الزراعة الذكية مناخيا: بين التجارب الرائدة الراهنة في إفريقيا والتطلعات المستقبلية 2030–2050

Climate-Smart Agriculture: Between Current Leading Experiences in Africa and Future Prospects 2030–2050

بن عدة أمحمد[1]، حمزة زكرياء محي الدين[2]، بوزيان كريم[3]

[1]جامعة غليزان،الجزائر،mhamed.benadda@univ-relizane.dz

[2]جامعة غليزان، الجزائر،zakaryamohyiddine.hamza@univ-relizane.dz

[3]جامعة غليزان، البلد،الجزائر، karim.bouziane@univ-relizane.dz

تاريخ الاستلام: 2025/11/29 تاريخ القبول: 2026/02/06 تاريخ النشر: 2026/03/15

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى تحليل المقومات النظرية والأدوات العملية للزراعة الذكية مناخيا، واستعراض أبرز التجارب الإفريقية الرائدة في هذا المجال (كينيا، إثيوبيا، رواندا، جنوب إفريقيا)، إضافة إلى استشراف التطلعات المستقبلية في أفق 2030–2050. وقد اعتمد البحث على المنهج الوصفي والتحليلي عبر مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، مع تحليل بعض المشاريع والمبادرات الميدانية المدعومة من منظمات دولية كالفاو والبنك الدولي. أظهرت النتائج أن تطبيق الزراعة الذكية مناخيا أسهم في رفع الإنتاجية الزراعية، تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية والأراضي، وتعزيز صمود المجتمعات الزراعية أمام الصدمات المناخية، كما بينت التجارب أن نجاح هذه المقاربة يتطلب توافر أطر مؤسسية وسياسات داعمة، توسيع فرص التمويل، وبناء قدرات المزارعين، إضافة إلى دمج التكنولوجيا الرقمية في العمليات الزراعية.

الكلمات المفتاحية: زراعة ذكية مناخيا، أمن غذائي، استدامة زراعية، تغيرات مناخية، إفريقيا.

تصنيفاتJEL : O13، Q12.

Abstract:

This studyaimstoanalyzethetheoreticalfoundationsandpracticaltoolsofclimate-smart agriculture (CSA), andtoreviewleading African experiences in thisfield (Kenya, Ethiopia, Rwanda, and South Africa), in additiontoexploringfutureprospectstoward 2030–2050. The researchrelied on a descriptiveandanalyticalapproachthrough a reviewoftheliteratureandpreviousstudies, alongwith an analysisofselectedprojectsandfield initiatives supportedby international organizations such as FAO andthe World Bank. The findingsrevealthattheadoptionofclimate-smart agriculturehascontributedtoincreasingagriculturalproductivity,
improvingtheefficiencyofwaterandlanduse,
andenhancingtheresilienceoffarmingcommunitiesagainstclimateshocks. The results also showthatthesuccessofthisapproachrequiresadequateinstitutionalframeworksandsupportivepolicies, expandingaccesstofinance, buildingfarmers' capacities, andintegrating digital technologiesintoagriculturalprocesses.

Keywords: Climate-smart agriculture, foodsecurity, agriculturalsustainability, climatechange, Africa.

Jel Classification Codes:Q12, O13,

1.مقدمة :

تواجه القارة الإفريقية في العقود الأخيرة تحديات متزايدة نتيجة التغيرات المناخية التي انعكست بشكل مباشر على النظم الزراعية، حيث أضحت موجات الجفاف والفيضانات وتذبذب الأمطار تهدد الأمن الغذائي لملايين السكان، وبما أن الزراعة تشكل النشاط الاقتصادي الرئيسي لأغلب الدول الإفريقية، فقد أشار تقرير البنك الدولي (2013) إلى أن القطاع الزراعي في إفريقيا يشغل نسبة كبيرة من اليد العاملة، ويشكل بين 30-40% من الناتج المحلي الإجمالي في العديد من الدول، مما يعكس أهميته الحيوية في دعم النمو الاقتصادي وتحقيق الأمن الغذائي(The World Bank, 2013)، وبالتالي، أصبح البحث عن مقاربات حديثة وذكية للتكيف مع هذه التغيرات أمراً حتمياً لضمان استدامة الإنتاج الزراعي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة 2030–2050.

في هذا السياق، برزت الزراعة الذكية مناخيا(Climate-Smart Agriculture - CSA) كإحدى أهم الاستجابات العالمية التي أوصت بها منظمات دولية مثل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) (FAO, 2025) ، والبنك الدولي(WORLD BANK GROUP, 2024)، كونها ترتكز على ثلاث ركائز أساسية هي: زيادة الإنتاجية الزراعية بشكل مستدام، تعزيز القدرة على التكيف والمرونة أمام تقلبات المناخ، والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة (WORLD BANK GROUP, 2024 ; FAO, 2025)). وقد أظهرت عدة تجارب رائدة في إفريقيا – مثل كينيا، إثيوبيا، رواندا وجنوب إفريقيا – أن تبني هذه المقاربة يمكن أن يحدث نقلة نوعية في النظم الزراعية، سواء من حيث رفع الإنتاجية أو من حيث تعزيز استدامة الموارد الطبيعية.

1.1الإشكالية:

انطلاقا مما سبق، تطرح هذه الدراسة الإشكالية التالية:

إلى أي مدى يمكن للزراعة الذكية مناخيا أن تساهم في تعزيز الأمن الغذائي والاستدامة الزراعية في إفريقيا، وما هي الدروس المستفادة من التجارب الراهنة التي يمكن أن تشكل قاعدة للتطلعات المستقبلية 2030–2050؟

تنبثق عن هذه الإشكالية الأسئلة الفرعية التالية:

- ما هي المقومات الأساسية للزراعة الذكية مناخيا؟ وما هي أدواتها؟؛
- ما أبرز التجارب الإفريقية في تبني الزراعة الذكية مناخيا (مثل كينيا، إثيوبيا، رواندا، جنوب إفريقيا)؟؛
- ما هي الملامح المستقبلية للزراعة الذكية مناخيا في إفريقيا في أفق 2030–2050؟.

