إستخدام تقنيات الذكاء الإصطناعي في التنبؤ بحجم الصادرات والواردات للمحاصيل الزراعية (دراسة حالة صوامع الغلال - ولاية القضارف)

أ.ياسر بله عبدالسلام أحمد طالب دكتوراه – كلية الدراسات العليا – جامعة كسلا

د. هارون عبدالله عيسى كلية علوم الحاسوب
جامعة الشرق للعلوم والتكنولوجيا

مستخلص :

يعتبر تخزين المحاصيل الزراعية من الركائز الأساسية التي يعتمد عليها الإقتصاد السوداني لذلك فإن التخزين الجيد للمحاصيل يضمن توفر المخزون الإستراتيجي ، ومع صعوبة مراقبة المحاصيل تحت النظام التقليدي الذي يرفع من درجة خطورة تلف المحاصيل كان لابد من البحث عن تقنيات حديثة بإستخدام التقنيات التي يقدمها الذكاء الإصطناعي .تهدف الورقة لتحليل بيانات الصادر والوارد من خلال البيانات التي تم جمعها من صوامع غلال ولاية القضارف لمدة 5 أعوام سابقة لغرض مراعاة أزمنة الحصاد لكل محصول لتوفير المواعين التخزينية الكافية للمحاصيل المنتجة وتهيئة المناخ المناسب لعرض وطلب المحاصيل من خلال انشاء بورصة سلعية وبناء نموذج تنبؤى للتنبؤ بكميات المحاصيل لعامين قادمين باستخدام برنامج Microsoft PowerBI الذي يتيح تمثيل مرئي للبيانات ولديه القدرة علي تحويل البيانات تلقائياً الي مخططات دائرية او رسوم بيانية او أنواع اخري من العروض المرئية ويمكن للمستخدمين معرفة الانماط والعلاقات والاتجاهات الناشئة التي لايتم ملاحظتها في جدول بيانات تعرض ارقاماً مجردة وفهمها بسرعة وسهولة. نستخدم في هذا النموذج تحليل لبيانات صادر ووارد محاصيل (الذرة والسمسم) في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 للتنبؤ بكميات الاعوام القادمة .خلصت الورقة الي وتحسين كفاءة ادارة المخزون من خلال جمع البيانات وتخزينها وعرضها وتحليلها والتنبؤ بها وتسويقها .مع ذلك لابد من دمج تقنيات المعالجة الحوسبية علي الحافة (Edge Computing) لتقليل زمن الإستجابة وتقليل الاعتماد علي الاتصال السحابي ، واستخدام خوارزميات تصنيف أكثر تطوراً مثل الاشجار المعززة (XGBoost) لتحسين دقة التنبؤات .

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، صوامع الغلال، التنبؤ بالصادرات والواردات، تحليل البيانات، المحاصيل الزراعية.

Utilizing Artificial Intelligence Techniques to Predict the Volume of Agricultural Crop Exports and Imports in Grain Silos (Case study of the Gracef states,Gedaref State)

A.Yassir Balla Abdelsalam
Dr. Haroun Abdallah Eisa

Abstract:

The storage of agricultural crops is considered one of the fundamental pillars upon which the Sudanese economy relies. Proper storage ensures the availability of strategic reserves. Given the challenges of monitoring crops under traditional systems—which increases the risk of crop spoilage—it has become necessary to explore modern technologies through the use of artificial intelligence.This paper aims to analyze export and import data collected from the grain silos of Al-Qadarif State over the past five years. The goal is to account for the harvest periods of each crop in order to provide adequate storage capacity for the produced crops and to create a suitable environment for the supply and demand of agricultural products through the establishment of a commodity exchange. A predictive model is also developed to forecast crop quantities for the coming two years using Microsoft Power BI, which enables visual representation of data and has the capability to automatically convert data into pie charts, bar graphs, or other visual formats. This allows users to quickly and easily identify patterns, relationships, and emerging trends that are not readily observable in raw spreadsheets.The model focuses on analyzing export and import data for sorghum and sesame during the period from January 2020 to December 2024 to predict future quantities.The paper concludes by emphasizing the improvement of inventory management efficiency through the collection, storage, visualization, analysis, forecasting, and marketing of data. However, it also stresses the necessity of integrating edge computing technologies to reduce response time and minimize reliance on cloud connectivity, in addition to employing more advanced classification algorithms such as XGBoost to enhance prediction accuracy.

Keywords : Artificial intelligence , Grain silos ,Export and import prediction ,Data Analysis ,Agricultural crops

1. المقدمة:

من المؤكد باتت المشكلة الحقيقية التي تواجه القطاع الزراعي هي مسألة التخزين ووفقا للجهات المختصة فإن المخازن والصوامع في السودان كثيراً ما تفتقر إلى الشروط اللازمة للحفاظ على سلامة الحبوب الغذائية ووصفوا السعة التخزينية بالضعيفة مقارنة بحجم الإنتاج بجانب عدم مطابقتها للمواصفات وإن المطامير أو المخازن العادية تعرض المحصول للتلف وفقد قيمته وجودته. [1]

هناك ثلاثة أدوار لخدمات التخزين يتمثل الدور الأول في حفظ المنتجات من التلف لحين تسويقها بالسعر المناسب الذي يحقق الربحية للمنتج اما الدور الثاني هو تحقيق الأمن الغذائي للسودان وذلك عن طريق قيام الجهة المسئولة عن المخزون الاستراتيجي للدولة بتخزين المواد الأساسية الاستراتيجية في منشئآت تخزين ضخمة كصوامع الغلال أو مستودعات المواد البترولية فيما يتمثل الدور الثالث في استخدام المخزونات كأدوات إئتمان ضمان تمنح بموجبها البنوك القروض للمصنعين والمنتجين [2]

لذلك توجد وصعوبة في مراعاة أزمنة الحصاد لكل محصول لتوفير المواعين التخزينية الكافية للمحاصيل المنتجة في كل عام .

يعد تطبيق الذكاء الإصطناعي في مراقبة تخزين المحاصيل الزراعية بصوامع الغلال امراً بالغ الاهمية في الحفاظ علي المنتجات الزراعية ومساعدة متخذ القرار في توفير البيئة المناسبة للتخزين و مراعاة أزمنة الحصاد لكل محصول لتوفير المواعين التخزينية الكافية للمحاصيل المنتجة وتهيئة المناخ المناسب لعرض وطلب المحاصيل من خلال انشاء بورصة سلعية من خلال تحليل البيانات والتنبؤ بكمية المحاصيل في قادم الاعوام.

