

**التنبؤ بالفجوة الغذائية لمحصولي القمح والرز
في العراق باستخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ANN
للمدة 2014-2022**

علي درب الحيايلى

حيدر حميد الكعبي

جامعة المثنى

المستخلص

يعد التنبؤ من أهم الأهداف في الدراسات الاقتصادية الكمية، إذ انه الأساس في عملية التخطيط ورسم السياسات الاقتصادية المستقبلية بشكل صحيح، وتعتمد عملية التخطيط على مدى دقة التنبؤات، وتستخدم طرائق عدة لتوليد التنبؤات الاقتصادية، ولعل من أهم تلك الطرائق وأحدثها طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية التي أظهرت دقة عالية تفوقت على باقي الطرائق في تجارب عدة، وقد تم تبني هذه الطريقة في هذه الدراسة للتنبؤ بالفجوة الغذائية للقمح والرز في العراق للمدة (2014-2022) ، وتم اختيار الأنموذجين (1-15-3) ، (10-2) (1 للقمح والرز على التوالي كونهما الأكثر ملائمة من بين عدة نماذج إذ أعطت اقل قيمة لمعيار الدقة التنبؤية RMSE والذي بلغ نحو 348 ، 35 لكل من انموذج القمح والرز على التوالي. وأظهرت القيم المتنبأ بها استمرار وجود الفجوة الغذائية للمحصولين الأمر الذي يتطلب وضع سياسة خاصة للقضاء على هذه الفجوة سواء بزيادة الإنتاج أو تعديل أنماط الاستهلاك فضلا عن توفير المبالغ اللازمة لسد العجز في هذين المحصولين عن طريق الاستيراد.

Abstract

The prediction is one of the most important goals in the economic quantitative studies ,as it basis in planning and drawing the future economic policies properly process ,and planning process depend upon the forecasting accuracy ,and there are several methods to generate the economic forecasts , and perhaps the most important of these methods and the most recent is artificial neural networks ,which showed high accuracy outperformed the rest of the methods in several experiments ,therefore adopted this method in this study to predict the food gap of wheat and rice in Iraq for the period (2014-2022) ,the two models were are chosen (3-15-1) and (2.10.1) of wheat and rice respectively, because they are most appropriate among several models and they given less value to the criterion of predictive accuracy RMSE , which stood at about (348) (35) respectively of wheat and rice. And the predicted values showed the continued existence of the food gap of two crops which requires the development of a policy to eliminate this gap ,whether to increase production or justify consumption patterns as well as providing the necessary funds to cover the deficit in these crops through imports.

* البحث مستل من أطروحة الدكتوراه للطالب الأول

المقدمة

إن التنبؤ بالفجوة الغذائية للمحاصيل الزراعية، ولاسيما الإستراتيجية منها، ذو أهمية بالغة لارتباطه بقوت السكان من ناحية وعلاقته الوثيقة بالأمن الغذائي من ناحية أخرى، فالتنبؤات الصحيحة لعجز الغذاء توصل إلى رسم السياسات الكفيلة بتقليل ذلك العجز محليا عن طريق زيادة الإنتاج أو خارجيا عن طريق الاستيراد، فضلا عن تأمين المصادر الأقل كلفة من الناحيتين السياسية والسعرية والمبالغ اللازمة لسد تلك الفجوة من ميزانية الدولة. لذا كان من الأهمية بمكان استخدام أفضل الطرائق في التنبؤ التي ستكون الأساس لرسم سياسة زراعية واقتصادية كفؤة لمواجهة ظروف المستقبل، ومن أهم تلك الطرائق هي الشبكات العصبية الاصطناعية **Artificial Neural Networks (ANN)**.

الأهمية

تأتي أهمية البحث من أهمية المحاصيل قيد الدراسة، كونها من أهم المحاصيل الإستراتيجية، التي يصفها المختصون بالأمن الغذائي بقولهم (إن رغيف الخبز و صحن الرز خط احمر للمستهلك العربي) وهي كذلك إذ لا تكاد تخلو منهما المائدة العربية بصورة عامة والعراقية بصورة خاصة، ويمكن توضيح أهمية هذين المحصولين من خلال أربع نقاط رئيسية هي :-

1. يعد المحصولان من المصادر الأساسية لتكوين الدخل المزرعي في العراق، إذ بلغت نسبة الدخل المتحقق من إنتاج محصول القمح نحو (19.4%) من متوسط الدخل المتحصل من إنتاج الحبوب للمدة (1975-1995) (الحاني،1999)، أما نسبة الدخل المتحقق من إنتاج محصول الرز فبلغت نحو 40% من الدخل المزرعي الإجمالي في المناطق المنتجة للرز (قصي والحيالي،2010).
2. يشكل المحصولان النسبة الأكبر من المساحة المزروعة على مستوى العراق إذ تبلغ نحو (43% , 26%) من الأرض الزراعية لكل من القمح والرز على التوالي، التي تمثل نحو (50% , 32%) من مساحة الحبوب للقمح والرز على التوالي، الأمر الذي ينعكس على إسهام المحصولين في تشغيل العمل الزراعي.
3. يشكل كل من القمح والرز جزءاً كبيراً من ميزانية المستهلك، إذ تبلغ نسبة حدود الميزانية المخصصة لهما نحو (35%) من إجمالي الإنفاق على السلّة الغذائية للمستهلك العراقي (صادق هادي،2007).
4. للمحصولين أثر كبير في الميزان التجاري من جهتين هما الاستيراد والدعم والمعونات، إذ بلغت قيمة متوسط الاستيراد السنوي لمحصول القمح للمدة (2005-2012) نحو 240.2 مليون دولار، ما يعادل 300 مليار دينار عراقي، وتشكل نسبة (49.6%) من القيمة الكلية لاستيراد الحبوب، اما قيمة متوسط الاستيراد السنوي لمحصول الرز للمدة نفسها فبلغ نحو (224.8) مليون دولار، ما يعادل (280) مليار دينار عراقي، أي أن إجمالي الاستيراد لكلا المحصولين يكلف الميزانية العراقية (581) مليار دينار عراقي، فضلا عن الدعم المقدم لمنتجي القمح والرز المتمثل بالأسعار المدعومة للإنتاج ومستلزماته والسلف النقدية التي لا يتم استيفائها في اغلب الأحيان، اما بسبب إطفائها أو لعدم وجود نظام حقيقي لاستيفائها.

لذا فان الدراسة تستكشف المسار الزمني لإنتاج هذين المحصولين واستهلاكهما والفجوة الغذائية لهما، ومن ثم إعطاء صورة لصانعي القرار باتخاذ الإجراءات اللازمة لتوفيرهما، هذا من ناحية ومن ناحية أخرى تكتسب الدراسة أهمية أخرى كونها تعد الأولى من نوعها على مستوى قسم الاقتصاد الزراعي في القطر التي تختص بالتنبؤ بالمتغيرات الاقتصادية في مجال الزراعة باستخدامها طرائق حديثة لم يستخدمها الباحثون في مجال الاقتصاد الزراعي العراقي سابقا كطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN).

فرضية البحث

تفترض الدراسة أن الطرائق السابقة للتنبؤ قد تضمنت بعض التحيز وعدم الوضوح والضبابية في تقدير الكميات المتنبأ بها بسبب تعاملها مع السلاسل الزمنية كما هي وعدم معالجتها لمركبات السلسلة الزمنية كالاتجاه العام والموسمية والدورية الأمر الذي يعطي أحيانا تنبؤات مبالغاً فيها، لذا فان الدراسة تفترض إن استخدام مثل هذه الطرائق ستسهم في تحديد القيم الفعلية للفجوة الغذائية لكل من محصولي القمح والرز، الأمر الذي يعني تنبؤات منطقية، ومن ثم رسم قرارات صحيحة في مجال الاستيرادات والإنتاج والاستهلاك.

المشكلة

نظرا للمكانة التي يحتلها محصولا القمح والرز في السلة الغذائية العراقية والتي تشكل بدورها 35% من دخل الفرد العراقي، أصبح موضوع التنبؤ بالفجوة الغذائية للسنوات المقبلة والوصول إلى تقديرات معتد بها من خلال استخدام الأساليب الحديثة ذا أهمية كبيرة، كون الطرائق السابقة للتنبؤ تحمل بين طياتها الكثير من الشكوك والضبابية حول دقة نتائجها، الأمر الذي حدا بالدراسة إلى تطبيق منهجية أخرى بالتنبؤ أكثر دقة وموضوعية متمثلة بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks (ANN)، كما إن عدم إعطاء قيم دقيقة للكميات المتنبأ بها سيؤدي إلى التأثير في القرارات المستقبلية المتعلقة بالاستيرادات وتخطيط الإنتاج الأمر الذي سيؤثر سلبا في عملية التخطيط المستقبلي.

