الزراعة الذكية مناخيا ودورها في مواجهة تغيرات المناخ مع الإشارة إلى تجارب بعض الدول

Climate-smart agriculture and its role in confronting climate change, with reference to the experiences of some countries

مبرك كامل ♦[1]، ميدون سيساني[2]

[1]جامعة الجزائر 03 (الجزائر)، mebrek.eco23@gmail.com

[2] جامعة ابن خلدون (الجزائر)، sissanim@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2024/08/29 تاريخ القبول: 2024/10/10 تاريخ النشر: 2024/10/20

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مختلف المفاهيم الخاصة بالزراعة الذكية، والتطرق إلى أهم التقنيات المستخدمة في مجال الزراعة الذكية لمواكبة التطورات الحاصلة وضمان توفير الغذاء وتنوعه لكافة السكان، كما تم تسليط الضوء على علاقة كل من تغير المناخ والأمن الغذائي بالزراعة الذكية مناخيا، في حين تم عرض تجارب دولية في مجال تطبيق الزراعة الذكية مناخيا كتجربة دولة الإمارات المتحدة، أذربيجان وتجربة الكويت.

ومن النتائج المتوصل إليها في هذه الدراسة أن الدول العربية لا تزال ضعيفة في مجال تطبيق الزراعة الذكية، إلا أن هناك بعض المحاولات من التجارب العربية تبقى غير كافية بالنظر إلى الحاجة إلى هذه الأساليب الذكية في مجال الزراعة.

الكلمات المفتاحية: الأمن الغذائي، الزراعة الذكية، الدول العربية،

Abstract:

This study aims to identify the various concepts related to smart agriculture, and to address the most important technologies used in the field of smart agriculture to keep pace with the developments taking place and ensure the provision and diversity of food for all populations. The relationship between climate change and food security with climate-smart agriculture was also highlighted, while international experiences in the field of applying climate-smart agriculture were presented, such as the experience of the United Arab Emirates, Azerbaijan and the experience of Kuwait.

Among the results reached in this study is that Arab countries are still weak in the field of applying smart agriculture, but there are some attempts from Arab experiences that remain insufficient in light of the need for these smart methods in the field of agriculture.

Keywords: Food security, smart agriculture, Arab countries.

♦ المؤلف المرسل

1. مقدمة

في ظل تزايد عدد سكان العالم والذي يتوقع أن يصل إلى حوالي 9.7 مليار نسمة بحلول عام 2050، تلعب الزراعة هنا دورا أساسيا في توفير الغذاء لهذا العدد، وفي ظل التحديات المتزايدة التي تفرضها التغيرات المناخية على الزراعة العالمية، يجب أن تتكيف الزراعة مع هذه التغيرات. ومن هنا يأتي دور الزراعة الذكية كحلاً فعالاً ومبتكراً لتلك التحديات، فهي تهدف إلى تحسين إنتاجية المحاصيل وجودتها، وفي نفس الوقت تقليل استهلاك الموارد الطبيعية مثل الماء والأسمدة. والزراعة الذكية ليست مجموعة جديدة من الممارسات على مستوى الحقول والمزارع، بل هي نهج جديد تماما على صناعة سياسة التنمية الزراعية، وهو نهج شامل بمعنى أن يسعى إلى تحقيق زيادة مستدامة في الإنتاج الزراعي، والتكييف مع الواقع الذي تفرضه أنماط الطقس، كما تسعى في الوقت ذاته على استخدام الأنظمة الأوتوماتيكية للري والتسميد، وتقنيات الاستشعار عن بعد لمراقبة الحالة النباتية والتنبؤ بالمناخ، مما يساعد المزارعين على اتخاذ قرارات استراتيجية مبنية على البيانات والمعلومات الدقيقة، بالإضافة إلى ذلك، تسهم الزراعة الذكية في تقليل بصمة الكربون للزراعة، حيث يتم تحسين كفاءة استخدام الموارد والحد من الانبعاثات الضارة، مما يعزز الاستدامة البيئية والاقتصادية للممارسات الزراعية على المدى الطويل.