أشار (Ali et al. 2020)الي نموذج الشبكات العصبية طويلة الذاكرة (LSTM) لتوقع إنتاج القمح اعتمادًا على بيانات زراعية ومناخية في الهند. توصلت النتائج إلى أن نموذج LSTM حقق دقة تنبؤية بلغت 92 %، مما يعكس قدرة الذكاء الاصطناعي على التنبؤ الدقيق بالإنتاج الزراعي الموسمي[3]. وفي دراسة اخرى استخدم (Zhao et al. 2021) خوارزميات الانحدار الخطي والشبكات العصبية الاصطناعية لتوقع حجم تجارة الذرة في الصين، بالاعتماد على بيانات الأقمار الصناعية والطقس وأسعار السوق. أشارت النتائج إلى أن دمج عدة مصادر بيانات يعزز دقة التنبؤات التجارية[4]. واجري (Mohammed & Osman 2022) دراسة استهدفت تحسين إدارة صوامع الغلال من خلال تطبيق تقنيات تحليل البيانات الضخمة. اعتمدت الدراسة على بيانات واقعية من صوامع الغلال في ولايات القضارف وسنار والجزيرة، شملت بيانات بيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة، إلى جانب بيانات متعلقة بالصادر والوارد من المحاصيل.

أظهرت النتائج أن استخدام نظم التحليل البياني ساعد في تقليل نسبة الفاقد أثناء التخزين بنسبة 22 %، وزيادة الكفاءة التشغيلية بنسبة 18 %. كما أوصت الدراسة بضرورة إنشاء منصات موحدة لتحليل البيانات الزراعية ودمجها مع أنظمة الإنذار المبكر[5].

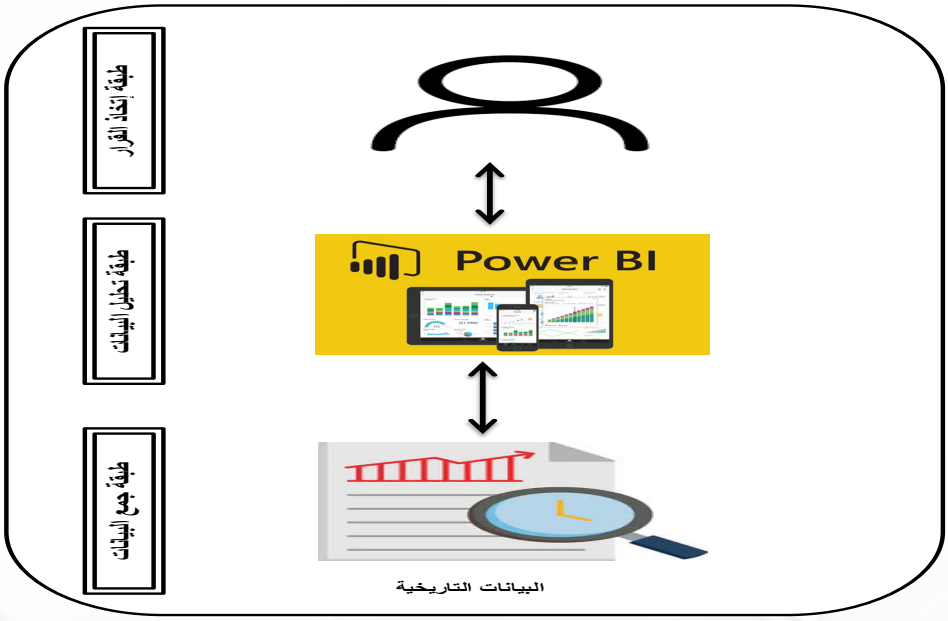
تناولت دراسة (Ahmed et al. 2023) استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بإنتاج السمسم في ولاية القضارف. اعتمد الباحثون على نماذج التعلم العميق لتحليل البيانات المناخية

والإنتاجية. وخلصت الدراسة إلى إمكانية استخدام الذكاء الاصطناعي في دعم القرارات الزراعية للمزارعين والجهات الحكومية[6].

تؤكد الدراسات السابقة على الإمكانيات الكبيرة للذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات في تحسين الإنتاج والتجارة الزراعية. ومع ذلك، فإن معظمها ركز إما على التنبؤ بالإنتاج فقط أو على تحسين إدارة المخزون دون توظيف مباشر لنماذج التنبؤ بالصادر والوارد داخل بيئة صوامع الغلال. لذا تسعى هذه الدراسة إلى تقديم نموذج متكامل يجمع بين تحليل البيانات التاريخية والتنبؤ باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لدعم اتخاذ القرار في إدارة الصادرات والواردات من المحاصيل الزراعية.

2. مواد وطرق البحث:

يحتوي النموذج علي ثلاث طبقات طبقة جمع البيانات و تم جمعها من صوامع غلال ولاية القضارف لمدة 5 أعوام سابقة وطبقة تحليل البيانات من خلال استخدام برنامج power Bi المقدم من شركة مايكوسوفت وطبقة إتخاذ القرار حيث تمكن مشرفي مركز البيانات من اتخاذ القرار المناسب في نفس الزمن من خلال نتائج التنبؤ .



شكل رقم (1) يوضح النموذج

المصدر : الباحث

إستخدام برنامج power Bi المقدم من شركة مايكوسوفت ومصنف ضمن فئة ذكاء الاعمال لتحليل بيانات الصادر والوارد من خلال البيانات التي تم جمعها من صوامع غلال ولاية القضارف لمدة 5 أعوام سابقة لغرض مراعاة أزمنة الحصاد لكل محصول لتوفير المواعين التخزينية الكافية

