Intelligent modeling of tomato production cost functions in Syria using a multi-layer neural network (MLP)

Dr. Majd Naamah*

(Received 13 / 7 / 2024. Accepted 3 / 9 /2024)

□ ABSTRACT □

The research aimed to develop a mathematical model for the costs of producing tomato crops, and to determine the optimal size of production to achieve economic efficiency through standard analysis of the cost functions of producing one kilogram of tomato fruits.

To achieve the research objectives, a feed-forward multi-layer neural network (Multi-layer Perceptron) was used to model the time series of the research variables during the period (1993-2021), where 23 years of data were used in the training phase, and 6 years in the testing phase.

The neural network used consisted of three layers (input, processing, and output). The input layer consisted of 6 neurons, the processing layer included 2 neurons, and the output layer included one cell. The hyperbolic tangent activation function was used in the processing layer, and the Identity function was used.) In the output layer, the sum of squared error in the training phase was 0.07, decreasing to 0.01 in the testing phase, indicating the quality of the model.

The research results showed that the costs of production inputs constitute the greatest relative importance in the function of the total costs per hectare of tomato crop according to the proposed neural network model, followed by the costs of agricultural operations, then the interest on capital.

The results of the analysis of the total cost function for the tomato crop showed that increasing the costs of production inputs by one unit leads to an increase in total costs by 16.97 units. Likewise, increasing the costs of agricultural operations by one unit leads to an increase in total costs by 1.36 units, and that increasing the interest on capital by one unit leads to a decrease in total costs. By 8.52 units.

The results also showed that the actual production volume is far from the production volume that achieves economic efficiency, as the production volume that achieves the lowest cost is 38,732.05 kg/ha compared to the actual production volume in 2021, which amounts to 98,914 kg/ha.

Keywords: functions, costs, tomatoes, intelligent modeling, neural network.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Assistant Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, lattakia, Syria**
mjd.namaa.90@gmail.com

النمذجة الذكية لدوال تكاليف إنتاج محصول البندورة في سورية باستخدام الشبكة العصبية متعددة الطبقات (MLP)

د. مجد نعامه*

(تاريخ الإيداع 13 / 7 / 2024. قبل للنشر في 3 / 9 / 2024)

□ ملخّص □

هدف البحث إلى تطوير نموذج رياضي لتكاليف إنتاج محصول البندورة، وتحديد الحجم الأمثل للإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية عن طريق التحليل القياسي لدوال تكاليف إنتاج الكغ الواحد من ثمار البندورة.

لتحقيق أهداف البحث تم استخدام الشبكة العصبية متعددة الطبقات (Multi layer Perceptron) ذات التغذية الأمامية في نمذجة السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث خلال الفترة (1993–2021) حيث أُستخدمت بيانات 23 سنة في مرحلة التدريب، 6 سنة في مرحلة الاختبار.

تكونت الشبكة العصبية المستخدمة من ثلاث طبقات (المدخلات، المعالجة، المخرجات)، تضمنت طبقة المدخلات 6 خلايا عصبية، طبقة المعالجة 2 خلايا عصبية، وطبقة المخرجات خلية واحدة، تم استخدام دالة التنشيط (Hyperbolic tangent) في طبقة المعالجة، والدالة (Identity) في طبقة المخرجات، بلغ مجموع مربعات الخطأ في مرحلة التدريب 0.07، لينخفض إلى 0.01 في مرحلة الاختبار، مما يشير إلى جودة النموذج.

بينت نتائج البحث أن تكاليف مستلزمات الإنتاج تشكل الأهمية النسبية الأكبر في دالة التكاليف الكلية للهكتار الواحد من محصول البندورة حسب نموذج الشبكة العصبية المقترح، تلتها تكاليف العمليات الزراعية، ففائدة رأس المال.

أظهرت نتائج تحليل دالة التكاليف الكلية لمحصول البندورة أنه بزيادة تكاليف مستلزمات الإنتاج بمقدار وحدة واحدة يؤدي إلى زيادة التكاليف الكلية 16.97 وحدة كذلك زيادة تكاليف العمليات الزراعية وحدة يؤدي إلى زيادة التكاليف الكلية 1.36 وحدة، وأن زيادة فائدة رأس المال بمقدار وحدة واحدة يؤدي إلى انخفاض التكاليف الكلية بمقدار 8.52 وحدة.

كما بينت النتائج ابتعاد حجم الإنتاج الفعلي عن حجم الإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية حيث أن حجم الإنتاج الذي يحقق أقل تكلفة هو 38732.05 كغ/هـ بالمقارنة مع حجم الإنتاج الفعلي عام (2021) والبالغ 98914 كغ/ هـ.

