# محددات معدل الصرف الأجنبي الحقيقي الفعال في الاقتصاد المصري باستخدام أسلوب الشبكات العصبية

**عادل المهدي** *
**عمر صقر** *
**أحمد صلاح الشافعي** *

## ملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة محددات معدل الصرف الحقيقي في مصر خلال الفترة (2003–حتى الربع الثالث 2020)، وذلك من خلال استعراض أبرز النماذج القياسية لمعدل الصرف الحقيقي، والدراسات التطبيقية على سعر الصرف في مصر، لتحديد أهم المتغيرات التي يمكن الاعتماد عليها في الدراسة، وقد تم الاعتماد على استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسب في تحليل ودراسة العلاقات بين هذه المتغيرات، وتحديد الأهمية النسبية للعوامل المؤثرة على معدل الصرف الحقيقي في مصر. ويمثل دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في العلوم الاقتصادية والمالية أحد مظاهر الاقتصاد المعرفي والتي تتميز بتقديم أساليب إحصائية وقياسية تحقق نتائج أكثر كفاءة ودقة بالمقارنة من النماذج الإحصائية التقليدية.

وقد بلغت دقة الشبكة العصبية (96,3%) من خلال تقدير متوسط النسبة المئوية للخطأ بين القيم المقدرة والفعلية (3,7%) كما توصلت إلى تحديد الأهمية النسبية لكل من الحساب الجاري، نسبة الودائع بالدولار إلى إجمالي الودائع، ومعدل نمو

* استاذ الاقتصاد ـ كلية التجارة وإدارة الأعمال ـ جامعة حلوان
* استاذ الاقتصاد ـ كلية التجارة وإدارة الأعمال ـ جامعة حلوان
* مدرس مساعد بالمعهد العالي للعلوم الإدارية والتجارة الخارجية ـ التجمع الخامس

الناتج المحلى الإجمالي، وعدد أشهر تغطية الاحتياطيات الدولية للواردات بالإضافة إلى معدل التضخم في التأثير على معدل الصرف الحقيقي في مصر خلال فترة الدراسة في مصر

**الكلمات الافتتاحية:** معدل الصرف الحقيقي، الشبكات العصبية، الذكاء الاصطناعي.

# Determinants of Effective Real Exchange Rate in Egypt by Using Neural Networks

## Abstract

The aim of this paper is to identifying the determinants of the real exchange rate in Egypt during the period (2003-2020 till Q3), by explore economic studies of determinants of exchange rates, and applied studies in Egypt, this study relying on artificial neural networks.

The accuracy of the neural network reached (96.3%) by estimating the average percentage error between the estimated and actual values (3.7%), the study concludes the relative importance as follow: current account, the dollarization rate to total deposits, the growth rate of the gross domestic product, the number of months of international reserves coverage of imports in addition to the rate of inflation in the effect on the real exchange rate in Egypt during the study period in Egypt.

**Keywords**: exchange rate, artificial neural network, artificial intelligence

## 1. المقدمة

يعد معدل الصرف أحد المتغيرات الاقتصادية الهامة، والتي تعكس الأداء الاقتصادي للدولة، كما تنعكس هذه التقلبات في أسعار الصرف على المتغيرات الاقتصادية داخل الدول وخاصة في الدول النامية، والتي غالبا ما تعاني من عجز الموازنة العامة، وميزان المدفوعات بالإضافة إلى ضعف هياكلها الإنتاجية وانخفاض مرونتها، مما يجعلها في حاجة إلى مصادر للعملات الأجنبية لمعالجة الطلب المتزايد من العملات نتيجة التغييرات المفاجئة لمعدل الصرف.

وقد شهد معدل الصرف في مصر العديد من التطورات خلال الفترة (2003 – 2020)، حيث أعلن البنك المركزى المصري في 2003 التحول من نظام الصرف الثابتة إلى نظام الصرف المرن، وقد جاء هذا التحول كنتيجة للضغوط المستمرة على معدل الصرف، واتساع الفجوة بين معدل الصرف الرسمي ومعدل الصرف الحقيقي، مما أدى الى زيادة معدلات الدولرة، واتساع السوق السوداء للصرف الأجنبي.

وتسعى هذه الدراسة إلى استخدام الشبكات العصبية في دراسة وتحليل محددات معدل الصرف الحقيقي في مصر خلال الفترة ( 2003– وحتى الربع الثالث من عام2020)، وتقوم الفكرة الأساسية للشبكات العصبيَّة على محاكاة الجهاز العصبي والشبكات العصبية في المخ البشري من خلال التطبيقات الحاسوبية، وقد نجح هذا الأسلوب في تحقيق نتائج أكثر دقة من الطرق الاحصائية التقليدية خاصة في معالجة البيانات الغير خطية واستنباط العلاقات بين المتغيرات البينية ، وهو ما أدي الى اتساع مجالات تطبيقية لتشمل الطب والهندسة والاقتصاد والإدارة والتسويق.

## 2. مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في صعوبة التحديد الدقيق لأبرز المتغيرات الاقتصادية المؤثرة على معدل الصرف الحقيقي، أذا اعتمدت أغلب الدراسات حول محددات سعر الصرف على استخدام الأساليب القياسية التقليدية والتي تعتمد على دراسة وتحليل العلاقات الخطية بين المتغيرات الاقتصادية، في حين أن هذه المتغيرات تتطلب استخدام وتحليل العلاقات غير الخطية لتحليل وتفسير العلاقات البينية بين المتغيرات المختلفة، وتحديد مدى مساهمة كل متغير في سلوك معدل الصرف الحقيقي والتأثير علية. وهو ما يميز أسلوب الشبكات العصبية التي تقوم بدراسة العلاقات الخطية والغير خطية.

## 3. أهداف الدراسة

هدفت الدراسة إلى تحليل ودراسة تأثير المتغيرات الاقتصادية الكلية على معدل الصرف الأجنبي الحقيقي الفعال من خلال استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية والتي تمثل أحد تقنيات الذكاء الاصطناعي، والتي تتسم بقدرتها على معالجة العلاقات غير خطية بين المتغيرات الاقتصادية، كما تتغلب على النماذج الإحصائية التقليدية وتقدم نتائج أكثر دقة.

ويُسهم تحديد الأهمية النسبية للمتغيرات الاقتصادية المؤثرة على معدل الصرف الحقيقي في توفير أطار من السياسات الاقتصادية التي يمكن استخدامها لتحقيق استقرار معدل الصرف.

## 4. أهمية الدراسة

يعد التقدير الدقيق لسعر الصرف الحقيقي التوازني ومحدداته بمثابة حجر الزاوية لأي دولة تتبنى إدارة سياسة اقتصادية تتطلع نحو التنمية الاقتصادية والنمو والانفتاح على العالم ودعم القدرات التنافسية، إذا يؤدي عدم توافق القيمة الاسمية لسعر الصرف الرسمي ومستواه التوازني إلى ضعف الأداء الاقتصادي للدولة. وحيث أن التقلبات التي تحدث في معدل الصرف الاسمي لا تعبر بشكل كامل عن مدي التغير في القدرة التنافسية للبلد، فإذا حدث انخفاض في القيمة الاسمية للعملة بمعدل أقل من نسبة ارتفاع مستوى الأسعار قياساً إلى الوضع خارجياً، فان القدرة التنافسية للدولة المعنية قد تميل إلى الانخفاض بالرغم من حدوث انخفاض في سعر الصرف الاسمي، لهذا يعتبر مفهوم سعر الصرف الحقيقي أكثر أهمية ودلالة للتعبير عن التقلبات التي تحدث في سوق الصرف الأجنبي.

## 5. فرضيات الدراسة

**لتحقيق أهداف الدراسة يتم اختبار الفرضيات التالية:**

أ- يُسهم استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية في زيادة دقة النموذج القياسي للعلاقة بين المتغيرات الاقتصادية الكلية (الناتج المحلى الإجمالي – سعر الفائدة – صافي الاحتياطيات الدولية – الاستثمار الأجنبي المباشر – الميزان التجاري – نسبة الصادرات السلعية /الواردات السلعية – نسبة الحصيلة الجارية / المدفوعات الجارية – العجز الكلى في الموازنة العامة – السيولة المحلية – الدين الخارجي – الدين المحلى- معدل التضخم- معدلات الودائع الدولارية) ومعدل الصرف الحقيقي الفعال.

ب-يُسهم استخدام أسلوب الشبكات العصبية في تحديد الأهمية النسبية لمتغيرات الدراسة في التأثير على معدل الصرف الحقيقي الفعال.