بهذه الطريقة، تمثل الزراعة الذكية لغة حديثة في مجال الزراعة، تعزز من قدرة الإنسان على التأقلم مع التحديات المناخية المتزايدة، وتوفر أساسًا مستدامًا لتلبية احتياجات المجتمعات المستقبلية في مجال الغذاء والزراعة. ومن خلال ما سبق تبرز إشكالية الدراسة والتي يمكن طرحها على النحو التالي: **ما مدى مساهمة تقنيات الزراعة الذكية مناخيا في مواجهة التغيرات المناخية؟** تهدف هذه الدراسة لتحقيق جملة من الأهداف، أهمها: تسليط الضوء مفهوم الزراعة الذكية والتعرف على أهم المزايا وعلاقة هذه الأخيرة بتغير المناخ وتحقيق والأمن الغذائي؛ اضافة إلى التطرق لأهم التجارب العربية في مجال تطبيق الزراعة الذكية، مع التطرق لأهم التقنيات الزراعية الحديثة التي استخدمتها هذه الدول؛ كما تكمن أهمية البحث في كون أنه في ظل التحديات المتزايدة التي تفرضها التغيرات المناخية على الزراعة العالمية وما تكتسيه هذه الأخيرة من أهمية بالغة، من توفير الغذاء وتنويعه؛ ومن هنا يأتي دور الزراعة الذكية كحلاً فعالاً ومبتكراً لتلك التحديات، فهي تهدف إلى تحسين إنتاجية المحاصيل وجودتها. ولذلك تم اعتماد المنهجين الوصفي والتحليلي لوصف المفاهيم والتجارب المختارة لمختلف الدول في الدارسة وتحليل الاحصائيات والعلاقة بين متغيرات الدراسة. وللإجابة على الإشكالية السابقة تم تقسيم الدراسة على النحو التالي:

- **المحور الأول:** الإطار المفاهيمي للزراعة الذكية؛
- **المحو الثاني:** الزراعة، الأمن الغذائي وتغير المناخ؛

- **المحو الثالث:** تجارب دولية في مجال الزراعة الذكية.

2.الإطار المفاهيمي للزراعة الذكية

1.2 تعريف الزراعة الذكية:

الزراعة الذكية أو الزراعة الرقمية كما يسميها البعض هي تلك الزراعة التي تستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وبيانات الأنظمة البيئية لدعم تقديم المعلومات والخدمات للمزارعين في الوقت المناسب وتطويرها.

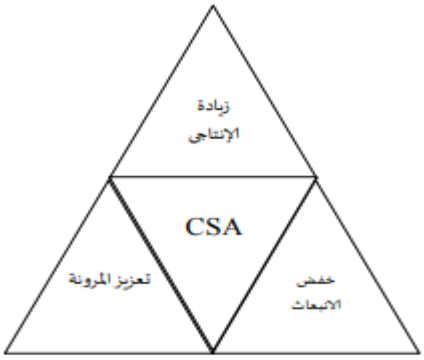
وتبدو الزراعة الذكية أمًرا حتمياً لا مفر منه اذ تؤكد التقارير العالمية المتخصصة والمهتمة بميدان توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصال الحديثة في المجال الزراعي على أن الزراعة الذكية تعمل بشكل أفضل على تحقيق الأمن الغذائي و من ثم استدامته عالميا من خلال تخفيض كلفة الإنتاج باستخدام أجهزة الاستشعار وأنظمة الري الدقيقة التي تعمل على توفير المياه، بالإضافة لتوفير المعلومات الهامة و الضرورية للفالحين في الوقت المناسب باستخدام الحوسبة السحابية والتطبيقات الذكية، إذ يستفيد المزارعون من توصيات سهلة التطبيق للقيام بعملية الري، وكيفية استخدام المبيدات والأسمدة وغيرها من الممارسات الزراعية المستعملة بالطريقة الصحيحة لغرض تحسين المحصول، والزيادة في كميته مع تخفيض كبير في التكاليف الناتجة عن هاته الاستعمالات. (فاطمي و مراد بودية ، 2022، صفحة 103)