الكلمات المفتاحية: دوال، التكاليف، البندورة، النمذجة الذكية، الشبكة العصبية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

*مدرس– كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مقدمة:

الطَّماطِم أو البندورة نبات ذو أهمية اقتصادية عالية من الفصيلة الباذنجانية .تزرع الطماطم في المناطق المعتدلة والحارة وتنتمي إلى الجنس Solanum (مثل البطاطس، والقاشان) والذي يضم عدة أنواع برية أخرى، الاسم العلمي لها هو باللاتينية، (Solanum lycopersicum) جاءت تسمية طماطم من لغة الأزتيك في المكسيك الوسطى وهي مشتقة من كلمة ناوتيلية تسمىtomatl ، وحرفيًا «ثمرة مورمة»، وتسمى في اللغة الإنجليزية(tomato) ، وبندورة (عن الإيطالية) (pomodori)وقد نشأت البندورة في أمريكا الجنوبية، وانتشرت في جميع أنحاء العالم، وذلك بعد الاستعمار الإسباني للأمريكيتين، وتزرع الطماطم الآن على نطاق واسع، وغالبًا ما تزرع في البيوت الزجاجية للحفاظ على درجة الحرارة (ويكيبيديا، 2023).

أظهرت إحصائية منظمة الأغذية والزراعة" الفاو"، أن إنتاج الطماطم فى العالم خلال العام 2020 بلغ 186.6 مليون طن، منهم 62.6% من آسيا فقط، والباقى موزع على دول العالم، حيث دخلت مصر، ضمن أكثر 5 دول إنتاجًا للطماطم في العام 2020.

تعد الصين أكبر منتج للطماطم في العالم حيث تبلغ 6753834 مليون كيلوجرام، بلغت مساحة الأراضي التي خصصتها الصين لإنتاج الطماطم في عام 2021 ما يقارب 1140716 هكتارًا، و بلغ العائد لكل متر مربع 5,92 كيلوجرام في المرتبة الثاني أنتجت الهند 21181 مليون كيلوجرام من الطماطم لنفس الفترة، من مساحة 845 ألف هكتار و بإنتاجية 2,51 كيلوجرام للمتر المربع، من جانبها تحتل تركيا المرتبة الثالثة في تصنيف بحجم 13095,26 مليون كيلوغرام بمساحة 165204 هكتار و عائد 7,93 كيلوجرام لمتر مربع (FAO, 2021).

في المرتبة الرابعة أنتجت الولايات المتحدة 10475,26 مليون كيلوغرام من الطماطم في عام 2021 من 109226 هكتارًا وبإنتاجية 9,59 كيلوجرام لمتر مربع، تليها مصر بإنتاج 6245,79 مليون كيلوجرام من الطماطم المزروعة على مساحة 150109 هكتار وبلغ متوسط الإنتاجية 4,16 كيلو جرام للمتر المربع و أخيرًا، تحتل إسبانيا المرتبة السادسة العالمية في إنتاج الطماطم، بحجم إجمالي قدره 4754,38 مليون كيلوجرام نمت على 56110 هكتار و حصلت على متوسط محصول يبلغ 8.47 كيلوجرام لكل متر مربع.

شغلت سورية المرتبة السابعة والعشرين عالمياً والخامسة عربياً (مصر، الجزائر، تونس، المغرب، سورية) من حيث إنتاج البندورة عام 2020 حيث بلغ إنتاجها 781 ألف طن (FAO,2020)

تسمح الحرارة المعتدلة السائدة في سورية بنمو وإنتاج البندورة بشكل واسع في الزراعات المكشوفة، ويساعد الطقس المعتدل في الساحل على إنتاج البندورة في البيوت البلاستيكية باستخدام الحد الأدنى من التدفئة والتهوية الصناعية في الشتاء. وأصناف بندورة البيوت البلاستيكية مرغوبة للتصدير إلى الأسواق الخارجية.

درس (عبد الله، 2009) النموذج الاقتصادي القياسي الشامل للطماطم في سورية، كما تم تقدير النموذج، واختبار كفاءة التقدير باستخدام معامل ثايل، ومن ثم التنبؤ بقيم المتغيرات الأساسية حتى عام 2016، وأخيرا تم استخدام النموذج في التقييم الاقتصادي لبعض الاتجاهات المؤثرة في اقتصاديات الطماطم السورية.

وقد تبين بزيادة السعر المزرعي بنسبة 10 % والتعويض في النموذج أن ذلك يؤدي إلى زيادة المساحات المزروعة بالطماطم في العروات المختلفة حيث زادت المساحة المزروعة بالطماطم في العروة الصيفية حوالي 4.8%والعروة الربيعية حوالي 6.7 % والعروة الخريفية حوالي 15%، كما أظهرت النتائج أن ارتفاع تكلفة إنتاج طن الطماطم السورية المزروعة في العروة الخريفية بنسبة 10 % يؤدي إلى انخفاض المساحة المزروعة في هذه العروة حوالي 15.8%

والذي يؤدي بدوره إلى انخفاض الإنتاج في هذه العروة إلى حوالي16%، وانخفاض الإنتاج الكلي حوالي 1.5%والكمية المتاحة للاستهلاك المحلي حوالي 2.6%. كما أن انخفاض التكاليف يؤدي إلى عكس النتائج السابقة.