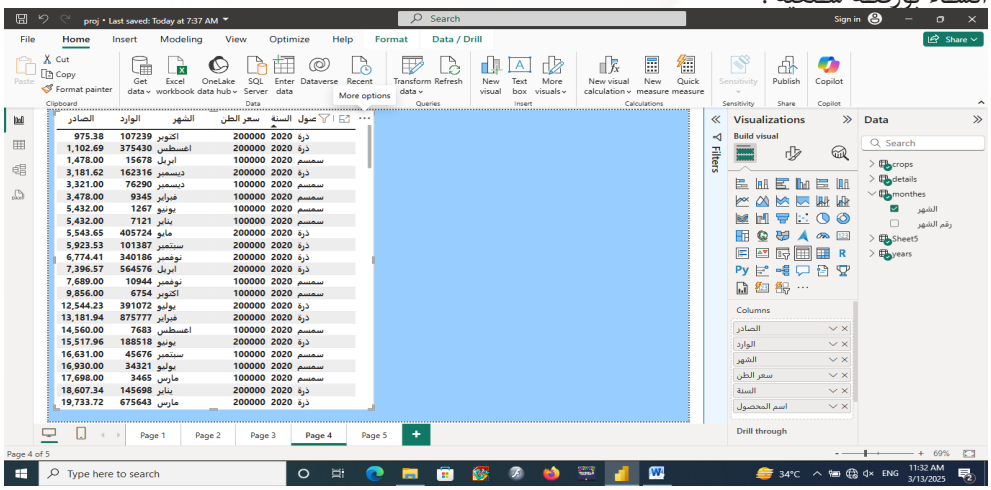
للمحاصيل المنتجة وتهيئة المناخ المناسب لعرض وطلب المحاصيل من خلال انشاء بورصة سلعية باستخدام برنامج power Bi الذي يتيح تمثيل مرئي للبيانات ولديه القدرة علي تحويل البيانات تلقائياً الي مخططات دائرية او رسوم بيانية او أنواع اخري من العروض المرئية ويمكن للمستخدمين معرفة الانماط والعلاقات والاتجاهات الناشئة التي لايتم ملاحظتها في جدول بيانات تعرض ارقاماً مجردة وفهمها بسرعة وسهولة.

نستخدم في هذا النموذج تحليل لبيانات صادر وارد محاصيل (الذرة والسمسم) في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 للتنبؤ بكميات الاعوام القادمة.

1.2 منهجية النموذج :

1.1.2 جمع البيانات :

تم جمع البيانات من صوامع غلال ولاية القضارف لمدة 5 أعوام سابقة وتحليل البيانات التاريخية والتنبؤ بالكميات القادمة لغرض مراعاة أزمنة الحصاد لكل محصول لتوفير المواعين التخزينية الكافية للمحاصيل المنتجة وتهيئة المناخ المناسب لعرض وطلب المحاصيل من خلال انشاء بورصة سلعة .



2.1.2 إستيراد البيانات في برنامج powerBI :

شكل رقم (2) يوضح إستيراد البيانات في برنامج powerBI

3.1.2 تنظيف البيانات :

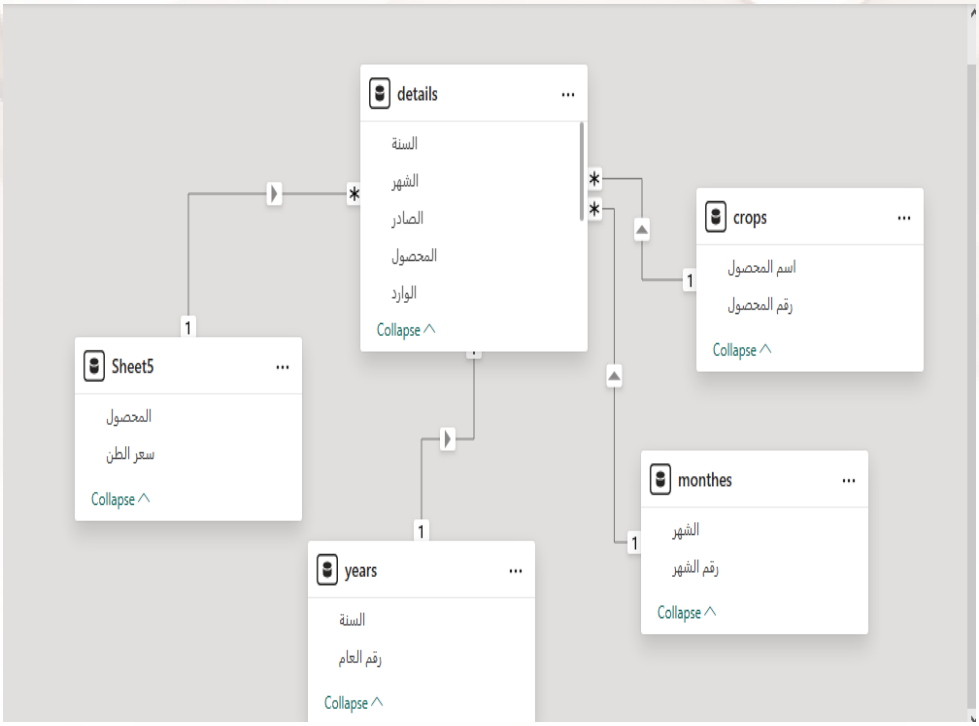
بعد جمع البيانات من صوامع غلال ولاية القضارف سنحتاج الي إعادة تنظيمها ودقتها وإعادة تنسيقها.

4.1.2 تحويل البيانات :

في هذه المرحلة يتم تحويل البيانات من تنسيق الي آخر بحيث تكون متوافقة مع النظام او التطبيق او طريقة التخزين المستهدفة ، تم تحويل البيانات بواسطة الاكسيل .

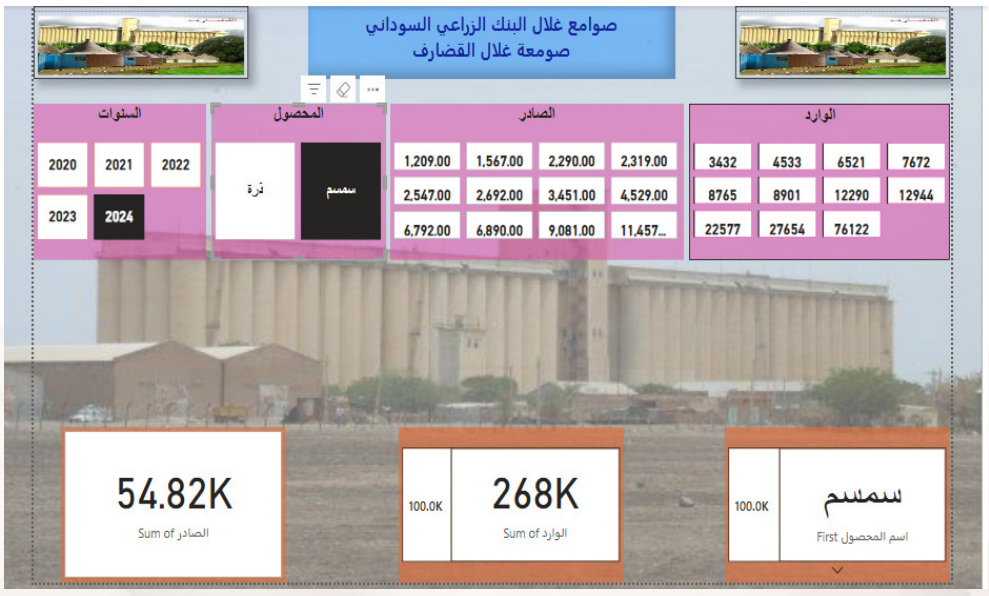
5.1.2 مستودع البيانات :

في هذه المرحلة يتم عمل نموذج لتخزين البيانات .