1.2أهداف الدراسة:

تتمثل أهداف الدراسة في:

- تبيان مفهوم الزراعة الذكية مناخيا، إضافة إلى مقوماتها وأدواتها؛
- تسليط الضوء على عدد من التجارب الإفريقية الرائدة في مجال الزراعة الذكية مناخيا؛
- استشراف التطلعات المستقبلية للزراعة الذكية مناخيا في إفريقيا في أفق 2030–2050.

1.3أهمية الدراسة:

تكتسي هذه الدراسة أهميتها من خلال تناولها لموضوع "الزراعة الذكية مناخيا في إفريقيا: بين التجارب الرائدة الراهنة والتطلعات المستقبلية 2030–2050"، إذ تسعى إلى تحليل المفاهيم والمكونات النظرية للزراعة الذكية مناخيا، واستعراض أبرز التجارب الإفريقية في هذا المجال، مع محاولة استشراف الآفاق المستقبلية في ظل التحديات المناخية والتنموية.

1.4منهج الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي من خلال استعراض الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بالزراعة الذكية مناخيا ومقوماتها وأدواتها، مع استعراض بعض التجارب الإفريقية الرائدة واستشراف الآفاق المستقبلية للزراعة الذكية مناخيا في إفريقيا في أفق 2030–2050.

1.5الدراسات السابقة:

- دراسة(الشمري، 2025)، التي تطرقت إلى مفهوم الزراعة الذكية مناخيا وأهميتها وأهدافها، مع التركيز على تجارب بعض الدول العربية في هذا المجال، ومدى استفادة العراق منها. وقد سعت الدراسة إلى تحليل واقع الزراعة في العراق وإمكانية تطويره عبر تبني التقنيات الحديثة. خلصت النتائج إلى التأكيد على ضرورة اعتماد الزراعة الذكية مناخيا كخيار استراتيجي، وتبني سياسات تحفيزية للمزارعين بما يعزز قدرتهم على التكيف مع التغيرات المناخية، فضلا عن الاستفادة من التجارب الناجحة في البلدان العربية لمواجهة التحديات المناخية، وصولا إلى توصيات عملية تسهم في تطوير القطاع الزراعي وتعزيز استدامته؛
- دراسة (Silva, Van Schoubroeck, Cools, & Van Passel , 2024)، إذ تعتبر هذه الدراسة مراجعة منهجية هدفت إلى تحليل العوامل المؤثرة في تبني الزراعة الذكية مناخيا (CSA) من قبل صغار المزارعين في إفريقيا، في ظل الضغوط المتزايدة الناجمة عن التغير المناخي، وانعدام الأمن الغذائي، وانبعاثات الغازات الدفيئة. استعرضت الدراسة أكثر من 50 ممارسة مرتبطة بالزراعة الذكية وحددت ما يزيد عن 40 عاملا مؤثرا في تبنيها، جرى تصنيفها ضمن خمس فئات رئيسية: عوامل شخصية، مرتبطة بالمزرعة، مالية، بيئية، ومعلوماتية. خلصت النتائج إلى أن بعض العوامل أظهرت تأثيرا إيجابيا واضحا مثل المستوى التعليمي، حجم المزرعة، الخبرة الزراعية، الدخل الزراعي، وإمكانية الحصول على القروض، في حين كان للدخل غير الزراعي أثر سلبي على التبني. كما أوضحت النتائج أن العوامل البيئية مثل تغير أنماط الأمطار والجفاف تؤثر إيجابيا على الوعي والتبني، بينما لعبت العوامل المعلوماتية (التدريب، الإرشاد الزراعي، الانتماء إلى الجمعيات، وتوفر المعلومات المناخية) دوراً محورياً في تعزيز التوجه نحو CSA. توصي الدراسة بضرورة صياغة سياسات أكثر شمولية تأخذ في الاعتبار هذه التباينات، بما يساهم في تسريع وتوسيع نطاق تبني الزراعة الذكية مناخيا في إفريقيا؛
- دراسة (Sang, Chen , Hu, & Rahut, 2024)، التي تناولت أثر تبني ممارسات الزراعة الذكية مناخيا(CAPs) على رفاهية الأسر الريفية في الصين، بالاعتماد على بيانات مسح China Rural Revitalization Survey 2020، واستخدام منهجية Two-Stage Residual Inclusion (2SRI) لمعالجة إشكالية التداخل الداخلي. أظهرت النتائج أن كثافة تبني الممارسات الذكية تؤثر إيجابيا وبشكل معنوي على دخل الأسر، صافي دخل المزرعة، وتنوع مصادر الدخل، كما بين التحليل غير المتجانس أن أثر الكثافة على دخل الأسر يزداد عبر الشرائح المختلفة، بينما يتراجع أثرها على صافي دخل المزرعة، في حين كان أثرها على تنوع الدخل ملحوظا فقط عند الشريحة العشرينية. خلصت الدراسة إلى أن تعزيز مستوى تبني المزارعين

للممارسات الذكية مناخيا يسهم في تحسين رفاهية الأسر الريفية، ما يجعلها أداة استراتيجية لرفع الدخل الزراعي وضمان استدامة معيشة المزارعين؛

- دراسة (Olabanji & Chitakira, 2025)، إذ تناولت واقع تبني وتوسيع نطاق الزراعة الذكية مناخيا في جنوب إفريقيا باعتبارها مقاربة لمواجهة تحديات التغير المناخي وانعدام الأمن الغذائي لدى صغار المزارعين، حيث ركزت على دور الأطر المؤسسية والسياسات والديناميكيات السوقية في دعم هذا التوجه. وأبرزت النتائج أن رغم وجود مبادرات مثل الزراعة المحافظة على الموارد والمحاصيل المقاومة للجفاف والري الدقيق، إلا أن انتشارها ما يزال محدودا بفعل معوقات أساسية كضعف حقوق ملكية الأراضي، نقص التمويل والمدخلات، وضعف خدمات الإرشاد والمعلومات المناخية. وأكدت الدراسة أن نجاح الزراعة الذكية مناخيا يستلزم مقاربة شاملة ترتكز على التنسيق المؤسسي، تحسين السياسات، توسيع النفاذ إلى الأسواق، وتمكين المزارعين عبر حوافز مالية، بناء القدرات، ودمجهم في سلاسل القيمة، بما يجعل من هذه المقاربة حلا عمليا لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة.

ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة:

ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة هو أنها لا تقتصر على استعراض مفهوم الزراعة الذكية مناخيا وأهدافها أو تحليل محدد لتجارب دول بعينها، بل تسعى إلى مقاربة شمولية ومتكاملة تربط بين البعد المفاهيمي (المقومات والأدوات الأساسية)، والبعد التطبيقي (عدد من التجارب الإفريقية الرائدة)، والبعد الاستشرافي (التطلعات المستقبلية في أفق 2030–2050)، مما يمكن أن يمنحها قيمة مضافة في صياغة رؤية أوسع حول دور الزراعة الذكية مناخيا في تحقيق الاستدامة الزراعية في القارة.

2.الزراعة الذكية والمناخ: المفاهيم وأسس التكامل

تعددت المفاهيم المرتبطة بالزراعة الذكية ، وهذا لعدة اعتبارات منها نظرية وأخرى تقنية، لكون أن المفهوم مركب وهو يجمع بين الزراعة والذكاء، ومن باب الظهور ،" ظهر مفهوم الزراعة الذكية للمناخ CSA، لإحداث تعديل في قطاع الزراعة لتعزيز إنتاج الغذاء والتعامل مع الظروف المرتبطة بالمناخ، كما تم توضيح المفهوم في تقرير FAO من خلال ورشة عمل عام 2009، وتم التأكيد على المفهوم عبر مؤتمر Hague المرتبط بالزراعة والأمن الغذائي وتغير المناخ سنة 2010(أسماء ، 2024، صفحة 249)، كما عرفتها FAO بأنها : " زراعة تزيد الإنتاجية ، المرونة بشكل مستدام، كما تقلل من انبعاثات الغازات الدفينة، وبالنسبة للبنك العالمي عرفها على أنها نهج متكامل لإدارة المناظر الطبيعية التي تعالج التحديات المرتبطة بالأمن الغذائي (فايزة ، 2023، الصفحات 110-111)"

انطلاقا مما سبق، نستنتج أن الزراعة الذكية مناخيا هي مدخل معاصر قائم على التوجه نحو قيام زراعة وفق المستجدات الحديثة وملائمة لتقلبات المناخ، كما تضمن تحقيق الاستدامة على المدى البعيد"

كما تقوم الزراعة الذكية مناخيا على عدة مقومات مهمة ومتداخلة تحقق درجة التكامل، يمكن توضيحها في الشكل الموالي :

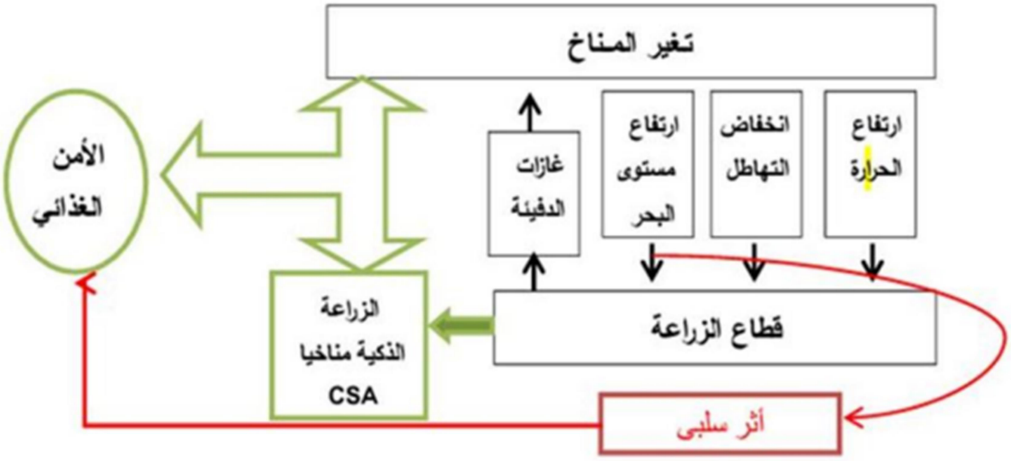
الشكل رقم (01): مقومات CSA



المصدر : (فايزة ، 2023، صفحة 111)

في ذات السياق ، نجد أن هناك روابط بين التغيرات المناخية والزراعة الذكية مناخيا، والتي يمكن أن نعبر عنها من خلال الشكل الآتي :

الشكل رقم (02):التغيرات المناخية والزراعة الذكية مناخيا



المصدر : (براهيم ، 2024، صفحة 104)

في هذا السياق، تعتبر أدوات الزراعة الذكية مناخيا من الركائز الأساسية التي تمكن المزارعين من مواجهة تحديات التغير المناخي، وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية، مع تعزيز الإنتاجية والاستدامة في آن واحد، وقد صنف Nemeth&Biro (2021) هذه الأدوات ضمن فئات رئيسية تعكس التطور التكنولوجي والابتكار في المجال الزراعي، حيث تمثل كل فئة استجابة عملية لمتطلبات الزراعة المستدامة والذكية مناخيا، وفيما يلي هذه الأدوات (الشمري، 2025، صفحة 47، 48):

–الروبوتات: تستخدم الروبوتات في تطبيقات متعددة مرتبطة بالإنتاج الزراعي، مثل مكافحة الحشائش بطرق آلية أو تنفيذ عمليات الحصاد بدقة وكفاءة، مما يقلل من التكاليف ويرفع الإنتاجية؛

–الابتكار البيولوجي: يشمل توظيف التقنيات البيولوجية والكيميائية بهدف الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة الزراعية والتكيف مع تغير المناخ، من خلال تطوير سلالات نباتية جديدة، تحسين البذور، أو حتى ابتكار اللحوم الاصطناعية؛

أنظمة المراقبة الذكية: تعتمد على تقنيات متقدمة تتيح الرصد والتحليل المستمر لمختلف العمليات الزراعية، مثل تتبع سلوك الحيوانات وحالتها الصحية، مما يوفر بيانات دقيقة تساعد المزارعين في اتخاذ قرارات مبنية على الأدلة؛

- **الزراعة الدقيقة:** تقوم على استخدام تقنيات متطورة لزيادة الكفاءة وتقليل التأثيرات البيئية، بما يساهم في استدامة الموارد الطبيعية ويجعل الإنتاج الزراعي أكثر ذكاء وفعالية؛
- **إنترنت الأشياء الزراعي (IoT):** يشمل أجهزة استشعار دقيقة قادرة على جمع بيانات متعلقة بمؤشرات مثل رطوبة التربة، ثم نقلها عبر شبكة الإنترنت إلى أنظمة أخرى لتحليلها واستخدامها في تحسين الممارسات الزراعية.