درس ناصر ووقاف، (2016) هيكل التكاليف الإنتاجية واقتصاديات الحجم لمحصول البندورة المروية في منطقة القامشلي بمحافظة الحسكة وذلك لمتوسط الموسمين 2012/ /2013، 2014/2013 اعتمد البحث أسلوب الاستبيان لعينة شملت 15 قرية بطريقة العينة العشوائية من القرى التابعة لمنطقة الدراسة وبلغ عدد المشمولين بالعينة 100 مزارعاً، بينت نتائج التحليل بأن تكلفة العمليات الزراعية شكلت نحو 37.3% من إجمالي التكلفة الكلية في حين شكلت قيمة مستلزمات الإنتاج نحو 42.5% من التكلفة الكلية للمنتج وبلغ حجم الإنتاج الأمثل المخفض للتكاليف نحو 41.697 طن/مزرعة كما بلغ حجم الإنتاج المعظم للربح 98.65 طن/مزرعة وهما يزيدان عن متوسط الإنتاج الفعلي والبالغ 21.241 طن/مزرعة.

هدف أبو زيد والديب، (2019) إلى تقدير دالة التكاليف الإنتاجية لمحصول الطماطم المحمية في منطقة الشلاتين (مصر)، وكذلك تقدير معايير الكفاءة الإنتاجية، والاستفادة من مؤشراتها الاقتصادية في سياسات إنتاج الطماطم المحمية، بين البحث أن المنحنى المعبر عن اقتصاديات السعة يأخذ الشكل التقليدي U، وقدرت مرونة التكاليف الإنتاجية عند المستوى الإنتاجي المتوسط بنحو 0.8 مما يعني أن إنتاج الطماطم المحمية في الشالتين لا يزال في مرحلة العائد المتزايد للسعة، ولم تصل العديد من المزارع إلى السعة الإنتاجية المثلى.

هدف عطية والسيد، (2023) إلى دراسة اقتصاديات إنتاج محصول الطماطم الصيفي في الزراعة المصرية ومنطقة النوبارية وكذلك التقدير القياسي لدوال إنتاج والكفاءة الاقتصادية لمحصول الطماطم الصيفي بعينة الدراسة، أظهرت نتائج البحث أن الكفاءة الاقتصادية لعنصر الانتاج (الصوانى) عينة الدراسة (النوبارية) بلغت 4.3 وهذا يعنى أن تحقيق الكفاءة يتطلب زيادة استخدام كمية الصواني حتى تتساوى قيمة إنتاجيته الحدية مع سعر الوحدة منه، كما بلغت قيمة معامل الكفاءة لاستخدام عنصر العمل البشرى، والسماد الآزوتي حوالي 2، 11.8 وهو ما يعنى أن المنتجين يمكنهم تحقيق الكفاءة في استخدام هذين العنصرين في إنتاج الطماطم عن طريق زيادة الكميات المستخدمة منهما حتى تتساوى قيمة الناتج الحدي لكلا العنصرين مع سعر الوحدة من كلا منهما. فى حين تبين عدم كفاءة استخدام المبيدات حيث أن إنتاجيته الحدية سالبة وأن هناك إسراف في الاستخدام لدرجة أنه بلغ المرحلة الإنتاجية الثالثة غير الرشيدة وأن تحقيق الكفاءة يتطلب تقليل القدر المستخدم منه حتى تتساوى قيمة إنتاجيته الحدية مع سعر الوحدة منه.

المشكلة البحثية:

يعاني الكثير من المزارعين عامة ومزارعي البندورة خاصة من صعوبة في اتخاذ القرار حول الحجم الأمثل للإنتاج، وبالتالي صعوبة تحديد الكميات اللازمة من مدخلات الإنتاج، مما يؤدي إلى خروج عملية الإنتاج من إطار الكفاءة الاقتصادية لا سيما أن التكاليف هي العامل الأساسي في تحديد الأرباح وهي عامل متغير بحسب كمية الإنتاج، لذلك فإن هذا البحث يحاول الإجابة على التساؤلات الآتية:

1. ما هو عنصر التكلفة الأكثر أهمية في إنتاج الهكتار الواحد من محصول البندورة؟
2. ما هو الحجم الأمثل للإنتاج الذي يحقق أقل تكلفة ممكنة؟

أهمية البحث وأهدافه:

إن تحديد حجم الإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية كذلك الحجم المعظم للربح باستخدام نماذج الذكاء الصناعي والتي تتمتع بالدقة العالية في تقدير النماذج الرياضية، مهم جداً خاصة وأن ممارسات المزارعين الفعلية قد تبتعد عن هذه الحجوم. لذا يعد هذا البحث من الأهمية بمكان بحيث يفيد كلاً من المرشد الزراعي ومتخذي القرارات الإدارية والسياسية الزراعية في التخطيط الزراعي المستقبلي لمثل هذا النوع من الزراعة الاستراتيجية، وبناء عليه فقد هدف البحث إلى:

1. تطوير نموذج رياضي لتقدير تكاليف إنتاج محصول البندورة باستخدام الشبكة العصبية متعددة الطبقات (MLP).
2. تحديد الحجم الأمثل من الإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية عن طريق التحليل القياسي لدوال تكاليف إنتاج الكغ من ثمار البندورة.

طرائق البحث ومواده:

أولاً- منهجية البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي في دراسة تطور تكاليف الإنتاج خلال الفترة المدروسة وتقدير الأهمية النسبية لكل بند عن طريق استخدام الجداول والنسب المئوية والأرقام القياسية، كما تم استخدام منهج الشبكة العصبية متعددة الطبقات (Perceptron MLP) في انتخاب المتغيرات المستقلة الأكثر تأثيراً في النموذج المقترح، وتقدير دالة التكاليف الكلية وتحديد حجم الإنتاج الذي يحقق أقل تكلفة ممكنة للهكتار.