وقد عرفها الخبير حافظ غانم المدير العام المساعد مسؤول قسم التنمية الاقتصادية والاجتماعية لدى المنظمة AFO بقوله أن" الزراعة الذكية مناخيا هي نهج يسعى إلى طرح القطاع الزراعي كحل، هذا التحدي المزدوج متضمنا تطبيق تغيرات النظم الزراعية لنيل أهداف متعددة في ان واحد، مثل زيادة المساهمة في المعركة ضد الفقر والجوع وتعزيز المرونة في الاستجابة لتغير المناخ وخفض انبعاثات العوادم، وتدعيم قدرة الزراعة على امتصاص وعزل الكبون من الأجواء". (صبري ، ايمان، و ايمان ، 2020، صفحة 186)

ويمكن تعريف الزراعة الذكية بأنها نظام يعتمد على التكنولوجيا المتقدمة في زراعة الأغذية بطرق مستدامة ونظيفة، وترشيد استخدام الموارد الطبيعية لا سيما المياه، ومن أبرز سمات الزراعة الذكية اعتمادها على نظم إدارة وتحليل المعلومات، لاتخاذ أفضل قرارات الإنتاج الممكنة، بأقل التكاليف، وكذلك أتمتة العمليات الزراعية كالري، ومكافحة الآفات، ومراقبة التربة، ومراقبة المحاصيل. وتتميز المزارع الذكية بإمكانية حقيقية لتقديم إنتاج زراعي أكثر إنتاجية واستدامة استنادا إلى نهج أكثر كفاءة في استخدام الموارد. (بن شاعة و حضري، 2023، صفحة 225)

كما تعد الزراعة الذكية مناخيا طريقة لتحقيق التنمية المستدامة وكذا أهداف الاقتصاد الأخضر كتوفير الغذاء والمساهمة في الحفاظ على الموارد الطبيعية، وتقوم الزراعة الذكية على ثلاث ركائز أساسية موضحة في الشكل التالي:

الشكل (01): الركائز الثلاثة الأساسية للزراعة الذكية مناخيا (csa).



المصدر: عائشة غدامسي، "الزراعة الذكية مناخيا وتغير المناخ"، مجلة اقتصاد المال والأعمال، 03(02)، 2018، ص 73.

- **الإنتاجية:** تهدف الزراعة الذكية مناخيا إلى زيادة الإنتاجية الزراعية والمداخيل من المحاصيل والمواشي والأسماك بشكل مستدام دون خلق تأثير سلبي على البيئة وهو ما يزيد من الأمن الغذائي. أما المفهوم الأساسي المتعلق برفع الإنتاجية هو التكثيف المستدام؛
- **التكيف أو المرونة:** تهدف الزراعة الذكية مناخيا إلى تخفيض تعرض المزارعين إلى المخاطر قصيرة الأجل وفي نفس الوقت تحسين قدرتهم على التكيف والصمود في مواجهة الصدمات والضغوط طويل الأجل، كذلك الاهتمام الخاص بالنظم الايكولوجية وما توفره من خدمات للمزارعين، هذه الخدمات ضرورية للحفاظ على الإنتاجية وتعزيز قدرة البشرية على التأقلم مع التغيرات المناخية؛
- **خفض الانبعاث:** يجب على الزراعة الذكية مناخيا أن تساعد على تخفيض و/أو الحد من انبعاث غازات الدفيئة حيثما ومتى كان ذلك ممكنا، هذا يعني تخفيض الانبعاثات عن كل سعرة حرارية أو كيلوغرام من الطعام، الألياف أو الوقود الذي يتم إنتاجه، تجنب إزالة الغابات، وإدارة التربة والغطاء النباتي بشكل يساهم في تعظيم كفاءتها ودورها كمخزن للكربون وامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. (عائشة ، 2018، صفحة 73)

2.2 أهداف الزراعة الذكية:

إن تطبيق الزراعة الذكية سوف يحقق عدة منافع للقطاع الزراعي، كتحسين الإنتاجية الزراعية والحصول على منتجات زراعية امنة وخفض استخدام المواد الملونة مثل المبيدات والأسمدة الكيماوية .... وبالتالي فإن استخدام الزراعة الذكية قادر على تحقيق ثورة زراعية واقتصادية مهمة.

