Abhat Journal, Volume. 18, Issue. 1, March 2026

Abhat Journal, Faculty of Arts, Sirte University مجلة أبحاث بكلية الآداب جامعة سرت
Source Homepage: http://journal.su.edu.ly/index.php/ABHAT/index

Doi : https://doi.org/10.37375/abhat.v18i1.3950

تحليل العوامل البيئية المؤثرة في إنتاج محصول القطن بإقليم شاري الأوسط – تشاد (2002–2022)

د. عبد المجيد زكريا حقار مصطفى

قسم الجغرافيا، كلية الآداب والفنون والعلوم الإنسانية، جامعة آدم بركة، تشاد

magedrast@gmail.com

الملخص:

هدفت الدراسة لإبراز العلاقة بين العوامل البيئية وإنتاجية محصول القطن، مع تحديد مناطق الزراعة وتحليل إنتاجيتها، ووضع توصيات عملية لتحسين الإنتاج وتقليل الآثار السلبية البيئية والاجتماعية. اعتمدت الدراسة على عدة مناهج وهي المنهج وصفي–تحليلي والمنهج التاريخي والمنهج الإيكولوجي علاوةً على المنهج المحصولي. وشمل ذلك التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 10.8.1) لرسم خرائط الملاءمة والتباين المكاني، والتحليل الإحصائي للسلاسل الزمنية عبر برنامج SPSS لتقدير أثر المتغيرات وقياس ارتباطها. كما تضمن البحث مسحًا ميدانيًا لعينة من (90) مزارعًا، جمع خلالها استبانات، مقابلات، ملاحظات ميدانية، وأخذ عينات تربة للفحص الفيزيائي والكيميائي، بالإضافة إلى بيانات ثانوية من السجلات المناخية، بيانات الإنتاج الزراعي، الصور الفضائية. أظهرت النتائج وجود ارتباط طردي قوي بين استقرار عناصر المناخ (الهطول والرطوبة) وإنتاجية القطن، ($r = 1.00$ $p \leq 0.001$)، حيث يفسر انخفاض الرطوبة وتذبذب الأمطار نحو (52.2%) من معوقات الإنتاج البيئية. كما حسّنت الميكنة والطرق العلمية والبذور المحسنة والعمليات الزراعية بنسبة (52%)، وأدى الالتزام بالدورة الزراعية وبرامج الإرشاد إلى زيادة الإنتاجية بنسبة تصل إلى (98%) في المزارع المطبقة. وكانت خصائص التربة مسؤولة عن (67%) من تأخر نمو المحصول، بينما أدت الآفات إلى خسائر نسبتها (47%) نتيجة ضعف نظم المكافحة المتكاملة.

الكلمات المفتاحية:

شاري الأوسط، المكافحة المتكاملة، العوامل البيئية، القطن.

معلومات النشر:

تاريخ الاستلام: 2025/12/22

تاريخ القبـــول: 2026/02/24

تاريخ النشـــر: 2026/03/01

Analyzed the environmental factors affecting cotton production in the Middle Chari region of Chad (2002–2022)

Dr. Abdel Madjid Zakaria Haggar Moustapha

Department of Geography, Faculty of Arts and Humanities, Adam Baraka University, Chad

magedrast@gmail.com

Abstract:

The research aimed at addressing the relationship between environmental factors and cotton yield productivity, identifying cultivation areas, and developing practical recommendations to improve production and reduce negative environmental and social impacts. The research adopted descriptive-analytical, historical, ecological, and crop approach. This included spatial analysis using geographical information systems (ArcGIS 10.8.1) to map spatial suitability and variability, and statistical analysis of time series using SPSS software to estimate the impact of variables and measure their correlation. The research also used a field survey and a questionnaire of a sample of (90 farmers), interviews, field observations, and soil samples for physical and chemical testing, in addition to secondary data from climate records, agricultural production data, and satellite images. The results showed a strong positive correlation between climate stability (precipitation and humidity) and cotton productivity ($r = 1.00$, $p \leq 0.001$), with low humidity and rainfall variability representing (52.2%) of environmental production constraints. Mechanization, scientific methods, improved seeds and agricultural practices increased productivity by (52%), while adherence to crop rotation and agricultural extension programs increased productivity by up to (98%) on the farms where they were implemented. Soil characteristics were responsible for 67% of crop growth delays, while pests caused (47%) of losses as a result of weak integrated pest management systems.

Keywords:

Middle Chari, integrated pest management, environmental factors, cotton.

Information:

Received: 22/12/2025

Accepted: 24/02/2026

Published: 01/03/2026

©Abhat Journal, Sirte University 2026

المقدمة:

البيئة ذلك المكان المرجعي الواسع الذي يعيش فيه الإنسان متفاعلاً معه مؤثراً به، كانت وما زالت تعاني من الكثير من المشاكل التي تركت بصماتها فيها، وآثار الأمس مغايرة بآثار اليوم، وهي مخلفات تطوره الحضاري، منها الاستنزاف وهدر موارد الطبيعة والتحديدات المحدقة بتنوع المخلوقات الحيوانية والنباتية واستنزاف طبقة الأوزون وتغيّر المناخ وغيرها من المشاكل التي تهدد مستقبل الإنسان على سطح الأرض. (طارق، 2022، ص5). وتمثّل البيئة التي خلقها الله سبحانه وتعالى الإطار الذي يستمد منها الإنسان مقومات حياته من غذاء وكساء ويمارس علاقاته مع أقرانه من بني البشر، وليس الإنسان وحده هو الذي يعيش في هذه البيئة بل هناك مكونات حية وغير حية تتفاعل فيما بينها وبين الإنسان مكونة نظاماً بيئياً يكون متوازناً، وإذا تعامل الإنسان بصورة صحيحة من خلال ممارسته للأنشطة المختلفة بما فيها الاقتصادية والثقافية والسياسية، فقد أدت الضغوط الكبيرة على الموارد الطبيعية نتيجة الثورة الصناعية إلى إحداث مشاكل خطيرة على البيئة، سواءً بتلوثها أو تدهورها أو استنزافها، وبالتالي الاختلال بتوازن النظام البيئي، وأن البيئة الطبيعية في حالتها العادية دون تدخل مدمّر أو مخرّب من جانب الإنسان تكون متوازنة على أساس أن كلاً من عناصر البيئة الطبيعية قد خُلقت بصفات محددة وبحجم معين، بما يكفل للبيئة توازنها. (كريم، وآخرون، 2015، ص12).

وفي سياق التحولات المناخية العالمية، تُصنَّف النظم الزراعية في نطاق الساحل الإفريقي ضمن أكثر النظم هشاشة أمام تقلبات المناخ، خاصة فيما يتعلق بتذبذب الأمطار وارتفاع درجات الحرارة وتزايد موجات الجفاف. وتشير الأدبيات الحديثة إلى أنّ الإجهاد الحراري خلال مراحل الإزهار وتكوين اللوز في نبات القطن يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في الإنتاجية وجودة الألياف، كما يؤثر على كفاءة البناء الضوئي والعمليات الفسيولوجية للنبات (Khan et al., 2025). كما أنّ الفجوة الإنتاجية بين الدول الإفريقية وغيرها من مناطق الإنتاج العالمية ترتبط بعوامل مناخية وبنيوية وتقنية متشابكة تؤثر على إنتاجية وحدة المساحة (Smith, 2025).

ومن منظور بيئي تطبيقي تمثّل خصائص التربة أحد المحددات الجوهرية لاستدامة إنتاج القطن، حيث يؤثر محتوى المادة العضوية، ودرجة الحموضة (pH)، والتملّح، وتراكم بقايا المبيدات والعناصر الثقيلة في خصوبة التربة وصحة النبات. وقد أشار تقرير (Cotton Connecta, 2025) إلى أنّ صحة التربة تُعدّ العامل البيئي الأهم في استدامة إنتاج القطن عالميًا. كما أنّ الإفراط في استخدام المدخلات الكيميائية دون إدارة متكاملة يؤدي إلى تدهور طويل الأمد في النظام الزراعي وزيادة هشاشته البيئية.

