

عنوان البحث

تقدير إنتاج القمح في السودان باستخدام الانحدار الخطي البسيط في الفترة من 1994م إلى 2023م

أحمد علي فضل الله إدريس¹، إبراهيم حميدان أحمد محمد²

¹ أستاذ مساعد في الإحصاء، كلية العلوم، جامعة أفريقيا العالمية، السودان.

² محاضر في الإحصاء، كلية الحاسوب وتقنية المعلومات، جامعة العلوم والتقانة، السودان.

HNSJ, 2026, 7(11); <https://doi.org/10.53796/hnsj711/41>

المعرف العلمي العربي للأبحاث: <https://arsri.org/10000/711/41>

تاريخ النشر: 2026/11/01م

تاريخ القبول: 2026/10/22م

تاريخ الاستقبال: 2026/10/15م

المستخلص

هدف البحث إلى بناء نموذج إحصائي لتقدير إنتاج القمح في السودان اعتماداً على المساحة المزروعة خلال الفترة 1994-2023م، بما يدعم التخطيط الزراعي واتخاذ القرارات. واتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، مستنداً إلى بيانات المنظمة العربية للتنمية الزراعية، واستخدم برنامج SPSS لتطبيق نموذج الانحدار الخطي البسيط، مع اعتبار المساحة المزروعة بالآلاف هكتار متغيراً مستقلاً والإنتاج بالآلاف طن متغيراً تابعاً. وأظهرت النتائج وجود ارتباط موجب قوي بين المتغيرين، إذ بلغ معامل الارتباط 0.836، وبلغ معامل التحديد 0.699 ومعامل التحديد المعدل 0.688، مما يشير إلى أن المساحة المزروعة تفسر 69.9% من التباين في إنتاج القمح. كما كان النموذج دالاً إحصائياً، حيث بلغت قيمة F نحو 62.837 بقيمة احتمالية أقل من 0.001، وبلغ معامل الانحدار 2.199، وكان دالاً إحصائياً عند المستوى نفسه. وأسفر التحليل عن المعادلة التقديرية: $\hat{Y} = -4.982 + 2.199X$. ويتيح النموذج تقدير الإنتاج عند معرفة المساحة المزروعة، مع مراعاة حدود البيانات وافتراسات الانحدار. ويوصي البحث باستخدام الأساليب الإحصائية في تقدير إنتاج القمح والمحاصيل الأخرى، والتحقق من افتراضات النماذج قبل توظيفها في التحليل والتنبؤ.

الكلمات المفتاحية: الانحدار الخطي البسيط؛ إنتاج القمح؛ المساحة المزروعة.

RESEARCH TITLE

Estimating Wheat Production in Sudan Using Simple Linear Regression from 1994 to 2023

Ahmed Ali Fadlallah Idris¹; Ibrahim Humaidan Ahmed Mohammed²

¹ Assistant Professor of Statistics, Faculty of Science, International University of Africa.

² Lecturer in Statistics, Faculty of Computer and Information Technology, University of Science and Technology.

HNSJ, 2026, 7(11); <https://doi.org/10.53796/hnsj711/41>

Arabic Scientific Research Identifier: <https://arsri.org/10000/711/41>

Received at 15/10/2026

Accepted at 22/10/2026

Published at 01/11/2026

Abstract

This study aimed to develop a statistical model for estimating wheat production in Sudan based on cultivated area during 1994–2023 to support agricultural planning and decision-making. A descriptive analytical approach was adopted using data from the Arab Organization for Agricultural Development. Simple linear regression was applied in SPSS, with cultivated area, measured in thousand hectares, as the independent variable and production, measured in thousand tonnes, as the dependent variable. The results showed a strong positive association between the variables, with a correlation coefficient of 0.836, a coefficient of determination of 0.699, and an adjusted coefficient of determination of 0.688. Cultivated area thus explained 69.9% of the variation in wheat production. The model was statistically significant ($F = 62.837$, $p < 0.001$). The regression coefficient was 2.199 and was significant at the same level. The estimated equation was $\hat{Y} = -4.982 + 2.199X$. The model allows production to be estimated when cultivated area is known, subject to the limitations of the data and regression assumptions. The study recommends using statistical methods to estimate wheat and other crop production and checking model assumptions before analysis and forecasting.

Key Words: Simple linear regression; wheat production; cultivated area; Sudan.

المقدمة

تسهم الأساليب الإحصائية في تطوير البحث العلمي، إذ توفر أدوات لجمع البيانات الكمية وتنظيمها وتحليلها وتفسيرها، وتساعد على اختبار الفرضيات واتخاذ القرارات في ظل عدم اليقين. وتبرز أهميتها في الدراسات الاقتصادية والزراعية عند تقدير الإنتاج وتحليل العوامل المرتبطة به. ويتيح برنامج SPSS تنفيذ التحليلات الإحصائية، شريطة فهم الأسس النظرية للأسلوب المستخدم والتحقق من افتراضاته وتفسير مخرجاته تفسيراً سليماً (البديري ونجم، 2014؛ الزعبي والطلافة، 2012).