هدف البحث

تهدف الدراسة إلى التنبؤ بالفجوة الغذائية لمحصولي القمح والرز باستخدام طرائق التنبؤ المذكورة آنفا والمقارنة بينهما للحصول على أفضل طريقة للتنبؤ من حيث الدقة ليتسنى لصانعي القرار رسم السياسات الكفيلة بالسيطرة على هذه المشكلة وحلها بخليط من سياسة الاستيراد وتشجيع الإنتاج المحلي، وما يتطلبه ذلك من مبالغ يجب رصدها من ميزانية الدولة والتي تعتمد على التقديرات المتنبأ بها والتي من المفترض أن تكون غير مبالغ ولا مستهان بها، لأن ذلك ستنبعه مبالغ مرصودة مماثلة الأمر الذي يؤدي إما إلى هدر الأموال أو التلكؤ بتوفير الكميات اللازمة من المحصولين في الوقت المناسب، مسببة بذلك مشاكل اقتصادية وسياسية غير مرغوبة. عليه فان الهدف ليس تطبيق هذه الطرائق بحد ذاتها وانما استخدامها كأدوات علمية رصينة خدمة للهدف النهائي وهو تحديد الكميات المتنبأ بها للفجوة الغذائية من محصولي القمح والرز وصولا إلى تحقيق أهداف اقتصادية أخرى.

مصادر البيانات وأسلوب التحليل

تم الحصول على البيانات من مصادرها الرسمية، التي شملت وزارة الزراعة – قسم التخطيط والمتابعة – دائرة الإحصاء الزراعي والقوى العاملة، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي – مديرية التخطيط والمتابعة – دائرة الإحصاء الزراعي والسكاني، والجهاز المركزي للإحصاء، الشركة العامة لصناعة الحبوب ، فضلا عن وزارة التجارة – قسم البطاقة التموينية.

أما أسلوب التحليل فتركز على استخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) للتنبؤ بالفجوة الغذائية لمحصول القمح والرز في العراق، فضلا عن استخراج معدلات النمو لبعض المؤشرات الاقتصادية لمحصولي الدراسة كالإنتاج والاستهلاك.

الاستعراض المرجعي

نسلط الضوء هنا على الدراسات والبحوث السابقة للتعرف على طرائق التنبؤ ومن ناحية أخرى نتعرف على التطبيقات المختلفة لطريقة (ANN)، وتجدر الإشارة إلى أن الاستعراض المرجعي قد استبعد الكثير من البحوث التي تناولت الجوانب غير الزراعية حتى يبدو الاستعراض المرجعي مهتماً اهتماماً دقيقاً بموضوع الدراسة.

- قام كل من SNEHAL AND OTHERS (2014) بالتنبؤ بإنتاج أربعة محاصيل هي (القمح والرز والشعير والذرة) باستخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) وتوصل الباحثان إلى أن هذه الطريقة أكثر كفاءة من النماذج الإحصائية الأخرى إذ أعطت نتائج دقيقة جدا للإنتاج المتوقع فضلا عن تفسيرها للعلاقة بين الإنتاج والظروف المناخية.

- قام الباحثان GIRISH & KANCHAN (2013) بالتنبؤ بالأسعار الزراعية كونه ذا أهمية كبيرة للمزارعين ورجال الأعمال وصناع القرار، إذ يساعد التعرف على الأسعار المستقبلية في إدارة الأمن الغذائي في البلدان النامية ذات الطابع الزراعي مثل الهند. تم الحصول على البيانات الشهرية لأسعار فول الصويا وبذور اللفت والخردل واستخدمت طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية متعددة الطبقات وطريقة (ARIMA)، كان الهدف من الدراسة إيجاد نموذج جديد هجين يجمع بين الطريقتين، أظهرت النتائج تفوق نموذج (ANN) على نموذج (ARIMA) عند المقارنة.

- درس REZA GHODSI & ATHERS (2012) التنبؤ بإنتاج القمح في إيران باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ANN، قام الباحث بتحليل تأثير العوامل المختلفة مثل المناخ على إنتاج القمح، تم الحصول على بيانات المناخ من سجل الأرصاد والبيانات الأخرى من البنك المركزي الإيراني لمدة (18) سنة، كان الإنتاج هو مخرجات الشبكة العصبية أما المدخلات فتألفت من ثمانية متغيرات هي (الأمطار وسعر شراء الدولة والمساحة والضرائب، الإعانات والخزين والاستيراد وعدد السكان) وقد تم تصميم (11) شبكة عصبية وتم اعتماد النموذج الذي له أقل قيمة لمعيار (MAPE). وعند مقارنة نتائج طريقة (ANN) مع النتائج الحقيقية للخمس سنوات الأخيرة تبين أن نموذج (ANN) يعد وسيلة مناسبة وفعالة للتنبؤ بإنتاج القمح عند اخذ عوامل المناخ بالحسبان.

المواد وطرق العمل

أولاً- 1. مفهوم التنبؤ : هناك مفاهيم عدة للتنبؤ، إذ عرف بأنه علم وفن توقع أحداث المستقبل (محسن والنجار، 2006 ص77). ويعرف التنبؤ العلمي بأنه توقع قيم المتغيرات التابعة في المستقبل بناء على ما هو متوافر من معلومات سابقة وحالية.

وتعرف التنبؤات الاقتصادية بشكل مماثل على أنها تقدير قيم كمية المتغيرات في المستقبل اعتماداً على احد أساليب التنبؤ (المعهد العربي للتخطيط، 2008)، كما يعرف التنبؤ بأنه جزء مكمل لعملية اتخاذ القرار من قبل الإدارات بمختلف مستوياتها (الوردي، 1990 ص17).

ويمكن تعريف التنبؤ ببساطة بأنه عملية رسم صورة مستقبلية للشكل الذي ستؤول إليه المتغيرات في جميع الأنشطة اعتماداً على شكلها الماضي والحاضر، لتكون تلك الصورة أساساً لاتخاذ القرارات المناسبة لتحقيق المنفعة الخاصة والعامة في تلك الأنشطة.

2. الخطوات العامة للتنبؤ: تعددت طرق التنبؤ وتباينت فيما بينها من حيث سهولتها، ودرجة دقتها، ومتطلبات تطبيقها، فهناك طرق سهلة تعتمد على الحكم الشخصي والاستقراء التصوري للمستقبل، وهناك طرق كمية تقوم على الأساليب الإحصائية والرياضية في دراسة وتحليل المتغيرات وقياسها من خلال ما هو متاح من بيانات، وهذا التنوع في الأساليب قد صعب من اختيار الأسلوب الأمثل للاعتماد عليه، إلا إن جميع الأنواع تستند إلى خطوات ينبغي إتباعها تعد الأساس في عملية التنبؤ ويمكن تلخيص الخطوات بما يأتي (صادق، 2007):-

1. تجميع البيانات *Data collection*

وهي عملية جمع البيانات والمعلومات عن الظاهرة قيد الدراسة المطلوب التنبؤ بها.

2. اختصار البيانات *Data Reduction*

وهي عملية استبعاد المشاهدات المتطرفة التي يكون فيها اختلاف من مصدر إلى آخر.

3. بناء النموذج *Model Construction*

ويتم ذلك من خلال تحديد العوامل التي ترتبط بالظاهرة قيد الدراسة ثم اختيار الأنموذج المناسب للتنبؤ.

4. اختيار الأنموذج *Model Selection*

بعد اجتياز النموذج المختار لمقاييس ومعايير قياس جودة النموذج يتم استخدامه للتنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة المدروسة.

3. تعريف الشبكات العصبية الاصطناعية *Definition of ANN*

تعرف الشبكة العصبية الاصطناعية بأنها نظام حسابي مكون من عدد من وحدات المعالجة المترابطة بعضها مع بعضها الآخر، وتتصف بطبيعتها الديناميكية والمتوازية في معالجة البيانات الداخلة إليها (العبيدي، 2000). كما تعرف بأنها أنموذج يحاكي الشبكة العصبية الحيوية يستخدم عدد من الطرق الأساسية المستخدمة في النظم العصبية الطبيعية بمساعدة برمجيات محاكاة العقل البشري وأسلوب المعالجة المتوازية، وتعرف من الناحية الإحصائية بأنها أنموذج رياضي أو مجموعة من الأدوات لنمذجة البيانات الإحصائية غير الخطية.

كما تعرف الشبكة العصبية الاصطناعية أنها نظام لبناء المعلومات لها خصائص معينة في الأداء تتشابه مع الشبكات العصبية البيولوجية، لذا فإنها تعد من أهم مجالات الذكاء الاصطناعي الذي يعكس تطوراً هاماً في طريقة التفكير الإنساني (العباسي، 2013).

4. تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية *Application of ANN*

كثيرة هي مجالات الحياة التي تم تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية فيها، وتتوسع هذه التطبيقات كل يوم لتشمل مجالات جديدة فضلاً عن تطوير التطبيقات السابقة بهدف الوصول إلى مزيد من الدقة. ومن المجالات التي تم استخدام هذه التقنية فيها وأعطت نتائج وحلول مرضية وذات كفاءة عالية ما يأتي (أمين بك، 2005، الموسوعة العربية، 2011):-

1- التطبيقات الاقتصادية والمالية

تم استخدام تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية في بعض العمليات الاقتصادية وعمليات التحليل المالي منها :

- أ- التنبؤ بالمبيعات والتنبؤ بالأسعار والتنبؤ بمعدلات التضخم.
- ب- بناء نماذج العمليات والنماذج الإحصائية.
- ت- إدارة المخاطر كالقروض المالية والرهن العقاري.