3. الزراعة الذكية، والمناخ وفق التوقعات (2030–2050):

وفق دراسة (محمد و وأخرون ، 2022، صفحة 367) التي إستندت إلى مجموعة من الإحصائيات حسب CIAT.ICRISAT2020 التي تشير إلى التوقعات المناخية (الأرصاد الجوية) لدولة مالي بشكل عام إلى مايلي :

-زيادة درجات الحرارة السنوية بمقدار 1.5 درجة مئوية بحلول عام ،2030 و1.7 درجة مئوية بحلول عام **2050**، و3 درجات مئوية بحلول عام ،2100 في جميع المناطق وخلال جميع الفصول؛

-زيادة معدل التبخر، وتدهور التربة وسطح الأرض؛

-توزيع غير مؤكد وغير متوقع للأمطار، وزيادة التقلبات السنوية لهطول الأمطار وقصر فترة النمو؛

-انخفاض متوسط في هطول الأمطار بنسبة 8-5 في المائة بحلول عام ،2030 و10-5 في المائة بحلول عام ،**2050** و22 % بحلول عام 2100 في جميع أنحاء البلاد. من المتوقع أن يتم تسجيل الانخفاض الكبير في معدل هطول الأمطار في المناطقالشمالية من البلاد؛

- .الزيادات في وتيرة وشدة الظواهر المناخية المتطرفة (الجفاف، العواصف والفيضانات خاصة على طول نهر النيجروالسنغال).

يذكر تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أنه ينبغي زيادة الإنتاج الزراعي)المحاصيل، والإنتاج الحيواني، ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية)بنسبة قدرها 60 في المائة تقريبا بحلول عام **2050** من أجل إطعام سكان العالم المتزايدين. وبالتوازي مع ذلك، من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تخفيض غالت المحاصيل الغذائية الأساسية. وما لم تتخذ إجراءات عاجلة ومتضافرة للتصدي لتغير المناخ، تشير التقديرات إلى أنه بحلول عام ،2100 قد تنخفض غالت الذرة بنسبة 20 – 45 %، وغالت القمح بنسبة -5 50 في المائة، وغالت الأرز بنسبة 20 – 30 %، وغالت فول الصويا بنسبة 30 – 60 %.(كامل و سيساني ، 2024، صفحة 40)

تشير التوقعات إلى أن اثار تغير المناخ على الإنتاج الز ارعي تتباين بين سلبية وإيجابية بين مناطق العالم ، حسب معطيات الجدول التالي

الجدول رقم (02): الأثار السلبية المتوقعة لتغير المناخ على القطاع الزراعي بالوطن العربي

المنطقة	السنة	الأثر
MENA	**2050**	انخفاض محاصيل الأرز بنسبة 30%، الذرة بحوالي 47%، والقمح 20%.
الجزائر	2030	انخفاض محاصيل الخضر بنسبة 10% إلى 30%
مصر	2050	انخفاض إنتاجية الطماطم 51%، دوار الشمس 29%، قصب السكر 25%، القمح 18% .... إلخ.
تونس	2050-2017	انخفاض انتاج الزيتون بنسبة 50%

المصدر : (كامل و سيساني ، 2024، صفحة 40)

ومن منظور الأثار المترتبة عن التقديرات المناخية أفاق 2030 هي كالآتي: (لطيفة ، 2022، صفحة 433)

- الاجهاد الحراري (ارتفاع درجات الحرارة)، مما يؤثر على إنتاج الحبوب ؛
- لإجهاد المائي نتيجة الجفاف؛
- انجراف وتأكل التربة بسب الفيضانات والأمطار .

4. تجارب تطبيقية في الزراعة الذكية مناخيا في إفريقيا

1.4 تجربة كينيا:

تعد كينيا من الدول الإفريقية السباقة في اعتماد الزراعة الذكية مناخيا عبر مشروع Kenya Climate Smart Agriculture Project (KCSAP)، الذي انطلق سنة 2017 بدعم من البنك الدولي، حيث يهدف هذا المشروع إلى تمكين صغار المزارعين من

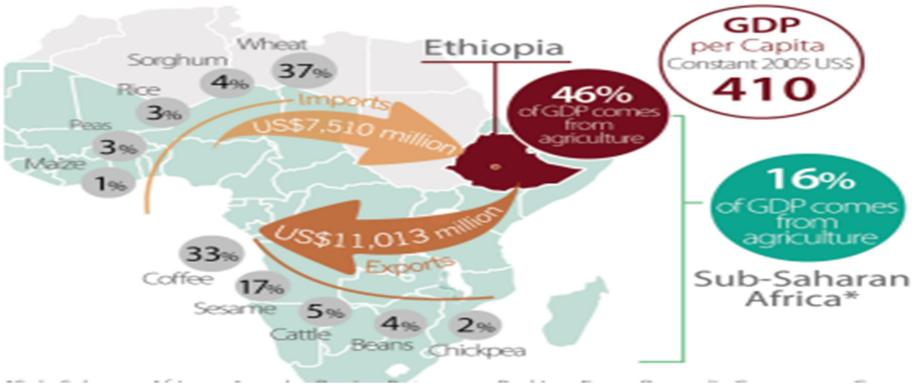
التكيف مع آثار التغيرات المناخية وتحقيق الأمن الغذائي من خلال ثلاث ركائز أساسية: تحسين إدارة الموارد المائية باستخدام أنظمة ري فعالة وموفرة للمياه، إدخال محاصيل محسنة وراثيا مقاومة للجفاف والفيضانات، وتعزيز القدرات المؤسسية للمزارعين عبر التدريب والتمويل الأصغر(KCSAP, 2022)، وقد أسهم المشروع في رفع الإنتاجية الزراعية في المناطق الهشة مناخيا، خاصة في أقاليم شرق ووسط كينيا، مع تحسين الدخل الأسري والحد من المخاطر المرتبطة بانعدام الأمن الغذائي(World Bank Group, 2016) .