يعد تحليل الانحدار من الأساليب المستخدمة لدراسة العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وبناء نماذج للتقدير والتنبؤ. ويضم الانحدار الخطي البسيط متغيراً مستقلاً واحداً ومتغيراً تابعاً واحداً، بينما يضم الانحدار المتعدد أكثر من متغير مستقل. ويتوقف اختيار النموذج على طبيعة البيانات وأهداف الدراسة ومدى تحقق الافتراضات الإحصائية، ولا تعني العلاقة الإحصائية وحدها إثبات علاقة سببية (علام، 1993؛ نجيب والرفاعي، 2006).

يتناول هذا البحث تقدير إنتاج القمح في السودان باستخدام الانحدار الخطي البسيط، اعتماداً على المساحة المزروعة وبيانات المنظمة العربية للتنمية الزراعية المنسوبة في ملف الدراسة إلى الفترة 1994-2023م.

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في تحديد طبيعة العلاقة بين المساحة المزروعة وإنتاج القمح في السودان، ومدى إمكان استخدام نموذج الانحدار الخطي البسيط لتقدير الإنتاج بمعلومية المساحة المزروعة.

وينبثق عن ذلك السؤال الآتي: إلى أي مدى تسهم المساحة المزروعة في تفسير التباين في إنتاج القمح خلال فترة الدراسة؟

أهداف البحث

1. بناء نموذج انحدار خطي بسيط لتقدير إنتاج القمح في السودان اعتماداً على المساحة المزروعة، وتحديد اتجاه العلاقة وقوتها ودلالاتها الإحصائية.

2. توفير أساس إحصائي يساعد على التخطيط الزراعي واتخاذ القرارات، مع بيان حدود استخدام النموذج في التقدير والتنبؤ.

فرضيات البحث :

تختبر الدراسة فرضية انعدام العلاقة الخطية بين المساحة المزروعة والإنتاج، مقابل وجود علاقة خطية ذات دلالة إحصائية، وذلك من خلال معامل الميل في النموذج:

$$H_0: \beta_1 = 0 ; H_1: \beta_1 \neq 0$$

حدود البحث :

الحدود الزمانية: الفترة المحددة في البحث من 1994م إلى 2023م؛ ويقتصر التحليل المعروض على المشاهدات المتاحة في ملف البيانات.

الحدود المكانية: السودان.

منهجية البحث: اتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، واستخدم بيانات ثانوية من المنظمة العربية للتنمية الزراعية وبرنامج SPSS لتقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط. وتمثل المساحة المزروعة بالألف هكتار المتغير المستقل، بينما يمثل إنتاج القمح بالألف طن المتغير التابع. وتعكس جداول النتائج 29 مشاهدة مستخدمة في التحليل، وهو ما يتسق مع درجات الحرية الكلية البالغة 28.

الدراسات السابقة :

أولاً: تناولت دراسة موسى (2020)، بعنوان «دور المدخلات الفنية في إنتاج القمح باستخدام نموذج الانحدار الخطي: مشروع الجزيرة نموذجاً»، تأثير المدخلات الفنية في الإنتاج، والعلاقة بين كفاءة استخدامها والإنتاجية. ووفقاً للعرض الوارد في المسودة، خلصت الدراسة إلى النتائج الآتية:

وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين المدخلات الفنية وحجم الإنتاج.

يسهم الاستخدام العلمي للآلات والأسمدة في تحسين الإنتاج.

ثانياً: هدفت دراسة عبد الله (2017)، بعنوان «تحليل اقتصادي لإنتاج القمح في مشروع الجزيرة باستخدام نموذج الانحدار الخطي»، إلى دراسة دور التمويل الزراعي وانتظام الري في إنتاج القمح، وتقدير دالة الإنتاج واختبار دلالة العوامل المرتبطة بها. ووفقاً للعرض الوارد في المسودة، توصلت إلى النتائج الآتية:

فسر النموذج 76% من التباين في الإنتاج.

ظهر التمويل الزراعي وانتظام الري ضمن أهم العوامل المرتبطة بالإنتاج.

أوصت الدراسة بتيسير إجراءات التمويل الزراعي وضمان انتظام الري لزيادة الإنتاج.

ثالثاً: بحثت دراسة الهادي أحمد الدوم آدم (2015)، بعنوان «تقدير دالة إنتاج القمح في السودان بالتطبيق على نموذج الانحدار الخطي المتعدد للفترة 1970-2010»، العوامل المرتبطة بإنتاج القمح، ونشرت في مجلة الدراسات العليا بجامعة النيلين.

هدفت الدراسة إلى:

تقدير دالة إنتاج القمح في السودان.

تحديد العوامل المرتبطة بالإنتاج، ومنها المساحة المزروعة والمدخلات الزراعية وتكاليف الإنتاج.

اختيار الصيغة القياسية الأنسب لتمثيل العلاقة بين متغيرات الدراسة.

ومن أبرز النتائج الواردة في الدراسة:

بلغت القدرة التفسيرية للنموذج، مقاسة بمعامل التحديد R^2 ، نحو 82%.

كانت الدالة شبه اللوغاريتمية الأنسب لتمثيل دالة الإنتاج.

برزت المساحة المزروعة والتقانة الزراعية وتكاليف الإنتاج ضمن المتغيرات المهمة في تفسير الإنتاج.