## 6. منهجية الدراسة

تعتمد الدراسة على المنهج الاستقرائي والمنهج الاستنباطي، حيث تعتمد الدراسة على المنهج الاستقرائي لتوصيف العلاقات الاقتصادية، وبناء الإطار النظري لمحددات معدل الصرف وإيضاح كيفية انتقال الأثر بين المتغيرات الاقتصادية، وكذلك تعتمد الدراسة على المنهج الاستنباطي لتحديد الأهمية النسبية للعوامل المؤثرة على معدل الصرف الحقيقي، وذلك الاعتماد على أسلوب الشبكات العصبية التي تتميز بدراسة وتحليل العلاقات غير الخطية بين المتغيرات.

## 7. مفهوم معدل الصرف

يشير معدل الصرف الأجنبي أو كما هو معروف بسعر الصرف الأجنبي إلى عدد الوحدات النقدية التي يمكن دفعها مقابل الحصول على وحدة واحدة من عملة اخري. وقد يشير هذا المعدل إلى عدد الوحدات النقدية من العملة المحلية اللازمة للحصول على وحدة واحدة من العملة الأجنبية، وهذا ما تسير علية أغلب الدول وتعرف بالتسعير الغير مباشر. بينما تقوم بعض الدول باستخدام الطريقة المباشرة حيث يشير معدل الصرف إلى عدد الوحدات من العملة الأجنبية لمقابلة وحدة واحدة من العملة الوطنية.

## 8. أنواع سعر الصرف

### 1/8 سعر الصرف الاسمي Nominal Exchange Rate (NER)

يمكن التمييز بين نوعين من سعر الصرف الاسمي أحدهما سعر الصرف الرسمي" وهو السعر الذي تحدده وتعلنه السلطات النقدية وفق ما يتناسب مع

الظروف والسياسات الاقتصادية من خلال القوانين والتشريعات المختلفة فى ظل نظام الصرف الثابت أو من خلال تفاعل قوي العرض والطلب من ظل نظم الصرف المرنة. والثاني سعر الصرف الموازي المتداول في الأسواق الموازية، ويتحدد في سوق لا يخضع لاي قوانين، ويعتمد على قوي العرض والطلب.

### 2/8 معدل الصرف الحقيقي Real Exchange Rate

يعرف معدل الصرف الحقيقي بأنه المعدل الذي يعكس القوة الشرائية للعملة [1]. فيعبر عن عدد السلع المحلية اللازمة لشراء وحدة واحدة من السلع الأجنبية، وبطريقة أخري يعبر عن عدد الوحدات النقدية اللازمة لشراء وحدة من السلع الأجنبية تعادل قيمتها وحدة واحدة من العملة الأجنبية. ووفقاً لهذا النوع من سعر الصرف، يتم تعديل سعر الصرف الأسمى بحسب الأسعار النسبية بين الدولتين محل التبادل التجاري، وبالتالي فإن سعر الصرف الحقيقي يمثل سعر صرف اسمي معدلاً بمعدلات التضخم، ويؤدي سعر الصرف بهذا الشكل إلى تحقيق تعادل القوة الشرائية بين العملتين.

وعلى ذلك فإن سعر الصرف الحقيقي للعملة الأجنبية له علاقة طردية مع مؤشر الأسعار للسلع والخدمات الأجنبية وأيضا سعر الصرف الاسمي، بينما توجد علاقة عكسية بين سعر الصرف الحقيقي للعملة الأجنبية مع مؤشر الأسعار المحلية. والتى تتضح من المعادلة التالية[2]:

1 تامر عبد العزيز منصور أبو الخير (2018): **"سياسات معدل الصرف وأثرها على الميزة التنافسية للاقتصاد المصري"**، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان، ص 26-29

2 سلام حسين الفرج مهيدات، (2013): **"أثر سعر الصرف الحقيقي للدينار الأردني مقابل الدولار الأمريكي على النمو الاقتصادي في الأردن1994-2012"** رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة اليرموك، الأردن، ص 26-29

$$RER = \mathrm{E}\frac{P_f}{P_d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث:

RER: معدل الصرف الحقيقي

E: معدل الصرف الاسمي (عدد وحدات العملة المحلية المقابل لوحدة واحدة من العملة الأجنبية)

Pd: مؤشر الأسعار المحلية

pF: مؤشر الأسعار الأجنبية

وجدير بالذكر أن الصيغة السابقة لمعدل الصرف الحقيقى تستخدم في حالة استخدام معدل الصرف بالطريقة غير المباشرة (والتي تشير إى عدد الوحدات من العملة المحلية لشراء وحدة واحدة من العملة الأجنبية). أما في حالة استخدام الصيغة المباشرة لمعدل الصرف (وحدات من العملة الأجنبية مقابل وحدة واحدة من العملة المحلية) فإن معدل الصرف الحقيقي يتم حسابة وفقا للصيغة التالية:

$$RER = \mathrm{E}\frac{P_d}{P_{df}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث:

RER: معدل الصرف الحقيقي

E: معدل الصرف الاسمي (عدد وحدات العملة الأجنبية المقابل لوحدة واحدة من العملة المحلية)

Pd: مؤشر الأسعار المحلية

pF: مؤشر الأسعار الأجنبية

### 3/8 سعر الصرف الحقيقي الفعال Effective Real Exchange Rate

وهو عبارة عن متوسط مرجح لأسعار الصرف الحقيقية بين عملة الدولة وعملات أهم شركائها التجاريين من الدول الأخرى. وتستخدم نسب التبادل التجاري بين هذه الدول كأوزان لهذا الترجيح. [1] ويعكس التغير في معدل الصرف الحقيقي الفعال مدى التحسن أو التدهور في قيمة العملة المحلية بالنسبة لسلة من العملات الأخرى، وخاصة عملات اهم الشركاء التجاريين.

### 4/8 سعر الصرف التوازني Equilibrium Exchange Rate

ويشير إلى ذلك السعر الذي يتحقق عندما تتعادل الكميات المطلوبة مع الكميات المعروضة من عملة دولة ما، بغض النظر عن أثر المضاربة وحركات رؤوس الأموال غير العادية. وبالتالي فهو السعر الذي يسود في ظل بيئة اقتصادية مستقرة ويكون متوازنا مع ميزان المدفوعات، ويعتمد بصفة أساسية على المتغيرات النقدية مثل معدل نمو الدخل القومي، معدل التغير النسبي في المعروض النقدي، سعر الفائدة، اتجاه الطلب على النقود [2]

ويمكن تعريفة بطريقة أخري بأنه السعر المتسق مع التوازن الاقتصادي الكلي، بحيث يحصل توازن مستديم لميزان المدفوعات عندما يكون الاقتصاد ينمو بمعدل

1 فادية محمد عبد السلام، حجازى الجزار، محمود عبد الحي صلاح وآخرون (2018): "سعر الصرف وعلاقته بالاستثمارات الأجنبية فى مصر"، **سلسلة قضايا التخطيط والتنمية، معهد التخطيط القومى**، عدد 312، ص 17.

2 عبد المطلب عبد الحميد (2016): **"اقتصاديات سعر الصرف وتخفيض وتعويم العملة وحرب العملات"** مرجع سبق ذكره، ص 27-29

طبيعي، بحيث يسود سعر صرف توازني عندما يكون هناك توازن داخلي( في الاقتصاد المحلي) وتوازن خارجي (في المعاملات الخارجية) في إن واحد.[1]

وتنقسم الأدبيات الاقتصادية المتعلقة بسعر الصرف إلى تيارين للتحليل، حيث يرتكز التحليل الأول علي الأساسيات–المتغيرات الاقتصادية الكلية– مثل (ميزان المدفوعات، تعادل القوة الشرائية، تعادل معدلات الفائدة .... الخ)، أما التيار الثاني من التحليل فيركز على النماذج الإحصائية للسلاسل الزمنية مثل (VAR، GARCH، ARCH، ARIMA.. الخ)

وقد ظهرت طرق أخرى حديثة في لدراسة محددات معدل الصرف كالشبكات العصبية الاصطناعية والبرمجة الجينية وطرق تعدين البيانات وغيرها. والتي حققت نتائج أكثر دقة من النماذج التقليدية، نتيجة قدرتها على معالجة العلاقات غير الخطية بين المتغيرات الاقتصادية.

وبالرغم من ظهور بعض الدراسات التي تؤكد عدم قدرة النماذج الاقتصادية على التنبؤ بتحركات أسعار الصرف سواء في الأجل القصير أو الأجل الطويل، وأن أسعار الصرف تتبع نموذج "الحركة العشوائية (Random Walk) والتي تفترض أن المعلومات التاريخية التي جرت في الماضي (سواء في الأيام أو الأشهر أو الأعوام) لا تؤثر في السعر الحالي، ولا يمكن الاستفادة منها للتنبؤ بالتغييرات المستقبلية في الأسعار.[2]

1 طارق الدويري (2012) **" أثر التحرر التجاري على سعر الصرف الحقيقي للدينار الأردني مقابل الدولار الأمريكي "** رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الاقتصاد، جامعة اليرموك، اربد، الأردن.