إلى جانب ذلك، دخلت كينيا في شراكات مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO) لتوظيف أدوات الزراعة الدقيقة مثل القياسات النووية وتقنيات الاستشعار عن بعد لتحسين كفاءة الري والتسميد. هذه الابتكارات ساعدت في تقليل فاقد المياه وزيادة إنتاجية الحبوب والخضروات بنسبة ملموسة، مما منح المزارعين الصغار مرونة أكبر في مواجهة فترات الجفاف المتكررة، وتشير تقارير الوكالة إلى أن هذه التجربة تعد نموذجا متميزا في إفريقيا لكيفية الجمع بين التكنولوجيا الحديثة والمعرفة المحلية لضمان زراعة مستدامة ومرنة(IAEA, 2024, p. 26)(IAEA, 2024).

2.4 تجربة إثيوبيا:

في إثيوبيا، حيث يعتمد أكثر من 70% من السكان على الزراعة كمصدر رئيسي للعيش (أنظر الشكل رقم 03)، أطلقت منظمة FarmAfrica بالتعاون مع شركاء محليين ودوليين مشروعا رائدا استمر خمس سنوات بعنوان ImprovingSmallholderLivelihoodsthroughClimate-Smart Agricultural EconomicDevelopment، إذ ركز المشروع على تطوير شبكات تضاعف البذور المحلية وإعادة تأهيل مراكز التدريب الزراعي، مع توفير أنظمة ري صغيرة منخفضة التكلفة لتحسين إدارة المياه في المناطق المعرضة للجفاف، وقد ساهمت هذه المقاربة في رفع إنتاجية المحاصيل الأساسية كالذرة والقمح والبقوليات، فضلا عن تحسين الأمن الغذائي للأسر الريفية (Farm Africa, 2022) .

الشكل رقم (03): الأهمية الاقتصادية للزراعة في أثيوبيا

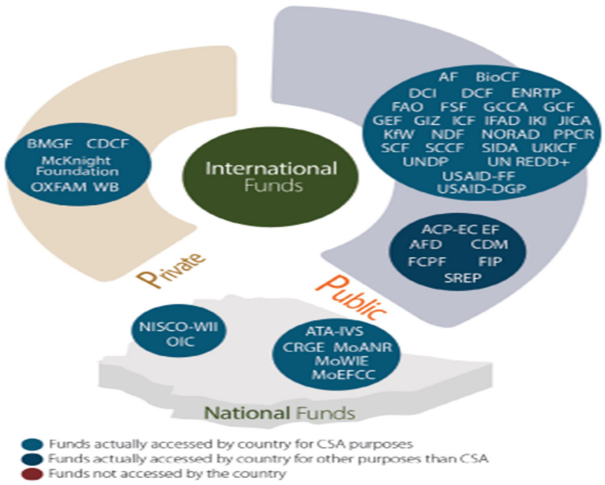


Source : (CIAT; BFS/USAID, 2017, p. 02)

كما تبنى المشروع مقاربة التكيف المعتمد على النظم البيئية (Ecosystem-based Adaptation)، حيث تم تشجيع الزراعة الحافظة، التسميد العضوي، وزراعة الأشجار في إطار نظم الحراج الزراعي (Agroforestry)، هذا إلى جانب إدماج المرأة الريفية في الأنشطة الزراعية المدرة للدخل مثل زراعة الفاكهة، وإنشاء وحدات صغيرة للتصنيع الزراعي، وهو ما ساهم في تنويع مصادر الدخل ورفع مستوى معيشة الأسر، ووفق تقارير الفاو FAO، فإن هذه التجربة عززت بشكل واضح مرونة المجتمعات المحلية تجاه الصدمات المناخية، وقللت من معدلات الفقر الريفي في عدد من المناطق المستهدفة(FAO, 2016, pp. 1-40).

وعلى المدى البعيد، يتوقع أن يواجه القطاع الزراعي الإثيوبي تحديات أكبر مرتبطة بتغير المناخ، إذ تشير الدراسات (International Center for Tropical Agriculture; United States Agency for International Development) إلى احتمال انخفاض الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 8–10% بحلول عام 2050، إذا لم تعتمد إجراءات تكيف فعالة، غير أن تبني ممارسات الزراعة الذكية مناخيا يمكن أن يقلص من خسائر الصدمات المناخية إلى النصف، مع تحسين استدامة سلاسل الإنتاج الزراعي، كما أن إدماج تقنيات مثل الزراعة الحراجية، استصلاح الأراضي، وحفظ المياه، إلى جانب تعزيز أنظمة حيازة الأراضي والتمويل الزراعي، يشكل فرصة استراتيجية لتقوية قدرة صغار المزارعين الذين ينتجون أكثر من 90% من الناتج الزراعي الوطني (CIAT; BFS/USAID, 2017) ، هذا ما يجعل تجربة إثيوبيا محورية في رسم ملامح الزراعة الذكية في إفريقيا خلال العقود القادمة(The World Bank, 2011, p. 16). وفي هذا السياق، أبرزت تقارير دولية أهمية تعبئة الموارد المالية لدعم استراتيجيات الزراعة الذكية مناخيا، سواء عبر التمويل الحكومي أو الشراكات مع المانحين الدوليين. وفي سياق نفسه، يوضح الشكل(04) أبرز الآليات التمويلية المتاحة لتعزيز الاستثمارات في هذا المجال، وهو ما يمثل ركيزة أساسية لضمان استدامة التجربة وتوسيع نطاقها ليشمل مناطق أوسع.