ثانياً- حدود البحث:

الحدود المكانية: تم تنفيذ هذا البحث على مستوى القطر عن طريق تحليل بيانات التكاليف الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية.

الحدود الزمنية: تم تحليل البيانات الخاصة بالتكاليف خلال الفترة (1993-2021).

ثالثاً- مصادر البيانات:

تم الاعتماد على المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي للبيانات الخاصة بتكاليف العمليات الزراعية (الحراثات، التسكيب، نثر البذار، تعشيب، المكافحة، التسميد، الجني، الفرز والتعبئة، التحميل والتنزيل، نقل المحصول) ومواد ومستلزمات الإنتاج (قيمة السماد، قيمة العبوات، قيمة مواد المكافحة) ومردود الهكتار الواحد خلال الفترة (1993-2021).

فرضيات البحث:

الفرضية الأولى: تشكل تكاليف مستلزمات الإنتاج الأهمية النسبية الأكبر مقارنة بالتكاليف المتغيرة للهكتار الواحد من البندورة.

الفرضية الثانية: تشكل فائدة رأس المال الأهمية النسبية الأكبر مقارنة بالتكاليف الثابتة للهكتار الواحد من البندورة.

الفرضية الثالثة: يبتعد حجم الإنتاج الفعلي عن حجم الإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية.

متغيرات البحث:

المتغيرات المستقلة: تكاليف العمليات الزراعية، تكاليف مستلزمات الإنتاج، إيجار الأرض، فائدة رأس المال، النفقات النثرية (ل.س/هـ)، المردود (كغ/ هـ) **المتغير التابع:** إجمالي التكاليف الإنتاجية (ل.س/ هـ).

النتائج والمناقشة:

أولاً- تحليل التكاليف المتغيرة لإنتاج الهكتار من محصول البندورة في سورية خلال الفترة (1993-2021):

تعرف التكاليف المتغيرة بأنها التكاليف التي تتغير قيمتها بتغير كمية الإنتاج، حيث تزداد بزيادة كمية الإنتاج وتنقص بنقصانه.

تشمل التكاليف المتغيرة لمحصول البندورة كلاً من تكاليف العمليات الزراعية ومستلزمات الإنتاج، بدورها تشمل العمليات الزراعية كلاً من تكاليف (الحراثات، التسكيب، الزراعة، التسميد، السقاية، العزق والتعشيب، المكافحة، الحصاد والجني، الفرز والتعبئة ونقل المحصول).

كذلك تشمل تكاليف مستلزمات الإنتاج كلاً من قيمة (السماد العضوي، السماد الكيماوي، العبوات، البذار، مياه الري، مواد المكافحة).

وقد تم دراسة تطور التكاليف المتغيرة للهكتار الواحد من محصول البندورة على مستوى القطر وحساب الأرقام القياسية، كما هو موضح بالجدول (1).

يبين الجدول تذبذب قيم التكاليف المتغيرة للهكتار الواحد من محصول البندورة خلال الفترة المدروسة وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى تأثر هذه التكاليف بكميات الإنتاج والتي تتغير من عام لآخر، كما يبين الجدول الأرقام القياسية لتطور هذه التكاليف باعتماد سنة (1993) سنة أساس، حيث زادت هذه التكاليف بمقدار 36796.67 % مقارنة مع العام 1993، نتيجة للتضخم الكبير في الأسعار.

الجدول 1: التكاليف المتغيرة (ل.س /هـ) لمحصول البندورة في سورية خلال الفترة (1993-2021).

العام	العمليات زراعية	مستلزمات الإنتاج	المجموع	الرقم القياسي %
1993	43565	19829	63394	100.00
1994	57225	29613	86838	136.98
1995	53547	36379	89926	141.85
1996	56073	36877	92950	146.62
1997	56573	73157	129730	204.64
1998	58447	73157	131604	207.60
1999	58442	75797	134239	211.75
2000	58442	75797	134239	211.75
2001	54769	77047	131816	207.93
2002	56894	80075	136969	216.06
2003	65704	89567	155271	244.93
2004	66784	92236	159020	250.84
2005	67656	94977	162633	256.54
2006	73824	99495	173319	273.40
2007	85456	103434	188890	297.96
2008	119266	122014	241280	380.60
2009	121597	132706	254303	401.15
2010	123764	124113	247877	391.01
2011	115207	123572	238779	376.66
2012	129158	134355	263513	415.67
2013	204171	276447	480618	758.14
2014	219109	343573	562682	887.60
2015	272151	692008	964159	1520.90
2016	397539	906702	1304241	2057.36

2310.45	1464684	1049993	414691	2017
2186.87	1386345	914000	472345	2018
4500.84	2853265	2066191	787074	2019
10319.73	6542091	4999571	1542520	2020
36896.67	23390277	20493676	2896601	2021

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المجموعات الإحصائية (1993-2021)

ثانياً- تحليل التكاليف الثابتة لإنتاج الهكتار من البندورة في سورية (1993-2021):

الجدول 2: التكاليف الثابتة (ل.س /هـ) لمحصول البندورة في سورية خلال الفترة (1993-2021).