وتنطلق هذه الدراسة من إطار جغرافي تحليلي تكاملي يهدف إلى قياس العلاقة بين المتغيرات المناخية والتربوية والممارسات الزراعية والصناعية وبين إنتاجية القطن في إقليم شاري الأوسط، واعتمادًا على أدوات التحليل الإحصائي المتقدم والتحليل المكاني، وصولًا إلى توصيات عملية تعزز الاستدامة الزراعية وتدعم السياسات التنموية في القطاع الزراعي التشادي.

وتتركز زراعة محصول القطن في دولة تشاد بالأقاليم الجنوبية بصفة عامة وإقليم شاري الأوسط بصفة خاصة، حيث تتوفر فيه الظروف الطبيعية اللازمة لزراعته، وهذه الدراسة تتناول تقييم الآثار البيئية على إنتاج محصول القطن في جمهورية تشاد، بالتركيز على إقليم شاري الأوسط خلال الفترة من 2002–2022.

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في التباين الزماني والمكاني لإنتاج محصول القطن بإقليم شاري الأوسط – تشاد خلال الفترة (2002–2022)، رغم توفر المقومات البيئية الملائمة، حيث شهد الإقليم تقلبات واضحة في عناصر المناخ (هطول الأمطار ودرجات الحرارة) وتباين خصائص التربة وأنماط الاستخدام الزراعي، الأمر الذي انعكس في تذبذب الإنتاجية من سنة إلى أخرى ومن منطقة إلى أخرى داخل الإقليم، مع غياب تحليل تكاملي كمي – مكاني يوضح العلاقة بين العوامل البيئية وإنتاجية القطن، ومن هنا تكمن مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤلات التالية:

- ما طبيعة العلاقة بين العوامل البيئية (المناخية والتربة) وإنتاج محصول القطن بإقليم شاري الأوسط خلال الفترة (2002–2022)؟
- ما اتجاهات التغير الزمني في هطول الأمطار ومتوسط درجات الحرارة خلال فترة الدراسة؟
- هل توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين هطول الأمطار وإنتاجية القطن؟
- هل تؤثر خصائص التربة في تفسير التباين المكاني لإنتاجية القطن؟
- كيف يعكس التحليل المكاني التباين الجغرافي في الإنتاج وعلاقته بالعوامل البيئية؟

فرضياتها:

– هناك علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين هطول الأمطار وإنتاجية القطن.

– ارتفاع متوسط درجات الحرارة يؤثر سلباً في إنتاجية القطن.

– انخفاض خصائص التربة (المادة العضوية، درجة الحموضة، الملوحة) يقلل إنتاجية القطن.

أهدافها:

– تحديد مناطق زراعة القطن بالإقليم وتحليل الإنتاجية فيها.

– تقييم تأثير العوامل المناخية وخصائص التربة على إنتاج القطن.

– رصد التغيرات البيئية خلال سنوات الدراسة وعلاقتها بالإنتاجية.

– وضع توصيات لتحسين الإنتاج الزراعي وتقليل التأثيرات السلبية للعوامل البيئية بالإقليم.

أهميتها:

1- أهمية علمية: يعزز الفهم النظري للعلاقة بين العوامل البيئية والإنتاج الزراعي في البيئات شبه الجافة باستخدام تحليل كمي.

2- أهمية منهجية: يمثل تطبيقاً متكاملاً لمناهج التحليل الزمني والإحصائي والمكاني لدراسة الإنتاج الزراعي.

3- أهمية تطبيقية: يوفر مؤشرات كمية لدعم التخطيط الزراعي وتحسين إدارة الموارد الطبيعية.

4- أهمية تنموية: يساهم في دعم استدامة إنتاج القطن من خلال تحديد العوامل البيئية الأكثر تأثيراً على الإنتاجية.

مناهج الدراسة:

يعتمد البحث على مناهج علمية متكاملة لتحليل العوامل البيئية المؤثرة في إنتاج القطن، وتشمل:

– **المنهج التاريخي:** دراسة التطورات والتغيرات الزمنية في إنتاج القطن والتغيرات المناخية وخصائص التربة لتفسير الاتجاهات التاريخية للتدهور البيئي أو التحسينات الزراعية.

– **المنهج الوصفي التحليلي:** وصف وتحليل الظواهر البيئية والزراعية كمياً ونوعياً، وتحليل بيانات الإنتاج والتربة والغطاء النباتي لاكتشاف التباينات المكانية والزمنية وربطها بالعوامل البيئية.

– **المنهج الإيكولوجي:** دراسة العلاقة بين النظام البيئي والمحاصيل الزراعية، وتقييم أثر العوامل المناخية والتربة على صحة النباتات والتربة والإنتاجية.

– **المنهج المحصولي:** تحليل الإنتاج الزراعي للقطن كمؤشر مباشر للعلاقة بين العوامل البيئية والإنتاج، ودراسة التباينات في الغلة باستخدام التحليل الإحصائي ونماذج الانحدار لتقدير أثر العوامل البيئية.

منهجية الدراسة وأدواتها:

اعتمدت الدراسة على الاستبانة والمقابلات الشخصية والملاحظة للحصول على البيانات والمعلومات الضرورية، وذلك على النحو الآتي:

إجراء دراسة ميدانية في منطقة الدراسة واختيار عينة عشوائية من (90) مزارع، بنسبة خطأ أقل من (0.01%)، لتغطي ثلث إطار العينة، ثم جمع الاستبانات وتحليلها واستخدام النتائج في الدراسة.

– الملاحظة: رصد الجوانب الطبيعية ومدى أثرها على محصول القطن، بما في ذلك الطبوغرافيا وأثرها على البيئة.

– المقابلات الشخصية: إجراء مقابلات مع سكان المنطقة الذين يعملون في زراعة القطن للتعرّف على أهم الآثار البيئية.

– الصور الفوتوغرافية: توثيق الأضرار والعمليات الزراعية والحصاد والآليات المستخدمة.

– المصادر المكتبية: مراجعة الكتب، المراجع، التقارير، المجلات العلمية، الرسائل العلمية، والمؤتمرات والندوات.

البرامج المستخدمة في الدراسة:

1- استخدام برنامج (SPSS) لتحليل العلاقات الإحصائية بين العوامل البيئية وإنتاج القطن، واختبار الفرضيات لتحديد تأثير كل عامل بيئي على الإنتاجية.

2- استخدام برنامج (ArcGIS 10.8.1) لإنتاج الخرائط وتحليل التوزيع المكاني للغلة والعوامل البيئية في منطقة الدراسة.

الدراسات السابقة:

تشير الدراسات السابقة إلى أنّ العوامل البيئية والمناخية، بما في ذلك درجات الحرارة، الهطول، الرطوبة، والتغير المناخي، لها تأثير واضح ومباشر على إنتاجية محصول القطن. وقد أجريت عدة دراسات كمية وتحليلية لتقييم هذا التأثير في بيئات شبه جافة ومتنوعة:

– دراسة عمار وفيق زيود، (2009)، تأثير أنواع السماد العضوي ومواعيد إضافتها في صفات نمو وإنتاج صنف القطن ونوعية أليافه في ظروف المنطقة الغابية، تهدف إلى دراسة تأثير أنوع مختلفة من السماد العضوية، والصفات المورفيزلوجية لنبات القطن، وصفات التبكير، ومكونات الانتاج والصفات التكنولوجية للقطن، وتوصّلت الدراسة إلى أنّ تفوق الموعد الخريفي لإضافة الاسمدة على الموعدين الربيعي والخريفي في عدد الازهار الكلية، وعدد الجوزات الكلية والمتفتحة،

والوزن الجاف، وتحسين الصفات التكنولوجية لشعيرات القطن (الطول، الانتظامية، المتانة) وبلغ صافي الربح أعلى قيمة له عند زرق الدواجن، مقارنة مع بقية المعاملات، وفي الموعد الخريفي مقارنة مع الموعدين الآخرين.