2- تطبيقات تحليل الصور والأنماط : *Pattern recognition*

تتعدد هذه التطبيقات لتعطي العديد من المجالات المتعلقة بعمليات تحليل الصور، إذ يتم استخدام الصور الخام أو غير المعالجة كمدخل رئيس للشبكة ليتم التعرف على ما يراد معرفته من تحليل الصور ، ومن أمثلة هذه التطبيقات :

- أ- عمليات تصنيف الصور.
- ب- التعرف على الصور المشوهة أو الناقصة أو غير الواضحة كصور الأقمار الصناعية.
- ت- التعرف على الأهداف، مثل التعرف على خط اليد.
- ث- الفحوص الطبية الآلية (الطبيب الفوري) لتشخيص المرض ووصف العلاج آلياً.
- ج- التفيتيش الصناعي (تشخيص أعطال الآلات وتحليل أسبابها).

3- تطبيقات التحكم الآلي :

كثير من مشاكل التحكم الآلي استخدمت لحلها الشبكات العصبية الاصطناعية مثل:

- أ- مشاكل الحركة والرؤية في الإنسان الآلي من أجل الوصول إلى الأهداف المطلوبة.
- ب- التسيير الذاتي للمركبات المتحركة.
- ت- مسائل الاتزان (محاكاة القيادة).

4- تطبيقات معالجة اللغات الحية :

استخدمت هذه التقنية بنجاح في مجال الكلام المنطوق والمقروء، ومن أمثلة هذه التطبيقات:

أ- تحويل النص المكتوب إلى كلام منطوق ومثال ذلك (Net Twalk).

ب- التعرف على الكلام المنطوق (الآلة الكاتبة الصوتية).

5- تطبيقات معالجة الإشارة : *Signal processing*

ومثال ذلك عملية إزالة الضجيج من خطوط الهاتف وما يسمى بعمليات التنقية.

5. التنبؤ بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)

تغطي تطبيقات الشبكات العصبية مجالات عديدة في الحياة، ويعد مجال التنبؤ احد الحقول التي طبقت فيها نماذج الشبكات العصبية بنجاح، إذ أظهرت نتائجها دقة عالية مقارنة مع أساليب التنبؤ التقليدية، لذا فإن الشبكات العصبية الاصطناعية تتفق مع أساليب تحليل السلاسل الزمنية المختلفة ونماذج بوكس جنكنز بأن التنبؤ يعد من الأهداف والعمليات الرئيسية التي تقوم بها جميع هذه النماذج الإحصائية، إلا إن نماذج الشبكات العصبية تتميز عن سواها بعدم وجود افتراضات أو شروط مسبقة مثل تحقق السكون قبل بناء نموذج بوكس جنكنز.

تؤثر نوعية المتغيرات المستخدمة كمداخلات للشبكة تأثيرا كبيرا في تحديد نوعية الشبكة العصبية التي ستستخدم في التنبؤ، إلا إن أكثر الشبكات استخداما في عملية التنبؤ هي شبكات الانتشار الخلفي ذو التغذية الأمامية (Feed Forward Back Propagation on ANN) فضلا عن أنواع أخرى من الشبكات التي تستخدم في التنبؤ مثل الشبكة العصبية ذات الانحدار العام (Generalized Regression ANN) و شبكات دالة القاعدة الإشعاعية (Radial Basis Function on ANN).

بصورة عامة يمكن كتابة الشكل العام لدالة الشبكات العصبية المستخدمة في التنبؤ بالصيغة الآتية :-

$$y = F[H_1(x), H_2(x), \dots, H_n(x)] + u$$

y : تمثل المتغير التابع التي تقابل مخرجات الشبكة outputs

F : مخرجات دالة التحفيز في الشبكة

H : دوال تحفيز الطبقات الخفية في الشبكة العصبية

x : المتغيرات المستقلة التي تقابل مدخلات الشبكة inputs

u : حد الخطأ في الدالة

6. الشبكات العصبية والسلاسل الزمنية ANN and Time series

يعد التنبؤ بالسلاسل الزمنية احد أهم المجالات الحيوية التي تستخدم فيها تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية، وتم استخدام هذه التقنية في التنبؤ كأسلوب بديل للأساليب التقليدية المستخدمة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية كالمتوسطات المتحركة والتمهيد الأسوي ونماذج بوكس جنكنز، إذ أظهرت طريقة الشبكات العصبية منافسة كبيرة للطرائق الأخرى وتفوقت عليها في كثير من الأحيان من خلال دقة النتائج المتحصل عليها، كما و أظهرت قدرتها العالية في

التعامل مع اللاخطية في البيانات، الأمر الذي ميزها عن الطرائق التقليدية لاسيما وان معظم سلاسل البيانات أظهرت علاقات غير خطية.

بدأت أول محاولة لاستخدام الشبكات العصبية للتنبؤ بالسلاسل الزمنية في نهاية الثمانينيات للعالمين (Laped & Farber) إذ استخدموا البيروسترون متعدد الطبقات وخوارزمية الانتشار الخلفي في التنبؤ بسلسلة زمنية غير مستقرة، وشرحا فيها استخدام خوارزمية الانتشار الخلفي في تدريب الشبكة، وقد أعطت هذه الدراسة نتائج أفضل مقارنة مع الأساليب الإحصائية التقليدية، لذا أصبحت الشبكات العصبية الاصطناعية الأكثر استخداما للتنبؤ بالسلاسل الزمنية.

تنبغي الإشارة إلى بعض الملاحظات الواجب أخذها بالحسبان عند استخدام الشبكة العصبية في التنبؤ بالسلاسل الزمنية وهي :

- تحديد معمارية الشبكة العصبية من خلال تحديد عدد الطبقات.
- تحديد عدد العصبونات في طبقة المدخلات التي تستخدم في تحديد مقدار البيانات.
- عدد العصبونات في الطبقة الخفية.
- تهيئة البيانات المدخلة للشبكة من خلال إجراء بعض التحويلات الحسابية.
- اختيار الخوارزمية المناسبة للتدريب.

7. أنواع الشبكات العصبية التي تستخدم في التنبؤ بالسلاسل الزمنية

يوجد العديد من الشبكات العصبية المستخدمة لهذا الغرض إلا إن أكثرها استخداما الآتي (عاشور ومحسن، 2012) :

1- الشبكة متعددة الطبقات (MLP) Multilayer perceptron.

وهي من أكثر الشبكات استخداما في التنبؤ بالسلاسل الزمنية، إذ تحتوي على طبقة خفية وطبقة مخرجات فضلا عن طبقة المدخلات، ويكون الشكل العام الذي يستخدم في التنبؤ الآتي:

$$\hat{x}(t) = W_0 + \sum_{j=1}^n w_j f_j \left[\sum_{i=1}^n w_{ji} x[k-i] + w_{j0} \right]$$

إذ إن :

h : عدد وحدات الطبقة الخفية

n : عدد وحدات المدخلات

w_{ij} : الأوزان بين المدخلات والطبقات الخفية

w_j : الأوزان بين الطبقة الخفية وطبقة المخرجات

2- شبكة دالة القاعدة الإشعاعية (RBF) Radial Basis Function.

تمتاز ببساطة معماريتها إذ تتكون من طبقتين ويكون الشكل العام لها بالصيغة الآتية:

$$\hat{x}(t) = W_0 + \sum_{i=1}^n w_i (|x(t) - c_i|)$$

3- شبكة الإرجاع الخلفي Recurrent Network.

4- شبكة Sigma pi & pi Sigma.

وهي شبكات متعددة الحدود وتسمى أحيانا بشبكات الرتبة العليا ويتم فيها إرسال المجموع الموزون من الإشارات المدخلة من خلال دوال التحفيز في الطبقة الخفية إلى طبقة المخرجات، والهدف منها تبديل العصبونات الخفية الموجودة في الشبكات ذات الرتبة الأولى ومن ثم تخفيض التعقيد في البنية المعمارية للشبكة.

5- شبكة Ridge polynomial.

$$\hat{x}(t) = w_0 + \sum_{i=1}^h w_i \phi_i(v_i)$$

إذ إن ϕ_i : تمثل دالة التحفيز في الطبقة الخفية

$$v_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} x_t$$

a_{ij} : أوزان محددة تساوي الواحد عادة

ثانيا- الفجوة الغذائية وطريقة حسابها

تعد الفجوة الغذائية احد أهم المؤشرات على مستوى الأمن الغذائي الذي يعني ضمان حصول جميع الأفراد وفي جميع الأوقات على حاجتهم من الغذاء لممارسة حياة فاعلة وصحية (FAO، 1996). ونعني بالفجوة الغذائية مدى كفاية الإنتاج المحلي من الغذاء للإيفاء بمتطلبات الاستهلاك المحلي، ويمكن قياسها من خلال الفرق بين الاستهلاك الكلي والإنتاج الكلي على المستوى المحلي لمحصول معين، وكلما زاد الفرق بين الإنتاج والاستهلاك اتسعت الفجوة ودل ذلك على عدم قدرة تلك الدولة على تأمين الاحتياجات الغذائية المنتجة محليا للسكان.