وتكمن احدى فوائد الزراعة الذكية في تعزيز انتاج المحاصيل والقدرة على الصمود في وجه تغير المناخ، من خلال أصناف جديدة من المحاصيل فعلى سبيل المثال، هناك حوالي 4 ملايين مزارع في جنوب اسيا يزرعون أصحاب أرز تتحمل الفيضانات. كما أن هذه الزراعة تساهم في تعزيز كفاءة استخدام الموارد، وإضافة القيمة إلى

المنتجات وزيادة سلامة الأغذية كما تعتبر الزراعة الذكية أكبر موظف في العالم يعتمد عليه معهم الفقراء في العالم لكسب العيش.

وبحسب الخبير الكساندر موليز، المدير العام المساعد لقطاع الموارد الطبيعية لدى منظمة "الفاو"، فإن التحول إلى أساليب الزراعة الذكية يساهم في تحقيق حماية المزارعين من الأثار الضارة لتغير المناخ، ويوفر أساليب عدة لخفض غازات الاحتباس الحراري وعزل الكربون في القرية، كما يحسن جودة ونوعية المحاصيل، ويرفع مستويات دخل الأسر الزراعية. (علي ، دائرة البحوث الاقتصادية اتحاد الغرف العربية، الصفحات 10-11)

ولتحقيق هذه الأهداف واستيعابها فقد حددت المنظمة العالمية للأغذية في تقريرها الزراعة الذكية مناخيا 2016 مجموعة من الرسائل على النحو التالي:

- يجب أن تخضع النظم الزراعية والغذائية لتحولات كبيرة حتى تتمكن من مواجهة تحديات الأمن الغذائي وتغير المناخ، وعند وضع السياسات الزراعية يمكن أن يقوم نهج الزراعة الذكية مناخيا بدور الدافع على تحقيق ذلك؛
- الزراعة الذكية مناخيا ليست مجموعة جديدة من الممارسات أو أنظمة الإنتاج المستدامة، بل نهج يهدف إلى تقديم وسائل الدمج الخصائص المحددة للتكيف والتخفيف في سياسات التنمية الزراعية المستدامة وبرامجها واستثماراتها؛
- تتحدد الحلول حسب السياق من حيث المكان والزمان على حد سواء، وعلى هذا الأساس، يلزم إجراء عملية تحليل وتشاور التحديد الإجراء المناسب لكل سياق بهدف تحسين الأمن الغذائي على نحو مستدام؛
- لا بد من تحسين تنسيق السياسات داخل القطاعات الزراعية (أي المحاصيل والماشية والأحراج ومصايد الأسماك) وفي القطاعات الأخرى (مثل قطاع الطاقة والمياه والصناعة) للاستفادة من أوجه التعاون المحتملة والحد من عمليات المبادلة والاستفادة من الموارد الطبيعية والخدمات البيئية. (بوثلجة ، 2020، صفحة 220)

3.2 أدوات الزراعة الذكية مناخيا:

نعني بأدوات الزراعة الذكية مناخيا مفهوما يشمل جميع التقنيات والنهج وتدابير التخفيف والتكيف، وتعزيز إنشاء الزراعة الصديقة أو المقاومة للمناخ، يمكن حصر تفسير أدوات الزراعة الذكية مناخيا في الابتكارات التكنولوجية المختلفة أو الاستخدامات الجديدة للتقنيات الموجودة بالفعل، تأخذ هذه الأدوات بشكل عام في الاعتبار الممارسات الزراعية التقليدية الجيدة، وبالتالي تبني عليها لخلق الابتكارات.