تؤدي الزراعة دوراً مهماً في الاقتصاد السوداني، ويجعل اتساع الموارد الزراعية دراسة إنتاج المحاصيل الاستراتيجية موضوعاً ذا أهمية للتخطيط الاقتصادي والأمن الغذائي.

يمثل القمح سلعة غذائية استراتيجية، ويتأثر الطلب عليه بالتحويلات السكانية والعادات الغذائية وأنماط الاستهلاك. وفي السودان، يرتبط الاهتمام بإنتاجه بالحاجة إلى تلبية الاستهلاك المحلي والحد من الاعتماد على الاستيراد، مما يبرز أهمية دراسة العوامل المرتبطة بحجم الإنتاج.

وتتعدد استخدامات القمح في صناعة الخبز والمخبوزات والحلويات وغيرها من الصناعات الغذائية. ويقتضي التخطيط لتوفير هذه السلعة فهم العلاقة بين المساحات المخصصة لزراعتها والكميات المنتجة، إلى جانب مراعاة العوامل الفنية والاقتصادية الأخرى.

ومن ثم، فإن تقدير الإنتاج باستخدام نموذج إحصائي مناسب يمكن أن يوفر مؤشرًا مساعدًا للتخطيط الزراعي، على أن تفسر نتائجه في ضوء جودة البيانات وحدود النموذج، وألا يستخدم منفردًا لتقييم جميع العوامل المؤثرة في الإنتاج.

محصول القمح :

القمح محصول حبوب استراتيجي يزرع في مناطق متعددة من العالم، وتستخدم حبوبه أساسًا في إنتاج الدقيق والمخبوزات. ويضم القمح أصنافًا شتوية وأخرى ربيعية، وتختلف متطلبات زراعته وإنتاجيته باختلاف الصنف والظروف البيئية والممارسات الزراعية.²

وتوفر حبوب القمح الكربوهيدرات والبروتينات، وتحتوي منتجات الحبوب الكاملة على مكونات غذائية إضافية مقارنة بالمنتجات المكررة.

في ظل التحديات التي يواجهها القطاع الزراعي في السودان، تبرز أهمية تحليل إنتاج القمح بوصفه أحد المحاصيل المرتبطة بالأمن الغذائي.

وتمثل دراسة العلاقة بين المساحة المزروعة والإنتاج خطوة لفهم جانب من تباين الإنتاج، وتوفير معلومات تساعد على توجيه السياسات الزراعية.

ويطبق البحث نموذج الانحدار الخطي البسيط على البيانات المتاحة، بهدف تقدير متوسط الإنتاج المتوقع عند مساحة مزروعة محددة، مع مراعاة أن المتغيرات الأخرى غير المدرجة في النموذج قد تسهم في تفسير الإنتاج.

ثانيًا: المنهجية والإطار النظري

1. الانحدار الخطي البسيط

الانحدار أسلوب إحصائي يستخدم لنمذجة العلاقة بين متغير تابع ومتغير مستقل واحد أو أكثر، وتقدير متوسط المتغير التابع عند قيم محددة للمتغيرات المستقلة. ويتيح ذلك وصف العلاقة والتنبؤ ضمن الحدود التي تسمح بها البيانات وافتراسات النموذج.

ارتبط الاستخدام المبكر لمفهوم الانحدار بأعمال فرانسيس جالتون في دراسة العلاقات بين الصفات البيولوجية، ثم اتسعت تطبيقاته لتشمل العلوم الاقتصادية والإدارية والزراعية وغيرها.

وفي الانحدار الخطي البسيط، تعبر المعادلة عن متوسط المتغير التابع بوصفه دالة خطية في متغير مستقل واحد، مع

(1) أحمد محمد عبد الله ، تحليل اقتصادي لإنتاج القمح في مشروع الجزيرة باستخدام نموذج الانحدار الخطي ، رسالة ماجستير ، جامعة الخرطوم كلية الدراسات الاقتصادية والاجتماعية 2017م.

إضافة حد خطأ يمثل أثر العوامل غير المفسرة بالنموذج.

يقيس الارتباط اتجاه العلاقة وقوتها بين متغيرين، بينما يستخدم الانحدار لبناء معادلة تصف متوسط الاستجابة عند قيم معينة للمتغير المستقل. ومن تطبيقاته دراسة العلاقة بين الإنفاق والدخل، أو سعر السلعة والكمية المطلوبة منها. 3. وتشمل تطبيقاته الزراعية دراسة العلاقة بين كمية السماد والإنتاج، أو بين المساحة المزروعة وإنتاج المحصول. ولا يكفي وجود علاقة إحصائية لإثبات السببية دون تصميم بحثي ومبررات إضافية. يستخدم النموذج في هذا البحث لتقدير إنتاج القمح بمعلومية المساحة المزروعة. وتكتب صيغته النظرية والصيغة المقدرة على النحو الآتي:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t; \hat{Y}_t = b_0 + b_1 X_t$$

$$b_1 = \frac{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2}; b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

2. تحليل التباين الأحادي

يستخدم تحليل التباين الأحادي لمقارنة متوسطات مجموعات مستقلة تمثل مستويات عامل واحد. ويفترض في صورته التقليدية استقلال الأخطاء وتقارب توزيعها من الطبيعي وتجانس تبايناتها. ويعرض هذا القسم أساس تجزئة التباين؛ أما التطبيق اللاحق فيستخدم تحليل التباين الخاص بنموذج الانحدار، وليس اختبار مقارنة مجموعات فعلية.