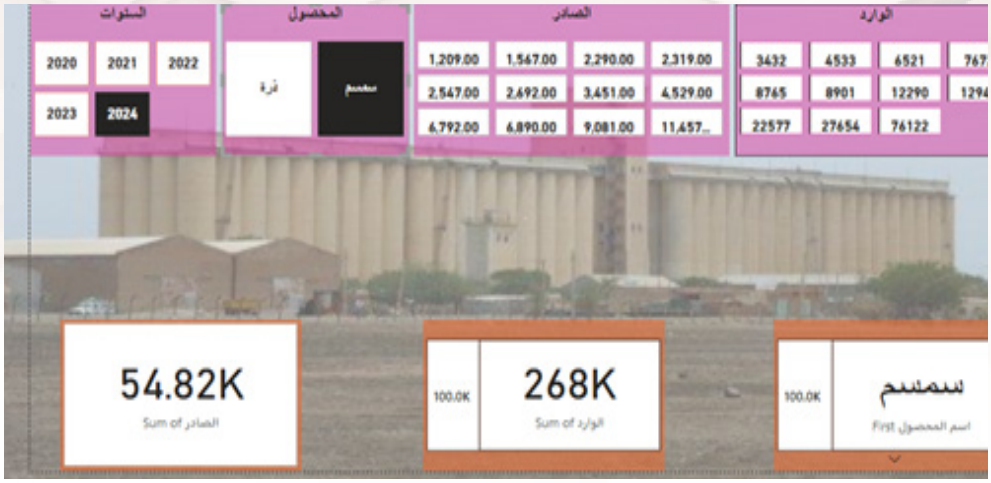


شكل رقم (3) يوضح ربط جداول مستودع البيانات في برنامج powerBi

2.2 التقارير :



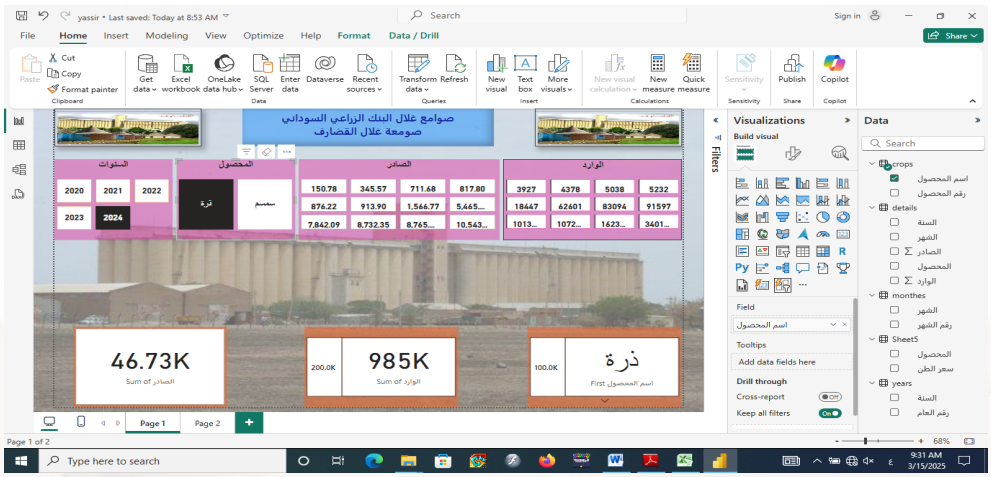
1.2.2 تقرير يوضح حجم الصادر والوارد لمحصول السمسم بالطن :



شكل رقم (4) يوضح حجم الصادر والوارد لمحصول السمسم بالطن

شكل يوضح حجم الصادر والوارد لمحصول السمسم بالطن في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 يحتوي علي واجهة تفاعلية من اربعة أدوات للوارد والصادر ونوع المحصول والسنوات وبطاقات لمجموع الصادر والوارد .

2.2.2 تقرير يوضح حجم الصادر والوارد لمحصول الذرة بالطن :

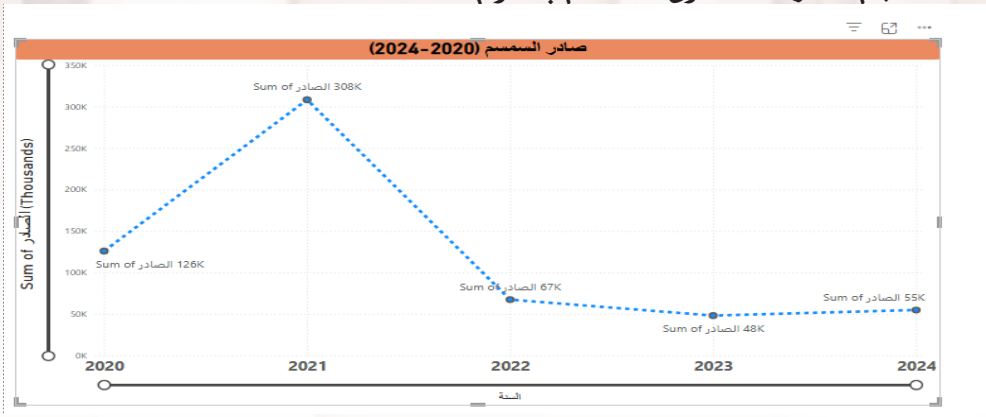


شكل رقم (5) يوضح حجم الصادر والوارد لمحصول الذرة بالطن

شكل يوضح حجم الصادر والوارد لمحصول الذرة بالطن في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر

2024 يحتوي علي واجهة تفاعلية من اربعة أدوات للوارد والصادر ونوع المحصول والسنوات وبطاقات لمجموع الصادر والوارد .