2 Meese, R. A., & Rogoff, K. (1983). Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample**?** ***Journal of international economics***, *14*(1-2), 3-24.

وعلى النقيض من ذلك أوضحت العديد من الدراسات قدرة النماذج الاقتصادية الكلية على التنبؤ بمعدل الصرف خاصة في الأجل المتوسط (3–4) سنوات والطويل وليس في الأجل القصير.[1] وفيما يلي عرض لأهم هذه النماذج.

### 9. النماذج القياسية لمحددات معدل الصرف الحقيقي

قام Edwards (1989) بتقدير سعر الصرف الحقيقي التوازني لمجموعة من الدول النامية، وفقا لنموذج يجسد أبرز سمات الاقتصاد الكلي للاقتصاديات النامية بما في ذلك وجود ضوابط الصرف ووجود حواجز تجارية[2]. بحيث يعد نموذج Edwards نموذجا عاما للتوازن لاقتصاد صغير مفتوح يمكن فيه تداول السلع القابلة للإتجار والسلع الغير قابلة للإتجار. وبحسب نموذج Edwards تختلف العوامل المؤثرة على معدل الصرف الحقيقي بحسب الفترة الزمنية، ففي المدى القصير تعتبر كل من العوامل الأساسية الإسمية والحقيقية محددات هامة، أما في المدى الطويل فتعد العوامل الأساسية الحقيقية هي من تحدد سعر الصرف الحقيقي[3].

ووفقاً لنموذج Edwards 1989 فإن القيمة التوزانيه لمعدل الصرف الحقيقي في المدى الطويل، تتمثل في المتغيرات الحقيقة التالية (تدفقات رؤوس الأموال، وحساب رأس المال الرسمي والموازى، النفقات الحكومية $g_n$، الرسوم $t$ ، أسعار السلع غير القابلة للإتجار المستوردة بالعملات الأجنبية) على المدى القصير، المتغيرات النقدية مثل الائتمان المحلى يخص كذلك سعر الصرف الحقيقي التوازني.

1 Mark, N. C., & Choi, D. Y. (1997). Real exchange-rate prediction over long horizons. ***Journal of International Economics***, *43*(1-2), 29-60.
2 Stein, J. L., & Allen, P. R. (1997). Fundamental determinants of exchange rates. **Oxford University Press.**
3 Ibid, P 95

قام Elbadawi بتطوير نموذج Edwards لتقدير سعر الصرف الحقيقي التوازني في المدى الطويل لعدد من البلدان (الشيلي، غانا، الهند)، ويعرف النموذج سعر الصرف الحقيقي التوازني بدالة تابعة لمتغيرات حقيقية "عوامل أساسية" إضافة إلى التغيرات المتوقعة لهذه العوامل، عكس النماذج النظرية التي تحدده اعتماداً على متغيرات ثابتة فقط التي تتطلب مجموعة أصغر من المتغيرات الأساسية المتمثل في؛ شروط التبادل التجاري، الانفتاح التجاري، صافي تدفقات رأسمال كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، الاستهلاك الحكومي كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي ومعدل نمو الصادرات.[1]

قدم نموذج سعر الصرف التوازني الأساسي طريقة لحساب سعر صرف حقيقي يتفق مع توازن الاقتصاد الكلي على المدى المتوسط" وتم صياغة هذا النموذج عام 1992 على يد Wren–Lewis.

أما Williamson (1994) فيعرف سعر الصرف التوازني الأساسي (FEER) بأنه" سعر الصرف المتسق مع الاقتصاد الكلي وبما يعني تحقيق التوازن الداخلي والخارجي في آن واحد"[2]. ويعني بالتوازن الداخلي قبول معدل الأجور المحددة تاريخيا وتحقيق مستوى عالي من الطلب الفعال كالحفاظ على أعلى مستوى من النشاط بما يتفق مع السيطرة على التضخم، والذي يشار له بمعدل البطالة الطبيعي غير التضخم (NAIRU) .

1 John Williamson (1994): "*Estimating Equilibrium Exchange Rate"*, **The Institute for International Economics**, USA, p. 135.

2 Torkil Bårdsgjerde (2011): **Estimating Fundamental Equilibrium Exchange Rates: How Related Are These Rates to The Actual Exchange Rate Changes During the Last Decade?** Master's Thesis, Unpublished, University of Bergen, Norvège, P 03

أما التوازن الخارجي فيقصد به ضرورة استدامة الحساب الجاري مع حساب رأسمال يتمثل جوهر مقاربة توازن الاقتصاد الكلي في أن مجموع الحساب الجاري (CA) مع حساب رأسمال (KA) معدوم. أو يكون تمويل عجز الحساب الجاري بتدفقات رأس مالية قابلة للاستمرار، ما يعنى استمرارية القدرة على تحمل الدين في الأجل المتوسط (4 إلى 6 سنوات).[1]

ويتحقق التوازن الخارجي من خلال افتراض تعادل رصيد الحساب الجاري، برصيد الحساب الرأسمالي. ويتكون الحساب الجاري من مجموع كل من رصيد الحساب التجاري، وصافي عوائد الأصول الأجنبية، ويعتمد الميزان التجاري على مستوى التوظف في الاقتصاد المحلي والاجنبي، ومعدل الصرف الحقيقي الفعال. ورصيد صافي الأصول الأجنبية يتأثر بحركة معدل الصرف، وبإجمالي الديون الخارجية التي يجب تمويلها، ووفقاً لهذه الشروط يجب تخفيض قيمة العملة لتحسين وضع الميزان التجاري وتحسين وضع صافي الأصول الأجنبية.

وفي أغلب الدراسات التطبيقية لنموذج FEER يفترض أن رصيد الحساب الرأسمالى (KA) متغير خارجى، ويستبعد التدفقات الرأسمالية للمضاربة وبالتالي يتم استنتاج معادلة معادلة الصرف التوازني الأساسي بحساب مرونة الحساب الجاري للناتج المحلي الإجمالي للدولة الوطنية، والناتج المحلى الأجنبي للدولة الأجنبية، ومعدل الصرف الأجنبي[2].

1 عبد الحميد مرغيث (2019)، مرجع سبق ذكره، ص 97

[2] Siregar, R. (2011). The concepts of equilibrium exchange rate: a survey of literature, P12

توصلا كلارك وماكدونالد سنة 2000 إلى نموذج سعر الصرف التوازني الدائم PEER، يوضح النموذج أنه يمكن التوصل إلى سعر الصرف التوازني الدائم بتقسيم سعر الصرف الحقيقي، إلى مكونيين، مكون دائم، ومكون مؤقت:

ويتم اعتماد المكون الدائم " كمقياس للتوازن"[1]، ونموذج سعر الصرف التوازني السلوكى BEER أساس نموذج سعر الصرف التوازن الدائم PEER ، لأن النموذج تم توسيعه انطلاقا من افتراض النموذج السابق أي أن سعر الصرف التوازني يعتمد على العوامل الاقتصادية الأساسية، ومن إمكانية انحراف سعر الصرف وبشكل كبير عن المستويات الجارية للعوامل الاقتصادية الأساسية في المدي الطويل، أي أن نموذج PEER يسمح بتقدير مستوى سعر الصرف التوازني اعتماداً على العوامل الاقتصادية الأساسية في المدى الطويل، حيث يعرف الانحراف الكلي بالفرق بين سعر الصرف الحقيقي الجاري و PEER الحقيقي.[2]

واعتمد الباحثان على نموذج متجه تصحيح الخطأ لتقدير قيمة PEER ومجموعة من المتغيرات، وهي نفس المتغيرات المعتمد عليها في نموذج BEER، والتي تمثل معدل التبادلات التجارية، القيمة الصافية للأصول الأجنبية، نسبة أسعار السلع غير القابلة للاتجار لأسعار السلع القابلة للاتجار، فروق أسعار الفائدة المحلية والأجنبية على التوالي.

1 Ronald Macdonald and all, (2005)"Equilibrium Exchange Rate in Transition Economies: Taking Stock of The Issues", ***Erreichische National Bank***, Working Paper, WP. 106, p.25.

2 Reza Y. Sigar, (2011):"The Concepts of Equilibrium Exchange Rate: A Survey of Literature", ***The South East Central Banks***, **Staff Paper**, N 81 Malaysia, p20.