الرقم القياسي%	المجموع	نفقات نثرية	فائدة رأس المال	إيجار الأرض	العام
100.00	18172	3169	2853	12150	1993
120.86	21963	4341	1332	16290	1994
126.86	23053	4496	1637	16920	1995
131.26	23853	4689	1659	17505	1996
190.24	34570	6486	3334	24750	1997
190.76	34664	6622	3292	24750	1998
197.09	35815	6754	3411	25650	1999
197.09	35815	6754	3411	25650	2000
194.25	35300	6633	3467	25200	2001
201.29	36578	6890	3603	26085	2002
229.02	41618	7806	4031	29781	2003
233.04	42348	7993	4151	30204	2004
237.56	43170	8171	4274	30725	2005
254.15	46185	8667	4477	33041	2006
295.20	53644	9483	7758	36403	2007
371.76	67556	12103	9151	46302	2008
394.10	71615	12754	9953	48908	2009
313.72	57009	6245	5012	45752	2010
302.28	54930	6179	4707	44044	2011
340.18	61817	6718	6285	48814	2012
663.00	120481	13861	16461	90159	2013
748.11	135947	17179	16461	102307	2014
1399.71	254356	34600	36997	182759	2015
1852.92	336712	45335	45228	246149	2016
2055.16	373464	52500	45249	275715	2017
1945.58	353550	45700	46850	261000	2018
4899.20	890282	142045	185737	562500	2019
11341.87	2061045	327105	440816	1293124	2020
42868.73	7790106	1169514	1946899	4673693	2021

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المجموعات الإحصائية (1993-2021)

يبين الجدول الاتجاه العام المتزايد في قيم التكاليف الثابتة للهكتار الواحد من محصول البندورة خلال الفترة المدروسة بفعل عامل التضخم، كما يبين الجدول الأرقام القياسية لتطور هذه التكاليف باعتماد سنة (1993) سنة أساس، حيث زادت هذه التكاليف بمقدار 42768.73 % مقارنة مع العام 1993، نتيجة للتضخم الكبير في الأسعار.

ثالثاً- بناء دالة التكاليف باستخدام الشبكة العصبية متعددة الطبقات:

تم تقدير نموذج التكاليف الكلية باستخدام الشبكة العصبية (perceptron network)، وفق المراحل الآتية:

3-1 تدريب الشبكة العصبية:

تم تحديد البيانات المستخدمة في مرحلة تدريب الشبكة واختبارها بالإضافة للبيانات المستبعدة كما هو موضح بالجدول (3).

الجدول 3: ملخص عملية معالجة البيانات في الشبكة العصبية

Case Processing Summary			
		N	Percent
Sample	Training	23	79.3%
	Testing	6	20.7%
Valid		29	100.0%
Excluded		0	
Total		29	

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج SPSS

يبين الجدول السابق استخدام بيانات 23 سنة لتدريب الشبكة العصبية، 6 سنوات لاختبار الشبكة، بالمقابل لم يتم استبعاد أي قيم شاذة.

3-2 بناء الشبكة العصبية:

تكونت الشبكة العصبية المستخدمة من ثلاث طبقات (المدخلات، المخفية، المخرجات)، تكونت طبقة المدخلات من 6 خلية، الطبقة المخفية من 2 خلية، طبقة المخرجات من خلية واحدة.

تم استخدام دالة التنشيط (Hyperbolic tangent) في الطبقة المخفية والتي تعطى بالعلاقة:

$$\gamma(c) = \tanh(c) = \frac{e^{c} - e^{-c}}{e^{c} + e^{-c}} + Bias$$

حيث y : المتغير التابع، c: المتغيرات المستقلة، Bias : معلمة الانحياز

كما تم استخدام دالة التنشيط (Identity) في طبقة المخرجات، والتي تعطى بالعلاقة:

$$y(c) = c + Bias$$

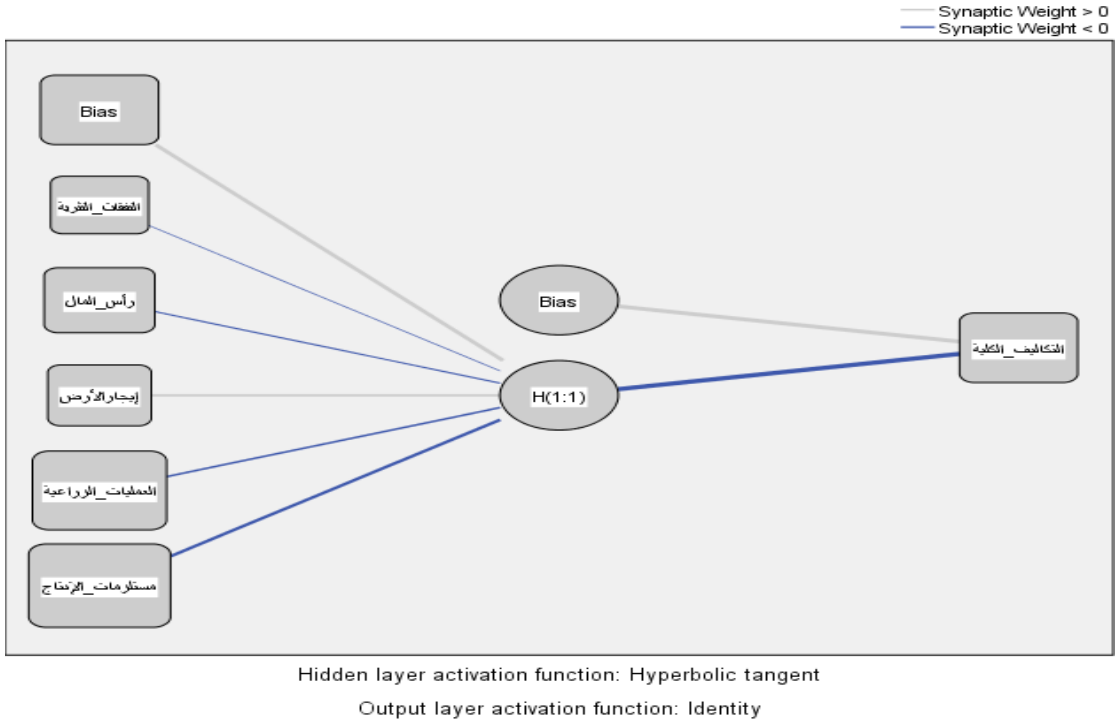
والجدول (4) يوضح ذلك.

الجدول 4: معلومات حول الشبكة العصبية المستخدمة

Network Information			
Input Layer	Covariates	1	تكاليف العمليات
		2	تكاليف المستلزمات
		3	إيجار الأرض
		4	فائدة رأس المال
		5	النفقات النثرية
	Number of Units[a]		5
	Rescaling Method for Covariates		Standardized
Hidden Layer(s)	Number of Hidden Layers		1
	Number of Units in Hidden Layer 1[a]		1
	Activation Function		Hyperbolic tangent
Output Layer	Dependent Variables	1	التكاليف الكلية
	Number of Units		1
	Rescaling Method for Scale Dependents		Standardized
	Activation Function		Identity
	Error Function		Sum of Squares
a. Excluding the bias unit			

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج SPSS

والشكل الآتي يوضح البنية المعمارية للشبكة العصبية المستخدمة



الشكل (1) البنية المعمارية للشبكة العصبية المستخدمة.

3-3 اختبار نموذج الشبكة:

تم اختبار جودة النموذج بحساب مجموع مربعات الخطأ في مرحلتي التدريب والاختبار، كما هو موضح بالجدول (5).

الجدول 5: ملخص نموذج الشبكة العصبية المستخدمة.

Model Summary		
Training	Sum of Squares Error	.077
	Relative Error	.005
	Stopping Rule Used	1 consecutive step(s) with no decrease in error
	Training Time	0:00:00.00
Testing	Sum of Squares Error	.015
	Relative Error	.008
Dependent Variable: التكاليف الكلية		
a. Error computations are based on the testing sample.		

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج SPSS

تبين نتائج الجدول أن مجموع مربعات الخطأ في مرحلة التدريب 0.07، لينخفض إلى 0.01 في مرحلة الاختبار، وهذا يعني أن نموذج الشبكة تم تجهيزه جيداً في مرحلة الاختبار.

4-3 تحديد الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة:

تم تحديد وفرز المتغيرات الأكثر تأثيراً في دالة التكاليف الكلية باستخدام الشبكة العصبية، كما هو موضح بالجدول (6)

الجدول 6: الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة وفق نموذج الشبكة العصبية.

Independent Variable Importance		
طبيعة النفقة	Importance	Normalized Importance
مستلزمات الإنتاج	.411	100.0%
العمليات الزراعية	.343	83.4%
رأس المال	.139	33.8%
النفقات النثرية	.079	19.1%

المصدر: مخرجات الشبكة العصبية باستخدام برنامج SPSS

يبين الجدول أن تكاليف مستلزمات الإنتاج من أكثر العوامل تأثيراً في التكاليف الكلية، تلتها تكاليف العمليات الزراعية، فرأس المال، ونلاحظ استبعاد إيجار الأرض.

3-5 تقدير دالة التكاليف الكلية بدلالة التكاليف الجزئية:

تم تقدير دالة التكاليف الكلية باعتماد تكاليف مستلزمات الإنتاج والعمليات وفائدة رأس المال واستبعاد النفقات النثرية كونها ذات تأثير أقل، ويبين الجدول (6) الاختبارات الإحصائية للنموذج المقدر.

الجدول 7: الاختبارات الإحصائية للنموذج المقدر.

Model Summary[b]							
Model	R	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics			Durbin-Watson
				R Square Change	F Change	Sig. F Change	
1	1. 00[a]	0.99	53807.64	1.00	111331.9	.000	2.43

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج SPSS

تشير نتائج الاختبارات الإحصائية للنموذج المقدر جودة النموذج بنسبة 99 %، كما تؤكد نتائج اختبار F معنوية النموذج ($sig< 0.05$)، وتشير إحصائية دربن واتسن إلى عدم وجود مشكلة الارتباط الذاتي للنموذج المقدر.