لنفترض وجود k مجموعات مستقلة، تضم كل منها n مشاهدة، وأن متوسط المجموعة i هو μ_i ، مع تساوي تباينات الأخطاء. ويمكن تمثيل المشاهدات بالرمز y_{ij} ، حيث يشير i إلى المجموعة وإلى j إلى المشاهدات داخلها. ويعرض الجدول التالي تنظيم هذه المشاهدات.

المجموعات	المشاهدات (y_{ij})	total	المتوسطات
1	$y_{11} \ y_{12} \ \dots \ y_{1j} \ \dots \ y_{1n}$	y_1	$\bar{y}_1.$
2	$y_{21} \ y_{22} \ \dots \ y_{2j} \ \dots \ y_{2n}$	y_2	$\bar{y}_2.$
3		..	..
..	$y_{i1} \ y_{i2} \ \dots \ y_{ij} \ \dots \ y_{in}$	y_i	$\bar{y}_i.$
..		..	..
..		y_k	$\bar{y}_k.$
..	$y_{k1} \ y_{k2} \ \dots \ y_{kj} \ \dots \ y_{kn}$		
k			

حيث ان :

$$y_{i.} = \sum_{j=1}^n y_{ij} \text{ : مجموع مشاهدات المجموعة } i.$$

$$\bar{y}_{i.} = y_{i.}/n \text{ : المتوسط الحسابي لملاحظات المجموعة } i.$$

$$y_{..} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij} \text{ : مجموع جميع المشاهدات.}$$

(1) الهادي أحمد الدوم آدم ، تقدير دالة إنتاج القمح في السودان بالتطبيق علي نموذج الانحدار الخطي مجلة الدراسات العليا ، جامعة النيلين ، (1970 - 2010)

$\bar{y}_{..} = y_{..}/(kn)$: المتوسط العام لجميع المشاهدات. وبناءً على ذلك، يكتب نموذج المشاهدة كما يأتي:

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

يمثل y_{ij} قيمة المشاهدة z في المجموعة i .

ويمثل μ_i متوسط المجتمع الخاص بالمجموعة i .

ويمثل ε_{ij} انحراف المشاهدة عن متوسط مجموعتها، مع افتراض أن متوسط الخطأ يساوي صفرًا وتباينه ثابت. وتكتب فرضيتنا اختبار تساوي المتوسطات كما يأتي:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1: \exists i \neq l: \mu_i \neq \mu_l$$

يمكن إعادة كتابة النموذج رقم (1) بالتعويض عن متوسط المجموعة، بحيث:

$$\mu_i = \mu + \alpha_i$$

ومن ثم، يكتب النموذج البديل مع قيد تعريف تأثيرات المجموعات على النحو الآتي:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}; i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n; \sum_{i=1}^k \alpha_i = 0 \quad (2)$$

حيث ان :

يمثل μ المتوسط العام لمتوسطات المجموعات في التصميم المتوازن.

ويمثل α_i أثر المجموعة i ، أي الفرق بين متوسطها والمتوسط العام.

وبذلك تكافئ فرضيتنا تساوي المتوسطات اختبار انعدام تأثيرات المجموعات، كما يأتي:4

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0$$

$$H_1: \exists i: \alpha_i \neq 0$$

يقوم تحليل التباين الأحادي على تجزئة مجموع المربعات الكلي إلى مجموع مربعات بين المجموعات ومجموع مربعات داخل المجموعات (الخطأ)، وفق الهوية الآتية (NIST/SEMATECH، دون تاريخ):

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = n \sum_{i=1}^k (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2 \quad (3)$$

وباستخدام الرموز الموحدة لمجاميع المربعات، تكتب العلاقة السابقة بالصورة المختصرة:

$$SST = SSB + SSE \quad (4)$$

حيث ان

SST : مجموع المربعات الكلي (Total Sum of Squares).

(مرجع سبق ذكره .⁴

SSB: مجموع المربعات بين المجموعات (Between-Groups Sum of Squares).

SSE: مجموع مربعات الخطأ أو التباين داخل المجموعات (Within-Groups Sum of Squares). وفي التصميم المتوازن، يمكن حساب هذه المجاميع بالصيغ الآتية:

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - nk\bar{y}_{..}^2 \quad (5)$$

$$SSB = n \sum_{i=1}^k \bar{y}_i^2 - nk\bar{y}_{..}^2 \quad (6)$$

$$SSE = SST - SSB \quad (7)$$

ويخلص الجدول الآتي مكونات تحليل التباين الأحادي، حيث $N = kn$ هو إجمالي عدد المشاهدات:

قيمة F	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
MSB/MSE	$MSB = SSB/(k-1)$	$k-1$	SSB	بين المجموعات
—	$MSE = SSE/[k(n-1)]$	$k(n-1)$	SSE	داخل المجموعات (الخطأ)
—	—	$kn-1$	SST	المجموع الكلي