الشكل رقم (04): فرص تمويل الزراعة الذكية مناخيا في إثيوبيا



Source : (CIAT; BFS/USAID, 2017, p. 23)

3.4 تجربة رواندا:

تعتبر رواندا مثالا متقدما في دمج التكنولوجيا الرقمية بالزراعة، حيث تبنت الحكومة سياسة وطنية للتحول الزراعي ترتكز على الرقمنة كأداة لتعزيز الزراعة الذكية مناخيا، وفي هذا السياق، أطلقت منصة E-Soko لتمكين المزارعين من الوصول المباشر إلى بيانات الأسعار والأسواق عبر الهواتف المحمولة، مما ساهم في تقليص دور الوسطاء وزيادة هوامش أرباح صغار الفلاحين (e-SoKo; Republic of Rwanda-Ministry of Agriculture and Animal Resources, 2011)، كما جرى استخدام الطائرات المسيرة (Drones) والتقنيات الجغرافية لرصد حالة التربة والمحاصيل والتنبؤ بمخاطر الأمطار الغزيرة أو فترات الجفاف، وهو ما مكن المزارعين من اتخاذ قرارات دقيقة وسريعة لتقليل الخسائر، كما حققت تقدما كبيرا في إدارة الأسمدة الذكية (CGIAR, 2024).

إضافة إلى ذلك، وضعت رواندا برامج خاصة تستهدف إشراك الشباب والنساء في تبني الابتكارات الزراعية الرقمية، ما خلق فرص عمل جديدة في المناطق الريفية وحد من النزوح نحو المدن، وبحسب تقارير البنك الدولي، فقد أسهمت هذه الإجراءات في زيادة إنتاجية

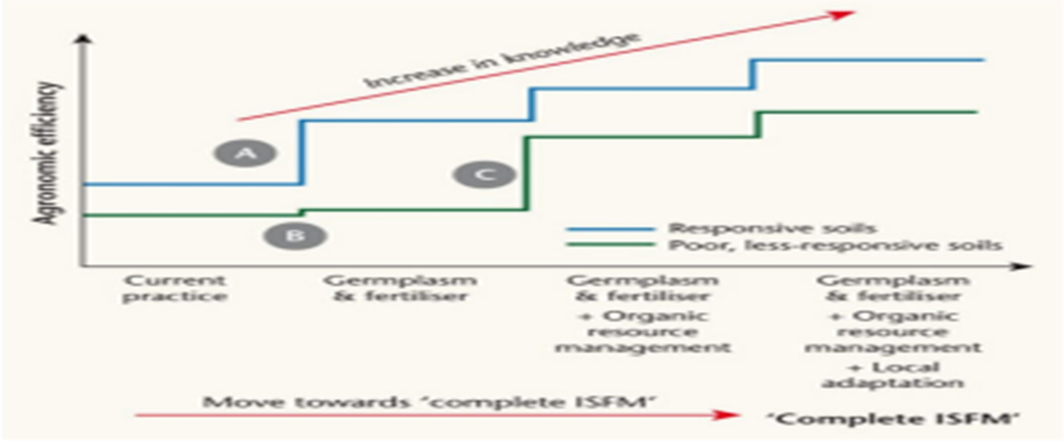
المحاصيل الأساسية مثل البطاطس والفاصولياء، مع تحسين فرص التسويق وتقليل فاقد ما بعد الحصاد. هذه التجربة تؤكد أن الرقمنة ليست فقط أداة لتحسين الإنتاجية، بل وسيلة استراتيجية لتعزيز صمود المجتمعات الزراعية في وجه التغير المناخي (FAO, 2025) .

5.4 تجربة جنوب إفريقيا:

تعتبر جنوب إفريقيا بلدا زراعيا رغم أن مساهمة الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي بلغت حوالي 2% سنة 2015، إلا أن القطاع يشكل ركيزة أساسية للاقتصاد بفضل ترابطه مع قطاعات أخرى عبر الروابط الخلفية والأمامية مثل الصناعات التحويلية وإمداد المواد الخام، غير أن القطاع الزراعي يواجه تحديات حادة ناجمة عن التغيرات المناخية، إذ تسجل البلاد معدلات أمطار منخفضة ومتذبذبة بمتوسط سنوي يبلغ 464 ملم مقارنة بالمتوسط العالمي البالغ 857 ملم، كما أن نحو 91% من أراضيها مصنفة جافة أو شبه جافة، وتشير التقديرات إلى أن تغير المناخ قد يؤدي إلى تراجع إنتاجية الحبوب الأساسية مثل الذرة بنسبة تتراوح بين –25% و+10% في سيناريوهات غير مقيدة، وبنسبة –10% إلى +5% في السيناريوهات المقيدة ؛ هذه التغيرات المناخية، المصحوبة بزيادة موجات الجفاف والفيضانات، تنذر بخسائر اقتصادية واجتماعية كبيرة، ما يجعل الزراعة من أكثر القطاعات تضررا وفي الوقت ذاته من المساهمين الرئيسيين في انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة تقارب 14% (PNS, et al., 2019, pp. 20-23).

في مواجهة هذه التحديات، اعتمدت جنوب إفريقيا استراتيجيات الزراعة الذكية مناخيا (CSA أنظر الجدول رقم 01 والشكل رقم 06) لتعزيز التكيف والتخفيف في آن واحد، فقد تم التركيز على إدارة التربة الذكية مناخيا عبر تقنيات مثل الزراعة بدون حراثة (No-till farming)، تدوير المحاصيل، التغطية النباتية، وإدارة بقايا المحاصيل للحد من التآكل واستعادة خصوبة التربة، كما تم تبني الإدارة المتكاملة لخصوبة التربة (ISFM، أنظر الشكل رقم...) التي تمزج بين استخدام الأسمدة المعدنية بشكل أمثل والموارد العضوية، بما يسهم في تحسين صحة التربة والإنتاجية وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة، وتقوم هذه المقاربة على مبدأ 4R NutrientStewardship الذي يضمن استعمال السماد المناسب بالكمية، والوقت، والمكان المناسبين، وفي هذا السياق أظهرت التجارب الميدانية أن هذا المزيج من الممارسات، إلى جانب اعتماد أصناف محسنة وإدارة جيدة للآفات، يمثل مدخلا عمليا وفعالا لتحقيق التحول الأخضر في الزراعة الجنوب إفريقية نحو آفاق أكثر استدامة (PNS, et al., 2019, pp. 20-23).