ويمكن التمييز بين نوعين من الفجوة الغذائية، الأول يدعى بالفجوة الظاهرية التي تمثل الفرق بين إجمالي المتاح للاستهلاك من سلعة غذائية معينة وبين الإنتاج المحلي من تلك السلعة، وهذا النوع لا يتطابق مع مفهوم الأمن الغذائي الذي يشترط حصول جميع الأفراد على كفايتهم من الغذاء، لأنه وضمن هذا النوع لا يشترط حصول أصحاب الدخل المحدود على كفايتهم الغذائية ويحسب الاستهلاك الفعلي للأفراد ومن ثم تحسب الفجوة بالفرق بين هذا الاستهلاك والإنتاج المحلي، أما النوع الآخر من الفجوة الغذائية فيدعى بالفجوة الحقيقية وهي الفرق بين إجمالي الاستهلاك من سلعة غذائية معينة (وفقاً للكميات والمعايير الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة) وبين إجمالي الإنتاج المحلي لتلك السلعة.

ستعتمد الدراسة على النوع الثاني وهو الفجوة الحقيقية كونها تعبر عن مستوى الأمن الغذائي بشكل دقيق، فضلا عن أن العراق من الدول الغنية التي يفترض أن ينعم أفرادها بمستوى عالٍ من الأمن الغذائي.

لحساب الفجوة الغذائية الحقيقية يجب حساب الإنتاج الكلي والاستهلاك الكلي لمحصولي الدراسة، بالنسبة لبيانات الإنتاج تم الحصول عليها من وزارة التخطيط مديرية الإحصاء الزراعي، أما الاستهلاك فقد تم حسابه اعتمادا على عدد أفراد السكان التي تم الحصول عليها من وزارة التخطيط مديرية الإحصاء السكاني، وبعتماد الكميات الموصى بها من منظمة الغذاء والزراعة التي حددت كمية الفرد الواحد شهريا من الدقيق بنحو 9 كيلوغرامات و 2 كيلوغرام من الرز والتي تعمل بها وزارة التجارة العراقية منذ تسعينيات القرن الماضي ضمن مايسمى

أذالك باتفاقية النفط مقابل الغذاء وحتى الآن والتي سيتم اعمامها على سنوات الدراسة. وتجدر الإشارة إلى أن اغلب البحوث التي تناولت دراسة الفجوة الغذائية قد أهملت بعض الأمور المهمة عند حسابها للفجوة الغذائية ومن هذه الأمور الآتي:

1. عدم الأخذ بالحسبان نسبة التصافي عند تحويل القمح إلى دقيق إذ إن كل كيلو غرام من الدقيق يعادل (1.25) كيلو غرام من القمح أي إن نسبة التصافي للقمح تساوي (0.8)، وعند تحويل الشلب إلى رز فإن كل كيلو غرام رز يعادل (1.42) كيلو غرام من الشلب أي إن نسبة التصافي للشلب تساوي (0.7)، وإن اغلب البحوث تحسب الاستهلاك بضرب عدد السكان بحصة الفرد الواحد من الدقيق أو الرز على إنها الاستهلاك الكلي للقمح أو الرز وهذا خلاف الواقع تماماً.
2. عدم الأخذ بالحسبان إن بعض الفئات العمرية لاتستهلك القمح والرز أو تستهلك كميات أقل مما موصى به للفرد، فمثلاً الفئة العمرية الأقل من سنة لاتستهلك الدقيق والرز، تبلغ نسبتها نحو (3.1 %) تم حسابها من الإحصائيات السنوية للسكان حسب الفئات العمرية التي تصدر من قسم الإحصاء السكاني في وزارة التخطيط، أما الفئتان العمريتان المحصورتان بين (سنة وخمس سنوات) والبالغة نسبتها نحو (12.4 %) والفئة الأخرى، هي الأكثر من (75) عاماً والبالغة نسبتها نحو (1.6 %)، فإن أفراد هاتين الفئتين يستهلكون (50%) من الكمية المخصصة للفرد الواحد من الرز والدقيق حسب توصيات المختصين والحاجة الفعلية من البروتين والطاقة، واستناداً إلى ماتقدم فإن (10%) من السكان يجب استثناءهم عند حساب الاستهلاك السنوي.

لذلك فإن حساب الاستهلاك السنوي للقمح والرز يتم من خلال المعادلتين الآتيتين:

$$\text{الاستهلاك السنوي للقمح} = \{\text{عدد السكان} - (\text{عدد السكان} * 0.1)\} * 1.25$$

$$\text{الاستهلاك السنوي للرز} = \{\text{عدد السكان} - (\text{عدد السكان} * 0.1)\} * 1.42$$

$$\text{الاكتفاء الذاتي} = \frac{\text{الاستهلاك الكلي}}{\text{الإنتاج الكلي}}$$

وبعد أن تم حساب الاستهلاك لمدة الدراسة لكل من القمح والرز وتوافر بيانات الإنتاج مسبقاً، يمكننا الآن حساب الفجوة الغذائية والاكتفاء الذاتي للقمح والرز حسب المعادلات السابقة.

1- حساب الفجوة الغذائية للقمح وكما مبين في الجدول الآتي :

الجدول (1) الإنتاج والاستهلاك والفجوة والاكتفاء الذاتي لمحصول القمح للمدة (1963-2013)

السنة	الإنتاج طن	الاستهلاك طن	الفجوة طن	الاكتفاء %	السنة	الإنتاج طن	الاستهلاك طن	الفجوة طن	الاكتفاء %
1963	773937	917811	-143874	0.84	1989	491441	2104630	-1613189	0.23
1964	723873	947457	-223584	0.76	1990	1195819	2110820	-915001	0.57
1965	869427	977710	-108284	0.89	1991	1476401	2175215	-698814	0.68
1966	722275	1009422	-287147	0.72	1992	1310700	2238273	-927573	0.59
1967	732548	1042470	-309922	0.70	1993	911000	2302182	-1391182	0.40
1968	1146515	1060085	86430	1.08	1994	854000	2365241	-1511241	0.36
1969	1183100	1113025	70075	1.06	1995	1091400	2498041	-1406641	0.44
1970	1235600	1150095	85505	1.07	1996	1149998	2503143	-1353145	0.46
1971	822300	1184625	-362325	0.69	1997	946711	2678619	-1731908	0.35
1972	2625300	1223991	1401309	2.14	1998	1474869	2719062	-1244193	0.54
1973	957000	1265058	-308058	0.76	1999	1101600	2789521	-1687921	0.39
1974	1338900	1307948	30953	1.02	2000	1040321	2796930	-1756609	0.37
1975	845400	1351570	-506170	0.63	2001	2219381	3014824	-795443	0.74

0.83	-516627	3106127	2589500	2002	0.94	-85672	1397859	1312187	1976
0.73	-871140	3200338	2329198	2003	0.48	-762360	1458060	695700	1977
0.56	-1465332	3297460	1832128	2004	0.60	-603464	1513417	909953	1978
0.66	-1169139	3397501	2228362	2005	0.44	-872846	1557646	684800	1979
0.65	-1214158	3500469	2286311	2006	0.61	-632832	1608432	975600	1980
0.61	-1403596	3606373	2202777	2007	0.54	-758785	1660785	902000	1981
0.32	-2620345	3875320	1254975	2008	0.56	-749317	1714417	965100	1982
0.44	-2146896	3847296	1700400	2009	0.47	-931179	1772179	841000	1983
0.70	-1197750	3946550	2748800	2010	0.26	-1361074	1831974	470900	1984
0.69	1241608	4050508	2808900	2011	0.74	-488076	1893576	1405500	1985
0.74	-1093869	4156181	3062312	2012	0.53	-921540	1957340	1035800	1986
0.98	-85786	4264241	4178455	2013	0.37	-1255615	1977815	722200	1987
					0.44	-1166707	2095907	929200	1988

من إعداد الباحث اما الإنتاج مصدره وزارة الزراعة/مديرية الاحصاء الزراعي

معدلات النمو لبعض المتغيرات الاقتصادية للقمح للمدة (1963-2013)

من بيانات الجدول السابق نحسب معدلات النمو لكل من الاستهلاك والفجوة والاكتفاء الذاتي لمحصول القمح،

الجدول (2) معدل نمو بعض المتغيرات لمحصول القمح للمدة (1963-2013)

معدل النمو%	المتغير
3.1	الاستهلاك
2.1	الإنتاج
3.4	الفجوة
-0.9	الاكتفاء

من إعداد الباحث اعتمادا على جدول (1)

نلاحظ أن الاستهلاك ينمو بوتيرة أعلى من الإنتاج مما يدل على أن هناك فجوة غذائية متنامية مع الزمن، إذ بلغ معدل النمو السنوي للاستهلاك نحو (3.1 %) وللإنتاج (2.1 %)، وكان النمو السنوي للفجوة الغذائية الأعلى إذ سجل نحو (3.4 %) مما تسبب بوجود نمو سالب بنسبة الاكتفاء الذاتي بلغت نحو (-0.9 %)، وسجلت أعلى نسبة اكتفاء ذاتي في عام 1972 إذ بلغت نحو 2.14% قابلها فائض بالإنتاج وقيمة موجبة للفجوة الغذائية بلغت نحو (1401309) طن في العام نفسه، كما وسجلت أقل نسبة اكتفاء ذاتي في عام 1989 إذ بلغت نحو 0.23، أما أعلى قيمة للفجوة الغذائية فكانت في عام 2008 إذ بلغت نحو (-2620345) طن والذي يعود إلى قلة سقوط الأمطار في تلك السنة.