**وعلى جانب الدراسات الخاصة بمعدل الصرف في مصر فقد تعددت الدراسة حول محددات معدل الصرف الحقيقي في الاقتصاد المصري ويعرض هذا أبرز نتائج هذه الدراسات كما يلي:**

تناولت دراسة نجلاء محمد بكر (2014) أهم المتغيرات التي تؤثر على سعر الصرف في مصر بدءا من (1991/1990 – 2013/2012) والتي تشمل: عجز الموازنة العامه، الائتمان المحلى، إجمالي الاستثمار (الاستثمار المحلى والأجنبى)، الإنفاق الحكومي، الميزان التجاري، مستويات الأسعار معبرا عنها بنسب التضخم. وتوصلت الدراسة إلى أن أكثر المتغيرات تأثيرا في تحديد سعر الصرف للجنيه المصري هو العجز في الميزان التجاري (71%) فارتفاع العجز التجاري يصاحبه انخفاض في قيمة الجنيه المصري. بما يعنى إن زيادة العجز في الميزان التجاري بنسبه 100 % يعمل على خفض الجنيه بنسبه 71%. يأتي ارتفاع الأسعار معبرا عنه بمعدل التضخم في المرتبة الثانية من حيث التأثير على سعر الصرف بنسبة (44%) مما يعنى إن ارتفاع الأسعار بنسبه 100% تساهم في خفض قيمة الجنيه بنسبه 44%. المتغير الثالث هو الائتمان المحلى 32% يشير الى زيادة الائتمان المحلى بنسبة 100 % تساهم في خفض قيمة الجنيه بنسبه 32%. هكذا يتضح إن اهم ثلاث متغيرات تساهم في تحديد سياسة سعر الصرف في مصر على الترتيب هي: عجز الميزان التجاري، يليه التضخم، ثم القروض المحلية. إما عجز الموازنة وحجم الاستثمارات والإنفاق الحكومي فتأثيرها محدود بالنسبة لسعر الصرف في مصر.

بينما توصلت **دراسة أيمن محمد إبراهيم هندى (2004)** من خلال تفسير وتحليل أزمة العملة في مصر أوائل عام 2001، وقد شملت الدراسة على تحليل 12 متغير خلال الفترة من 1980– 2002 هي (معدل الصرف الحقيقي الفعال، الإنفاق

الحكومي الاستهلاكي، الصادرات، الواردات، الناتج المحلي الإجمالي، التدفقات الرأسمالية، الأصول الأجنبية، تراكم رأس المال الثابت، عجز الميزان التجاري، السيولة المحلية) . وقد أوضحت نتائج القياس إن أكثر العوامل تأثيرا على قيمة الجنيه المصري هي عجز الموازنة العامة للدولة. ثم عجز الميزان التجاري، ثم نمو حجم الائتمان المحلى. وهذه الدراسة أوضحت أهمية تأثير عجز الموازنة على سعر الصرف المصري.

**قامت دراسة Rana Hosni** بتقدير سعر الصرف الفعلي الحقيقي التوازني للاقتصاد المصري خلال الفترة (1974-2012). كما عرضت الدراسة تطور سياسة سعر الصرف في مصر وأهم التطورات التي طرأت على سعر الصرف الفعلي الحقيقي خلال نفس الفترة. باستخدام نموذج الانحدار التلقائي VAR المحددة بالقيود طويلة المدى بهدف تقييم الأهمية النسبية للعرض الحقيقي والطلب والصدمات الاسمية لاضطرابات سعر الصرف الفعلي الحقيقي في مصر. وتأتي المساهمة الرئيسية في تقلبات سعر الصرف الفعلي الحقيقي، بنحو 80 في المائة، من صدمات الطلب الحقيقي والعرض. كما أظهرت الدراسة أن سعر الصرف الفعلي الحقيقي قد انحرف عن سعر التوازن الفعلي الحقيقي بدرجات مختلفة خلال فترة التقدير.

## 10. تطورات معدل الصرف في مصر

تعرض الاقتصاد المصري إلي عدة صدمات خارجية وأحداث داخلية أدت إلي الضغط علي سعر صرف في نهاية حقبة التسعينات من القرن الماضي تتمثل أهمها ما يلي:

- الانخفاض أسعار البترول ليصل سعر البرميل إلى 10 دولارات عام 1998

- تراجع عائدات السياحة نتيجة حادث الأقصر.
- الأزمة المالية الأسيوية، وما ترتب عنها من انخفاض التدفقات النقدية الأجنبية.

وقد قام البنك المركزي بالتدخل في سوق الصرف الأجنبي بائعاً للدولار مستخدماً ما لدية من احتياطيات دولية، وذلك للحد من انخفاض سعر صرف الجنيه، مما أدى إلي تآكل أرصدة الاحتياطي من النقد الأجنبي لتصل إلي 13,1 مليار دولار عام 2000، وبالرغم من ذلك استمر سعر الدولار في الارتفاع ليصل إلي 3,69 جنيهاً نهاية ذلك العام [1].

وفي يناير 2001، اتخذ البنك المركزي عدة إجراءات استهدفت الحد من فقدان المزيد من الاحتياطيات الدولية وتحقيق الاستقرار في سوق النقد الأجنبي، حيث حدد سعر صرف مركزي بلغ في البداية 3,85 جنيهاً للدولار، على أن تلتزم البنوك وشركات الصرافة بإعلان سعر صرف لا يتجاوز (1%) ارتفاعاً وانخفاضاً عن هذا السعر، ثم أجريت بعد ذلك عدة تخفيضات في سعر الصرف المركزي ليصل إلى 4,49 جنيهاً للدولار نهاية عام 2001، مع زيادة هامش التحرك إلي (3%) للبنوك وشركات الصرافة. [2]

وأدت أحداث الحادي عشر من سبتمبر عام 2001 ، إلى التأثر السلبي على أداء ميزان المدفوعات، حيث انخفضت إيرادات قطاع السياحة وارتفعت تكلفة الاستيراد والتصدير، وتضاءلت فرص قدوم رؤوس الأموال إلي المنطقة ، بالإضافة إلي قيام الحكومة بسداد الديون المستحقة عليها لنادي باريس ، والشريحة الأولي من السندات الدولارية المصرية ، مما أدي لتفاقم أزمة النقد الأجنبي، وإزاء تلك

1 منال جابر مرسي محمد (2017): " تقييم فاعلية السياسة النقدية في تحقيق استقرار سعر الصرف في مصر خلال الفترة (1990 - 2017)، **المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة**، ص 515

2 احمد محمد عزت (2006) " **ربط سعر صرف الجنيه المصري بسلة للعملات وأثره علي أداء الصادرات: دراسة قياسية**", رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة.

الضغوط، اضطرت الحكومة إلي اتخاذ قرار تعويم الجنيه المصري في يناير 2003 ، حيث ألغي العمل بالسعر المركزي للدولار ، وترك للبنوك حرية تحديد أسعار الشراء والبيع للنقد الأجنبي في إطار السوق الحرة للصرف الأجنبي ، مما أدى إلي انخفاض سعر صرف الجنيه ليبلغ 6,153 جنيهاً للدولار في نهاية عام 2003 بمعدل انخفاض قدره ( 36,7 %) عن العام السابق.[1]

وقد حرص البنك المركزي في البداية على تدعيم سوق الصرف الأجنبي، بما يكفل استيعاب كافة المعاملات في السوق الرسمية، حيث قام في أواخر عام 2004 بإطلاق العمل بآلية الأنتربنك الدولاري. وقد سمح ذلك بإجراء عمليات بيع وشراء الجنيه المصري مقابل الدولار بين البنوك وبعضها، مما ساعد على توفير النقد الأجنبي في السوق المصرفي وقت الطلب عليه، والحد من حدوث اختناقات في سوق الصرف.

كما اتجه البنك المركزي عام 2005 إلى إتباع سياسة أكثر مرونة في التعامل مع شركات الصرافة. كما أعلن البنك المركزي المصري في 2 يونيو عام 2005 وضع سياسة اقتصادية لاستهداف التضخم، حيث وضع لذلك إطاراً جديداً للسياسة النقدية، وقد شهد الاقتصاد المصرى عوامل خارجية إيجابية خلال عامي 2006/ 2007 مثل معدلات التبادل التجاري المواتية وارتفاع الطلب الخارجي وزيادة تدفقات رؤوس الأموال الأجنبية. وكان لذلك أثر ملموس على معدل الصرف الحقيقي خلال نفس الفترة ليرتفع خلال الفترة (2005–2008) بنحو 11%.[2]

1 منال جابر مرسي محمد (2017) مرجع سبق ذكرة، ص 516 -517

2 AL-Mashat, R. (2002). "Monetary Policy in Egypt: A Retrospective, & Preparedness For Inflation Targeting", **ECES Working Paper** p.134.

وقد ساهمت هذه السياسة في تحقيق تحسن نسبي في سعر صرف الجنيه أمام الدولار، حيث انخفض سعر الدولار الأمريكي ليصل إلى 5,697 جنيهاً بنهاية عام 2007.