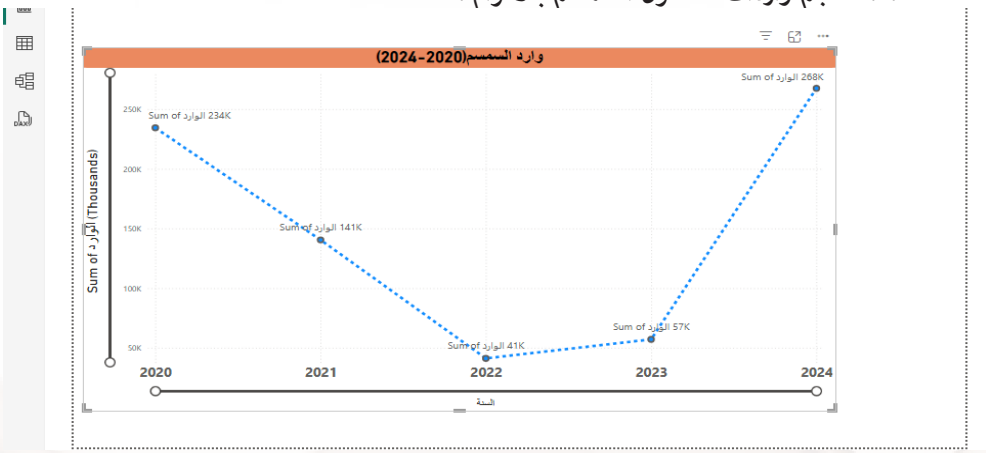
3.2.2 حجم صادرات محصول السمسم بالاعوام :



شكل رقم (6) يوضح حجم صادرات محصول السمسم

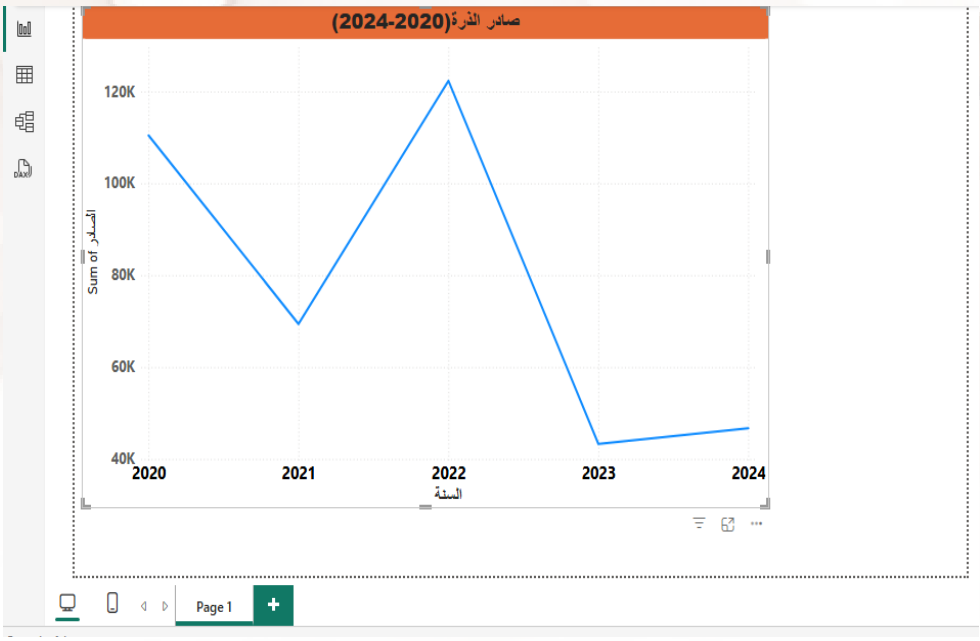
شكل يوضح حجم صادرات محصول السمسم الفعلية في صومعة ولاية القضارف في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 حيث بلغت اعلي كمية له (308342) طن في عام 2021 وبلغت ادنى كمية له (48100) طن في عام 2023م . الملاحظ انه لايوجد اتجاه واضح لمسار الصادرات، فهي في تصاعد وانخفاض حسب الموسم الزراعي .

4.2.2 حجم واردات محصول السمسم بالاعوام :

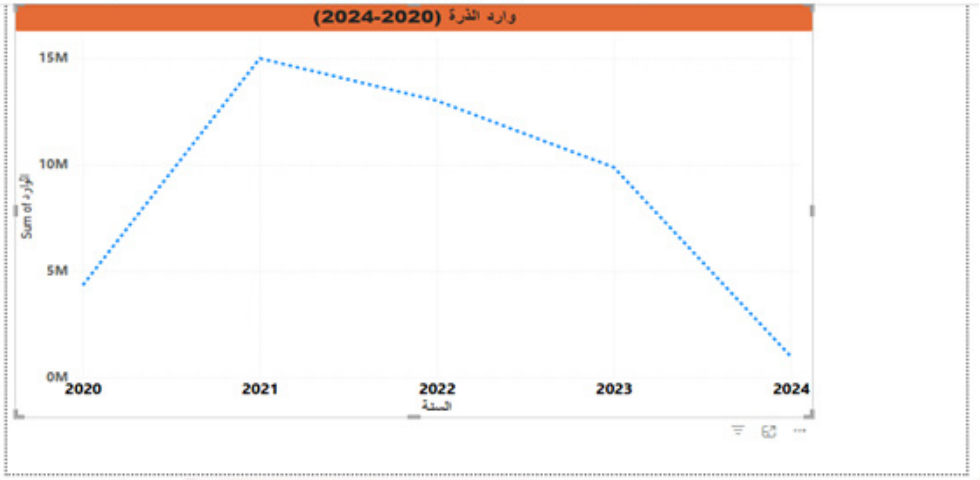


شكل رقم (7) يوضح حجم واردات محصول السمسم

شكل يوضح حجم واردات محصول السمسم الفعلية في صومعة ولاية القضارف في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 حيث بلغت اعلي كمية له (267533) طن في عام 2024 وبلغت ادنى كمية له (41261) طن في عام 2022م . الملاحظ انه لايوجد اتجاه واضح لمسار الواردات ، فهي في تصاعد وانخفاض حسب الموسم الزراعي .