شروط استخدام الانحدار الخطي

تستلزم سلامة التقدير والاستدلال في نموذج الانحدار مراجعة الافتراضات الآتية، ولا يشترط أن يكون المتغير المستقل نفسه موزعاً توزيعاً طبيعياً (NIST/SEMATECH، دون تاريخ:5:

1. أن تكون العلاقة بين المتوسط الشرطي للمتغير التابع والمتغير المستقل خطية، مع ملاءمة تحديد النموذج.
2. أن يكون متوسط الأخطاء الشرطي صفراً، وأن تكون الأخطاء مستقلة وذات تباين ثابت. ويعد التقارب من التوزيع الطبيعي افتراضاً للاستدلال الإحصائي التقليدي، ويقوم عادة بفحص البواقي.
3. أن يكون المتغير التابع كمياً ملائماً للتحليل الخطي. ولأن بيانات الدراسة زمنية، ينبغي كذلك فحص الارتباط الذاتي والاتجاهات الزمنية قبل توسيع استخدام النموذج في التنبؤ.

شروط الحكم علي صلاحية نموذج الانحدار .

1/ الشروط النظرية :

اتساق اتجاه العلاقة وتفسير معاملات النموذج مع السياق النظري للدراسة، دون اعتبار الاتساق النظري وحده دليلاً على صحة النموذج.

تقييم القدرة التفسيرية باستخدام معامل التحديد R^2 ومعامل التحديد المعدل، مع الانتباه إلى أن ارتفاعهما لا يثبت السببية ولا يغني عن فحوص التشخيص.

2/ الشروط الرياضية :

اختبار الدلالة الكلية للنموذج باستخدام تحليل تباين الانحدار وإحصائية F.

اختبار دلالة معاملات الانحدار باستخدام إحصائية t، مع الفصل بين اختبار معامل الميل واختبار الثابت.

فحص البواقي للتحقق من ملائمة افتراضات النموذج، ولا سيما الاستقلال وثبات التباين والطبيعية التقريبية اللازمة للاستدلال. ولا تكفي الرسوم المعروضة وحدها للحكم على جميع هذه الافتراضات.6

ثالثاً: الجانب التطبيقي وتحليل البيانات

يعرض هذا القسم بيانات المساحة المزروعة وإنتاج القمح في السودان، وفق المصدر المثبت في البحث. وتضم البيانات المعروضة 29 مشاهدة، وقد أقيمت القيم الأصلية ومخرجات التحليل دون تعديل.7

جدول (1/1): بيانات المساحة المزروعة وإنتاج القمح الواردة للفترة 1994-2023م

العام	المساحة المزروعة بالالف هكتار في الموسم	الإنتاج بالالف طن
1	281.8	472
2	278	448
3	297.8	527
4	329.3	642
5	254.9	540
6	173.5	377
7	91.98	214
8	113.4	266
9	115.5	247
10	130.6	363
11	172.2	398
12	139.8	330
13	176	416
14	283.9	669
15	311.2	803
16	226	431
17	224.7	403
18	196.1	291
19	188.2	306

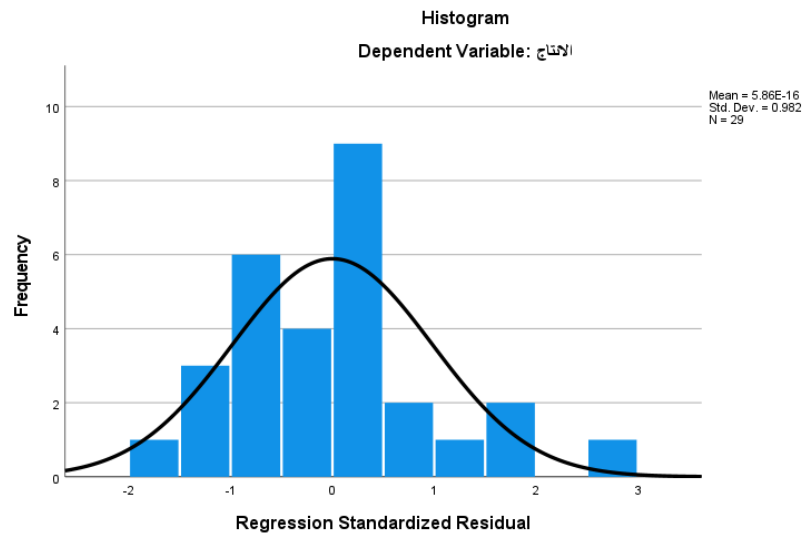
(طارق عبد الحميد البدري ، سهيلة نجم ، 2014م الإحصاء في المناهج البحثية التربوية والنفسية ، عمان ، دار الثقافة. 6

(9) مجلدات المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الخرطوم - السودان.