- **الروبوتات (Robotization)**: تكون بصفة أساسية في الابتكارات المتعلقة بإنتاج المحاصيل، مثل استخدام الحصادات الآلية أو مكافحة الأعشاب الضارة ومسببات الأمراض؛

- **الابتكار البيولوجي (Bio innovation):** استخدام التقنيات البيولوجية/الكيميائية للمساعدة في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة ذات المصدر الزراعي والتكيف مع تغير المناخ، مثل تربية النباتات، أو تطوير بذور جديدة، أو تطوير اللحوم الاصطناعية؛
- **نظام المراقبة الذكي (Smart monitoring system):** قوم الأنظمة الذكية بالمراقبة وللتحليل باستمرار، على سبيل المثال سلوك حيوانات المزرعة، مما يمنح المزارعين صورة أكثر دقة عن الحالة المادية لحيواناتهم؛
- **البيانات الضخمة (Big Data):** تحلل وتحدد اتجاهات المناخ وتقدم تنبؤات أكثر دقة؛
- **الزراعة الدقيقة (Precision agriculture):** هذا يمكن أن يجعل الزراعة ذكية مناخيا شكل فعال من خلال الحد من تأثيرها على البيئة؛
- **إنترنت الأشياء (Internet of Things):** أجهزة الاستشعار الدقيقة التي تعد تقنيات ذكية، ويمكنها نقل بيانات مقاسة مختلفة (مثل محتوى رطوبة التربة) إلى أجهزة أخرى عبر الإنترنت. (بن موسى، قمان، و شهاب، 2022، صفحة 363)

3. الزراعة، الأمن الغذائي وتغير المناخ

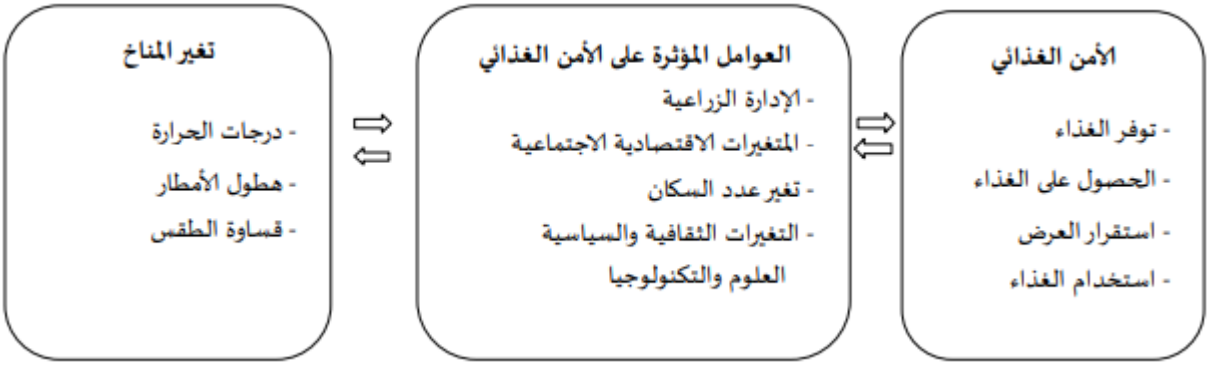
من المتفق عليه بوجه عام، أن تغير المناخ ناجم عن نشاط الإنسان بما في ذلك الإنتاج الصناعي وعوادم السيارات وقطع الأشجار. وهذه الأنواع من الأنشطة تزيد في تركيز ثاني أكسيد الكربون والميتان والأكسيد النتري وغيرها من غازات الدفيئة في الجو وإذا ما استمر الاتجاه الراهن في انبعاثات الكربون، فإن درجات الحرارة سوف تزيد بنحو درجة مئوية واحدة بحلول عام 2030 وبدرجتين مئويتين في نهاية القرن القادم. ومن جهة أخرى، فإن هذه الزيادة ربما ستكون لها تأثيرات متباينة باختلاف الأقاليم. فالتأثيرات على الزراعة مثلا سوف تكون أكثر ضررا في المناطق الاستوائية مما هي عليه في المناطق المعتدلة. وسوف تستفيد البلدان المتقدمة بقدر أكبر ذلك لأن من المقدر أن تزيد إنتاجية الحبوب في كندا وشمال أوروبا وبعض أنحاء روسيا. وعلى العكس من ذلك، فإن من المحتمل أن تتأثر بصورة سلبية البلدان النامية الأشد فقرا في الوقت الراهن خلال السنوات الخمسين إلى المائة القادمة مع تقليص في مساحة الأراضي الزراعية وإنتاجياتها المحتملة. وسوف تكون إفريقيا جنوب الصحراء أشد المناطق تضررا وذلك بسبب عدم مقدرتها على التلاؤم بقدر كاف من خلال توفير الموارد الضرورية أو من خلال زيادة وارداتها من الأغذية. (لجنة الأمن الغذائي العالمي، 2003)