2- حساب الفجوة الغذائية للرز استنادا إلى المعادلات السابقة نحصل على الجدول الآتي:

الجدول (3) الإنتاج والاستهلاك والفجوة والاكتفاء الذاتي لمحصول الرز للمدة (1963-2013)

السنة	الإنتاج طن	الاستهلاك طن	الفجوة طن	الاكتفاء %	السنة	الإنتاج طن	الاستهلاك طن	الفجوة طن	الاكتفاء %
1963	303783	233094.9	70688.14	1.30	1989	146960	534509.1	-387549	0.27
1964	306172.7	240624.0	65548.70	1.27	1990	227818	536081.1	-308263	0.42
1965	285177.2	248307.4	36869.77	1.15	1991	189103	552435.4	-363332	0.34
1966	288781	256361.1	32419.86	1.13	1992	237000	568450.3	-331450	0.41
1967	285284.2	264754.3	20529.91	1.07	1993	261000	584681.1	-323681	0.44
1968	353500	269227.9	84272.11	1.31	1994	382000	600696.0	-218696	0.63
1969	318121	282673.0	35447.97	1.12	1995	313000	634423.2	-321423	0.49
1970	180200	292087.5	-111888	0.61	1996	282935	635718.9	-352784	0.44
1971	306800	300857.1	5942.86	1.02	1997	274255	680284.1	-406029	0.40
1972	267800	310854.9	-43054.9	0.86	1998	291501	690555.4	-399054	0.42

0.31	-489966	708449.9	218484	1999	0.48	-164665	321284.6	156620	1973
0.39	-427396	710331.4	282935	2000	0.20	-263837	332177.1	68340	1974
0.14	-656110	675669.5	109560	2001	0.17	-282716	343255.8	60540	1975
0.43	-448237	788857.8	340621	2002	0.46	-191652	355011.9	163360	1976
0.10	-731469	812784.1	81315	2003	0.54	-171061	370301.1	199240	1977
0.29	-587175	837450.1	250275	2004	0.44	-212410	384360.0	171950	1978
0.35	-554197	862857.3	308660	2005	0.39	-237793	395592.6	157800	1979
0.41	-525628	889007.9	363380	2006	0.41	-241591	408490.7	166900	1980
0.41	-523101	915904.2	392803	2007	0.39	-255587	421786.6	166200	1981
0.25	-736051	984208.2	248157	2008	0.37	-272007	435407.4	163400	1982
0.17	-804017	977091.1	173074	2009	0.24	-339577	450077.3	110500	1983
0.15	-846469	1002298.0	155829	2010	0.23	-356563	465263.3	108700	1984
0.22	-793582	1028700.0	235118	2011	0.31	-332508	480908.2	148400	1985
0.34	-694199	1055538.0	361339	2012	0.28	-355902	497102.2	141200	1986
0.41	-631182	1082982.0	451800	2013	0.39	-306402	502302.3	195900	1987
					0.26	-391694	532294.0	140600	1988

من إعداد الباحث اما الإنتاج مصدره وزارة الزراعة/مديرية الاحصاء الزراعي.

معدلات النمو لبعض المتغيرات الاقتصادية للرز للمدة (2013-1963)

من خلال بيانات الجدول رقم (3) يمكن حساب معدل النمو السنوي للإنتاج والاستهلاك والفجوة والاكتفاء الذاتي لمحصول الرز للمدة (2013-1963).

الجدول (4) معدلات النمو لبعض المتغيرات الاقتصادية لمحصول الرز للمدة (2013-1963)

معدل النمو	المتغير
3.1	الاستهلاك
0.5	الإنتاج
3.9	الفجوة
-2.6	الاكتفاء

من إعداد الباحث اعتماداً على الجدول (3)

يبين الجدول السابق أن الإنتاج ينمو بوتيرة اقل بكثير من نمو الاستهلاك مما أدى إلى نمو كبير بالفجوة الغذائية وانخفاض بنمو نسبة الاكتفاء الذاتي، ويعود سبب انخفاض إنتاجية الرز إلى انخفاض مناسيب نهري دجلة والفرات وقلة الحصة المائية المخصصة لمناطق زراعته وقلة تساقط الأمطار كون زراعة هذا المحصول تعتمد بشكل كبير على توافر المياه.

ثالثاً - التنبؤ بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية

تمتاز هذه الطريقة عن سابقتها بعدم الحاجة إلى إجراء تحويلات على البيانات لضمان استقرارها كعملية اخذ الفروق التي تم استخدامها على السلسلة الزمنية في طريقة بوكس - جنكنز، فضلاً عن قدرة هذه الطريقة على التعامل مع البيانات اللاخطية، لذا يجب إتباع الخطوات الآتية التي تلخص عمل الشبكة العصبية والتي يمكن تلخيصها بالاتي (Sinha, 2002):

- الخطوة الأولى:- اختيار المتغيرات **variables Selection** إذ يتم خلالها تحديد أكثر العوامل تأثيراً على المتغير المراد التنبؤ به وهو الفجوة وذلك من خلال إجراء تحليل الانحدار المتعدد بين الفجوة الغذائية وكل من المتغيرات الآتية (الاستهلاك، الإنتاج، المساحة، الزمن، عدد السكان، الإنتاجية، الاكتفاء الذاتي) وأظهرت نتائج التحليل أن أكثر العوامل تأثيراً على الفجوة هي (الاستهلاك والإنتاج والزمن) لذا

- سوف يتم اختيار العوامل الثلاثة أو اثنان منها لتكون مدخلات الشبكة العصبية الاصطناعية.
- الخطوة الثانية :- إجراء بعض العمليات على البيانات المستخدمة مثل الاتجاه العام لها وقد تم ذلك عند إجراء الطريقة السابقة وتبين أن السلسلة الزمنية لمتغيرات الدراسة ذات اتجاه عام متزايد للاستهلاك ومتناقص للإنتاج.
 - الخطوة الثالثة :- تقسيم البيانات إلى مجموعات **Divide Data into sets** وقد تم تقسيم البيانات إلى ثلاث مجموعات هي:
 - 1- مجموعة التدريب **Training set** : وهي المجموعة الأكبر ويتم فيها تعليم وتحديد نموذج البيانات.
 - 2- مجموعة الاختبار **Testing set** : وهي المجموعة التي يتم من خلالها الحكم على جودة الشبكة وإمكانية استخدامها.
 - 3- المجموعة الشرعية **Valid Action** : وهي مجموعة الاختبار النهائي لأداء الشبكة وعلى أساسه يتم اعتماد معيار الدقة التنبؤية **MSE**.
 - الخطوة الرابعة :- تحديد معمارية الشبكة **Neural Network Paradigms** : ويتم تحديد الفقرات الآتية :
 - 1- عدد عصبونات الإدخال في طبقة المدخلات وهي مساوية لعدد المتغيرات المستقلة التي تم اختيارها في الخطوة الأولى.
 - 2- عدد الطبقات المخفية الذي يعتمد على قيمة الخطأ المستخدم في الشبكة والذي تم تحديده بالمقدار 0.01 كخطأ مسموح به، فكلما قل الخطأ زاد عدد الطبقات المخفية.
 - 3- عدد العصبونات المخفية ويتحدد عن طريق التجربة إذ يعتمد على مقدار الخطأ المسموح به وعدد عمليات التدريب وعدد مرات التدريب في كل عملية وتحسب باستخدام القانون الآتي :

$$N_{Hidden} \leq \frac{N_{Train} E_{Tolerance}}{N_{Pts} + N_{Output}}$$
 إذ إن :

N_{Hidden} عدد العصبونات في الطبقة الخفية

N_{Train} عدد مرات التدريب في عملية التدريب وقد ثبتت على (1000) مرة

N_{Pts} عدد عمليات التدريب

N_{Output} عدد طبقات الإخراج وهي واحدة

$E_{Tolerance}$ مقدار الخطأ المسموح به وهو (0.01)
 - 4- عدد عصبونات الإخراج ويساوي واحد في طبقة الإخراج.
 - الخطوة الخامسة : اختيار دالة التحويل وهي الصيغة الرياضية لتحديد الإخراج وتمنعه من الوصول إلى قيمة عالية جداً، وقد تم استخدام دالة الـ **(Sigmoid)** وهي أفضل أنواع دوال التحويل.
 - الخطوة السادسة : معيار التقييم **Evaluation Criteria** إن المعيار المستخدم لتقييم الخطأ هو متوسط مربع الخطأ **(MSE) Mean Square Error** ويفضل النموذج الذي يسجل أقل قيمة لهذا المعيار .

- تدريب الشبكة **Neural Network Training** ويتم فيها تغيير الأوزان في كل عملية تدريب للوصول إلى أقل قيمة لمعيار **MSE** إذ تتوقف هذه العملية عند عدم انخفاض قيمة المعيار السابق، ويتم استخدام خوارزمية التدريب المناسبة، وتم اختيار الخوارزمية الخطية.
- التنفيذ **Implementation** وهي من أهم الخطوات إذ يتم في أثناءها اختبار الشبكة من حيث قدرتها على إحداث تغيير نحو الأحسن خلال دورة تدريب واحدة وإمكانية إعادة التدريب للوصول إلى أقل متوسط مربع للخطأ.