– **دراسة نافع سليمان أحمد، (2016)**، أهمية الصادرات الزراعية في دعم التنمية الاقتصادية في تشاد، دراسة تطبيقية على صادرات القطن التشادي، وقد توصلت الدراسة أن نسبة العاملين في قطاع زراعة القطن تمثّل ثلثي العاملين في مجال الزراعة العامة في المنطقة الجنوبية، وهذا دالٌ على أهمية المنتج اجتماعياً واقتصادياً، وتتميز تشاد عن غيرها من دول زارعي القطن في القارة الأفريقية بالمناخ المناسب والأمطار.

– **دراسة محمَّد نور بشير، (2017)**، مقومات ومعوقات زراعة وإنتاج القطن في تشاد، دراسة حالة الإقليم الجنوبي، وتناولت الدراسة المقومات ومعوقات الإنتاج الزراعي لمحصول القطن بالإقليم الجنوبي، وحصر المشاريع الزراعية بالمنطقة، وتحديد دورها في زراعة وانتاج القطن، توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج أهمها، عدم اهتمام الدولة ورجال الأعمال والمستثمرين بزراعة محصول القطن من أسابا تدهور زراعة القطن، وعدم تقديم الدعم المادي للمزارعين ونقص التدريب والتأهيل للكوادر العاملة بالقطاع الزراعي أدى لتحول المزارعين إلى أنشطة اقتصادية أخرى.

– **دراسة إبراهيم عبد العزيز عبد الرحمن، (2019)**، مقومات ومعوقات الزراعة في تشاد دراسة حالة مقاطعة حراز البيار خلال فترتي 2005 ـ2011. وهدفت الدراسة إلى معرفة الزراعة والمحاصيل وأنواعها التي تزرع في المقاطعة، بالإضافة على معرفة المقومات والمعوقات الزراعية بالمقاطعة، وتوصلت الدراسة على أن المقومات والمعوقات الزراعية لها تأثير كبير في الزراعة والإنتاج الزراعي، وأنّ أهم المحاصيل الزراعية تتمثّل في الحبوب الغذائية والنقدية.

الحدود المكانية والزمانية للدراسة:

أولاً: الحدود المكانية:

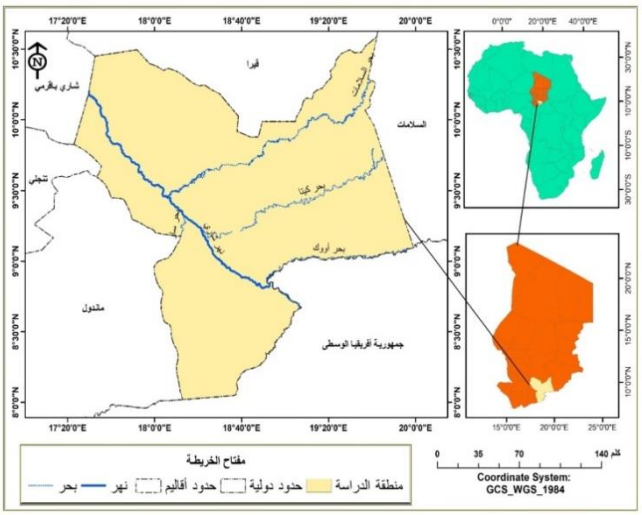
يقع إقليم شاري الأوسط في جنوب جمهورية تشاد، ويحدّه من الشمال إقليم قيرا، ومن الجنوب جمهورية أفريقيا الوسطى، ومن الشرق إقليم السلامات، ومن الغرب إقليم شاري باقرمي وتنجلي وماندول. ويعبره نهر شاري من الجنوب إلى الشمال، الأمر الذي أسهم في تكوين تربة فيضية خصبة ودعم النشاط الزراعي، لاسيما زراعة القطن. كما يضـم الإقليم منشآت زراعـية وصناعات تحويلية مرتبطة بالقطن، من بينها شركة قطن تشاد.

فلكياً، يقع الإقليم بين خطي طول 17° 20′ E – 20° 00′ E، وبين دائرتي عرض 8° 00′ N – 10° 30′ N،

وتُعدّ الحدود المكانية للإقليم إطاراً تفسيرياً لتباين خصائصه الطبيعية والإدارية والإنتاجية؛ إذ تؤدي وفرة الموارد المائية الناتجة عن نهر شاري إلى استقرار الزراعة المروية، بينما تؤثر التدرجات المطرية من الجنوب إلى الشمال في توزيع المساحات المزروعة وإنتاجية القطن. كما يسهم التنظيم الإداري المحلي في تباين مستويات الخدمات الزراعية والبنية التحتية، وهو ما يبرر توظيف التحليل التراكبي المكاني (Spatial Overlay) لربط الهطول والإنتاجية والتربة ضمن بيئة ArcGIS 10.8.1.

ثانياً: الحدود الزمانية: تعتمد الدراسة الفترة التحليلية (2002–2022م).

الخريطة (1) موقع إقليم شاري الأوسط



المصدر: أطلس تشاد 2014م؛ بيانات حدود إدارية رسمية؛ تم إعدادها باستخدام ArcGIS 10.8، نظام الإحداثيات: WGS84المناسبة للمنطقة.

الخصائص المناخية لإقليم شاري الأوسط:

تُعدّ عناصر المناخ من أهم المحددات الطبيعية المؤثرة في الإنتاج الزراعي؛ إذ تؤدي التغيرات الحرارية والمطرية والرياح والرطوبة إلى تباين إنتاجية القطن خلال سنوات الدراسة.

1– درجة الحرارة: يقع الإقليم ضمن النطاق المداري الذي تتعامد عليه أشعة الشمس مرتين سنوياً، مما يجعله يتسم بارتفاع درجات الحرارة في معظم أشهر السنة.

وسجل شهر ديسمبر ويناير أدنى المتوسطات الحرارية (نحو 24°م)، وتنخفض درجات الحرارة ليلاً إلى أقل من 15°م، بينما ترتفع في شهري مارس وأبريل لتصل إلى (نحو 40–43°م).

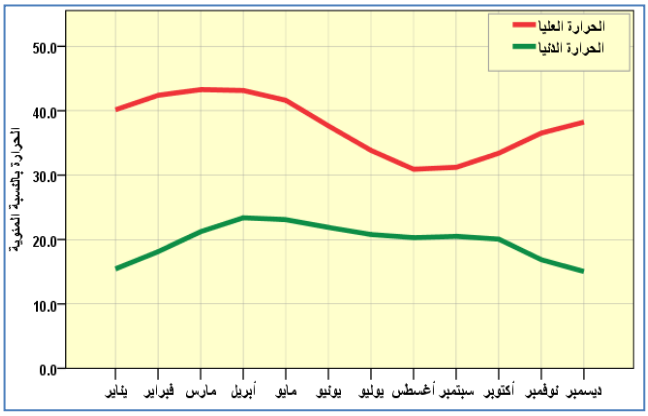
وتنخفض نسبياً خلال أشهر يونيو ويوليو وأغسطس نتيجة هطول الأمطار وتكاثف السحب، إذ تؤدي السحب إلى تقليل الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض.