تم تقدير معاملات النموذج المقدر، كما هو موضح بالجدول (8).

الجدول 8: معاملات النموذج المقدر.

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	15014.88	13235.034		1.134	.267
	العمليات	1.36	.090	.892	15.095	.000
	فائدة رأس المال	-8.52-	.709	-.530-	-12.021-	.000
	مستلزمات الإنتاج	16.97	1.106	.638	15.344	.000

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج SPSS

من الجدول السابق نستنتج دالة التكاليف الكلية:

$$TC = 15014.88 + 1.36\,x_1 - 8.52\,x_2 + 16.97\,x_3$$

حيث:

TC: التكاليف الكلية، x_1: العمليات الزراعية، x_2: رأس المال، x_3: مستلزمات الإنتاج.

تبين الدالة السابقة أنه بزيادة تكاليف العمليات الزراعية وحدة يؤدي إلى زيادة التكاليف الكلية 1.36 وحدة كذلك زيادة تكاليف مستلزمات الإنتاج بمقدار وحدة واحدة يؤدي إلى زيادة التكاليف الكلية 16.97 وحدة، وأن زيادة فائدة رأس

بمقدار وحدة واحدة يؤدي إلى نقص التكاليف بمقدار (8.52) وحدة لأن فائدة رأس المال تحسب على أساس 9.5 % من الإنتاج وكلما زاد الإنتاج كلما انخفضت التكلفة.

3-6 تقدير دالة التكاليف الكلية بدلالة الإنتاج:

تم تقدير دالة التكاليف الكلية بدلالة الإنتاج باعتماد الإنتاج (كغ/هـ) كمتغير مستقل، والتكاليف الكلية (ل.س/هـ) كمتغير تابع، حيث تمت المفاضلة بين نماذج الانحدار باستخدام المعايير الإحصائية (التباين، معامل التحديد، الدلالة الإحصائية) وانتخاب أفضل نموذج، كما هو موضح بالجدول (9).

الجدول 9: نتائج المفاضلة بين النماذج القياسية لدالة تكاليف إنتاج الكغ من البندورة.

النموذج	معامل التحديد	F	sig
الخطي $TC = b0 + (b1 * Qi)$	0.78	42.54	0.000
اللوغاريتمي $TC = b0 + (b1 * ln(Qi))$	0.63	17.88	0.003
اللوجستي $\mathrm{TC} = \ln(\mathrm{b0}) + (\ln(\mathrm{b1}) * \mathrm{Qi})$	0.63	18.32	0.000
التربيعي $TC = b0 + (b1 * Qi) + (b2 * Qi^2)$	0.95	134.26	0.000
التكعيبي $TC = b0 + (b1 * Qi) + (b2 * Qi^2) + (b3 * Qi^3).$	0.95	121.86	0.000

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج SPSS

بينت نتائج المقارنة أن أفضل نموذج يعبر عن العلاقة بين التكاليف كمتغير تابع والإنتاج كمتغير مستقل هو النموذج التربيعي، حيث بلغ معامل تحديد النموذج 0.95 وهذا يعني أن المتغير المستقل (الإنتاج) يفسر 95% من التباين في المتغير التابع (التكاليف)، كما بلغت قيمة F (134.26) بمعنوية (0.000) دالة إحصائيا عند المستوى 5%، مما يؤكد معنوية النموذج.

تم تقدير معاملات النموذج، كما هو موضح بالجدول (10).

الجدول10: معاملات النموذج التربيعي.

Coefficients					
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
المردود	-620.846-	110.736	-1.453-	-5.607-	.000
المردود ** 2	.008	.001	2.300	8.872	.000
(Constant)	12001396.236	2961781.214		4.052	.000

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج SPSS

من الجدول نستنتج دالة التكاليف الكلية على النحو الآتي:

$$\mathrm{TC} = 12001396.236 - 620.846\ \mathrm{Qi} + 0.008\ Qi^2$$

من أجل التعرف على الحجم الأمثل للإنتاج لابد من التعرف على دالة متوسط التكاليف الكلية بقسمة دالة التكاليف الكلية على الناتج ومن ثم اشتقاق معادلة متوسط التكاليف الكلية بعد استبعاد الحد الثابت لنحصل على معادلة التكاليف الحدية وبهدف تحديد مستوى الإنتاج الأمثل الذي يدني التكاليف فقد تم تطبيق الشرط الضروري الذي يدني التكاليف وهو أخذ المشتقة الأولى بالنسبة للناتج ومساواتها بالصفر ومن ثم حل المعادلة بالنسبة ل Q.

