوائية (التصادفية) في الخطوة $(n+m)$ ومعنى هذا أن العملية العشوائية قد قطعت (m) من الخطوات ، وبمعنى أكثر وضوحاً أن (P_{jk}^m) هو احتمال انتقالي من الحالة أو القيمة j إلى الحالة أو القيمة k في m من الخطوات ولذلك يكون:

$$P_{jk}^2 = P_r \{ x_{n+2} = k / x_n = j \} \dots\dots\dots(10)$$

ومعنى هذا أن العملية العشوائية (التصادفية) قد وصلت إلى الحالة أو القيمة k بعد أن كانت في الحالة أو القيمة (j) وذلك بخطوتين ومن خلال بعض الخطوات الثانوية ونرمز لها بـ (r) من الخطوات وكما يلي: - (khiatani,2017:112)

$$P_r \{ x_{n+2} = k , x_{n+1} = r / x_n = j \} = P_r \{ x_{n+2} = k / x_{n+1} = r , x_n = j \} \dots\dots\dots(11)$$

$$* P_r \{ x_{n+1} = r / x_n = j \} = P_{rk} * P_{jr} = P_{jr} * P_{rk} \dots\dots\dots(12)$$

اذن هذه الخطوات الثانوية (r) عندما يكون $(r=1,2,3,\dots\dots)$ تكون خطواتها مستقلة .

$$P_{jk}^{(x)} = P_r \{ X_{n+2} = k | X_n = j \} = \sum_r P_r \{ X_{n+2} = k, X_{n+j} = r | X_n = j \} \dots\dots(13)$$

$$P_{jk}^{(2)} = \sum_r P_{jr} P_{rk} \dots\dots\dots(14)$$

ويكون الجمع حول الخطوات الثانوية أو (المشاهدات الثانوية) وبواسطة الاستنتاج الرياضي

$$\begin{aligned} P_{jk}^{m+1} &= P_r \{ x_{n+m+1} = k / x_n = j \} \\ &= \sum_r P_r \{ X_{n+m+j} = k | X_{m+n} = r \} * P_r \{ X_{m+n} = r | X_n = j \} \\ &= \sum_r P_{rk} P_{jr}^{(m)} \dots\dots\dots(15) \end{aligned}$$



وبتطبيق الملاحظة اعلاه ممكن الحصول على:- (prerna,2016:63)

$$P_{jk}^{(m+1)} = \sum_r P_{rk} P_{jr}^{(m)} \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$P_{jk}^{m+n} = \sum_r P_{rk}^{(n)} P_{jr}^{(m)} = \sum_r P_{jr}^{(n)} P_{rk}^{(m)} \quad \dots\dots\dots(17)$$

فأن عناصر المصفوفة (p^2) هي نفس عناصر المصفوفة التي من الممكن الحصول عليها بضرب مصفوف الاحتمالات الانتقالية ذو الخطوة الواحدة (p) في نفسها مرتين وهذا يعني

$$P^2 = p \cdot p = p^2 \quad \dots\dots\dots(18)$$

وبالتشابه

$$P^{(m+1)} = p^m \cdot p = p \cdot p^m \quad \dots\dots\dots(19)$$

وكذلك

$$P^{(m+n)} = p^m \cdot p^n = p^n \cdot p^m \quad \dots\dots\dots(20)$$

3.2. أسعار الصرف الأجنبي :-

يتم التعامل مع التدفقات النقدية الناتجة من بيع السلع أو الخدمات أو الأصول المقومة بعملة أجنبية في أسواق الصرف الأجنبي. ان سعر الصرف الأجنبي هو السعر الذي يمكن من خلاله استبدال عملة ما (على سبيل المثال ، الدولار الأمريكي) بعملة أخرى (مثل اليورو الاوربي) في أسواق الصرف الأجنبي. اذ تعرض هذه المعاملات التي تقوم بها الشركات والمستثمرين لمخاطر الصرف الأجنبي حيث يتم تحويل التدفقات النقدية إلى الدولار الأمريكي وخارجه. وهكذا ، بالإضافة إلى يجب على الأسواق المالية والمديرين الماليين والمستثمرين فهم عمليات أسواق الصرف الأجنبي وأسواق رأس المال الأجنبي حتى يتمكنوا من الاستثمار في السوق (mishkin,2018:78).