1. التنبؤ بالفجوة الغذائية لمحصول القمح باستخدام طريقة الشبكات العصبية

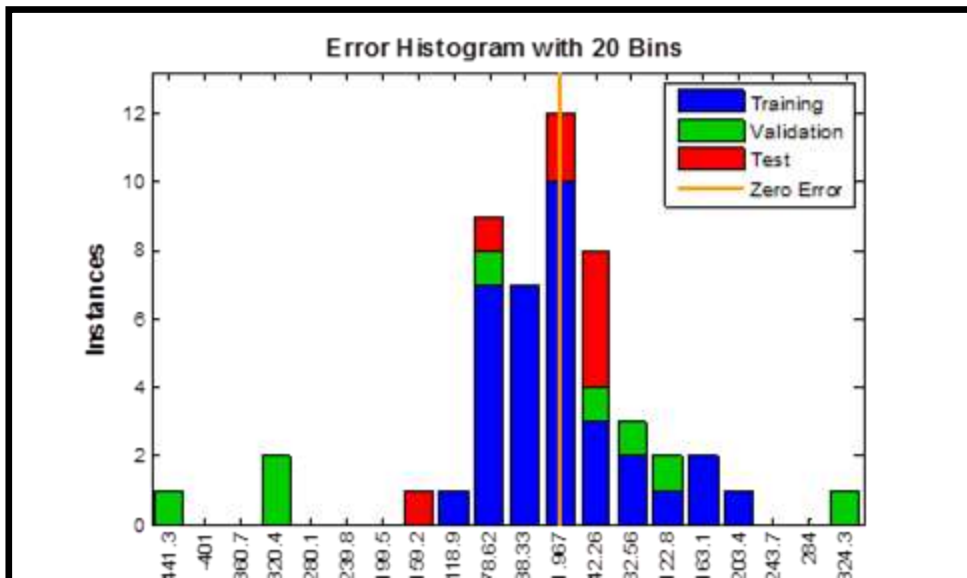
تم استخدام برنامج MATLAB13 للحصول على قيم التنبؤ للسلسلة الزمنية لفجوة القمح للمدة (2014-2022) بعد إتباع الخطوات السابقة والعمل على تغيير هيكل الشبكة، ولاسيما عدد الطبقات المخفية أكثر من مرة وإعادة التدريب للوصول إلى أفضل النماذج، وأثبتت النتائج أن أفضل نموذج هو (MLP 3-15-1) الذي يحتوي على ثلاث طبقات إدخال تمثل المتغيرات الأكثر تأثيراً وهي (السنوات والإنتاج والاستهلاك) وعشر طبقات مخفية وطبقة إخراج واحدة، وتم تقسيم البيانات إلى ثلاث مجموعات هي مجموعة التدريب ونسبتها (60%) من حجم البيانات أي ما يعادل نحو 31 مشاهدة، ومجموعتي الاختبار والتمحيص بنسبة 20% وتعادل نحو 10 مشاهدات لكل مجموعة، وأعطى الأنموذج المذكور أعلى دقة حسب معيار متوسط مربع الخطأ (MSE) إذ بلغت قيمته نحو 121281.8 وهي أقل قيمة له في النماذج المستخدمة، والجدول الآتي يبين مجموعة من النماذج ومعيار الدقة لكل أنموذج:

الجدول (5) لعدد من النماذج ومعيار MSE وعدد مرات التدريب لكل أنموذج

MODEL	MSE	NUM. OF TRAINING
MLP(2-18-1)	160750.7	2000
MLP(3-15-1)	121281.8	989
MLP(3-20-1)	146070.09	1900
MLP(3-25-1)	123811	3000

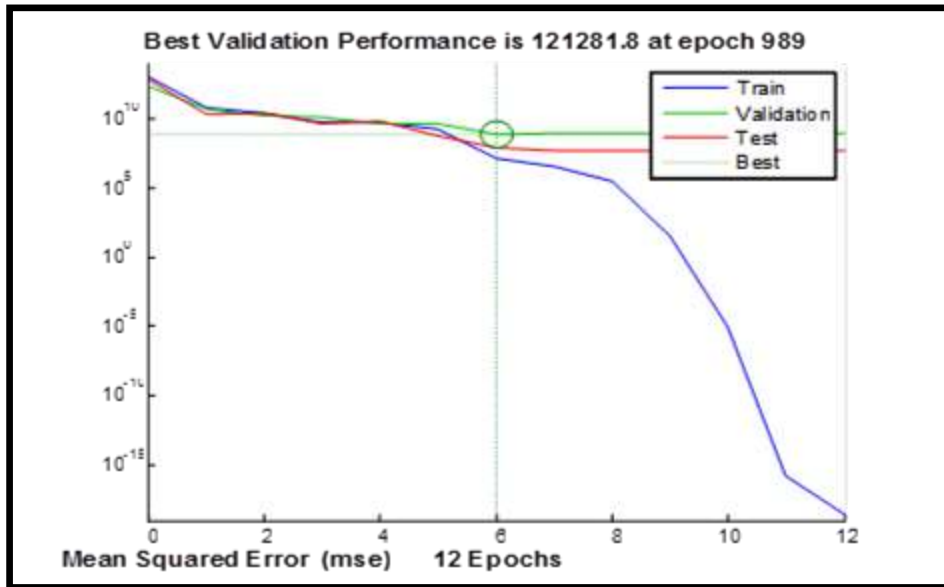
المصدر نتائج التحليل

يتضح من الجدول السابق أن الأنموذج (MLP 3-15-1) قد سجل أقل قيمة لمعيار متوسط مربع الخطأ MSE البالغ (121281.8) أي أن جذر متوسط مربع الخطأ لهذا الأنموذج هو 348.25 لذا سيتم اعتماد الأنموذج المذكور في توليد التنبؤات للسنوات المقبلة لمتغير الفجوة الغذائية للقمح في العراق، ويوضح الشكل الآتي المدرج التكراري للتوزيع الطبيعي للبواقي لمجاميع البيانات الثلاث التي تمثل الهدف أو المخرجات للأنموذج المختار للبواقي:



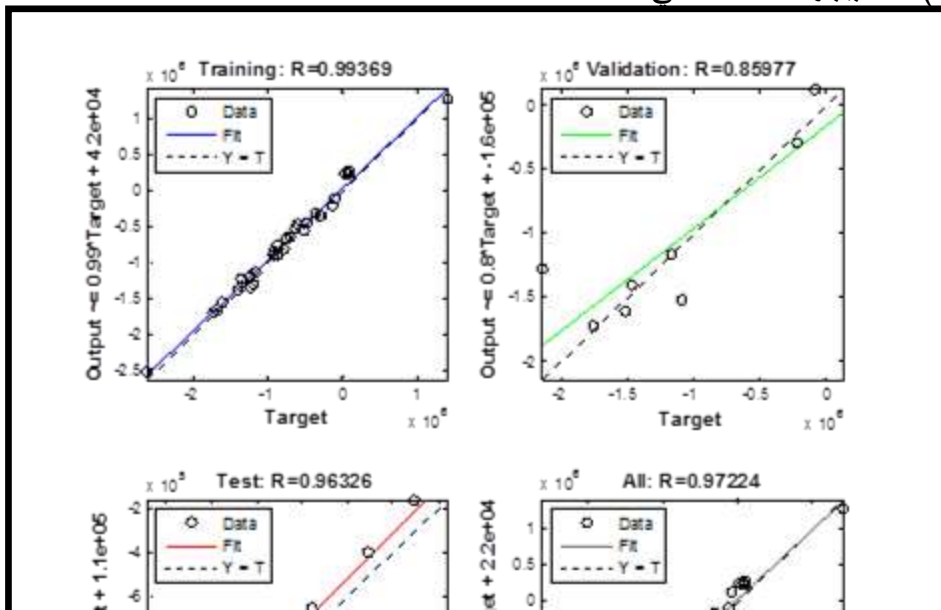
الشكل (1) التوزيع الطبيعي لمخرجات الأنموذج MLP(3-15-1)

كما يوضح الشكل (2) الآتي قيمة معيار MSE وعدد مرات التدريب لبيانات التمهيد أو البيانات الشرعية التي من خلالها يتم الحكم بدقة الأنموذج كما مر سابقاً :



الشكل (2) قيمة معيار MSE وعدد مرات التعلم للأنموذج MLP(3-15-1)

ويمكن توضيح درجة الارتباط بين القيم الحقيقية لبيانات التدريب والاختبار والتمهيد والبيانات الكلية مع قيمها بعد التدريب والتي يفضل أن تكون قريبة من الواحد الصحيح، إذ يظهر الشكل الآتي أن قيمة معامل R للبيانات الكلية هي (0.9722) أما لمجموعة التعلم فكانت قيمته (0.993) ولمجموعة الاختبار (0.963) وللمجموعة الشرعية (التمهيد) فكانت قيمته نحو (0.859) كما يبينها الشكل الآتي :