307	188.2	20
192	122.2	21
473	236.9	22
785	234.1	23
785	287	24
702	303.4	25
726.4	317.6	26
726	260	27
600	280	28
476	179	29

المصدر: إحصاءات المنظمة العربية للتنمية الزراعية <https://www.aoad.org>

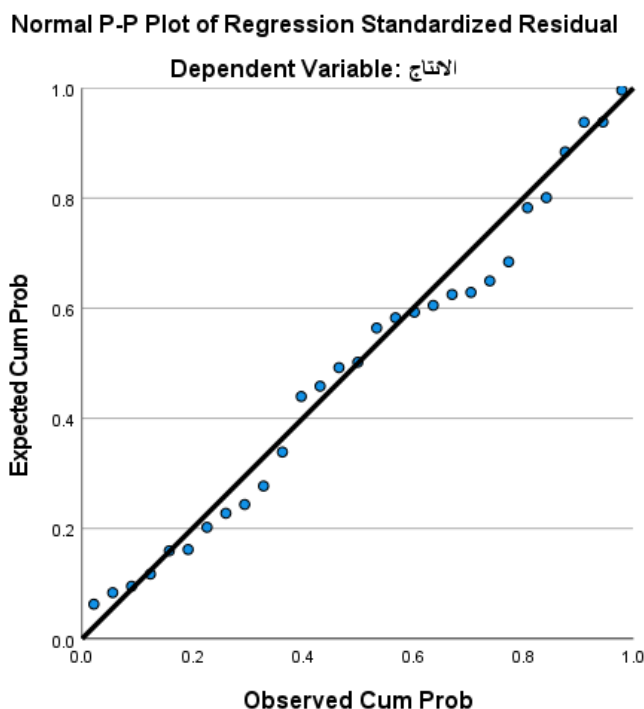
شكل (1): المدرج التكراري للبواقي المعيارية لنموذج الانحدار



يشير المدرج إلى تمركز معظم البواقي المعيارية حول الصفر، مع وجود قيم في الطرف الموجب. وهو مؤشر بصري أولي لفحص طبيعية الأخطاء، ولا يكفي وحده لإثبات التوزيع الطبيعي أو الحكم على توزيع المتغيرات الأصلية.

المصدر : اعداد الباحثين من بيانات الدراسة

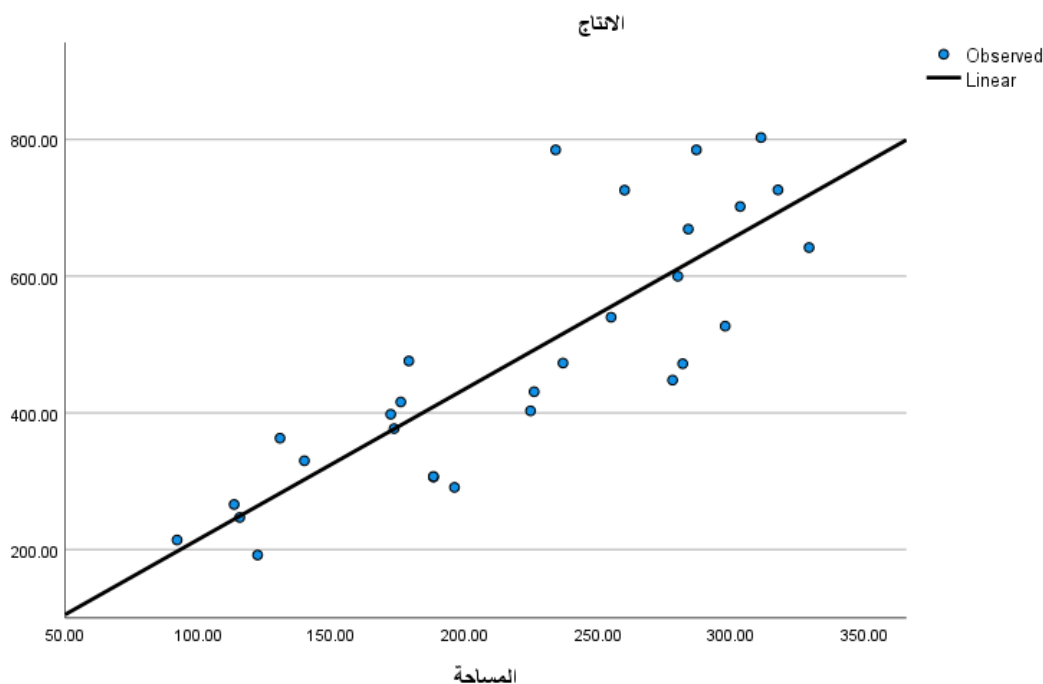
شكل (2): مخطط الاحتمال الطبيعي P-P للبواقي المعيارية



تقع نقاط مخطط P-P عموماً بالقرب من القطر المرجعي، مع انحرافات محدودة. ويقدم ذلك مؤشراً بصرياً على التقارب من الطبيعية، لكنه لا يختبر خطية العلاقة بين المساحة والإنتاج ولا استقلال الأخطاء أو ثبات تباينها.

المصدر : اعداد الباحثين من بيانات الدراسة

شكل (3): انتشار إنتاج القمح مقابل المساحة المزروعة وخط الانحدار المقدر



يبين شكل الانتشار اتجاهًا موجبًا بين المساحة المزروعة وإنتاج القمح، بما يتفق مع إشارة معامل الميل الموجب. ويظهر تشتت النقاط حول خط الانحدار أن المساحة لا تفسر جميع الاختلافات في الإنتاج، ولا يثبت الرسم وحده علاقة سببية.