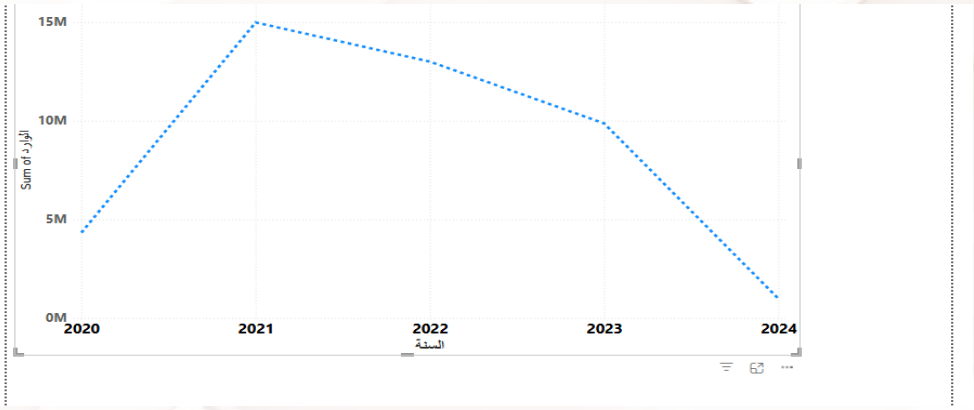


5.2.2 حجم صادرات محصول الذرة بالاعوام:



شكل رقم (8) يوضح حجم صادرات محصول الذرة

شكل يوضح حجم صادرات محصول الذرة الفعلية في صومعة ولاية القضارف في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 حيث بلغت اعلي كمية له (12236663) طن في عام 2022 وبلغت ادنى كمية له (4330945) طن في عام 2023م . الملاحظ انه لايوجد اتجاه واضح لمسار الصادرات ، فهي في تصاعد وانخفاض حسب الموسم الزراعي .

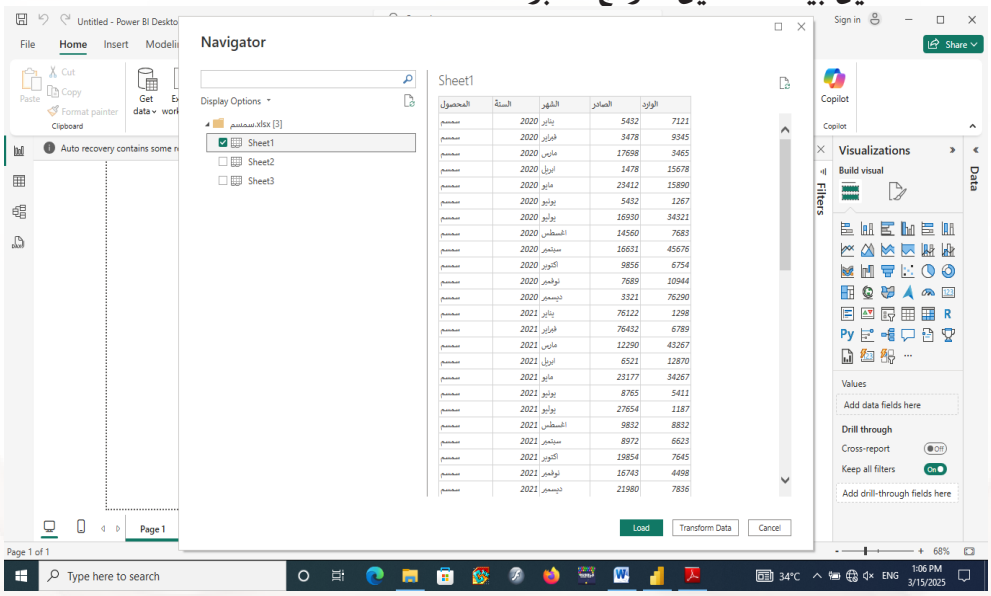


6.2.2 حجم واردات محصول الذرة بالاعوام:

شكل رقم (9) يوضح حجم واردات محصول الذرة

شكل يوضح حجم واردات محصول الذرة الفعلية في صومعة ولاية القضارف في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 حيث بلغت اعلي كمية له (14990346) طن في عام 2021 وبلغت ادنى كمية له (985442) طن في عام 2024م . الملاحظ انه لايوجد اتجاه واضح لمسار الواردات ، فهي في تصاعد وانخفاض حسب الموسم الزراعي .

7.2.2 تحميل بيانات تحليل نموذج التنبؤ :

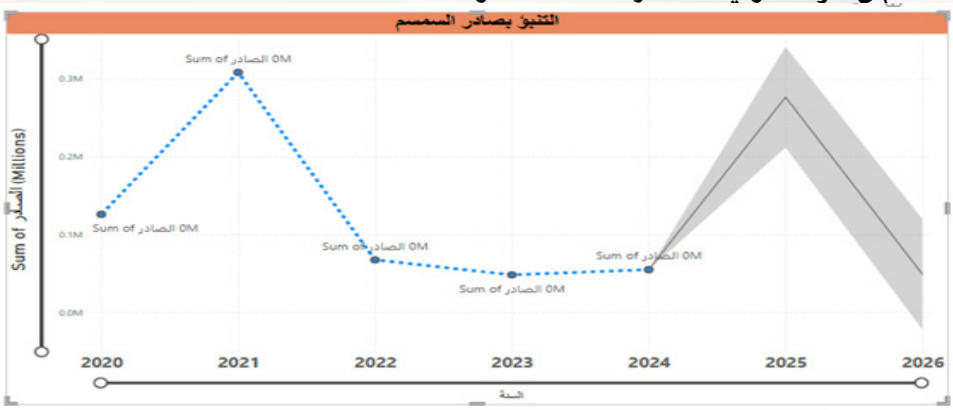


تحميل بيانات تحليل نموذج التنبؤ بحجم صادرات ووارادات محصولي السمسم والذرة في صومعة ولاية القضارف حيث يتم تحديد الحقول المطلوب التنبؤ بها (الكمية) وعدد الاعوام (عامان) المطلوب التنبؤ بها كما في الشكل :

شكل رقم (10) يوضح تحميل بيانات تحليل نموذج التنبؤ

3. النتائج :

تم ببناء النموذج من خلال التنبؤ بالصادرات والواردات المتوقعة من خلال البيانات التي تم جمعها من صوامع غلال ولاية القضارف لمدة 5 أعوام سابقة لغرض مراعاة أزمنة الحصاد لكل محصول لتوفير المواعين التخزينية الكافية للمحاصيل المنتجة وتهيئة المناخ المناسب لعرض وطلب المحاصيل باستخدام برنامج power Bi المقدم من شركة مايكوسوفت. **1.3 التنبؤ بصادرات محصول السمسم في صومعة ولاية القضارف لسنة 2025و2026 :**