الشكل (3) قيمة معامل الارتباط لبيانات الأنموذج المختار

بعد اعتماد الأنموذج الأفضل علما انه قد تمت تجربة العشرات من النماذج، وكانت النماذج السابقة هي الأفضل لذا تم الاقتصار على عرضها، تم بعد ذلك توليد التنبؤات لفجوة القمح للمدة (2014-2022) وكانت النتائج كما في الجدول الآتي :

الجدول (5) القيم المتنبأ بها لفجوة القمح حسب الأنموذج (1-10-2) MLP

السنة	قيمة الفجوة طن
2014	-465580
2015	-474720
2016	-495980
2017	-512130
2018	-547430
2019	-616480
2020	-666370
2021	-709450
2022	-813640

المصدر نتائج التنبؤ للأنموذج المختار

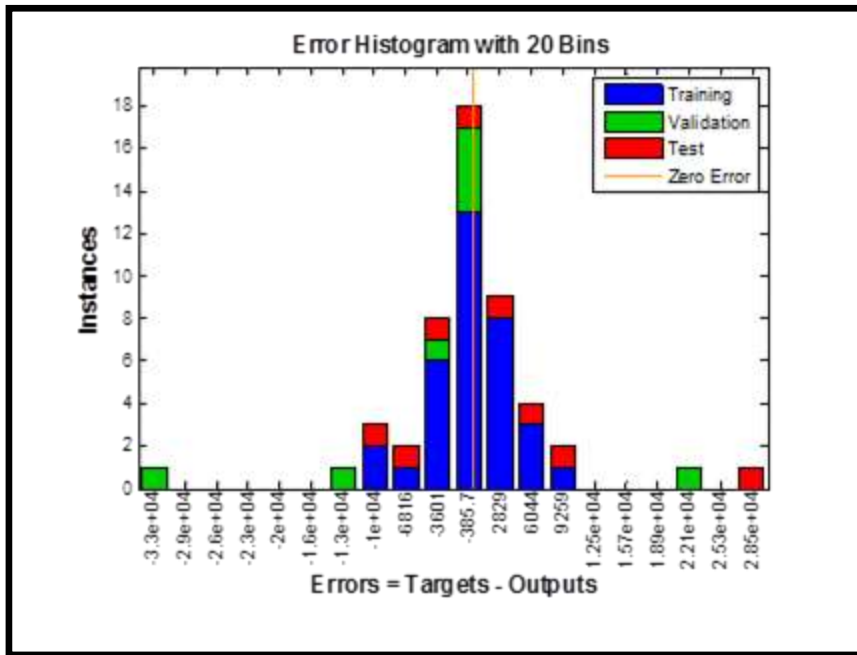
2. التنبؤ بالفجوة الغذائية لمحصول الرز باستخدام طريقة الشبكات العصبية: تم استخدام البرنامج السابق (MATLAP13) نفسه للحصول على قيم التنبؤ للسلسلة الزمنية لفجوة الرز للمدة (2014-2022) وأظهرت النتائج أن أفضل أنموذج هو (1-10-2) MLP الذي يحتوي على طبقتي إدخال تمثل المتغيرات الأكثر تأثيراً وهي (الإنتاج، الاستهلاك) وعشر طبقات مخفية وطبقة إخراج واحدة، وتم تقسيم البيانات إلى ثلاث مجموعات هي مجموعة التدريب ونسبتها (70%) من حجم البيانات أي ما يعادل نحو (35) مشاهدة، ومجموعتي الاختبار والتمحيص بنسبة (15%) وتعادل نحو (8) مشاهدات لكل مجموعة، وأعطى الأنموذج المذكور أعلى دقة حسب معيار متوسط مربع الخطأ (MSE) إذ بلغت قيمته نحو (35.314) وهي أقل قيمة له في النماذج المستخدمة بعد (387) عملية تدريب، والجدول الآتي يبين مجموعة من النماذج ومعيار الدقة لكل أنموذج:

الجدول (6) لعدد من النماذج ومعيار MSE وعدد مرات التدريب لكل أنموذج

MODEL	MSE	NUM. OF TRAINING
MLP(2-10-1)	35.314	387
MLP(2-15-1)	487651.7	622

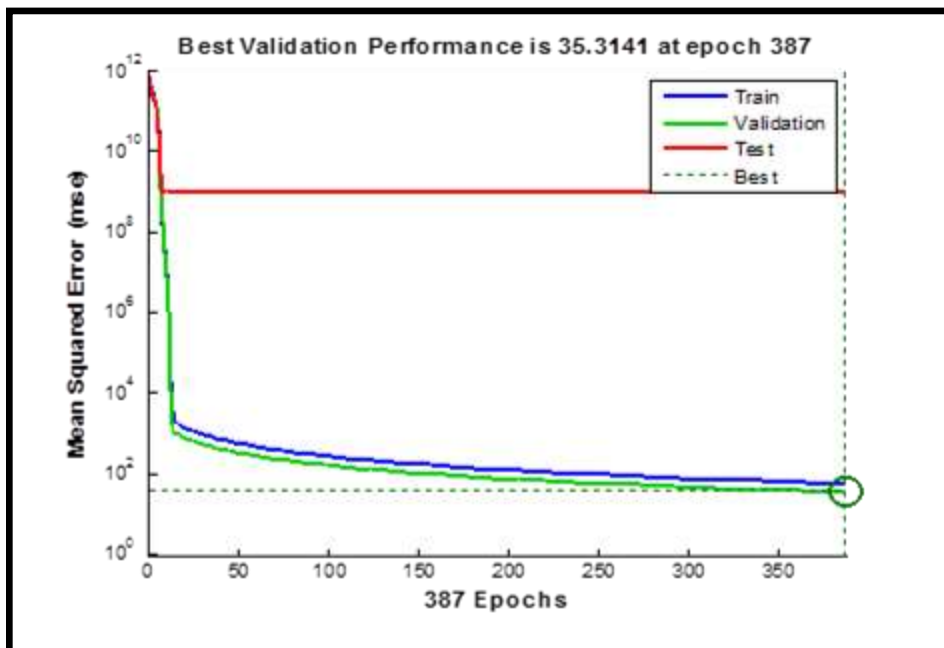
MLP(3-15-1)	920087.9	989
MLP(3-20-1)	637847.8	1900
MLP(3-25-1)	103269.8	625

يتضح من الجدول السابق أن الأنموذج (MLP 2-10-1) قد سجل أقل قيمة لمعيار متوسط مربع الخطأ MSE والتي بلغت نحو 35.31 أي أن جذر متوسط مربع الخطأ يساوي (5.94) لذا سيتم اعتماد الأنموذج المذكور في توليد التنبؤات للسنوات المقبلة لمتغير الفجوة الغذائية للرز في العراق، ويوضح الشكل الآتي المدرج التكراري للتوزيع الطبيعي للبواقي لمجاميع البيانات الثلاث التي تمثل الهدف أو المخرجات للأنموذج المختار للبواقي، وتبين أن المدرج التكراري لبواقي الأنموذج اقرب ما يكون إلى التوزيع الطبيعي:

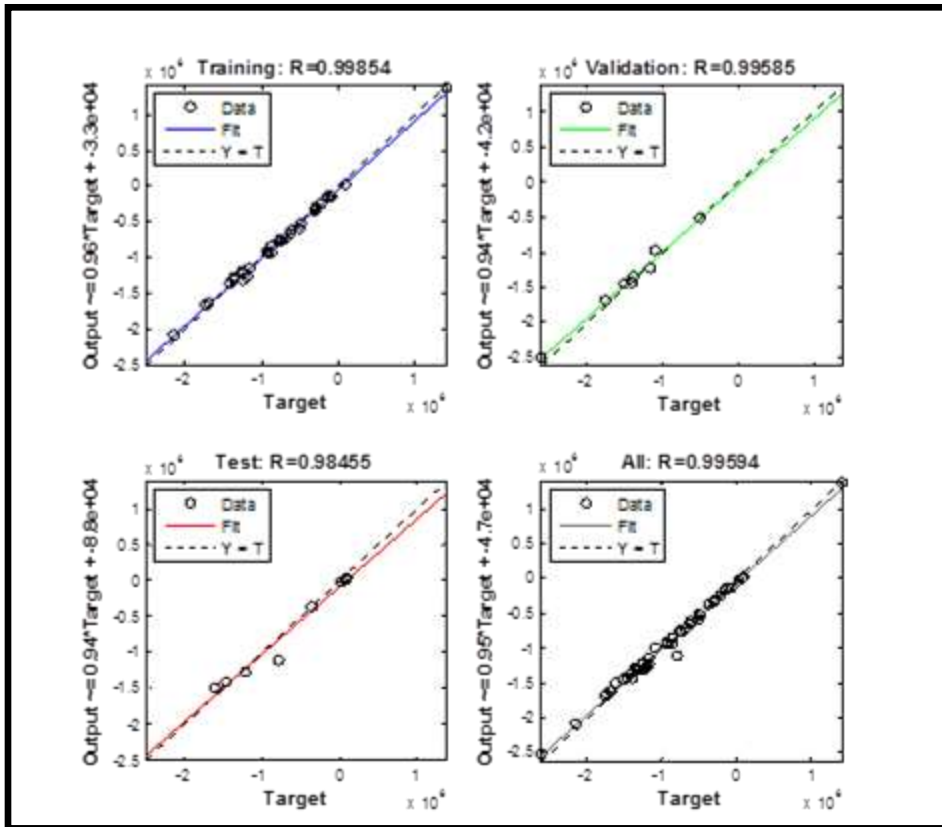


شكل (4) التوزيع الطبيعي لمخرجات الأنموذج MLP(2-10-1)

كما يوضح الشكل الآتي قيمة معيار MSE وعدد مرات التدريب لبيانات التمهيد أو البيانات الشرعية التي من خلالها يتم الحكم على دقة الأنموذج كما مر سابقاً :



شكل (5) قيمة معيار MSE وعدد مرات التعلم للأنموذج MLP(2-10-1)



شكل (6) قيمة معامل الارتباط لبيانات الأنموذج المختار

يوضح الشكل (6) درجة الارتباط بين القيم الحقيقية لبيانات التدريب والاختبار والتمحيص والبيانات الكلية مع قيمها بعد التدريب التي يفضل أن تكون قريبة من الواحد الصحيح، إذ يظهر أن قيمة معامل R للبيانات الكلية هي 0.995 أما لمجموعة التدريب فكانت قيمته (0.998) ولمجموعة الاختبار 0.985 وللمجموعة الشرعية (التمحيص) كانت قيمته نحو 0.995 .