المصدر : اعداد الباحثين من بيانات الدراسة

جدول (1): ملخص نموذج الانحدار ومعاملات الارتباط والتحديد

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.836 ^a	.699	.688	103.366665

يبين الجدول (1) وجود ارتباط موجب قوي بين المساحة المزروعة وإنتاج القمح، إذ بلغ معامل الارتباط 0.836. وبلغ معامل التحديد 0.699، بما يعني أن المساحة المزروعة تفسر 69.9% من التباين في الإنتاج ضمن المشاهدات المستخدمة في النموذج. أما النسبة المتبقية، البالغة 30.1%، فتمثل التباين غير المفسر بالنموذج، وقد يرتبط بمتغيرات أخرى وأخطاء القياس والتقلبات العشوائية. وبلغ معامل التحديد المعدل 0.688، والخطأ المعياري للتقدير 103.366665 ألف طن. ولا تثبت هذه المؤشرات وحدها وجود علاقة سببية أو صلاحية التنبؤ خارج نطاق البيانات.

جدول (2): تحليل تباين نموذج الانحدار الخطي البسيط

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	671391.306	1	671391.306	62.837	<0.001
	Residual	288485.924	27	10684.664		
	Total	959877.230	28			
a. Dependent Variable: الإنتاج						
b. Predictors: (Constant), المساحة						

المصدر : اعداد الباحث من بيانات المنظمة العربية للتنمية الزراعية

بلغت قيمة F في جدول (2) مقدار 62.837، وكانت القيمة الاحتمالية أقل من 0.001، مما يدل على دلالة النموذج عند مستوى 0.01. وتشير درجات الحرية، وهي 1 للانحدار و 27 للبواقي و 28 للمجموع، إلى استخدام 29 مشاهدة في التحليل.

وبناءً على ذلك، ترفض فرضية انعدام معامل الميل في نموذج الانحدار البسيط، وتوجد علاقة خطية ذات دلالة إحصائية بين المساحة المزروعة والإنتاج. ولا يعني ذلك أن جميع معاملات النموذج، بما فيها الثابت، دالة إحصائياً.

معامل الارتباط R	معامل التحديد R Square	معامل التحديد المعدل Adjusted R Square	قيمة F	القيمة الاحتمالية Sig
0.836	0.699	0.688	62.837	<0.001

المصدر : اعداد الباحث من بيانات الدراسة

جدول (3): معاملات الانحدار واختبارات دلالتها الإحصائية

المعاملات	قيمة المعاملات	قيمة T	الدلالة
الثابت β_0	-4.982	-0.078	0.939
معامل الانحدار β_1	2.199	7.927	<0.001

المصدر : اعداد الباحث من بيانات الدراسة

يبين جدول (3) أن قيمة الثابت -4.982، وقيمة t المقابلة له -0.078، وقيمته الاحتمالية 0.939؛ ومن ثم، لا يختلف الثابت عن الصفر إحصائياً عند مستوى 0.01. أما معامل المساحة المزروعة فبلغ 2.199، وقيمة t له 7.927، بقيمة احتمالية أقل من 0.001. ويعني ذلك أن زيادة المساحة المزروعة بمقدار ألف هكتار ترتبط بزيادة متوسط الإنتاج المقدر بمقدار 2.199 ألف طن داخل إطار النموذج. وتكتب معادلة التقدير كما يأتي:

$$Y = -4.982 + 2.199X$$

تمثل X المساحة المزروعة بالآلف هكتار، وتمثل $\hat{Y}$ الإنتاج المقدر بالآلف طن. وللمثال الوارد في المسودة عند $X = 400.00$ ، يعوض عن المساحة في المعادلة نفسها دون تغيير معاملات النموذج. غير أن هذه القيمة تتجاوز أكبر مساحة معروضة في البيانات، ومن ثم يعد استخدامها استقراراً خارج النطاق المشاهد، ويجب التعامل معه بحذر.

النتائج :

1. بلغ معامل التحديد 0.699، أي إن المساحة المزروعة فسرت 69.9% من التباين في إنتاج القمح في النموذج، بينما بقي 30.1% من التباين غير مفسر.
2. كان النموذج دالاً إحصائياً؛ إذ بلغت قيمة F مقدار 62.837، بقيمة احتمالية أقل من 0.001، وهي أقل من مستوى الدلالة 0.01.

3. كان معامل الميل، البالغ 2.199، دالاً إحصائياً بقيمة t تساوي 7.927 وقيمة احتمالية أقل من 0.001، بينما لم يكن الثابت -4.982 دالاً إحصائياً، إذ بلغت قيمته الاحتمالية 0.939.

4. يمكن استخدام معادلة التقدير $\hat{Y} = -4.982 + 2.199X$ لتقدير متوسط إنتاج القمح بمعلومية المساحة المزروعة، بشرط مراعاة افتراضات النموذج وحدود البيانات. ولا تمثل النتائج اختباراً مستقلاً لدقة التنبؤ بسنوات لاحقة.