ان الشركات الي تعمل وتتخذ من بلد ما مقراً لها على مستوى العالم. من الضروري أن يقوم المديرون الماليون بفهم كيفية تأثير الأحداث والحركات في الأسواق المالية في البلد الام والبلدان الأخرى وما لهذا من انعكاس على ربحية وأداء شركاتهم. على سبيل المثال ، في عام 2019 ، ارتفع صافي دخل شركة مكدونالدز بنسبة 1.7٪ عن عام 2018. ومع ذلك وبسبب التقلبات في سوق العملات الأجنبية ، كان صافي الدخل قد ارتفع بنسبة 5.1٪. في عام 2019 ، وهو أكثر من 63 ٪ من عائدات مكدونالدز التي جاءت من خارج الولايات المتحدة. عكس ما كان متوقع



وهو أن يأتي معظم النمو في المستقبل من التوسع في الأعمال التجارية في الخارج وليس من داخل الولايات المتحدة. (sunders,2019:224)

كانت أسواق الصرف الأجنبي موجودة لبعض الوقت حيث أدت التجارة الدولية والاستثمار إلى الحاجة إلى تبادل العملات. ومع ذلك ، فقد تغير نوع نظام سعر الصرف المستخدم لإنجاز هذا التبادل بمرور الوقت. خلال القرن التاسع عشر ،

تعمل أسواق الصرف الأجنبي وفقاً لمعيار أو نظام الذهب ، اذ يضمن مصدرو العملات استرداد الأوراق النقدية عند الطلب بكمية معادلة من الذهب. تشترك الحكومات التي استخدمت مثل هذا النظام الثابت للتبادل والتي استردت أموالها إلى الحكومات الأخرى بالذهب في علاقة بعملة ثابتة. ونتيجة لذلك أصبح الذهب وحدة تقييم قابلة للنقل وعالمية ومستقرة. علاوة على ذلك كان لدى المملكة المتحدة ، التي كانت في ذلك الوقت الدولة التجارية الدولية المهيمنة التزاماً طويلاً بالأمد بمعيار الذهب خلال الفترة 1939-1942 ، اذ استنفدت المملكة المتحدة الكثير من مخزونها من الذهب في مشترياتها من الذخائر والأسلحة من الولايات المتحدة ودول أخرى لخوض الحرب العالمية الثانية. الا انه ومع التطور الذي حصل ومع انتشار أسواق الصرف الأجنبي التجأت بعض الدول الى وضع غطاء لعملاتها بدائل غير الذهب كسلة العملات الرئيسية او معادن نفيسة ذات قيمة بدل الذهب ، بمعنى تعددت البدائل امام الدول والمتعاملين بسبب أسواق الصرف الأجنبي . (darskuvienne,2010:43)

3.2.1. أسعار الصرف العائمة :-

وهي عملية ابتعاد الحكومات عن ربط عملتها بالعملة الرئيسية بالعالم (كالدولار) ، مشيرة إلى أن قيمة العملة المحلية يتم تحديدها باستخدام نظام التعويم بالإشارة إلى سلة غير محددة من العملات الأجنبية.

وهذا ما فعلته الصين في منتصف عام 2005 عندما الغت ارتباط عملتها بالدولار الأمريكي ولجأت الى تعويم سعر صرف عملتها وتركته لقوى العرض والطلب في سوق الصرف الأجنبي .

كان التعويم الجزئي لليوان نتيجة للضغط من الدول الغربية التي جادل سياسيوها بأن نظام العملة الصيني منحها ميزة غير عادلة في الأسواق العالمية بسبب الانخفاض النسبي في سعر اليوان فيما يتعلق بالدولار والعملات الأخرى. كونها رخيصة نسبياً ، مما يضر التصنيع المحلي في البلدان الأخرى ، وخاصة الولايات المتحدة. في الواقع هدد المشرعون في الكونجرس الأمريكي ، القلقون بشأن فقدان الوظائف الأمريكية بفرض رسوم جمركية شديدة على السلع الصينية ما لم تغير الصين سياسة الصرف المتبعة لديها. كما جادل وزراء المالية من الاقتصادات الرائدة في العالم بالإجماع بأن على الصين أن لا تسمح بتعويم اليوان. (shetty,2016:52)

استنتج الاقتصاديون أن اليوان أصبح في النهاية مرجح بالتساوي بين الدولار واليورو بعد أن فكت بكين ربط عملتها بالدولار. ان ارتفاع اليوان بنسبة 20 % مقابل الدولار بين عامي 2005 و 2008 في الغالب عكس مكاسب اليورو مقابل الدولار. بحلول مايو 2008 وخلال الأزمة



المالية العالمية وبدأ الدولار في الانتعاش مقابل اليورو ،بدأت بكين لتحريك اليوان والعودة نحو إعطاء الوزن الأساسي للدولار. هذه الحركة حالت دون انخفاض اليوان مقابل الدولار خلال الانهيار المالي العالمي. وهكذا كان لسياسة العملة في الصين تعال إلى دورة كاملة تقريباً إلى ما كانت عليه في أواخر عام 2005. كل هذه الإجراءات والمعالجات التي قامت بها بكين ، لا يمكن لها ان تنفذ أي من هذه المعالجات من دون تعويم سعر صرف عملتها . لان تعويم العملة يعطي حرية للقائمين على السياسة النقدية للبلد باتخاذ اجراءات وبدائل متعددة . (shetty,2016:65)