1.3 العلاقة بين تغير المناخ والأمن الغذائي:

يعبر تغير المناخ بشكل عام عن التغيرات طويلة الأجل في الظروف المناخية وجميع التغيرات في النظام المناخي بما في ذلك مسببات التغير التغيرات في حد ذاتها وأثارها. في حين يعبر مصطلح الأمن الغذائي عن قدرة جميع الأفراد وفي كل الأوقات في بلد ما على الحصول على الغذاء الكافي والأمن لتلبية احتياجاتهم الغذائية فبالرغم من الاختلاف التام بين المصطلحين إلا أنهما مرتبطان ببعضهما البعض، فتغير المناخ يؤثر على القطاع

الزراعي الذي يعد قطاع حساس بشكل خاص لهذا التغير ومختلف العوامل المتحكمة في الأمن الغذائي، فالتغيرات في المناخ تؤدي إلى إحداث تغير في النظام الغذائي المرتبط بدوره بإنتاج الغذاء والتغير في التخزين والنقل والتسويق وأعداد المواشي والشكل التالي يوضح هذه العلاقة: (عائشة ، 2018، صفحة 71)

الشكل (02): مخطط بوضع العلاقة بين تغير المناخ والأمن الغذائي



المصدر: عائشة غدامسي، "الزراعة الذكية مناخيا وتغير المناخ"، مجلة اقتصاد المال والأعمال، 03(02)، 2018، ص 71.

وعلاوة على ذلك، ستؤثر التغيرات المناخية الطويلة الأجل والبطيئة الحدوث على النظم الزراعية والغذائية وإنتاج الأغذية وسبل عيش الناس بطرق كثيرة وتتطلب اتخاذ إجراءات تكيف سريعة. ويذكر التقريران الصادران عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التغييرات الطويلة الأجل في المناخ، مثل زيادة متوسط درجة الحرارة، والتقلبات الموسمية، والإجهاد المتزامن للحرارة والجفاف، وأحداث الأمطار الغزيرة، والإجهاد المالي، والتغيرات في حدوث الآفات والأمراض وارتفاع مستوى سطح البحر، وتحمض المحيطات وفضلا عن ذلك ستستمر دورة المياه العالمية في التفاقم مع ارتفاع درجات الحرارة العالمية، وتوقع أن يصبح هطول الأمطار وتدفقات المياه السطحية أكثر تقلبا في معظم مناطق اليابسة خلال المواسم ومن سنة إلى أخرى، وستكون لكل ذلك تأثيرات على القطاعات الزراعية وسلاسل القيمة ذات الصلة وسبل العيش والنظم الإيكولوجية.

ويذكر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعني بتغير المناخ عن تغير المناخ في عام 2022 الآثار والتكيف وقابلية التأثر (2022) أن تزايد الظواهر المناخية القصوى بعرض بالفعل ملايين الأشخاص لانعدام الأمن الغذائي الحاد وانخفاض الأمن المالي، وقد اكتشفت أضرار اقتصادية ناجمة عن تغير المناخ في القطاعات المنكشفة لوطأة المناخ مع تأثيرات إقليمية على صعيد، الزراعة والغابات والمصايد.