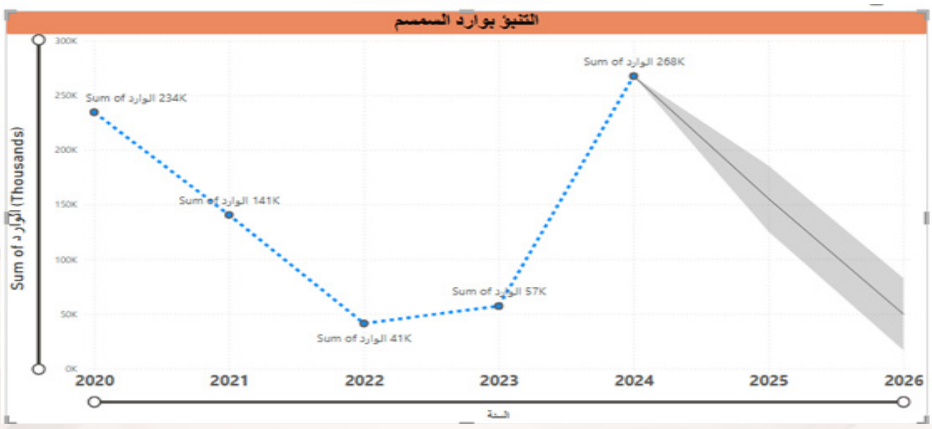


شكل رقم (11) يوضح التنبؤ بصادرات محصول السمسم

شكل يوضح التنبؤ بسنتين قادمتين لصادرات محصول السمسم في الفترة من يناير 2025 الي ديسمبر 2026 . حيث من المتوقع ان تبلغ اعلي كمية في عام 2025 (119811) طن ، وادني كمية لها (21941) طن .

ومتوقع ان تبلغ اعلي كمية في عام 2026 (119811) طن ، وادني كمية لها (21941) طن .

2.3 التنبؤ بواردات محصول السمسم في صومعة ولاية القضارف 2025و2026:



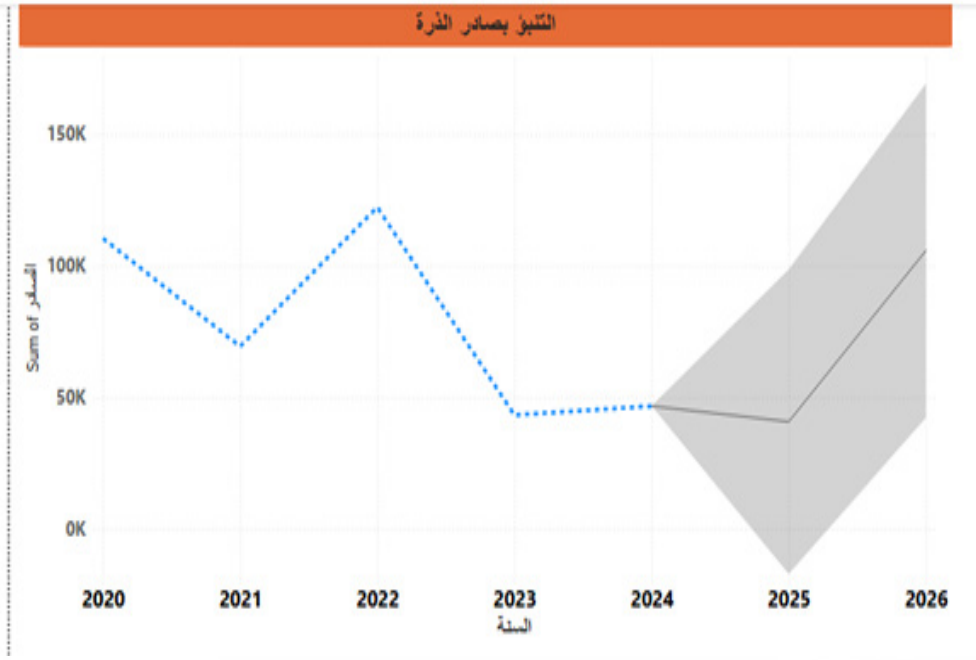
شكل رقم (12) يوضح التنبؤ بواردات محصول السمسم

شكل يوضح التنبؤ بسنتين قادمتين لواردات محصول السمسم في الفترة من يناير 2025 الي ديسمبر 2026.

حيث من المتوقع ان تبلغ اعلي كمية في عام 2025 (185488) طن ، وادني كمية لها (125304) طن .

ومتوقع ان تبلغ اعلي كمية في عام 2026 (82822) طن ، وادني كمية لها (16828) طن .

4.3 التنبؤ بصادرات محصول الذرة في صومعة ولاية القضارف 2025و2026:



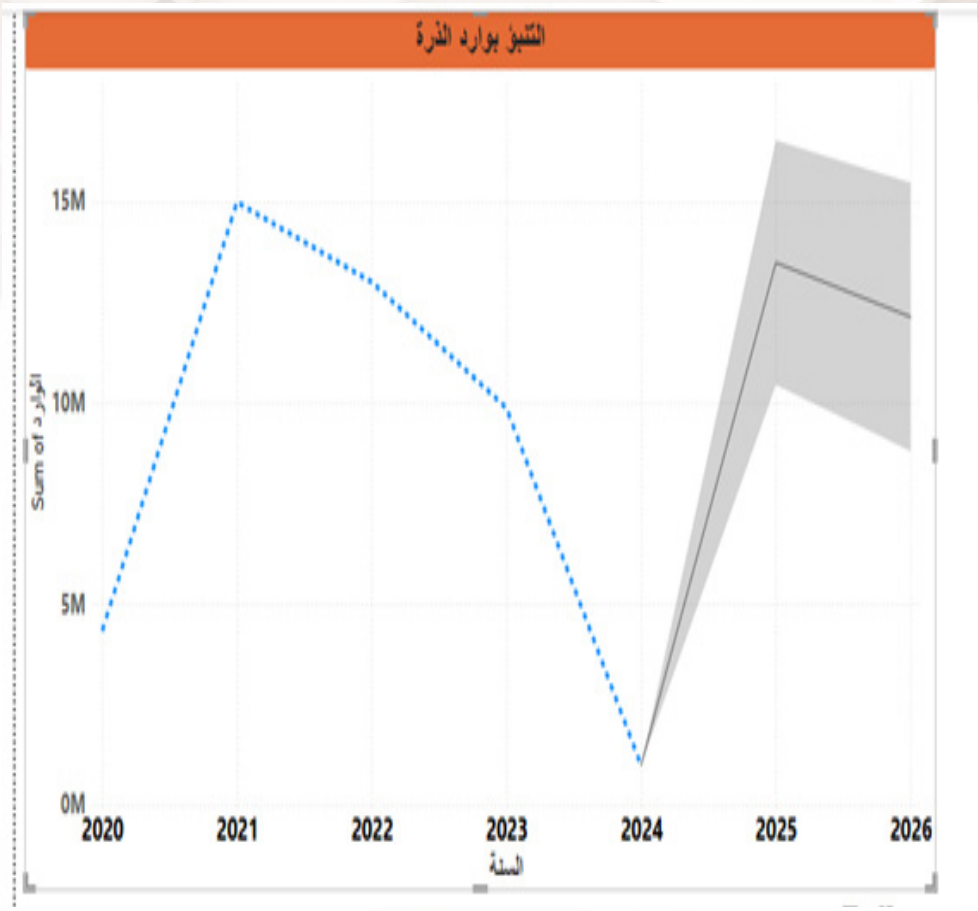
شكل رقم (13) يوضح التنبؤ صادرات محصول الذرة