ومع ظهور الأزمة المالية العالمية في عام 2008 واتساع تداعياتها على الاقتصاد العالمى من خلال انخفاض حجم التبادل التجارى، وتدفقات رؤوس الأموال الأجنبية، وانخفاض سعر البترول، مع تزايد عجز الميزان التجاري ليصل إلى 23,4 مليار دولار. مما أدى إلى انخفاض سعر صرف الجنيه أمام الدولار حتى نهاية العام 2010 ليصل إلى نحو 5,82 جنيهات. وقد وصل الأمر إلى عدم قدرة الصادرات السلعية على تغطية نصف الواردات، حيث بلغ الأول حوالي 6 مليار دولار مقابل 14 مليار دولار للواردات. وهو ما دفع إلى زيادة اتجاه تعاملات سوق الصرف الأجنبي وبنسبة تتراوح بين 60% إلى 70 % إلى السوق السوداء، بعد إن كانت في حدود 2% فقط قبل هذه التداعيات[1]

ومع بداية عام 2011 وثورة 25 يناير كان لذلك تداعيات سلبية على الاقتصاد المصري، حيث حدث انخفاض كبير في الاحتياطي النقد الأجنبي، حيث فقدت مصر 21 مليار دولار حتى ديسمبر 2012، وكانت مشكلة تراجع الاحتياطي النقدي الأجنبي من أهم التحديات التي تواجه البنك المركزي والتي انعكست على سعر الصرف، حيث انخفض قيمة الجنيه أمام الدولار.

وفي إطار العمل على القضاء على السوق الموازية والحد من المضاربات على الدولار، صدرت عدة قرارات تستهدف تصحيح أوضاع سوق الصرف، وتحقيق

1 نجلاء محمد إبراهيم بكر (2014): "محددات سعر الصرف في مصر خلال الفترة من 1991-2013" **المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة – مصر**، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة، ع1.

الاستقرار النقدى. وفي هذا الإطار تم إلغاء قرارات فبراير 2015 بشأن الحدود القصوى للإيداع والسحب النقدي بالعملات الأجنبية، كما قرر البنك المركزي في 14 مارس 2016 انتهاج سياسة أكثر مرونة لسعر الصرف تعكس آليات العرض والطلب بهدف التغلب على التشوهات في سوق الصرف الأجنبي، والتي أثرت على تداول النقد الأجنبي بالجهاز المصرفي.[1]

ومن خلال عرض الدراسات النظرية والقياسية لمعدل الصرف وخاصة في مصر، يمكن تحديد مجموعة من المتغيرات التي يسعى الباحث لدراسة مدي تأثيرها على معدل الصرف الحقيقى والتي يمكن أن يعتمد عليها في تكوين الشبكة العصبية كما يلي:

1- معدل الصرف الحقيقي للجنية مقابل الدولار (كمتغير تابع)
2- معدل نمو الناتج المحلى الإجمالي
3- سعر الفائدة على أذون الخزانة 91 يوم
4- عدد أشهر تغطية صافي الاحتياطيات الدولية للواردات
5- الاستثمارات الأجنبية المباشرة كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي
6- صافي الميزان التجاري كنسبة للناتج المحلى الإجمالي
7- نسبة إجمالي السيولة إلى الناتج المحلى الإجمالي
8- نسبة الودائع بالدولار إلى إجمالي الودائع
9- نسبة العجز الكلى للموازنة العامة إلى الناتج المحلى الإجمالي
10- نسبة الدين الخارجي الى الناتج المحلي الإجمالي
11- نسبة أجمالي الدين المحلى إلى الناتج المحلي الإجمالي

1 منال جابر مرسي محمد (2017): مرجع سبق ذكرة، ص 518

12- قيمة الصادرات السلعية إلى قيمة الواردات السلعية

13- معدل التضخم

## 11. الشبكات العصبية الاصطناعية

تمثل الشبكات العصبية الاصطناعية أحد تقنيات الذكاء الاصطناعي، والتي بدأت في الظهور كنتيجة لتطور الدراسة الخاصة بطبيعة عمل العقل البشري والخلايا العصبية، ومن ثم فإن الشبكات العصبية الاصطناعية هي عملية محاكاة باستخدام الحاسب الألى لطريقة عمل الشبكات العصبية الطبيعية في العقل البشري.

### 1/11 مفهوم الشبكات العصبية

وتتصف الشبكة العصبية بالمرونة والتكيف بما يلائم نوعية البيانات والعلاقات بينهم. ويمكن تحديد مفهوم الشبكات العصبية كما يلي:

**التعريف الأول**[1]ويُعرف الشبكة العصبية بأنها عبارة عن معالج موزع متوازي بشكل كبير يتكون من وحدات معالجة بسيطة لها ميل طبيعي لتخزين المعرفة التجريبية وجعلها متاحة للاستخدام. يشبه الدماغ من ناحيتين:

1. تكتسب الشبكة المعرفة من بيئتها من خلال عملية التعلم.
2. تُستخدم نقاط القوة في الاتصال الداخلي، والمعروفة باسم الأوزان الشبكية (synaptic weights)، لتخزين المعرفة المكتسبة.

**التعريف الثاني** ويُعرف الشبكات العصبية الاصطناعية بأنها "عبارة عن نظام شبكي يتكون وحدات إدخال ووحدات معالجة ووحدات إخراج تترابط جميعها مع بعضها البعض لتأخذ شكلا هيكليا محددا والوصلات بين هذه الوحدات تأخذ أو زان

1 Haykin, S. S. (2009). Neural networks and learning machines/Simon Haykin.

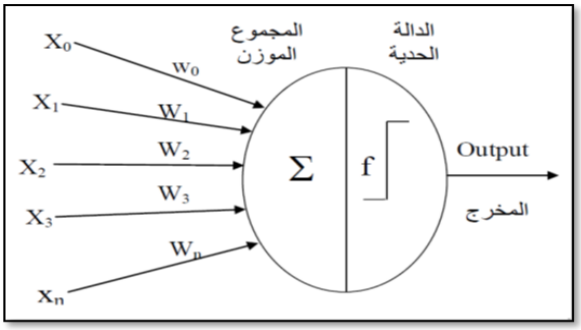
معينة يتم تعديلها حتى نصل بالدخل المطلوب للخرج المطلوب تماما أو لنسبة خطأ معينة مقبولة"[1].

## 2/11 مكونات الشبكة العصبية الاصطناعية

وبالمثل تتألف الشبكات العصبية الاصطناعية من عدد كبير من عناصر المعالجة البسيطة المسماة بالعصبونات أو الخلايا Cells أو العقد Nodes، حيث يرتبط كل عصبون منها مع العصبونات الأخرى بأداة ربط مباشرة وترفق كل أداة بوزن معين، وتمثل هذه الأوزان المعلومات التي تبدأ الشبكة في حل المشكلة الخاصة بها[2]. ويوضح الشكل التالي رقم (1) الشكل الرياضي للخلية العصبية الاصطناعية.

**شكل رقم (1)**

**الخلية العصبية الاصطناعية**




المصدر: محمد علي الشرقاوي (1996) " **الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية** "، مطابع المكتب المصري الحديث، القاهرة.

**حيث:**

- تشير ($X_1$، $X_2$، .. ، $X_N$) المدخلات إلى الخلايا العصبية.

1 عدنان أبي سن (2017):" **الشبكات العصبية ودورها في دقة التنبؤ بالمبيعات (حالة عملية شركة الفنار السعودية)"** الجامعة الافتراضية السورية، سوريا ص 16

2 ياسمين حافظ حسني يوسف (2012)" **استخدام الشبكات العصبية في قياس وتقرير المخاطر المصرفية في البنوك التجارية"**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان

- وتمثل $W_1$، $W_2$، ....، $W_N$ معلمات ذات قيمة حقيقية تسمى الأوزان
- F تسمى وظيفة التنشيط (the activation function)

وبشكل رياضي فان كل خلية عصبية تستقبل عدد من إشارات المدخلات Input Signals (X1, X2,.. Xn) والتي تماثل التفرعات العصبية Dendrites ثم يتم ضرب كل المدخلات في الأوزان (W1, W2,..., Wn) التي تعد الوسيلة الأساسية لذاكرة الشبكات العصبية الاصطناعية طويلة المدى وتعبر عن درجة أهمية المدخلات ، وحاصل الجمع summations يتم معالجته باستخدام دالة تحويل F(Y)Transfer function لنحصل منها على إشارات المخرجات[1]. **وتأخذ الصيغة الرياضية التالية:**

$$Y = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_nx_n = \sum_{i=1}^{i=n} w_ix_i \quad \ldots..(3)$$

**ويتم توضيح بنية وآلية عمل الشبكة العصبية كما يلي:** وتتألف البنية العامة للشبكات العصبية الاصطناعية من المكونات الأساسية التالية أو البعض منها على الأقل حيث توجد بعض الشبكات لا تحتوي على كل هذه العناصر:[2]

1- **طبقة المدخلات:** الطبقة التي يتم عبرها يتم تغذية الشبكة العصبية بالبيانات من الخارج وتستقبل البيانات بواسطة وحدات المعالجة (العصبونات)، وقد تتألف هذه الشبكة من وحدة معالجة واحدة أو أكثر حسب تركيبة الشبكة.