التوصيات :

1. توظيف الأساليب الإحصائية المناسبة في تقدير الإنتاج الزراعي، وفقاً لطبيعة البيانات وأهداف البحث.
2. استكمال فحوص البواقي وثبات التباين والارتباط الذاتي، ومطابقة السنوات مع المشاهدات ومصدر البيانات قبل اعتماد النموذج في التنبؤ.
3. دراسة إضافة متغيرات تفسر الإنتاج، مثل الري والتقاوي والأسمدة والظروف المناخية، وتقييم أداء النموذج على بيانات لم تدخل في تقديره.

قائمة المصادر والمراجع :

أولاً : الكتب والمراجع

1. البدرى، طارق عبد الحميد، ونجم، سهيلة. (2014). الإحصاء في المناهج البحثية التربوية والنفسية. عمان: دار الثقافة للنشر والتوزيع. <https://daralthaqafa.com/Item.aspx?ItemId=718>
1. Al-Badri, Tariq Abdul Hamid, and Suhaila Najm. (2014). Statistics in Educational and Psychological Research Methodologies. Amman: Dar Al-Thaqafa for Publishing and Distribution. <https://daralthaqafa.com/Item.aspx?ItemId=718>
2. الزعبي، محمد بلال، والطلافة، عباس. (2012). النظام الإحصائي SPSS: فهم وتحليل البيانات الإحصائية (ط. 3). عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.
2. Al-Zoubi, Muhammad Bilal, and Abbas Al-Talafha. (2012). The SPSS Statistical System: Understanding and Analyzing Statistical Data (3rd ed.). Amman: Dar Wael for Publishing and Distribution.
3. التميمي، زهرة حسن عباس، وآخرون. (2014). تحليل الانحدار. البصرة: جامعة البصرة.
3. Al-Tamimi, Zahra Hassan Abbas, et al. (2014). Regression Analysis. Basra: University of Basra.
4. علام، صلاح الدين محمود. (1993). تحليل البيانات في البحوث النفسية والتربوية. القاهرة: دار الفكر العربي.
4. Allam, Salah Al-Din Mahmoud. (1993). Data Analysis in Psychological and Educational Research. Cairo: Dar Al-Fikr Al-Arabi.
5. نجيب، حسين علي، والرفاعي، غالب عوض صالح. (2006). تحليل ونمذجة البيانات باستخدام الحاسوب: تطبيق شامل للحزمة SPSS. عمان: الأهلية للنشر والتوزيع.
5. Najib, Hussein Ali, and Ghalib Awad Saleh Al-Rifai. (2006). Computer-Based Data Analysis and Modeling: A Comprehensive Application of the SPSS Package. Amman: Al-Ahliya for Publishing and Distribution.

ثانياً: الإحصاءات والدراسات المنشورة

6. المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (دون تاريخ). إحصاءات المساحة المزروعة وإنتاج القمح في السودان، ضمن الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية. <https://www.aoad.org>
6. Arab Organization for Agricultural Development. (n.d.). Statistics on Cultivated Area and Wheat Production in Sudan, in the Arab Agricultural Statistics Yearbook. <https://www.aoad.org/>
7. آدم، الهادي أحمد الدوم. (2015). تقدير دالة إنتاج القمح في السودان بالتطبيق على نموذج الانحدار الخطي المتعدد للفترة 1970-2010. مجلة الدراسات العليا، جامعة النيلين، 3(12)، 126-153. <https://repository.neelain.edu.sd/items/62199ba7-f1af-4604-8952-e47e084383b2>
7. Adam, Al-Hadi Ahmed Al-Doum. (2015). Estimating the Wheat Production Function in Sudan Using a Multiple Linear Regression Model for 1970-2010. Journal of Graduate Studies, Al-Neelain University, 3(12), 126-153. <https://repository.neelain.edu.sd/items/62199ba7-f1af-4604-8952-e47e084383b2>

ثالثاً: الدراسات والرسائل الجامعية

8. موسى، خالد سليمان. (2020). دور المدخلات الفنية في إنتاج القمح باستخدام نموذج الانحدار الخطي: مشروع الجزيرة نموذجاً.

8. Musa, Khalid Suleiman. (2020). The Role of Technical Inputs in Wheat Production Using a Linear Regression Model: The Gezira Scheme as a Case Study.

9. عبد الله، أحمد محمد. (2017). تحليل اقتصادي لإنتاج القمح في مشروع الجزيرة باستخدام نموذج الانحدار الخطي [رسالة ماجستير، كلية الدراسات الاقتصادية والاجتماعية، جامعة الخرطوم].

9. Abdullah, Ahmed Muhammad. (2017). An Economic Analysis of Wheat Production in the Gezira Scheme Using a Linear Regression Model [Master's thesis, Faculty of Economic and Social Studies, University of Khartoum].

10. المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا وSEMATECH. (دون تاريخ). دليل الطرق الإحصائية الهندسية: تحليل التباين الأحادي وفحص افتراضات البواقي.

؛ <https://itl.nist.gov/div898/handbook/ppc/section2/ppc231.htm>

<https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section2/pri24.htm>

10. NIST/SEMATECH. (n.d.). e-Handbook of Statistical Methods: One-Way ANOVA; Are the Model Residuals Well-Behaved?
<https://itl.nist.gov/div898/handbook/ppc/section2/ppc231.htm> ;
<https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section2/pri24.htm>