3.2.2. معاملات الصرف الأجنبي :-

هناك نوعان من أسعار صرف العملات الأجنبية ومعاملات الصرف الأجنبي: الفوري والآجل. اذ تتضمن معاملات الصرف الأجنبي الفورية التبادل الفوري للعملات بسعر الصرف الحالي (أو الفوري). يمكن إجراء المعاملات الفورية من خلال قسم الصرف الأجنبي في البنوك التجارية أو تاجر عملة أجنبية غير مصرفي. على سبيل المثال ، قام مستثمر أمريكي يرغب في شراء باونداً بريطانية من خلال بنك محلي في 13 مارس 2020 ، بتحويل الدولارات بشكل أساسي من بنكه أو مصرفها إلى الحساب بالدولار لبائع الباونداً بمعدل 1 دولار لكل 0.8141 باوند انكليزي ، اذ يتم تحويل الباونداً من حساب البائع إلى حساب يعيه المستثمر الأمريكي. إذا انخفضت قيمة الدولار بالنسبة إلى الباونداً (على سبيل المثال ، 1 دولار لكل 0.8135 باوند) ، تزداد قيمة الاستثمار بالباونداً ، إذا تم تحويله مرة أخرى إلى الدولار الأمريكي. إذا ارتفعت قيمة الدولار بالنسبة إلى الباونداً (على سبيل المثال ، 1 دولار لكل 0.8152 باوند) ، فإن قيمة الاستثمار بالباونداً إذا تم تحويله مرة أخرى إلى الدولار الأمريكي سوف ينخفض. (grinblatt,2012:109)

اما الصرف الأجنبي الآجل هو تبادل العملات بسعر صرف محدد (أو سعر صرف آجل) في تاريخ محدد في المستقبل ، أي هو اتفاق اليوم (في وقت صفر) لتبادل الدولار بالباونداً بسعر صرف معين (آجل) خلال ثلاثة أشهر في المستقبل. عادة ما تتم كتابة العقود الآجلة لمدة شهر أو ثلاثة أو ستة أشهر ، ولكن من الناحية العملية يمكن كتابتها على مدى أي فترة زمنية معينة. (sunders,2019:294)

4. الجانب التطبيقي للبحث

تم تناول أسعار الصرف ما بين (اليورو الأوربي – الدولار الأمريكي) كأساس للجانب التطبيقي للبحث . اذ تم الحصول على البيانات والملاحظات الخاصة بأسعار الصرف لكل من (اليورو – الدولار) من خلال المواقع المتخصصة في اظهار هذا النوع من البيانات ومنها موقع (Investing.com) وقد مثلت هذه البيانات الأرقام القياسية بالأسابيع لأسعار الصرف بين (اليورو – الدولار) للمدة من 2016/1/1 ولغاية 2020 / 12 / 31 . وقد تم تقسيم البيانات الى 3 حالات رئيسة بالاعتماد على انتقال الرقم القياسي لأسعار الصرف بين الحالات والحالات . هي (الارتفاع – الانخفاض – الاستقرار)

ولأجل تكوين مصفوفة الاحتمالات الانتقالية ، كان من الواجب البدء ببناء مصفوفة مربعة متكونة من (3 * 3) تسمى مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف المستقرة



$$P^{\wedge} = \begin{matrix} E1 \\ E2 \\ E3 \end{matrix} \begin{pmatrix} E1 & E2 & E3 \\ p11 & p12 & p13 \\ p21 & p22 & p23 \\ p31 & p32 & p33 \end{pmatrix} \dots\dots\dots(21)$$

اذ ان :-

E1 : تمثل حالة ارتفاع الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي.

E2 : تمثل حالة انخفاض الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي.

E3 : تمثل حالة استقرار الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي.

P11 : تمثل احتمال حالة ارتفاع الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان مرتفعاً .

P12 : تمثل احتمال حالة ارتفاع الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان منخفضاً .

P13 : تمثل احتمال حالة ارتفاع الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان مستقراً .

P21 : تمثل احتمال حالة انخفاض الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان مرتفعاً .

P22 : تمثل احتمال حالة انخفاض الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان منخفضاً .

P23 : تمثل احتمال حالة انخفاض الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان مستقراً .

P31 : تمثل احتمال حالة استقرار الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان مرتفعاً .

P32 : تمثل احتمال حالة استقرار الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان منخفضاً .

P33 : تمثل احتمال حالة استقرار الرقم القياسي لسعر الصرف الأجنبي بعد ان كان مستقراً .