1 جمال أحمد الشوادفي، عبد الوهاب السيد حجاج (2013): "الذكاء الاصطناعي وتحليل السلاسل الزمنية" **المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة**، جامعة الأزهر، العدد العاشر.

2 أمينة دربال (2014):" **محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية: دراسة حالة مؤشر سوق دبي المالي"**، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر

2- **طبقة المخرجات:** تتكون هذه الطبقة من وحدات المعالجة التي عبرها يتم إخراج الناتج النهائي للشبكة وقد تحتوي هذه الطبقة على وحدة معالجة واحدة أو أكثر من وحدة وفقا للبنية المعمارية الشبكة. تستقبل وحدات المعالجة في طبقة المخرجات الإشارات القادمة اليها من طبقة الإدخال مباشرة أو من الطبقة الخفية وبعد إجراء المعالجات اللازمة، قد ترسل إشارة بالمخرجات النهائية أو تقوم بإعادة هذه المخرجات كمدخلات مرة أخرى للشبكة، وذلك عندما لا تتم المعالجة المطلوبة للبيانات.

**3- الطبقة الخفية:** تقع هذه الطبقة بين طبقة المدخلات وطبقة المخرجات، وتستقبل الطبقة الخفية الإشارات القادمة إليها من طبقة المدخلات عبر الوصلات البينية فتقوم بمعالجتها ومن ثم إرسالها عبر الوصلات إلى طبقة المخرجات.

4- **الوصلات البينية (الأوزان):** هي عبارة عن وصلات اتصال بين الطبقات المختلفة تقوم بربط الطبقات مع بعضها البعض أو الوحدات داخل كل طبقة عبر الأوزان التي تكون مصاحبة أو مرفقة مع كل وصلة بينية، ومهمة هذه الوصلات نقل الإشارات بين وحدات المعالجة أو الطبقات.

5- **وحدات المعالجة العصبونات:** وحدات المعالجة أو العصبونات هي الوحدات التي تقوم بعملية معالجة المعلومات في الشبكة العصبية وتتصل هذه الوحدات بطرق مختلفة بواسطة الوصلات البينية. **وتتألف وحدة المعالجة أو العصبون من المكونات الأساسية التالية:**

أ- **معاملات الأوزان:** يعتبر الوزن هو العنصر الرئيسي في الشبكات العصبية الاصطناعية فهي تمثل الروابط المختلفة التي يتم عبرها نقل البيانات من طبقة إلى أخرى ويعبر الوزن عن القوة النسبية أو الأهمية النسبية لكل مدخل إلى عنصر

المعالجة وتمثل الأوزان الوسيلة الأساسية لذاكرة الشبكة العصبية من خلال ضبط الأوزان ويرمز للوزن بين عنصري معالجة (i) و (j) بالرمز ($w_{ij}$)

**ب- دالة الجمع:** إن أول معالجة تقوم بها وحدة المعالجة في حساب مجمع المدخلات الموزونة القادمة إلى الوحدة باستخدام دالة الجمع، حيث تقوم هذه الدالة بحساب متوسط الأوزان لكل مدخلات وحدة المعالجة ويتم ذلك بضرب كل قيمة مدخلة في وزنها المصاحب ومن تم إيجاد المجموع لكل حواصل الضرب.

### 3/11 تدريب الشبكة العصبية

يعتبر اختيار الحجم المناسب للشبكة أحد أصعب المشكلات في تصميم الشبكات العصبية الاصطناعية، فبالإضافة إلى الاختيارات الكثيرة المتوفرة لدالة التنشيط لكل خلية، هناك إشكالية اختيار العدد المناسب للطبقات في الشبكة وعدد الخلايا في كل من هذه الطبقات، وكل هذه الاختيارات يجب أن تتم قبل البداية في التدريب وبدون شك فإن الاختيار غير الموفق لحجم الشبكة يؤدي إلى نتائج غير مقبولة. وتعتمد نتائج الشبكة العصبية على اختيار دالة التنشيط (التفعيل) والتي تساهم في تحديد قيم الأوزان، وبالتالي الأهمية النسبية لمتغيرات الدراسة، كما تعتمد على حجم المشاهدات المستخدمة لتدريب الشبكة والعينة المستخدمة لاختبار الشبكة، بينما توضح عينة التأكد validation من مدى كفاءة الشبكة العصبية.[1]

### 4/11 مؤشرات اختيار النموذج الأمثل

### 1/4/11 متوسط الخطأ المطلق (MAE)

[1] بن نور فريد، نايت مرزوق محمد العربي (2018): " استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي للتنبؤ باحتياطيات الصرف الأجنبي في الجزائر –نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية"، **مجلة اقتصاديات شمال اقتصاديات شمال إفريقيا**، المجلد 15 / العدد 02 السنة: 2020، ص *67*

يقيس متوسط الخطأ المطلق متوسط حجم الأخطاء في مجموعة من التنبؤات، دون مراعاة اتجاهها. متوسط الخطأ المطلق هو المتوسط على عينة الاختبار للاختلافات المطلقة بين نتائج النموذج التي تم التنبؤ بها والقيم الفعلية حيث يكون لجميع الفروق الفردية وزن متساوٍ.

ويتم حسابة من خلال المعادلة التالية:

$$MAE = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} |O_i - P_i| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

### 2/4/11 جذر متوسط مربع الخطأ RMSE(Root Mean Square Error)

ويمثل جذر متوسط مربع الخطأ أحد المؤشرات الأكثر استخداما من خلال دراسة الفروق بين القيم المتنبئ بها والقيم الفعلية للمتغيرات، وبالتالي تحديد مدى دقة النتائج ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_{obs,i} - X_{pred,i})^2}{n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

### 3/4/11 متوسط النسبة المئوية للخطأ (Mean Absolute Percentage Error)

متوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق (MAPE)، المعروف أيضًا باسم متوسط الانحراف النسبي المطلق، ويقيس حجم الخطأ من حيث النسبة المئوية بين القيم المتنبئ بها والقيم الفعلية.

$$RMSE = 100 \times \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} \left| \frac{obs_i - pred_i}{obs_i} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

## 12. استخدام الشبكات العصبية في دراسة محددات معدل الصرف الحقيقي في مصر

يتناول هذا الفصل استخدام الشبكات العصبية لتحليل السلاسل الزمنية للمتغيرات الاقتصادية الكلية، للتواصل إلى أفضل النماذج التي يمكن استخدامها لدراسة سلوك سعر الصرف، وتحديد الأهمية النسبية للمتغيرات الاقتصادية في تحديد معدل الصرف في مصر خلال فترة الدراسة والتي تمتد من عام 2003 وحتى عام 2020.

**1/12 متغيرات الدراسة**

تم الاعتماد على بيانات ربع سنوية لنحو 12 متغير مستقل، والتي تم تحديدها وفقاً للنظريات الاقتصادية، والدراسات القياسية لمحددات سعر الصرف. وقد تم تجميع هذه البيانات من خلال النشرات الشهرية للبنك المركزي المصري خلال الفترة 2003 -2020.

وتمثل عدد المشاهدات لكل متغير 72 مشاهدة ويتم تقسيمها إلى مجموعتين؛ مجموعة التدريب والتي تمثل نسبة 70% من حجم المشاهدات، وتهدف إلى تدريب وتجهيز النموذج، ومجموعة الاختبار للتحقق من مدى صلاحية الأوزان، وتحديد معامل الخطأ ما بين القيم المقدرة والقيم الفعلية، ومن ثم تحديد كفاءة الشبكة العصبية. ويوضح الجدول التالي رقم (1) متغيرات الدراسة

## جدول (1)

### متغيرات الدراسة

| م | متغيرات الدراسة | الرمز |
|---|---|---|
| 1 | معدل الصرف الحقيقي للجنية مقابل الدولار | Y |
| 2 | معدل نمو الناتج المحلى الإجمالي | X1 |
| 3 | سعر الفائدة على أذون الخزانة 91 يوم | X2 |
| 4 | عدد أشهر تغطية صافي الاحتياطيات الدولية للواردات | X3 |
| 5 | الاستثمارات الأجنبية المباشرة كنسبة للناتج المحلي الإجمالي | X4 |
| 6 | صافي الميزان التجاري كنسبة للناتج المحلى الإجمالي | X5 |
| 7 | نسبة إجمالي السيولة إلى الناتج المحلى الإجمالي | X6 |
| 8 | نسبة الودائع بالدولار إلى إجمالي الودائع | X7 |
| 9 | نسبة العجز الكلى للموازنة العامة إلى الناتج المحلى الإجمالي | X8 |
| 10 | نسبة الدين الخارجي الى الناتج المحلي الإجمالي | X9 |
| 11 | نسبة أجمالي الدين المحلى إلى الناتج المحلي الإجمالي | X10 |
| 12 | قيمة الصادرات السلعية إلى قيمة الواردات السلعية | X11 |
| 13 | معدل التضخم وفقاً لأسعار المستهلكين | X12 |

وتم الحصول على بيانات السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة من خلال النشرة الشهرية التي يصدرها البنك المركزي المصري، بينما تم الحصول على بيانات معدل الصرف الحقيقي من خلال دراسة[1] Darvas بالاعتماد على منهجية صندوق النقد الدولي في إعداد وتقدير معدل الصرف الحقيقي الفعال.