الشكل رقم (05): إطار الإدارة المتكاملة لخصوبة التربة (ISFM) مع نقاط التدخل والفوائد على كفاءة إنتاج المحاصيل وفقا لحالة صحة التربة



Source : (PNS, et al., 2019, p. 26)

الجدول رقم (02):المؤشرات التقنية للزراعة الذكية مناخيا (CSA) على مستوى المزرعة

Theme/Pillar	Sub-theme	Farm level indicators
Productivity	Crop system	Increase in sugarcane yields (ton/ha)
	Water use	⇒ Increase in irrigated land area, reduction in total water withdrawal; ⇒ maintenance of irrigation system in accordance with a predetermined schedule; ⇒ increase in water productivity; and ⇒ Increase in use of waste water for irrigation in compliance with the National Water Act.
	Energy	⇒ Reduction in agricultural energy use, such as during irrigation; and ⇒ increase in use of renewable energy (e.g. bioethanol).
Resilience	Robustness	⇒ Increases stability of production, promotes income diversification, incorporate site-specific knowledge; and ⇒ Improved economic resilience through improved profitability over time.
	Cropping system	⇒ Increases resilience to drought, such as through using drought tolerant sugarcane varieties emanating from conventional and molecular breeding, as well as genetic modification programme.
Mitigation	Emissions intensity	⇒ Reduces GHG emissions.
	Sequesters carbon	⇒ Increases carbon sequestration.

Source : (PNS, et al., 2019, p. 56)

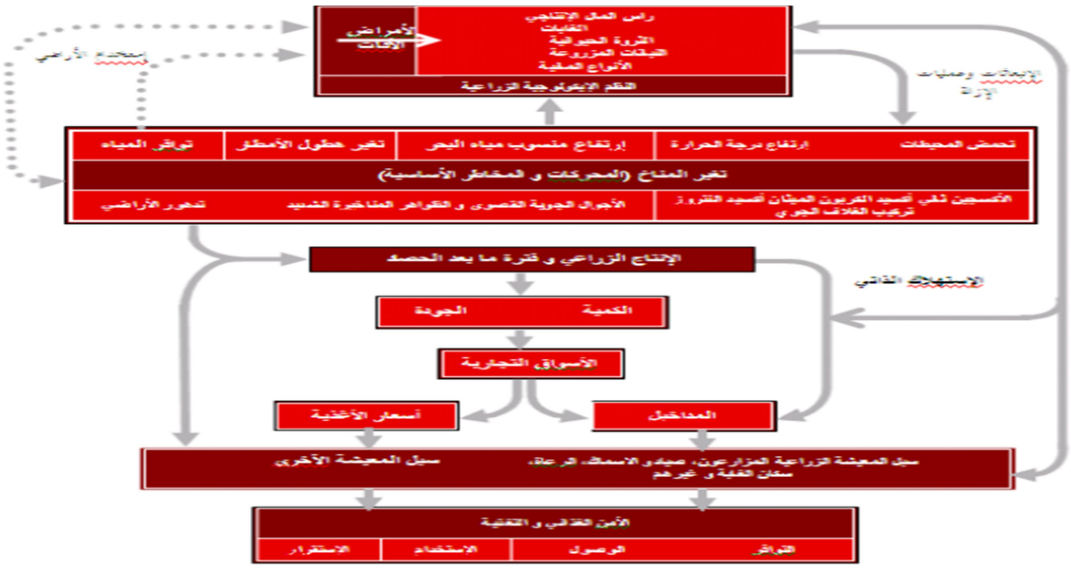
الشكل رقم (06): مسار الأثر لتدخلات الزراعة الذكية مناخيا وعلاقته بمؤشرات الزراعة الذكية مناخيا



Source : (The World Bank Group, 2016, p. 08)

كما أن تغير المناخ يمكن أن يؤثر على الزراعة عبر مسارات أخرى نوضحها في الشكل الموالي :

الشكل رقم (07): مسارات التأثير من المناخ إلى الأمن الغذائي



المصدر :(عائشة ، 2020، صفحة 216)

5.خاتمة:

تشكل الزراعة الذكية مناخيا أحد أهم المسارات الاستراتيجية التي يمكن أن تسهم في تعزيز الأمن الغذائي وتحقيق التنمية المستدامة في القارة الإفريقية؛ فقد أظهرت التجارب الراهنة في كينيا، إثيوبيا، رواندا وجنوب إفريقيا أن تبني هذه المقاربة قادر على رفع الإنتاجية الزراعية، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، وتعزيز صمود المجتمعات أمام الصدمات المناخية، كما أبرزت النتائج أن نجاح هذه التجربة يظل رهينا بمدى توافر الأطر المؤسسية والسياسات الداعمة والتمويل الكافي لتمكين صغار المزارعين. وبناء على التحليل النظري والتطبيقي، يمكن القول إن الزراعة الذكية مناخيا تمثل خيارا حتميا لإفريقيا لمواجهة تحديات 2030–2050، وفي ضوء ما سبق، فقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

- الزراعة الذكية مناخيا تشكل مقاربة متكاملة تقوم على ثلاثة محاور أساسية: الإنتاجية، التكيف، والتقليل من الانبعاثات؛

–التجارب الإفريقية الرائدة أبرزت دور الابتكار التكنولوجي والرقمنة في تحسين الإنتاجية الزراعية وتعزيز الاستدامة؛

–العوامل المؤسسية والتمويلية والمعلوماتية تبقى حاسمة في تسريع وتوسيع نطاق تبني ممارسات الزراعة الذكية؛

–التحديات المناخية المستقبلية تنذر بمخاطر كبيرة على القطاع الزراعي الإفريقي في غياب حلول تكيفية فعالة؛

–إدماج الفئات الهشة كالنساء والشباب في برامج الزراعة الذكية يعزز من العدالة الاجتماعية ويقوي مرونة المجتمعات.

بناء على النتائج السابقة نورد الاقتراحات الآتية:

–وضع استراتيجيات وطنية وإقليمية واضحة لدعم الزراعة الذكية مناخيا مع تعزيز التنسيق المؤسسي؛

–توسيع الاستثمارات في البحث العلمي والتطوير الزراعي بما يشمل الابتكار الرقمي والبيولوجي؛

–توفير آليات تمويل مستدامة لصغار المزارعين عبر قروض ميسرة وحوافز ضريبية؛

–تطوير برامج تدريب وإرشاد زراعي شاملة تعزز الوعي والممارسات الذكية ميدانيا؛

–تعزيز التعاون الإقليمي والإفريقي في تبادل الخبرات والتجارب الناجحة.