بعد اعتماد الأنموذج الأفضل علما انه قد تم تجربة العشرات من النماذج وكانت النماذج السابقة هي الأفضل لذا تم الاقتصار على عرضها، تم بعد ذلك توليد التنبؤات لفجوة الرز للمدة (2014-2022) وكانت النتائج كما في الجدول الآتي :

الجدول (7) القيم المتنبأ بها لفجوة الرز حسب الأنموذج MLP(2-10-1)

السنة	قيمة الفجوة طن
2014	-522240
2015	-494960
2016	-476710
2017	-466490
2018	-463310
2019	-466230
2020	-607450
2021	-559490
2022	-735650

الاستنتاجات

1- هناك استخدام واسع لطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية عالميا وفي أكثر المجالات، ولاسيما الزراعية مع قلة استخدامها في العراق في جميع التخصصات، وانعدامها في المجال الزراعي الأمر الذي ينبغي معه زيادة استخدامها في مجالات الاقتصاد الزراعي، ولاسيما التنبؤ سواء في الإنتاج أو الاستهلاك أو الأسعار، لان مثل هذه الطرائق لا تفترض شروطا في بيانات السلسلة الزمنية ومنها الاستقرار، الأمر الذي يجعلها تصلح لواقع البيانات العراقية التي تتصف بالتذبذبات الواضحة والكبيرة، ولاسيما عندما تمتد لفترة زمنية طويلة.

2- بلغ معدل نمو الفجوة الغذائية للقمح لمدة الدراسة نحو (3.4%) ، كما بلغت فجوة الرز نحو (3.9%) للمدة نفسها، وعند تقسيم السلسلة الزمنية إلى خمس مدد زمنية كان معدل نمو الفجوة أعلى ما يمكن في عقد السبعينات التي بلغت نحو (10.3 و 11.6%) للقمح والرز على التوالي، وشهدت الفترة الخامسة (2000-2013) انخفاض بمعدل نمو الفجوة الغذائية للقمح والرز إذ بلغت نحو (-4.6 , -3.8%) للقمح والرز على التوالي، صاحب هذا الارتفاع في معدل الفجوة ارتفاع بمعدل نمو الاكتفاء الذاتي الذي ظهر بقيم موجبة بلغت (1.6 , 0.6%) للقمح والرز على التوالي، وان نمو هذا العجز يتوقع أن يستمر ولاسيما إن أسباب نمو هذا العجز موجودة وسوف تستمر وتتعمق واهم هذه الأسباب ضعف الواردات المائية التي تشير اغلب الدراسات إلى انخفاضها مستقبلا كنتيجة طبيعية للمشاريع العملاقة التي أنشأتها في إنشائها دول الجوار وسوف تستمر.

3- تم اختيار الأنموذجان MLP(3-15-1) و MLP(2-10-1) كونهما الأفضل من بين النماذج المستخدمة حسب طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية لتمثيل السلسلة الزمنية لفجوة القمح والرز على التوالي.

التوصيات

- 1- العمل على مواكبة البحوث العالمية وتبني الطرق الحديثة لاسيما طرق توليد التنبؤات، كونها الأساس في رسم السياسات وتقويمها كطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية موضوع البحث التي أظهرت دقة عالية حسب معايير الدقة التنبؤية المستخدمة في المقارنة، فضلا عن استخدام برامج أخرى أسهل من الناحية التطبيقية مثل برنامج (SPSS20) كون البرنامج الذي تم العمل عليه وهو Matlab13 ينطوي على الكثير من الصعوبة والتعقيد.
- 2- للسيطرة على الفجوة الغذائية وتوفير قدر عالي من الأمن الغذائي، لا بد من تبني خليط من سياسة تشجيع الإنتاج والاستيراد والخزين الاستراتيجي، إذ أن اعتماد سياسة الإنتاج والاستيراد المتبعة حاليا يشوبها القلق في توفير الغذاء في ظل عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي خارجيا وداخليا، والتركيز على جانب الاستهلاك لسد الفجوة الغذائية كونه الأكثر تأثيرا عليها من خلال تعديل الأنماط الغذائية المحلية المخطوءة المتعلقة باستهلاك القمح والرز، وإيجاد البدائل الصحيحة مثل بذور الشوفان وذلك من خلال وسائل الإعلام المتوافرة.
- 3- إنشاء صندوق خاص بالأمن الغذائي توضع فيه المبالغ اللازمة لتوفير المواد الغذائية التي يعجز الإنتاج المحلي عن توفيرها، وذلك بالاعتماد على التنبؤات المستقبلية المعتمد بها للكميات المطلوبة والمنتجة، مع الاستمرار في سياسة الدعم التي اتبعت في السنوات الأخيرة كونها أثرت ايجابيا في انخفاض معدلات النمو للفجوة الغذائية كما أظهرت ذلك نتائج الدراسة.
- 4- وكما أشارت الدراسة فإن موضوع العجز الغذائي لا يرتبط فقط بارتفاع معدلات الاستهلاك وإنما بجوانب أخرى تتعلق بالإنتاج وظروفه والعوامل المؤثرة فيه ، وبما إن العراق يعاني من انخفاض الواردات المائية بسبب سياسات دول الجوار فينبغي تفعيل الاتفاقيات وإلزام الدول المتشاطئة بتنفيذها، مع العمل على ترشيد استخدام المياه واستخدام الطرائق الحديثة في الري فضلا عن إدخال أنواع جديدة من البذور المحسنة وبالذات تلك التي لا تحتاج إلى مياه كثيرة ولاسيما عندما نتحدث عن محصول الرز.

المصادر

- Girish K. Jha and Kanchan Sinha.2013."Agricultural Price Forecasting Using Neural Network Model: An Innovative Information Delivery System" Agricultural Economics Research Review Vol. 26 (No.2) pp 229-239.
- Reza Ghodsi, Ruzbeh Mirabdollah Yani, Rana Jalali and Mahsa Ruzbahman. 2012." Predicting Wheat Production in Iran Using an Artificial Neural Networks Approach" International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences February, Vol. 2, No. 2.

Miss.Snehal, S.Dahik , D.Sandeep and V.Rode.2014." Agricultural Crop Yield Prediction Using Artificial Neural Network Approach" INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN ELECTRICAL, ELECTRONICS, INSTRUMENTATION AND CONTROL ENGINEERING, Vol. 2, Issue 1.

أمين بك، حمزة. 2005. استخدام الشبكات العصبية في التكهّن للسلاسل الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم جامعة الموصل. العباسي، عبد الحميد محمد. 2013. مقدمة في الشبكات العصبية الاصطناعية وتطبيقاتها. معهد الدراسات والبحوث الإحصائية. قسم الإحصاء الحيوي والسكاني/ جامعة القاهرة.

عاشور، مروان عبد الحميد وعبيد محمود محسن. 2012. استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ونماذج بوكس جنكنز في تحليل السلاسل الزمنية. جامعة الخرطوم، مجلة السودان للعلوم والتكنولوجيا، العدد 28.

محسن، عبد الكريم والنجار صباح مجيد 2006. إدارة الإنتاج والعمليات. ص 77، دار وائل للنشر، الأردن.

المعهد العربي للتخطيط. 2008. أساليب التنبؤ. الكويت. 2008. www.arab-api.org/cours4.htm

الوردي، عدنان هاشم. 1990. أساليب التنبؤ الإحصائي، طرق وتطبيقات. مطبعة دار الحكمة، البصرة، العراق.

قصي والحيالي، 2010 " استجابة الطلب على الرز في العراق " رسالة ماجستير. جامعة بغداد/ كلية الزراعة/ قسم الاقتصاد الزراعي.

صادق هادي، 2007 " التنبؤ بالطلب على القمح في العراق " رسالة ماجستير. جامعة بغداد/ كلية الزراعة/ قسم الاقتصاد الزراعي.

العبيدي، محمود خليل إبراهيم. 2011. الشبكات العصبية الاصطناعية. مجلة أبحاث الحاسوب، المجلد 4 ، العدد 1 ، الجامعة التكنولوجية، بغداد.