1 Darvas, Z. (2012). Real effective exchange rates for 178 countries: a new database.

## 2/12 نتائج تدريب الشبكة العصبية

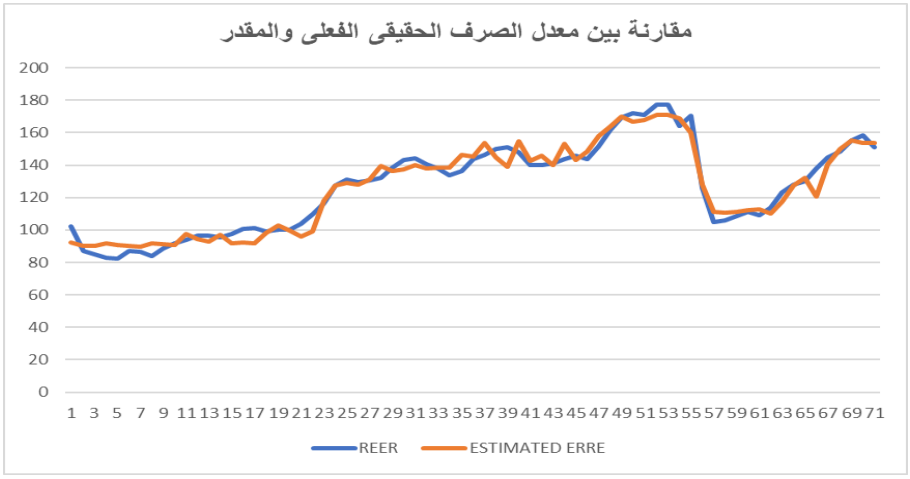
ويتضح من نتائج الشبكة العصبية والتي تتكون من ثلاث طبقات (طبقة المدخلات، وطبقة مخفية، وطبقة المخرجات) بحيث تتكون طبقة المدخلات من 13 خلية تتمثل في المتغيرات المستقلة بالإضافة إلى الخطأ العشوائي. وقد تم تقسيم المشاهدات إلى ثلاث فئات: فئة للتدريب (74,6%) لدراسة وفهم العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، وفئة الاختبار (12,7%) لتحديد مدى جودة الأوزان الناتجة من تدريب الشبكة العصبية. وفئة التأكد (12,7%) لضمان كفاءة الشبكة والنتائج المقدرة. كما يتضح من جدول رقم (1) بالملحق.

وقد تم استخدام دالة التنشيط Hyperbolic tangent، وتتضح هيكلية الشبكة العصبية من خلال الشكل رقم (5) بالملحق. ويتم تحديد مدى دقة الشبكة العصبية في دراسة محددات معدل الصرف الحقيقى، من خلال المؤشرات التالية:

- متوسط الخطأ المطلق (MAE): 4,494
- جذر متوسط مربع الخطأ (RMSE): 5,603
- متوسط النسبة المئوية للخطأ (MAPE): 3,7 %

وهو ما يشير إلى أن دقة الشبكة في تقدير معدل الصرف الحقيقى بنحو 96,3%، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل البيانى التالى رقم (2):

**شكل رقم (2)**

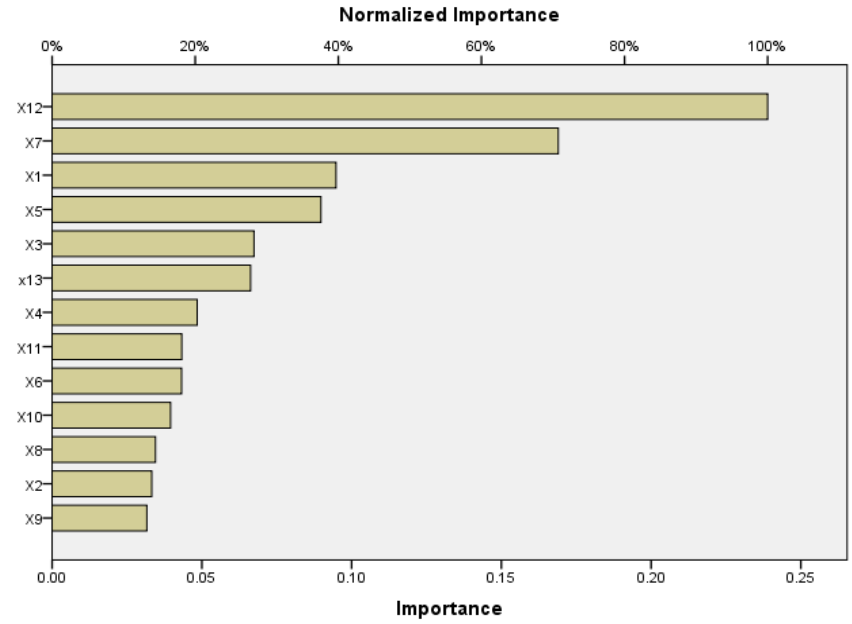



**المصدر**: إعداد الباحث من خلال برنامج Microsoft Excel (2019)

كما تشير نتائج الشبكة العصبية لمحددات معدل الصرف الحقيقى إلى أهم المتغيرات المؤثرة على معدل الصرف الحقيقى في مصر خلال الفترة 2003 حتى الربع الثالث من عام 2020 والتي تتضح من خلال جدول (4) بالملحق وأبرزها: ميزان المعاملات الجارية من خلال نسبة (الحصيلة الجارية / المدفوعات الجارية)، معدل الدولرة ، ومعدل نمو الناتج المحلى الحقيقى ، وصافي الميزان التجاري كنسبة من الناتج المحلى الإجمالي، وحجم صافي الاحتياطيات الدولية إلى الواردات، ومعدل التضخم. وتتضح من خلال الشكل رقم (4) كما يلى:

**شكل رقم (4)**

**الأهمية النسبية لمتغيرات الدراسة في التأثير على معدل الصرف الحقيقى**




## 13. النتائج والتوصيات

### 1/13 النتائج

أوضحت نتائج الشبكة العصبية أن معدل الصرف الحقيقي يمكن تقديره من خلال متغيرات النموذج بدقة 96%، وهو ما يشير إلى ارتفع درجة دقة وكفاءة الشبكة العصبية وهو ما يتفق مع الفرضية الأولى بأن استخدام أسلوب الشبكات العصبية يساهم في زيادة دقة النماذج القياسية لدراسة وتفسير العلاقة بين المتغيرات محل الدراسة. وقد أوضحت الدراسة اهمية كل من:

الحساب الجاري في التأثير على معدل الصرف الحقيقي وبلغت الأهمية النسبية نحو (0.239) ونسبة الودائع بالدولار إلى أجمالي الودائع (الدولرة) (0.169)،

بالإضافة إلى تأثير معدل نمو الناتج المحلى الإجمالي بنحو (0.095)، والميزان التجاري(0.090) ، والاحتياطيات الدولية كنسبة للواردات (0.067) وأيضا التضخم (0.066) كأبرز العوامل المحددة لاتجاهات معدل الصرف الحقيقي في مصر خلال الفترة 2003 –2020.

وقد اتفقت نتائج الدراسة مع دراسة نجلاء بكر (2014)، ودراسة أيمن هندى (2004) في أهمية الميزان التجاري كمحدد لمعدل الصرف الأجنبي مع اختلاف الأهمية النسبية لهذا التأثير.

## 2/13 التوصيات

**خلصت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات أهمها:**

1- السعي قدماً في سياسات تحفيز الاستثمارات الأجنبية المباشرة والشراكات الدولية لتعزيز المكاسب المحققة من الانفتاح والتجارة الدولية.