الجدول (1) متوسطات الحرارة العليا والدنيا بمنطقة الدراسة

الشهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو
الحرارة العليا	40.1	42.4	43.3	43.1	41.6	37.7
الحرارة الدنيا	15.4	18.1	21.2	23.4	23.1	21.9
الشهر	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الحرارة العليا	33.8	30.9	31.2	33.4	36.5	38.5
الحرارة الدنيا	20.8	20.3	20.5	20.1	16.9	15.0

المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوي بإقليم شاري الأوسط للعام 2022م

الشكل (1) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة (2002–2022م)

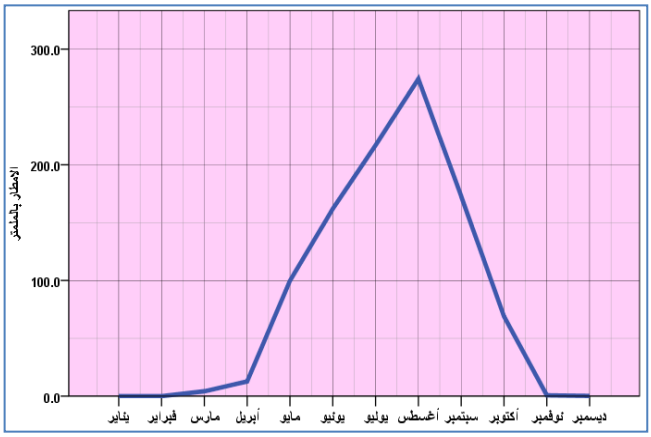


المصدر: بيانات الأرصاد الجوية الرسمية؛ معالجة إحصائية للباحث.

2– الأمطار: يقع الإقليم ضمن نطاق مطري يتراوح بين (320–700) ملم سنوياً، ويبلغ المتوسط العام (نحو 750) ملم، مع تباين سنوي قد يتراوح بين (594–900) ملم.

تبدأ الأمطار عادة في مارس بكميات تتراوح بين (50–100) ملم، وتزداد في مايو ويونيو لتبلغ (نحو 150) ملم، وتسجل ذروتها في أغسطس بحوالي 280 ملم، ثم تتراجع تدريجياً خلال سبتمبر وأكتوبر، وتنعدم تقريباً في نوفمبر وديسمبر.

الشكل (2) المتوسطات الشهرية لهطول الأمطار (2002–2022م)



المصدر: بيانات الأرصاد الجوية الرسمية؛ معالجة إحصائية للباحث.

3– الرياح: تتأثر المنطقة بالحركة الموسمية للفاصل المداري؛ إذ تسود الرياح الشمالية الشرقية شبه الجافة في فصل الشتاء، بينما تهب الرياح الجنوبية الغربية الموسمية في فصل الصيف مسببة هطول الأمطار.

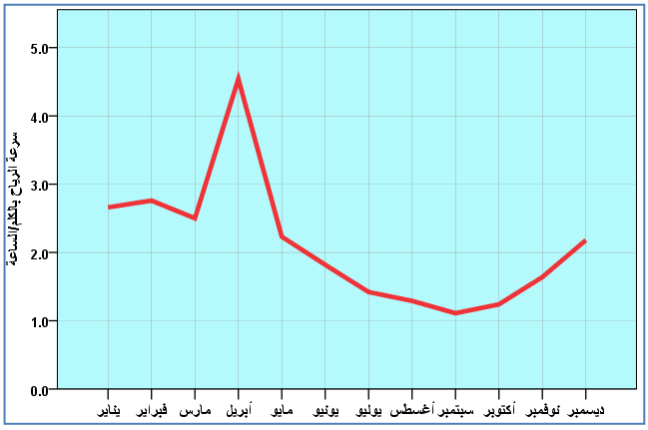
الجدول (2) المتوسط الشهري لسرعة الرياح

العام	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
2002	3.05	2.86	2.34	2.31	2.13	2.09	1.59	1.31	1.09	1.42	1.72	2.38
2003	2.85	2.64	2.16	2.55	2.15	1.54	1.21	1.24	1.15	1.22	1.69	2.71
2004	2.85	3.45	3.07	2.38	2.23	1.82	1.38	1.27	1.15	1.44	1.7	2.47
2005	3.11	2.77	2.59	2.37	1.77	1.61	1.39	1.27	0.97	1.3	2.27	2.73
2006	3.11	2.78	2.41	2.2	1.98	1.91	1.29	1.1	1.15	1.16	1.88	2.62
2007	3.34	3.03	2.86	2.43	2.37	2.03	1.68	1.34	1.16	1.2	1.53	1.91
2008	2.56	3.4	2.31	2.51	2.46	1.8	1.46	1.26	1.15	1.23	1.29	1.7
2009	2.08	2.27	2.19	2.41	2.25	1.92	1.45	1.16	1.13	1.31	1.46	1.77
2010	2.26	2.34	2.59	2.48	2.53	1.92	1.66	1.46	1.02	1.09	1.3	1.97
2011	2.87	2.41	2.95	2.84	1.94	1.89	1.24	1.34	1.22	1.21	1.48	1.97
2012	2.61	2.46	2.61	2.81	2.23	1.65	1.41	1.41	1.05	1.1	1.39	1.78
2013	2.25	2.34	2.2	2.52	2.34	1.77	1.34	1.29	0.99	1.17	1.3	2
2014	2.3	2.58	2.66	2.66	2.1	1.73	1.38	1.41	1.27	1.12	1.8	2.16
2015	2.77	2.34	2.34	2.53	2.41	1.74	1.17	0.99	0.98	1.26	1.4	2.2
2016	2.61	2.9	2.34	2.59	2.3	1.73	1.37	1.14	1.09	1.26	1.95	2.52
2017	2.2	2.79	2.01	2.67	2.3	1.56	1.18	1.1	1.16	1.09	1.5	1.98
2018	2.42	2.23	2.65	2.59	2.33	1.62	1.43	1.42	1.13	1.36	2.05	2.29
2019	2.6	2.87	2.51	2.62	2.38	1.55	1.34	1.34	1.1	1.14	1.68	1.97
2020	2.91	3.36	2.64	2.76	2.24	1.95	1.41	1.53	1.1	1.15	1.94	2.06
2021	2.63	3.22	2.86	2.48	2.18	2.25	1.74	1.38	1.25	1.52	1.67	2.5
2022	2.63	2.94	2.27	2.77	2.34	2.16	1.76	1.34	1.08	1.29	1.52	2.27

المصدر: الهيئة الوطنية للأرصاد الجوي بإقليم شاري الأوسط للعام 2022.

إذ بلغ سرعة الرياح أقصاها في أبريل ومايو أكثر من (4.5 كم/ساعة)، وتنخفض إلى أدنى مستوياتها في سبتمبر (نحو 2.1 كم/ساعة)، وتؤدي سرعة الرياح المرتفعة إلى زيادة معدلات التبخر والنتح، مما قد يؤثر في مراحل نمو القطن.

الشكل (3) المتوسط الشهري لسرعة الرياح (2002–2022م)



المصدر: بيانات الأرصاد الجوية الرسمية؛ معالجة إحصائية شهرية.

4– الرطوبة: تؤدي الرطوبة دوراً مهماً في البيئة الزراعية؛ إذ إن ارتفاعها يسهم في انتشار الآفات والأمراض النباتية، بينما يؤدي انخفاضها الشديد إلى جفاف النباتات وتساقط الأزهار والثمار.

ويقع الإقليم ضمن نطاق رطوبة متوسطة مقارنة بالمناطق الصحراوية، الأمر الذي يجعله ملائماً نسبياً لزراعة القطن، مع وجود تباينات موسمية واضحة.