شكل يوضح التنبؤ بسنتين قادمتين لصادرات محصول الذرة في الفترة من يناير 2025 الي ديسمبر 2026.

حيث من المتوقع ان تبلغ اعلي كمية في عام 2025 (9873701) طن ، وادني كمية لها (1718124) طن .

ومتوقع ان تبلغ اعلي كمية في عام 2026 (16943008) طن ، وادني كمية لها (4231579) طن .

5.3 التنبؤ بواردات الذرة في صومعة ولاية القضارف 2025و2026:



شكل رقم (14) يوضح التنبؤ بواردات محصول الذرة

شـكل يوضـح التنبـؤ بسـنتين قادمتـين لـواردات محصـول الـذرة في الفـترة مـن ينايـر 2025 الي ديسـمبر 2026.

حيـث مـن المتوقـع ان تبلـغ اعـلي كميـة في عـام 2025 (16529782) طـن ، وادني كميـة لهـا (10482014) طـن .

ومتوقـع ان تبلـغ اعـلي كميـة في عـام 2026 (15475603) طـن ، وادني كميـة لهـا (8799843) طـن .

4. المناقشة :

بعد دراسة صادر ووارد محاصيل (الذرة والسمسم) في الفترة من يناير 2020 الي ديسمبر 2024 في صوامع غلال ولاية القضارف ، وكما يظهر في الرسوم البيانية توصلت الدراسة الي :

1. حجم صادرات محصول السمسم اعلي بكثير من حجم واردات محصول السمسم ، كما في الشكل (4).
2. وايضآ حجم صادرات محصول الذرة اعلي بكثير من حجم واردات محصول الذرة ،كما في الشكل(5)
3. الملاحظ انه لايوجد اتجاه واضح لمسار الصادرات والواردات لمحصول السمسم ، فهي في تصاعد وانخفاض حسب الموسم الزراعي ومتذبذبة مع الزمن ، كما في الشكلين (6) و (7) .
4. ولايوجد اتجاه واضح لمسار الصادرات والواردات لمحصول الذرة ايضآ ، فهي في تصاعد وانخفاض حسب الموسم الزراعي ومتذبذبة مع الزمن ، كما في الشكلين (8) و (9) .
5. من الممكن التنبؤ بكميات الصادر والوارد لمحصول السمسم في المستقبل مما يساعد في الحفاظ علي المخزون الاستراتيجي كأدوات إئتمان ضمان تمنح بموجبها البنوك القروض للمصنعين والمنتجين ، كما في الشكلين (11) و (12) .
6. من الممكن التنبؤ بكميات الصادر والوارد لمحصول الذرة في المستقبل مما يساعد في الحفاظ علي الامن الغذائي وتوفير المواعين التخزينية اللازمة للحفاظ علي المحصول من التلف ، كما في الشكلين (13) و (14) .
7. تتنبأ الدراسة بزيادة صادرات وواردات محصولي السمسم والذرة ، ولكن بصورة أعلى في الصادرات ، وهو مؤشر جيد في حالة الصادر .

5. التوصيات:

1. توصى الدراسة بالإهتمام بتوفير البيئة التخزينية للمحاصيل الزراعية باستخدام احدث تقنيات انترنت الأشياء والذكاء الإصطناعي للحفاظ علي المحاصيل من التلف وتوفير المخزون الاستراتيجي والأمن الغذائي.
2. يُستحسن دمج أنظمة إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي مع برامج إدارة المخزون الحالية لتكوين رؤية شاملة تُسهم في اتخاذ قرارات أفضل.
3. يجب تقديم برامج تأهيل وتدريب للمزارعين والمهندسين التقنيين على استخدام التقنيات الذكية في تخزين المحاصيل.
4. تنفيذ بروتوكولات قوية للأمن السيبراني لحماية البيانات المتصلة بالأنظمة الذكية، مع تحديثات دورية وإجراءات استجابة للطوارئ.

6. الخلاصة:

يؤكد البحث استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل بيان تخزين المحاصيل الزراعية يمكن أن يحدث تحولًا نوعيًا في إدارة الموارد الزراعية، من خلال تحليل البيانات والتنبؤ بالكميات. إلا أن نجاح هذا التحول يتطلب استثمارات متقدمة في البنية التحتية والتدريب وتوفير سياسات أمنية متينة. من ثم، يُوصى بضرورة إنشاء برنامج متكامل يجمع بين الأجهزة الذكية والبرمجيات التحليلية مع إدماجها في النظام الزراعي الأوسع لتحقيق أفضل النتائج.

المصادر والمراجع:

(1) https://www.alrakoba.net

(2) ع.الزعبـي ، إقتصاديـات التخزيـن الزراعـي (عـمان ، الاردن: دار صفـاء للنـشر والتوزيـع ، (2) 2007

(3) Ali, S., Kumar, A., & Singh, R. (2020). Forecasting Wheat Yield using LSTM Models in India. Journal of Agricultural Science, 12(3), 4558-.

(4) Zhao, L., Wang, Y., & Chen, H. (2021). Artificial Intelligence in Agricultural Trade Forecasting: A Case Study on Maize. International Journal of Agricultural Economics, 9(2), 123137-.

(5) (5)Mohammed, A., & Osman, F. (2022). Big Data Analytics for Grain Storage Management in Sudan. Sudan Journal of Agricultural Research, 15(4), 200-215.

(6) Ahmed, M., Elhag, S., & Babiker, H. (2023). Sesame Production Forecasting using AI in Sudan: A Case Study of Gedaref State. Journal of AI and Agriculture, 7(1), 3347-.