ومن خلال استخدام برنامج ماتلاب سوف يتم تقدير الاحتمالات الانتقالية باستخدام طريقة الامكان الأعظم للأرقام القياسية لأسعار الصرف الأجنبي (اليورو – الدولار) لأجل التنبؤ بحالة واتجاه الأرقام القياسية لأسعار الصرف في المستقبل. تم استخدام المشاهدات التي جمعها من مصادر ها والتي بلغت (208) مشاهدة للمدة (2016/1/1 – 2020 / 12 / 31) وبشكل اسبوعي .

وقد ظهرت المصفوفة الاتية :-



$$P^{\wedge} = \begin{matrix} & E1 & E2 & E3 \\ \begin{matrix} 112 \\ 96 \\ 0 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 87 & 25 & 0 \\ 75 & 21 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

من خلال المصفوفة أعلاه نجد ان العمود (E3) والصف (E3) = صفر لعدم وجود انتقالات وتحولات من حالة الى حالة أخرى خلال المدة المبحوثة . وعليه فان المصفوفة سوف يتم توزيعها مرة أخرى وفق أسلوب (2*2) وحسب التوزيع الاتي :-

$$p^{\wedge} = \begin{matrix} & E1 & E2 \\ 112 & \begin{pmatrix} 87 & 25 \\ 75 & 21 \end{pmatrix} \\ 96 & \end{matrix}$$

$$p^{\wedge} = \begin{matrix} & E1 & E2 \\ 112 & \begin{pmatrix} 0.78 & 0.22 \\ 0.78 & 0.22 \end{pmatrix} \\ 96 & \end{matrix}$$

حيث تم تحقيق حالة الاستقرار في الخطوة رقم (9) ، وكانت المصفوفة المستقرة حسب الاتي :-

$$p^{\wedge} = \begin{pmatrix} 0.67 & 0.33 \\ 0.67 & 0.33 \end{pmatrix}$$

ومن خلال مصفوفة الاستقرار اتضح ان احتمالية الارتفاع بلغت (0.67) في حين بلغت احتمالية الانخفاض (0.33) مقابل ان احتمالية الاستقرار بلغت (0) .

وبالتالي فان احتمالية الارتفاع هي الأعلى وتأتي بعدها احتمالية الانخفاض ومن ثم احتمالية الاستقرار.

5. الاستنتاجات

- بعد ان تم تناول سلاسل ماركوف للتنبؤ في أسعار الصرف الأجنبي (اليورو – دولار) تم التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات وهي حسب الاتي :-
- ان احتمالية ارتفاع سعر صرف (اليورو – دولار) بلغت (78%) بعد ان كان مرتفعاً .
 - ان احتمالية ارتفاع سعر صرف (اليورو – دولار) بلغت (22%) بعد ان كان منخفضاً .
 - ان احتمالية بقاء ارتفاع سعر صرف (اليورو – دولار) بعد ان كان مرتفعاً تبلغ ما يقارب (5) أيام اسبوعياً.
 - ان احتمالية بقاء ارتفاع سعر صرف (اليورو – دولار) بعد ان كان منخفضاً تبلغ ما يقارب (2) يوم اسبوعياً.



المصادر:-

1. Darskuvienne, valdone,(2010)," financial markets", Vitiates Magnus University.
2. Grinblatt, Mark, Titman, Sheridan,(2012)," Financial Markets and Corporate Strategy", 2nd Edition, McGraw-Hill/Irwin.
3. Khiatani and U. Ghose,(2017)," Weather forecasting using Hidden Markov Model", International Conference on Computing and Communication Technologies for Smart Nation (IC3TSN), Gurgaon, India.
4. Mishkin , Frederic S., Eakins, Stanley G.,(2012)," Financial Markets and Institutions", 7th Edition, USA, Prentice Hall.
5. Paul Jordan Peter Talkner (2000),A seasonal Markov chain model for the weather in the central Alps, Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography, 52:4, 455-469, DOI: 10.3402/tellusa.v52i4.12274.
6. Prerna Rai, Arvind Lal,(2016)," PageRank Model", International Journal of Computer Applications ,Volume 138,(0975 – 8887). Queensland, Australia.
7. Saunders, Anthony & Cornett, Marcia M.,(2019)" Financial Markets and Institutions", 5th Edition, McGraw-Hill/Irwin, New York.
8. Sergey Brin, Lawrence Page,(1998), "The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine, Computer Networks and ISDN Systems, no. 1–7, Elsevier BV, Apr.
9. Shetty, Yogesh & Jayaswal, Samir,(2016)," Practical.NET for Financial Markets", Apress, United States of America.
- 10.Sirl, D.(2005), "Markov Chains ; An introduction review", University Of LRSA.