زراعة القطن في جمهورية تشاد:

في إطار تحليل العوامل البيئية المؤثرة في إنتاج محصول القطن بإقليم شاري الأوسط – تشاد (2002–2022)، تُعدّ تشاد من الدول الأفريقية التي ارتبط اقتصادها الزراعي تاريخياً بمحصول القطن، لا سيما ضمن نطاق دول وسط أفريقيا المنتجة له. وقد سجلت البلاد مستوى إنتاج مرتفعاً خلال الحملة الزراعية (1997–1998م) بلغ نحو (260,000) طن، ثم انخفض الإنتاج إلى نحو (200,000) طن في موسم (2005–2006)، وصولاً إلى قرابة (35,000) طن في موسم (2009–2010م)، وهو ما يعكس أزمة هيكلية في قطاع القطن استمرت قرابة خمسة عشر عاماً وأثرت في مكانة تشاد ضمن الدول الأفريقية المنتجة للقطن (نافع، 2016، ص48).

يعود تاريخ إدخال زراعة القطن في تشاد إلى عام 1924 بصورة تجريبية إبّان الاستعمار الفرنسي، ثم فُرضت زراعته رسمياً عام 1928. وقد أسهمت لاحقاً الشركات الزراعية ومؤسسات البحوث المتخصصة في تطوير هذا النشاط من خلال تحسين الأصناف، وتوسيع المساحات المزروعة، وتنظيم عمليات التسويق والتصنيع.

وتُدرج بيانات (1997–1998) ضمن قسم مستقل بعنوان «معلومات تاريخية» لكونها سابقة للفترة التحليلية المعتمدة في هذه الدراسة (2002–2022)، ولا تدخل ضمن التحليل الإحصائي الكمي الخاص بإقليم شاري الأوسط.

الصورة (1) مزارع القطن في إقليم شاري الأوسط

المصدر: تصوير اعتماداً على الدراسة الميدانية بتاريخ 2025/7/7.

أنواع القطن وخصائص التيلة:

يُقسم القطن وفق خصائص التيلة (طول الشعيرات القطنية) إلى ثلاثة أنماط رئيسة:

1- **القطن طويل التيلة:** يزيد طول تيلته على (1.5 بوصة تقريباً)، ويُعدّ من أعلى الأنواع جودةً من حيث قوة الألياف ونعومة النسيج وارتفاع القيمة التسويقية. وترتبط زراعته غالباً بالأقاليم المدارية ذات الظروف الحرارية الملائمة. ويُفضّل هذا النوع في الصناعات النسيجية الراقية، كما يدخل في بعض الاستخدامات الصناعية الخاصة.

2- **القطن متوسط التيلة:** يتراوح طول تيلته بين (1.0–1.5 بوصة تقريباً)، ويُزرع في نطاقات مناخية متنوعة، ويُستخدم على نطاق واسع في الصناعات النسيجية الاعتيادية.

3- **القطن قصير التيلة:** يقل طول تيلته عن (1.0 بوصة تقريباً)، ويُزرع في مناطق متعددة، لاسيما في بعض دول آسيا. ويتميز بانخفاض تكلفته مقارنة بالأنواع طويلة التيلة.

ويمثل طول التيلة مؤشراً إنتاجياً وتسويقياً مهماً؛ إذ إن زيادة طولها تؤدي إلى تحسين جودة الخيوط ورفع القيمة الاقتصادية للمحصول، وهو ما ينعكس على مؤشرات العائد الزراعي ضمن التحليل الإنتاجي.

التربة وأثرها في زراعة القطن بإقليم شاري الأوسط:

في سياق تحليل العوامل البيئية المؤثرة في إنتاج القطن خلال المدة

(2002–2022)، تُعدّ التربة من المحددات الطبيعية ذات التأثير المباشر في الإنتاجية (طن/هكتار). إذ تنجح زراعة القطن في الترب الطميية الفيضية المنتشرة على امتداد حوض نهر شاري، شريطة تهيئة الأرض بالحرث والتسوية قبل الزراعة.

وتبرز في الإقليم مشكلات تداخل الأنشطة الرعوية والزراعية، إذ قد يؤدي دخول الماشية إلى الحقول الزراعية إلى إتلاف النباتات، مما ينعكس سلباً على كمية الإنتاج. كما تؤدي زيادة المياه أو سوء الصرف الزراعي إلى تضرر البذور في مراحل الإنبات، فضلاً عن انتشار الآفات الزراعية في بعض المواسم، وهو ما يسهم في انخفاض الإنتاجية خلال سنوات معينة من السلسلة الزمنية.

العوامل المؤدية إلى تذبذب الهطول المطري وأثرها في إنتاج القطن:

استناداً إلى نتائج التحليل الإحصائي الكمي للسلاسل الزمنية المناخية المعتمدة من قواعد بيانات مناخية رسمية، أظهرت نتائج الارتباط وجود علاقة ارتباط طردي قوية بين عناصر المناخ وإنتاج القطن في إقليم شاري الأوسط خلال المدة (2002–2022)، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط الكلي ($r = 1.00$) عند مستوى دلالة إحصائية ($p = 0.001$)، ما يشير إلى علاقة جوهرية ذات دلالة عالية.

وقد توزعت الأوزان النسبية للعوامل المؤثرة في تذبذب الهطول المطري كما يأتي:

- قلة الرطوبة مثلت نسبة (52.2%) من إجمالي التأثيرات، إذ يؤدي انخفاض الرطوبة إلى ضعف تكاثف السحب وتراجع كميات الهطول، مما ينعكس مباشرة على نمو النبات.
- زيادة سرعة الرياح أسهمت بنسبة (22.2%)، إذ تؤدي الحركة السريعة للكتل الهوائية إلى تقليل فرص تشبع السحب ببخار الماء.
- انخفاض درجات الحرارة أسهم بنسبة (21.1%)، نتيجة انخفاض معدلات التبخر وما يرتبط به من اضطراب في الدورة المحلية للرطوبة.
- انخفاض معدلات التبخر شكّل نسبة (4.4%)، وهو عامل مرتبط حرارياً بالتغيرات الحرارية الموسمية.

وتُفسَّر هذه النتائج في ضوء التفاعل المناخي المحلي بين عناصر الحرارة والرطوبة والرياح، وما يترتب عليه من تباين في كميات الهطول المطري السنوي، الأمر الذي يؤثر مباشرة في المساحات المزروعة والإنتاجية (طن/هكتار) ضمن الإقليم.

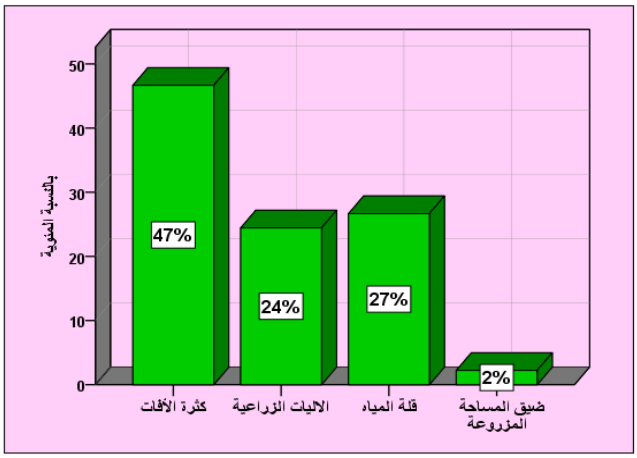
أسباب قلة إنتاج محصول القطن بمنطقة الدراسة:

في إطـار تحليل العوامل البيئية المؤثرة في إنتاج محصـول القطن بإقليم شاري الأوسط – تشاد خلال الفترة (2002–2022)، اعتمدت الدراسة مقاربة منهجية تكاملية قائمة على الفصل العلمي المنضبط بين مستويين تحليليين متكاملين: الأول يتمثل في التحليل الكمي للسلاسل الزمنية المناخية والإنتاجية المعتمدة على بيانات رسمية طويلة المدى، والثاني يتمثل في الدراسة الميدانية المنفذة خلال (2023–2024) والتي عكست الأبعاد الإدراكية والسلوكية للمزارعين تجاه العوامل المؤثرة في الإنتاج. وتمّ الالتزام بعدم توظيف أي قيم مناخية رقمية مستمدة من الاستبانة ضمن النماذج الإحصائية، حفاظاً على نقاء البيانات الكمية ومنع التداخل المنهجي بين مصادر القياس، وهو ما يعزز صدقية النتائج ودقة الاستدلال العلمي ويؤسس لتحليل تكاملي يقوم على تفسير المعطيات لا دمجها حسابياً.