2- ضرورة زيادة معدلات الإنتاج المحلى ودعم معدلات النمو الاقتصادي، وإعادة النظر في سياسات إحلال الواردات خاصة في ظل القيود الدولية على السياسات التجارية.

3- تشجيع الصادرات من خلال توفير التسهيلات اللازمة لدعمها وكذلك توفير المواد الأولية والوسيطة التي تحتاجها، لتحقيق التوازن في الميزان التجاري. واعادة تجديد سياسات واستراتيجية إحلال الواردات.

4- زيادة الاحتياطيات الدولية من خلال تشجيع الادخار المحلى من قبل العاملين بالخارج بمعدلات فائدة أفضل من المتوفرة في البلدان التي يعملون بها، وتوفير وتيسير عملية الدفع والتحويل.

## 14- المراجع

**المراجع العربية**


1- أمينة دربال (2014):" **محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية: دراسة حالة مؤشر سوق دبي المالي**"، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر

2- بورحلي خالد (2019):" **محددات سعر الصرف التوازني للدينار الجزائري لتحقيق التوازنات الاقتصادية الكلية في الجزائر – دراسة قياسية للفترة 1980-2016**" رسالة دكتوراة، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح – ورقلة، ص 40-42.

3- تامر عبد العزيز منصور أبو الخير (2018): "**سياسات معدل الصرف وأثرها على الميزة التنافسية للاقتصاد المصري**"، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان، ص 26-29

4- جمال أحمد الشوادفي، عبد الوهاب السيد حجاج (2013): "الذكاء الاصطناعي وتحليل السلاسل الزمنية" **المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة، جامعة الأزهر**، العدد العاشر.

5- سلام حسين الفرج مهيدات، (2013): "**أثر سعر الصرف الحقيقي للدينار الأردني مقابل الدولار الأمريكي على النمو الاقتصادي في الأردن1994-2012**" رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة اليرموك، الأردن.

6- طارق الدويري (2012) " **أثر التحرر التجاري على سعر الصرف الحقيقي للدينار الأردني مقابل الدولار الأمريكي** " رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الاقتصاد، جامعة اليرموك، اربد، الأردن.

7- عبد المطلب عبد الحميد (2016) "**اقتصاديات سعر الصرف وتخفيض وتعويم العملة وحرب العملات**" الدار الجامعية، الطبعة الأولي، الإسكندرية، ص 29-

8- عدنان أبي سن (2017):" **الشبكات العصبية ودورها في دقة التنبؤ بالمبيعات (حالة عملية شركة الفنار السعودية)**" الجامعة الافتراضية السورية، سوريا.

9- على بن قدور (2013): "**دراسة قياسية لسعر الصرف الحقيقي التوازني في الجزائر (1970-2010)**"، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة تلمسان، الجزائر.

10- عيسى محمد الغزالي (2003)، **سياسات أسعار الصرف**، سلسلة تعنى بقضايا التنمية في الأقطار العربية، العدد الثالث والعشرون.

11- فادية محمد عبد السلام، حجازى الجزار، محمود عبد الحي صلاح وآخرون (2018): "سعر الصرف وعلاقته بالاستثمارات الأجنبية فى مصر"، **سلسلة قضايا التخطيط والتنمية، معهد التخطيط القومى**، عدد 312.

12- فوزي العتيبي، (2003), " **استخدام السلاسل الزمنية والشبكات العصبية في التنبؤ بالأرقام القياسية** ", رسالة ماجستير في الإحصاء التطبيقي، جامعة قناة السويس، مصر.

13- مروان جمعة درويش (2018):"فعالية التنبؤ بمؤشر بورصة فلسطين باستخدام نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية مقارنة بنموذج " **مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإدارية والاقتصادية**، المجلد الثالث، العدد 10

**المراجع الأجنبية**

1- Alomoom, S. K. (2010). "**The Determinants of the Real Exchange Rate and the Role of These Fundamental Factors in New Zealand's Economy"** (Doctoral dissertation, Eastern Mediterranean University .

2- Edwards, S. (1988). Real and monetary determinants of real exchange rate behavior: Theory and evidence from developing countries (No. w2721). **National Bureau of Economic Research**.

3- Haykin, S. S. (2009). Neural networks and learning machines/Simon Haykin.

4- Hosni, R. (2015**). An assessment of the real exchange rate misalignment in Egypt: A structural VAR approach**. *Applied Economics and Finance*, *2*(3), 37-50.

5- John Williamson (1994): "*Estimating Equilibrium Exchange Rate"*, **The Institute for International Economics**, USA.

6- Mark, N. C., & Choi, D. Y. (1997). Real exchange-rate prediction over long horizons**.** ***Journal of International Economics***, *43*(1-2), 29-60.

*7-* *McCulloch, Warren; Walter Pitts (1943). "**A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity**". Bulletin of Mathematical Biophysics. **5** (4): 115-133.*

8- Meese, R. A., & Rogoff, K. (1983). Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample? ***Journal of international economics***, *14*(1-2), 3-24.

9- Noureldin, D. (2018). **Much ado about the Egyptian pound: Exchange rate misalignment and the path towards equilibrium**. Review of Middle East Economics and Finance, 14(2).

*10-* Reza Y. Sigar, (2011):"The Concepts of Equilibrium Exchange Rate: A Survey of Literature", ***The South East Central Banks***, **Staff Paper**, N 81 Malaysia, p20.

11- Ronald Macdonald and all, (2005)"Equilibrium Exchange Rate in Transition Economies: Taking Stock of The Issues", ***Oest Erreichische National Bank***, Working Paper, WP. 106

12- Siregar, R. (2011). The concepts of equilibrium exchange rate: a survey of literature.

**13-** Stein, J. L., & Allen, P. R. (1997). Fundamental determinants of exchange rates. **Oxford University Press.**

14- Torkil Bårdsgjerde (2011): **Estimating Fundamental Equilibrium Exchange Rates: How Related Are These Rates to The Actual Exchange Rate Changes During the Last Decade?** Master's Thesis, Unpublished, University of Bergen, Norvège.

# الملاحق

## ملحق (1)

### توزيع المشاهدات الشبكة العصبية

**Case Processing Summary**

| | | N | Percent |
|---|---|---|---|
| Sample | Training | 53 | 74.6% |
| | Testing | 9 | 12.7% |
| | Holdout | 9 | 12.7% |
| Valid | | 71 | 100.0% |
| Excluded | | 0 | |
| Total | | 71 | |

## ملحق (2)

### ملخص نتائج الشبكة العصبية

| | | |
|---|---|---|
| Training | Sum of Squares Error | .856 |
| | Relative Error | .033 |
| | Stopping Rule Used | 1 consecutive step(s) with no decrease in error[a] |
| | Training Time | 0:00:00.02 |
| Testing | Sum of Squares Error | .348 |
| | Relative Error | .159 |
| Holdout | Relative Error | .101 |

Dependent Variable: Y

a. Error computations are based on the testing sample.

# ملحق (3)

## معلمات المتغيرات

| Predictor | | Predicted | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Hidden Layer 1 | | | Output Layer |
| | | H(1:1) | H(1:2) | H(1:3) | Y |
| Input Layer | (Bias) | .314 | −.562 | .345 | |
| | X1 | −.610 | .441 | −.136 | |
| | X2 | .135 | .305 | .482 | |
| | X3 | −.431 | .093 | .139 | |
| | X4 | .197 | .039 | .545 | |
| | X5 | .198 | .079 | −.104 | |
| | X6 | −.257 | −.215 | −.197 | |
| | X7 | −.409 | −.266 | .712 | |
| | X8 | −.045 | .445 | .294 | |
| | X9 | −.293 | .010 | −.112 | |
| | X10 | −.100 | −.180 | .065 | |
| | X11 | .134 | .088 | .464 | |
| | X12 | −.417 | −.715 | .534 | |
| | x13 | −.455 | .178 | −.043 | |
| Hidden Layer 1 | (Bias) | | | | .063 |
| | H(1:1) | | | | .730 |
| | H(1:2) | | | | .361 |
| | H(1:3) | | | | −.399 |

## ملحق (4)

## الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة على معدل الصرف الحقيقي

| | Importance | Normalized Importance |
|---|---|---|
| X1 | .095 | 39.7% |
| X2 | .033 | 13.9% |
| X3 | .067 | 28.2% |
| X4 | .048 | 20.3% |
| X5 | .090 | 37.6% |
| X6 | .043 | 18.1% |
| X7 | .169 | 70.7% |
| X8 | .035 | 14.4% |
| X9 | .032 | 13.2% |
| X10 | .040 | 16.6% |
| X11 | .043 | 18.1% |
| X12 | .239 | 100.0% |
| x13 | .066 | 27.7% |

# ملحق (5)

## هيكلية الشبكة العصبية