دالة التكاليف المتوسطة الكلية:

$$\mathrm{TVC} = \frac{12001396.236 - 620.846\ \mathrm{Qi} + 0.008\ Qi^2}{\mathrm{Qi}}$$

دالة التكاليف الحدية (مشتق دالة التكاليف المتوسطة الكلية)

$$MC = \frac{0.016\ Qi^2 - 620.846\ Qi - 12001396.236 + 620.846\ Qi - 0.008Qi^2}{Qi^2}$$

$$MC = \frac{0.008\ Qi^2 - 12001396.236}{Qi^2} = 0$$

نساوي المشتق بالصفر، ونحل المعادلة:

$$MC = 0.008\ Qi^2 - 12001396.236 \quad = 0$$
$$Qi = 38732.05$$

أي أن حجم الإنتاج الذي يحقق أقل تكلفة هو 38732.05 كغ/هـ، وبالمقارنة مع حجم الإنتاج الفعلي عام (2021) والبالغ 98914 كغ/ هـ نلاحظ ابتعاد حجم الإنتاج الفعلي عن حجم الإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية مما يدعونا لقبول الفرضية الثالثة.

الاستنتاجات والتوصيات:

- الاستنتاجات:

1- تذبذبت قيم التكاليف المتغيرة للهكتار الواحد من محصول البندورة خلال الفترة (1993–2021) وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى تأثر هذه التكاليف بكميات الإنتاج والتي تتغير من عام لآخر.

2- يوجد اتجاه عام متزايد في قيم التكاليف الثابتة للهكتار الواحد من محصول البندورة خلال الفترة المدروسة بفعل عامل التضخم.

3–شكلت تكاليف مستلزمات الإنتاج الأهمية النسبية الأكبر في التكاليف الكلية للهكتار الواحد من محصول البندورة حسب نموذج الشبكة العصبية المقترح، تلتها تكاليف العمليات الزراعية، ففائدة رأس المال.

4–بينت نتائج تحليل دالة التكاليف الكلية لمحصول البندورة أنه بزيادة تكاليف مستلزمات الإنتاج بمقدار وحدة واحدة يؤدي إلى زيادة التكاليف الكلية 16.97 وحدة، كما أن زيادة تكاليف العمليات الزراعية وحدة واحدة يؤدي إلى زيادة التكاليف الكلية 1.36 وحدة، وأن زيادة فائدة رأس بمقدار وحدة واحدة يؤدي إلى نقص التكاليف بمقدار (8.52) وحدة لأن فائدة رأس المال تحسب على أساس قيمة الإنتاج وكلما زاد الإنتاج كلما انخفضت التكلفة.

5–ابتعاد حجم الإنتاج الفعلي عن حجم الإنتاج المحقق للكفاءة الاقتصادية حيث أن حجم الإنتاج الذي يحقق أقل تكلفة هو 38732.05 كغ/هـ، وبالمقارنة مع حجم الإنتاج الفعلي عام (2021) والبالغ 98914 كغ/ هـ.

- التوصيات:

1-تقديم الدعم اللازم لمزارعي البندورة وخاصة فيما يتعلق بمستلزمات الإنتاج، عن طريق تقديمها للمزارعين بأسعار مقبولة.

2-مراعاة العلاقة التكاملية بين الدراسات الفنية والاقتصادية للمحاصيل الزراعية لتحقيق الإنتاج الأمثل والذي يحقق متطلبات الكفاءة الاقتصادية.

3-تطبيق تقنيات النمذجة الذكية ممثلة بالشبكات العصبية في الدراسات الاقتصادية لما تتمتع من دقة فائقة في تقدير النماذج مقارنة بالطرق التقليدية.

References:

1-أبو زيد داليا السيد والديب سهى مصطفى "*الكفاءة الاقتصادية لإنتاج الطماطم تحت الظروف المحمية (دراسة حالة منطقة الشلاتين)*"، مجلة الاقتصاد الزراعي والعلوم الاجتماعية، مصر، 2019، 10 (12) ، 801-803.

Abu Zaid Dalia Al-Sayed and Al-Deeb Soha Mustafa, "The economic efficiency of tomato production under protected conditions (a case study of the Shalatin region)," Journal of Agricultural Economics and Social Sciences, Egypt, 2019, 10 (12), 801-803.

2-عبد الله ابراهيم محمد " نموذج اقتصادي قياسي للطماطم في الجمهورية العربية السورية "، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر، 2009.

Abdullah Ibrahim Muhammad, "An econometric model for tomatoes in the Syrian Arab Republic," PhD thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt, 2009.

3-عطية ريهان محمد والسيد محمود معوض "*الكفاءة الاقتصادية لإنتاج الطماطم الصيفي بمنطقة النوبارية*"، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مصر، 2023 ، 33 (1)1، 229-245.

Attia Rehan Mohamed and Mr. Mahmoud Moawad, "The Economic Efficiency of Summer Tomato Production in the Nubaria Region," Egyptian Journal of Agricultural Economics, Egypt, 2023, 33 (1)1, 229-245.

4- منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO)، http://www.fao.org/faostat/en/

Food and Agriculture Organization (FAO), http://www.fao.org/faostat/en/

5-ناصر شباب ووقاف مضر "*تقدير دوال التكاليف واقتصاديات الحجم لمحصول البندورة المروي في منطقة القامشلي (محافظة الحسكة)*"، مجلة جامعة البعث، سورية، 2016 ، 38 (18)، 85-109.

Nasser Shabab and Waqf Mudar, "Estimating cost functions and economies of scale for the irrigated tomato crop in the Qamishli region (Al-Hasakah Governorate)," Al-Baath University Journal, Syria, 2016, 38 (18), 85-109.