أولاً: نتائج الدراسة الميدانية حول أسباب انخفاض الإنتاج:

أظهر تحليل بيانات الاستبانة لعام (2023) وجود علاقة ارتباط طردي قوية بين العوامل المدروسة وانخفاض إنتاج القطن، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.90$) عند مستوى دلالة ($p = 0.005$)، وهي قيمة تعكس قوة العلاقة الإحصائية ومعنويتها، بما يؤكد أن التراجع الإنتاجي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمجموعة محددة من العوامل البيئية والتقنية.

الشكل (4) أسباب انخفاض الإنتاج بمنطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على تحليل الاستبانة بناءً على معامل الارتباط بيرسون .

وكشفت النتائج عن تباين نسبي في وزن كل عامل ضمن منظومة التأثير الكلي؛ إذ تصدّر انتشار الآفات الزراعية المرتبة الأولى بنسبة (47%)، ما يشير إلى ضعف منظومة المكافحة المتكاملة وقصور استخدام المبيدات الملائمة، الأمر الذي أدى إلى انخفاض الإنتاجية (طن/هكتار) وتذبذب العائد الزراعي. ويعكس هذا المؤشر خللاً في إدارة المخاطر البيولوجية المرتبطة بالمحصول، خاصة في ظل بيئة مناخية متغيرة قد تسهم في تكاثر الآفات.

وجاء نقص المياه في المرتبة الثانية بنسبة (27%)، خصوصاً في المواقع الطرفية البعيدة عن مصادر المياه السطحية، وهو ما يبرز البعد المكاني للتباين الإنتاجي داخل الإقليم ويؤكد أن توزيع الموارد المائية يمثل عاملاً حاكماً في كفاءة الإنتاج.

أمّا ضعف الميكنة الزراعية فقد شكّل نسبة (24%)، نتيجة محدودية استخدام الآليات في عمليات الحرث والزراعة والحصاد، مما أدى إلى انخفاض الكفاءة التشغيلية وارتفاع نسبة الفاقد، وهو عامل يعكس البعد التقني–الإداري في معادلة الإنتاج.

في المقابل، لم تتجاوز مساهمة ضيق المساحات المزروعة (2%)، وهو ما يدل بوضوح على أنّ الإشكالية الإنتاجية لا ترتبط بمحدودية الرقعة الزراعية، بل بجودة إدارة الموارد والظروف البيئية المحيطة.

وتؤكد هذه النتائج أن انخفاض إنتاج القطن في الإقليم هو نتاج تفاعل مركّب بين العوامل البيئية (المياه والآفات) والعوامل التقنية (الميكنة والإدارة الزراعية)، في إطار منظومة إنتاجية تتأثر بالمتغيرات الطبيعية والبشرية معاً.

ثانياً: الآثار المؤدية إلى تأخير إنتاج القطن:

أوضحت نتائج الدراسة الميدانية لعام (2024) وجود علاقة ارتباط طردي قوية بين المتغيرات البيئية وتأخر إنتاج القطن، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.80$) عند مستوى دلالة ($p = 0.000$)، وهي دلالة إحصائية مرتفعة تعكس قوة تأثير العوامل البيئية في الإيقاع الزمني لدورة نمو المحصول.

واحتل تدهور التربة المرتبة الأولى بنسبة (67%)، وهو ما يعكس انخفاض الخصوبة وتراجع المادة العضوية وضعف تطبيق الممارسات الزراعية السليمة، الأمر الذي يؤثر في مراحل النمو الخضري والإزهار والنضج، ويؤدي إلى إطالة فترة النمو وتأخر الحصاد.

كما بلغت نسبة العوامل المركبة (22%)، وتشمل نقص المياه والآفات وغياب الدورة الزراعية، وهو ما يعكس الطبيعة التفاعلية للعوامل البيئية وتأثيرها المتداخل في المنظومة الإنتاجية.

أمّا قصر فصل الشتاء فقد شكّل (9%)، في حين لم يتجاوز تأثير استخدام بذور غير محسنة (2%)، مما يدل على أنّ التأخير الزمني في الإنتاج يرتبط أساساً بعوامل بيئية بنيوية أكثر من ارتباطه بعوامل مدخلات زراعية بسيطة.

وتتسق هذه النتائج مع التحليل المكاني المنفذ باستخدام ArcGIS، خاصة عند إجراء التحليل التراكبي (Spatial Overlay) بين خرائط خصائص التربة وخرائط الإنتاجية، حيث ظهر تطابق واضح بين مناطق التدهور الأرضي ومناطق انخفاض أو تأخر الإنتاج، بما يعزز البعد المكاني للتحليل التكاملي.

ثالثاً: أثر التغيرات الحرارية في إنتاج القطن

في سياق تحليل أثر التغيرات الحرارية تمّ الفصل المنهجي بين إدراك المزارعين للتغير الحراري وبين البيانات المناخية الرسمية للفترة (2002–2022)، لضمان موضوعية التحليل الكمي.

الجدول (3) التغيرات الحرارية في إنتاج القطن

العبارات	نعم		لا		قيمة الارتباط	الانحراف المعياري	الاتجاه العام
	العدد	%	العدد	%			
هل لارتفاع درجات الحرارة أثر على كمية إنتاج محصول القطن	85	%92	5	%8	1	0.230	نعم
انخفاض درجات الحرارة أدى إلى انتشار الآفات في مزارع القطن	83	%92	7	%8	0.8	0.269	نعم
موجات الحرارة في منطقة الدراسة أدى إلى ذبول إزهار القطن مما قلل من زيادة الانتاج	80	%89	10	%11	0.7	0.316	نعم
اختلاف درجات الحرارة قله من كثافة محصول القطن	84	%93	6	%7	0.9	0.251	نعم

المصدر: اعتماداً على تحليل الاستبانة بناءً على معامل الارتباط بيرسون .

وأظهرت نتائج الاستبانة أنّ (92%) من أفراد العينة يرون أنّ ارتفاع درجات الحرارة يؤثر في كمية الإنتاج، في حين أشار (92%) إلى أنّ انخفاضها يسهم في انتشار الآفات. كما أفاد (89%) أنّ موجات الحرارة تؤدي إلى ذبول الأزهار، وأكد (93%) أنّ التذبذب الحراري الموسمي يقلل من كثافة المحصول.

وتُفسَّر هذه النتائج علمياً أنّ التطرف الحراري يؤدي إلى اضطراب العمليات الفسيولوجية للنبات، بما في ذلك كفاءة التمثيل الضوئي ومعدلات التنفس وعقد اللوز، مما ينعكس مباشرة على الإنتاجية النهائية. كما أنّ انخفاض الحرارة في فترات معينة يهيئ بيئة مناسبة لتكاثر بعض الآفات، بينما تؤدي موجات الحرارة إلى تساقط الأزهار وضعف تكوين الثمار.

التكامل التحليلي بين المعطيات الميدانية والبيانات الكمية (2002–2022):

تمثّل المعطيات الميدانية إطاراً تفسيرياً داعماً للتحليل الكمي المستند إلى قواعد البيانات المناخية (CHIRPS،CRU ، World Clim) وبيانات الإنتاج الزراعي الرسمية، دون إدخال أي قيم مناخية ذات طابع إدراكي ضمن النماذج الإحصائية.