6.المراجع:

–CGIAR. (2024, 09 10). *Rwanda's Digital Revolution in Agriculture: Challenges and Progress in Smart Fertilizer Management*. Consulté le 09 10, 2025, sur https://www.cgiar.org/news-events/news/rwandas-digital-revolution-in-agriculture-challenges-and-progress-in-smart-fertilizer-management/.

-CIAT; BFS/USAID. (2017). *Climate-Smart Agriculture in Ethiopia.* CSA Country Profiles for Africa Series. International Center for Tropical Agriculture (CIAT); Bureau for Food Security, United States Agency for International Development (BFS/USAID), Washington, D.C. 26 p.

-e-SoKo; Republic of Rwanda-Ministry of Agriculture and Animal Resources. (2011). Récupéré sur http://esoko.gov.rw/esoko/Dashboard/Login.aspx?DashboardId=4&dash=true&Login=true

-FAO. (2016). *ETHIOPIA CLIMATE-SMART AGRICULTURE SCOPING STUDY.* FAO.

-FAO. (2025). *Climate-Smart Agriculture-AFRICA*. Consulté le 09 11, 2025, sur https://www.fao.org/climate-smart-agriculture/on-the-ground/africa/en/

-FAO. (2025). *FAO in Rwanda*. Consulté le 09 10, 2025, sur https://www.fao.org/rwanda/en/

-Farm Africa. (2022). *Climate-smart agriculture-Ethiopia*. Consulté le 09 10, 2025, sur https://www.farmafrica.org/programme/climate-smart-agriculture-2/

-IAEA. (2024). *Climate-Smart Agriculture in Kenya Feeds More People*. Consulté le 09 10, 2025, sur https://www.iaea.org/bulletin/climate-smart-agriculture-in-kenya-feeds-more-people

-IAEA. (2024). *IAEA BULLETIN International Atomic Energy Agency-ATOMS 4 FOOD NOURISHING THE FUTURE.* IAEA.

-KCSAP. (2022). *Climate Smart Agriculture Project (KCSAP)*. Consulté le 09 10, 2025, sur https://www.kcsap.go.ke/?utm.com

-Olabanji, M. F., & Chitakira, M. (2025). The Adoption and Scaling of Climate-Smart Agriculture Innovation by Smallholder Farmers in South Africa: A Review of Institutional Mechanisms, Policy Frameworks and Market Dynamics. *World, 6(2)*(51).

-PNS, M., Mutengwa , C., Chiduza , C., Beyene , S., Araya , T., Mnkeni , A., et al. (2019). *Actionable guidelines for the implementation of climate smart agriculture in South Africa.* Volume 2: Climate Smart Agriculture Practices. Areport compiled for the Department of Environment, Forestry and Fisheries, South Africa.

-Sang, X., Chen , C., Hu, D., & Rahut, D. (2024). Economic benefts of climate-smart agricultural practices:empirical investigations and policy implications. *Mitig Adapt Strateg Glob Change, 29*(9), 02-21.

-Silva, M. F., Van Schoubroeck, S., Cools, J., & Van Passel , S. (2024). systematic review identifying the drivers and barriers to the adoption of climate-smart agriculture by smallholder farmers in Africa. *Frontiers in Environmental Economics, 3 - 2024*(https://doi.org/10.3389/frevc.2024.1356335), 01-14.

-The World Bank. (2011). *CLIMATE-SMART AGRICULTURE: Increased Productivity and Food Security, Enhanced Resilience and Reduced Carbon Emissions for Sustainable Development-Opportunities and Challenges for a Converging Agenda:Country Examples.* USA: The World Bank.

-The World Bank. (2013). *Unlocking Africa's Agricultural Potential.* Washington, DC 20433, USA.: World Bank 1818 H Street, NW.

-The World Bank Group. (2016). *Climate-Smart Agriculture Indica-tors: Agriculture Global Practice.* Washington.: World Bank Group Report Number 105162-GLB.

-World Bank Group. (2016, 10 18). *Climate-Smart Farming Helps a Community in Kenya Thrive in the Face of Climate-Change*. Consulté le 09 10, 2025, sur https://www.worldbank.org/en/news/video/2016/10/18/climate-smart-farming-helps-a-community-in-kenya-thrive-in-the-face-of-climate-change

-WORLD BANK GROUP. (2024, 03 08). *Advancing Climate-Smart Agriculture Technologies in Africa*. Consulté le 09 11, 2025, sur https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/03/08/advancing-climate-smart-agriculture-technologies-in-africa

-بلهتهات أسماء . (2024). الزراعة الذكية مناخيا لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية. *مجلة الاقتصاد الجديد، 15*(01)، 249.

-بوشناف فايزة . (2023). الزراعة الذكية مناخيا كمدخل استراتيجي لتحقيق التنمية الزراعية واستدامة الأمن الغذائي في الجزائر للفترة 2014-2020-الواقع وضرورة الإصلاح. *مجلة إقتصاديات الأعمال والتجارة، 08*(01)، 110-111.

-بوكليخة لطيفة . (2022). الزراعة مناخيا لتحقيق الأمن الغذائي في ظل ظل تحديات تغير المناخ -حالة الجزائر. *مجلة الشائر الإقتصادية، 08*(03)، 433.

-سلمى عبد الرحيم عبد الحسن الشمري. (2025). السياسات الزراعية الذكية مناخيا. *مجلة الإدارة والاقتصاد JAE، 50*(148)، 46-52.

-شيخ التهامي براهيم . (2024). إعتماد الزراعة الذكية مناخيا توجه إستراتيجي لتحقيق التنمية الزراعية الصحراوية في الجزائر -الواقع ومتطلبات النجاح. *مجلة الإقتصاد والتجارة الدولية، 6*(1)، 104.

-مبرك كامل ، و ميدون سيساني . (2024). الزراعة الذكية مناخيا ودورها في مواجهة تغيرات المناخ مع الاشارة الى تجارب بعض الدول. *مجلة ابن خلدون للإبداع والتنمية، 06*(02)، 40.

-بوثلجة عائشة . (2020). أهمية الزراعة الذكية في ظل تغير المناخ. *مجلة إقتصاديات شمال إفريقيا، 16*(23)، 216.