وتمّ استكمال التحليل من خلال حساب معاملات ارتباط بيرسون بين درجات الحرارة والهطول والإنتاجية (طن/هكتار)، وتنفيذ تحليل

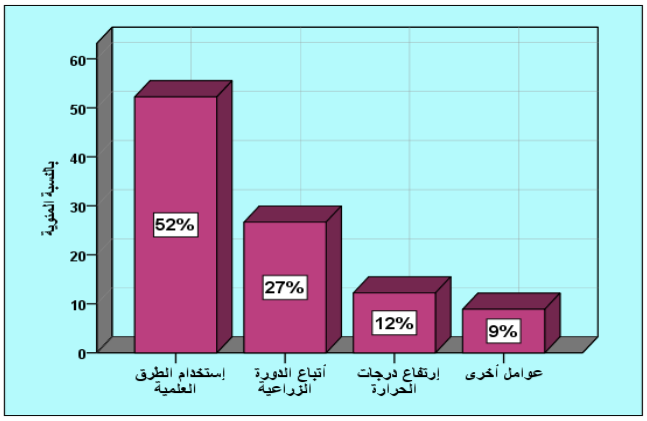
الانحدار الخطي المتعدد لتحديد القوة التفسيرية للمتغيرات البيئية (R^2)، إلى جانب تطبيق اختبار Mann–Kendall للكشف عن اتجاهات التغير المناخي خلال الفترة المدروسة.

وبذلك يتحقق التكامل المنهجي والتحليلي والمكاني بين البيانات الميدانية والإحصائية والمناخية، في إطار بيئي–إنتاجي يربط بين التغير المناخي، تدهور التربة، الموارد المائية، والميكنة الزراعية بوصفها محددات بنيوية في ديناميكية إنتاج القطن واستدامته في إقليم شاري الأوسط.

السياسات الحكومية في تحسين وزيادة إنتاج محصول القطن في إقليم شاري الأوسط، تشاد: تقييم الأثر البيئي والمكاني (2002–2022).

تحليل السياسات الحكومية وأساليب الإنتاج:

الشكل (5) السياسات الحكومية في تحسين أساليب الإنتاج



المصدر: اعتماداً على تحليل الاستبانة بناءً على معامل الارتباط بيرسون

تُظهر نتائج الدراسة الميدانية لعام 2023م وجود علاقة ارتباط طردي قوي بلغت قيمته (0.9) بمستوى دلالة إحصائية قدره (0.005)، وهي علاقة حقيقية تعكس كفاءة السياسات المتبعة. ويشير التحليل إلى أن الاعتماد على الطرق العلمية الحديثة والميكنة الزراعية والبذور المحسنة يمثل (52%) من العمليات الزراعية بالإقليم، بينما تساهم الدورة الزراعية كسياسة لتحسين الإنتاجية بنسبة (27%). وفي المقابل، يبرز تأثير التغير المناخي متمثلاً في ارتفاع درجات الحرارة بنسبة (12%)، تليها عوامل وسياسات أخرى بنسبة (9%).

وعند ربط هذه النتائج الإدراكية بالسلسلة الزمنية (2002–2022م)، يتضح أن التوسع في استخدام الميكنة والبذور المحسنة يتوافق مكانيًا مع خرائط الإنتاجية العالية المستخرجة بواسطة برنامج (ArcGIS 10.8)، مما يستوجب تعزيز هذا التوجه ببرامج تمويل حكومية ممتدة لتغطية فجوات الميكنة في المناطق الأقل إنتاجية.

أثر الدورة الزراعية والإرشادات الحديثة:

الجدول (4) الدورة الزراعية والإرشادات الحديثة

العبارات	نعم		لا		قيمة الارتباط	الانحراف المعياري	الاتجاه العام
	العدد	%	العدد	%			
إتباع الدورة الزراعية والإرشادات الحديثة يزيد من إنتاج محصول القطن	88	%98	2	%2	1	0.148	نعم
عدم اتباع الدورة الزراعية يؤدي إلى انتشار الآفات الزراعية مما يقلل من إنتاج القطن	87	%97	3	%3	0.8	0.181	نعم

المصدر: اعتماداً على تحليل الاستبانة بناءً على معامل الارتباط بيرسون.

أثبتت الدراسة وجود ارتباط تام طردي قيمته (1) بين اتباع الدورة الزراعية وزيادة الإنتاج، حيث يرى (98%) من المبحوثين أنّ الالتزام بالإرشادات الزراعية الحديثة هو الضامن الأساسي لرفع كفاءة المحصول. كما أكدت النتائج وجود ارتباط قوي (0.8) بمستوى دلالة (0.002) يوضح أنّ عدم اتباع هذه الدورات كان سبباً رئيسياً في انتشار الآفات بنسبة (97%)، مما أدى لتدني الإنتاجية.

ومن منظور منهجي يتطلب هذا الارتباط تحويل هذه النسب إلى خطة عمل إرشادية تستهدف المناطق التي أظهر التحليل المكاني تراجع تربتها بيولوجياً، مع التوصية بتنفيذ برامج إرشادية مكثفة خلال دورة زمنية مدتها (24 شهراً) لضمان استدامة خصوبة التربة وتقليل الاعتماد على المبيدات الكيميائية.

تقييم الآثار البيئية لشركة قطن تشاد:

يكشف التقييم الميداني عن تحديات بيئية جسيمة مرتبطة بنشاط الشركة؛ حيث أظهرت النتائج ارتباطاً طردياً تاماً (1) يشير إلى أنّ (98%) من المواد المستخدمة تؤثر سلباً على الصحة العامة. كما تبين أن (99%) من الآليات المستخدمة تفتقر للخبرة الفنية في التعامل معها، مما يسبب أضراراً جسدية للعمال. وفي الجانب البيئي، أكدت الدراسة أن (96%) من الانبعاثات الغازية، خاصة ثاني أكسيد الكربون الناتج عن المحالج، تساهم في تلوث المنطقة، فضلاً عن صعوبة التخلص من المخلفات الصلبة بنسبة (92%)، وهو ما أثبته ارتباط طردي وسط بمستوى دلالة (0.004).

وتأسيساً على ذلك، توصي الدراسة بضرورة إلزام الشركة بإجراء مسح بيئي شامل (EIA) خلال (6–12 شهراً) وربط مواقع المحالج بخرائط الحساسية البيئية لتقليل الانبعاثات، مع وضع قوانين صارمة لإدارة المخلفات الصناعية.

الجدول (5) الآثار البيئية لشركة قطن تشاد بمنطقة الدراسة

العبارات	نعم	لا	قيمة الارتباط	الانحراف المعياري	الاتجاه العام
	العدد	العدد			
	%	%			
هل تستخدم الشركة مواد تضر بصحة الإنسان بمنطقة الدراسة	88	2	1	0.148	نعم
	%98	%2			
الآليات المستخدمة في زراعة وحصاد محصول القطن تسبب أضرار للعمال	89	1	0.7	0.105	نعم
	%99	%1			
تتسبب الشركة في تلوث المنطقة من خلال الغازات التي تنبعث من محالج ومصانع القطن	86	4	0.6	0.207	نعم
	%96	%4			
هل مخلفات الشركة يصعب التخلص منها	83	7	0.5	0.269	نعم
	%92	%8			

المصدر: اعتماداً على تحليل الاستبانة بناءً على معامل الارتباط بيرسون.

الخاتمة:

تُمثّل هذه الدراسة محاولة منهجية متكاملة لإبراز طبيعة العلاقة الديناميكية بين النظام البيئي والإنتاج الزراعي في إقليم شاري الأوسط خلال الفترة (2002–2022م). أظهرت المعالجات الإحصائية والمكانية أن محصول القطن يواجه ضغوطًا متعددة الأبعاد؛ فمن جهة، تهيمن العوامل المناخية –خاصة تذبذب الهطول المطري وتناقص الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة– على حالات التأخر في النمو وتقلبات الغلة السنوية، ومن جهة أخرى تلعب العوامل البشرية والصناعية دوراً مؤثراً في تدهور البيئة الزراعية وجودة الموارد التربوية والمائية.

وتشير نتائج الدراسة إلى أنّ استدامة إنتاج القطن لا ترتبط فقط بتوفر الموارد الطبيعية، بل تعتمد على قدرة النظم المحلية على إدارتها علمياً ومنهجياً: عبر سياسات زراعية مدروسة، اعتماد تقنيات ميكنة ملائمة، وتعزيز ممارسات الدورة الزراعية والإرشاد الفني. كما أوضحت الأدلة الميدانية أن ضعف إدارة المخلفات والانبعاثات الصناعية يفاقم الضغوط البيئية ويؤثر على صحة المجتمعات الريفية، ما يستدعي تطبيق إجراءات حوكمة بيئية صارمة وتحديث تكنولوجيات المعالجة في المنشآت الصناعية.

ومن الناحية المكانية يبرز تأثير البعد عن الموارد المائية الرئيسة (حوض نهر شاري) على تقليل الملاءمة الإنتاجية، مما يستدعي اعتماد تخطيط مكاني استباقي يعتمد على خرائط ملاءمة بيئية وتحديد أولويات الاستصلاح الزراعي. وأخيراً، تؤكد الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية الناتجة عن تدهور الإنتاج – من انخفاض دخل صغار المزارعين وارتفاع تكاليف المدخلات وضرورة دمج البعد الاجتماعي والتمويلي ضمن أي استراتيجية إصلاح لضمان حماية سبل العيش وتحقيق العدالة الانتقالية نحو ممارسات أكثر استدامة.

وبناءً على ذلك تُعدّ نتائج هذه الدراسة قاعدة معرفية عملية لصانعي القرار والمخططين والمزارعين، وتدعو إلى تبني أنموذج تنموي يوازن بين العائد الاقتصادي، حماية البيئة، ورفاهية المجتمع المحلي على المدى المتوسط والطويل.

النتائج:

ومن هذه الدراسة تمّ التوصّل إلى النتائج الآتية:

1. الارتباط المناخي – الإنتاجي: وجود علاقة ارتباط طردية قوية بين استقرار عناصر المناخ (الهطول والرطوبة) وإنتاجية القطن ($r = 1.00، 0.001 \geq p$)، حيث يفسر انخفاض الرطوبة وتذبذب الأمطار نحو (52.2%) من معوقات الإنتاج البيئية.
2. أثر السياسات والتقنيات الزراعية: الميكنة، الطرق العلمية، والبذور المحسنة حسّنت العمليات بنسبة (52%)؛ الالتزام بالدورة الزراعية والإرشاد الزراعي زاد الإنتاجية بنسبة تصل إلى (98%) في المزارع المطبقة.
3. تدهور خصائص التربة والآفات: التربة مسؤولة عن (67%) من تأخر نمو المحصول، بينما الآفات تسببت في خسائر نسبتها (47%) بسبب ضعف المكافحة المتكاملة.
4. التقييم البيئي للصناعة: نشاط شركة قطن تشاد سبّب تلوثًا هوائيًا بنسبة (96%) وصعوبة في إدارة المخلفات بنسبة (92%)، مؤثراً على التوازن البيئي وصحة المجتمعات المحلية.
5. التباين المكاني والإنتاجي: فجوات إنتاجية واضحة في المناطق البعيدة عن حوض نهر شاري، ما يؤكد أهمية التوزيع المكاني للموارد المائية في كفاءة الإنتاجية.
6. الآثار الاجتماعية والاقتصادية: انخفاض دخل المزارعين وارتفاع التكاليف التشغيلية يعكس الحاجة إلى سياسات تمويلية وتقنية واجتماعية متكاملة لضمان استدامة القطاع.

التوصيات:

1. تطوير البنية التحتية والمناخية: تأسيس شبكة رصد مطري ومائي متكاملة وربطها بنظام إنذار مبكر لدعم التخطيط الزراعي.
2. التحول نحو الزراعة المستدامة: برنامج إرشادي مكثف (24 شهرًا) لتعميم الدورة الزراعية، استخدام المبيدات الحيوية، وتحسين خصوبة التربة.
3. الحوكمة البيئية للصناعة: إلزام شركة قطن تشاد بتطبيق معايير
4. تقييم الأثر البيئي (EIA) وتحديث تكنولوجيا المحالج لتقليل

الانبعاثات وتحسين إدارة المخلفات.

5. الدعم الفني والتمويلي: توسيع نطاق الميكنة الزراعية وتوفير البذور المحسنة عبر قروض ميسرة للمزارعين لزيادة كفاءة الحصاد وتقليل الفاقد.

6. الإدارة المكانية للموارد: استخدام مخرجات ArcGIS لتحديد مناطق الملاءمة البيئية والتربوية وتوجيه التوسّع الزراعي نحو الموارد المائية المناسبة.

7. دمج البُعد الاجتماعي: برامج تعويضية وتنموية لصغار المزارعين تشمل التدريب، الوصول إلى الأسواق، وتحسين البنية التحتية لضمان العدالة الاجتماعية وتقليل أثر التلوث.

قائمة المراجع:

– أبو ريه، أسماء مصطفى محمود. (2013)، أثر التغيرات المناخية على النشاط الزراعي والرعوي في إقليم بحيرة تشاد، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة.

– حوامة، مالك حسين. (2014)، التحديات البيئية في القرن الحادي والعشرين، دار دجلة المملكة الأردنية الهاشمية، ط1.

– حياتي، الطيب احمد المصطفى. (2006)، أساسيات علم البيئة، دار جامعة الخرطوم، السودان، مكتبة المتنبئ.

– خنفر، أسماء راضي. (2016)، التربة البيئية والوعي البيئي، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، ط1.

– الركابي، ساجد أحميد عيد. (2020)، التنمية المستدامة ومواجهة اتلوث وتغير المناخ، دار المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية، المانيا، ط1.

– صالح، شرف الدين عبد الله أحمد. (2012)، زراعة محصول القطن في مناطق الري بمياه السيول.

– صالح، عبد الله بخيت. (2014)، جغرافية تشاد، مكتبة بورصة للكتب والنشر والتوزيع، ط1.

– الطنطاوي، رمضان عبد الحميد. (2012) التربية البيئية تربية حتمية، دار الثقافة للشر والتوزيع، عمّان الأردن.

– عبد الرحمن، إبراهيم عبد العزيز. (2019)، مقومات ومعوقات الزراعة في تشاد، دراسة مقاطعة حراز البيار، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة أنجمينا، تشاد.

– عبد الكريم، إسماعيل حبيب. (2015)، التباين المناخي وأثر على المحاصيل الزراعية في تشاد، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة السودان المفتوحة، السودان.

– علي، بشر علي. (2012)، خصائص المناخ في تشاد دراسة في الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة إفريقيا العالمية، السودان.

– مُحَمَّد، جاسم مُحَمَّد. (2014)، مشاكل البيئة وسبول معالجتها، الطبعة الأولى، دار الرضاء، عمان.

– مهاجر، مُحَمَّد نور بشير. (2017)، مقومات ومعوقات زراعة وانتاج القطن في جمهورية تشاد، جامعة السودان المفتوحة، برنامج الجغرافيا.

– Smith, D. (2025). Climate change, the internet, and the cotton yield gap between African countries and the rest of the world. Science Direct.

– Khan, M. A., Anwar, S., Abbas, M., & Zhang, R. (2025). Impacts of climate change on cotton production and advancements in genomic approaches for stress resilience enhancement. Journal of Cotton Resache, 8, 17.

– Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate change 2023: Impacts, adaptation and vulnerability. IPCC.

– Food and Agriculture Organization. (2023). Climate change impacts on agriculture in the Sahel region. FAO.

– Cotton Connect. (2025). Soil health reported as the most important environmental factor in sustainable cotton production.