وعلى وجه الخصوص، توجد البؤر الساخنة العالمية ذات الدرجة العالية من الضعف البشري في غرب أفريقيا ووسطها وشرقها وجنوب آسيا وأمريكا الوسطى والجنوبية والدول الجزرية الصغيرة النامية والقطب الشمالي ويبلغ الضعف مستويات حرجة في المواقع التي تعاني من الفقر وتحديات الحوكمة والوصول المحدود إلى الخدمات والموارد الأساسية والصراعات العنيفة والمستويات العالية من سبل العيش الحساسة للمناخ، بما في ذلك الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك، وهناك خيارات مجدية وفعالة للتكيف من شأنها أن تخفض المخاطر على البشر وعلى الطبيعة وبوسع الاستجابات الشاملة والفعالة والمبتكرة استخدام أوجه التارز وخفض المقايضات بين

التكيف وبين تخفيف الأثر من أجل النهوض بالتنمية المستدامة، وإن حماية التنوع البيولوجي والنظام الإيكولوجي أساسية للتنمية الصامدة بوجه المناخ نظرا إلى التهديدات التي يطرحها تغير المناخ عليهما وعلى دورهما في التكيف وتخفيف الأثر. (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، الصفحات 5-6)

2.3 الزراعة، الغذاء وعلاقتها بتغير المناخ:

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 غلات المحاصيل الغذائية الأساسية. وما لم تتخذ إجراءات عاجلة ومتضافرة للتصدي لتغير المناخ، تشير التقديرات إلى أنه بحلول عام 2100، قد تنخفض غلات الذرة بنسبة 20 – 45 في المائة، وغلات القمح بنسبة 5- 50 في المائة، وغلات الأرز بنسبة 20 – 30 في المائة، وغلات فول الصويا بنسبة 30 – 60 في المائة.

ولإطعام سكان العالم المتزايدين في مناخ متغير، يجب على الصعيد العالمي الانتقال إلى أشكال أكثر إنتاجية ومرونة واستدامة للتنمية الزراعية، ويوفر نهج الزراعة الذكية مناخيا سبيلا واعدا للقيام بذلك، وتهدف الزراعة الذكية مناخيا إلى تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية هي: زيادة مستدامة في الإنتاجية الزراعية والدخل، والتكيف مع تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود، والحد من و/أو إزالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيثما كان ذلك ممكنا. (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، المناخ يتغير، الأغذية والزراعة أيضا، 2016، صفحة 11)

كيف يمكننا تكييف الزراعة مع آثار تغير المناخ؟

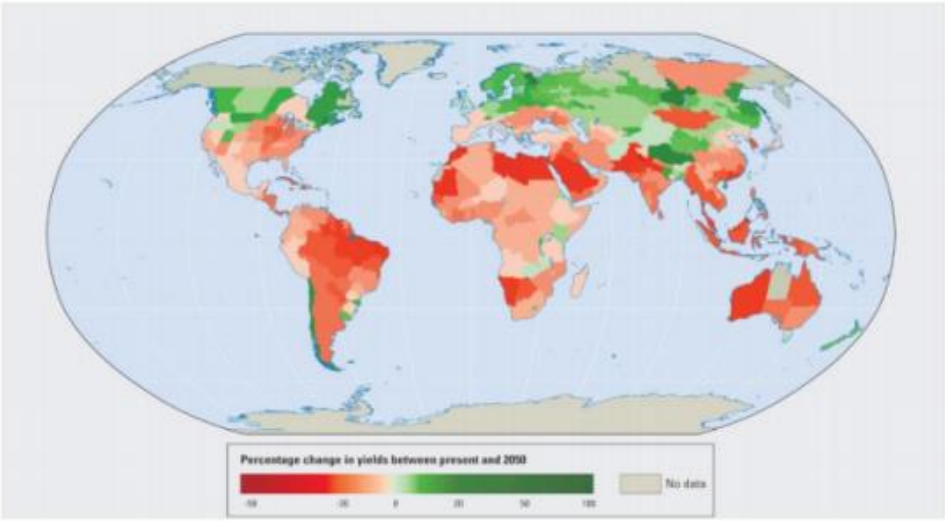
من الحلول المطروحة لحماية هذه الزراعة والأمن الغذائي والتكييف مع حدة التغيرات المناخية المتطرفة، تم طرح مجموعة من الحلول تتمثل فيما يلي:

- تطبيق الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية مثل (الحد من الفاقد والمهدر من الأغذية، وتجنب إزالة الغابات وصيد الأسماك الجائر)؛
- تحسين إدارة التربة وخصوبتها؛
- زيادة الممارسات التي تعزز احتباس ثاني أكسيد الكربون في الغابات، والحد من استخدام الوقود الأحفوري؛
- إدارة أفضل تكاملا للمياه؛
- تحويل الفضلات الحيوانية إلى غاز حيوي كمصدر بديل ومتجدد للطاقة؛
- منع الصدمات المتعلقة بالمناخ و/أو الاستعداد لها؛

- إنشاء مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية القادرة على الصمود في وجه تغير المناخ، من خلال أقفاص وبرك الأسماك المقاومة للعواصف، وإدارة مصايد الأسماك القابلة للتكيف. (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، المناخ يتغير، الأغذية والزراعة أيضا، 2016، صفحة 8)

من المتوقع أن تكون الظروف المناخية متغيرة أكثر مما هي عليه في الوقت الحالي، مما يؤدي إلى زيادة تواتر وشدة الأحداث والكوارث الطبيعية وستكون هذه التقلبات المناخية ذات تأثير أكبر في المناطق شبه الجافة وشبه الرطبة وستؤدي إلى تذبذب غلة المحاصيل الزراعية والمعروض المحلي من الغذاء وكذا أعداد الثروة الحيوانية المتوفرة ولكون المناطق المهددة تقع معظمها في جنوب آسيا وإفريقيا جنوب الصحراء وهي المناطق الأكثر فقرا ذات أعلى معدلات سوء التغذية والأقل قدرة على التعامل مع التغيرات المناخية فإنها ستعاني من عدم الاستقرار خاصة في ظل اعتماد أغلب سكانها على الأنشطة الاقتصادية الزراعية وهو ما يظهره الشكل الموالي حيث تمثل المناطق التي ستعاني من انخفاض في إنتاجية المحاصيل وتختلف نسبة الانخفاض من منطقة إلى أخرى. وبالرغم من الانعكاسات السلبية لتغير المناخ على اغلب المناطق إلا أن بعض الدول الواقعة في الجزء الشمالي ستحقق زيادة في إنتاج المحاصيل:

الشكل (03): توقعات اثار تغير المناخ على إنتاج المحاصيل في الوطن العربي والعالم افاق 2050.



المصدر: عائشة غدامسي، "الزراعة الذكية مناخيا وتغير المناخ"، مجلة اقتصاد المال والأعمال، 03(02)، 2018، ص 72.

تشير التوقعات إلى أن اثار تغير المناخ على الإنتاج الزراعي تتباين بين سلبية وإيجابية بين مناطق العالم، أما عربيا فالمتوقع أن تكون في العموم سلبية وهذا ما تؤكده معطيات الجدول الموالي:

جدول (01): أمثلة من الآثار السلبية المتوقعة لتغير المناخ على القطاع الزراعي بالوطن العربي

المنطقة	السنة	الأثر المتوقع
MENA	2050	انخفاض محاصيل الأرز بنسبة (30%)، الذرة بحوالي (47%)، والقمح (20%).
المغرب	2030	انخفاض المحاصيل حسب توقعات البنك الدولي.
المنطقة العربية	2080	انخفاض كمي بنسبة (21%)، وقد يصل لأقصى نقص بحوالي (40%) في الجزائر والمغرب.
الجزائر	2030	انخفاض محاصيل الخضر بنسبة (10%) إلى (30%).
المنطقة العربية	–	في حالة ارتفاع الحرارة بمعدل 3 إلى 4 فإنه الإنتاجية الزراعية العربية ستتأثر بنسبة (23%-35%).
مصر	2050	انخفاض إنتاجية الطماطم (51%)، دوار الشمس (29%)، قصب السكر (25%)، القمح (18%) .... إلخ.
العالم	–	تضخم أسعار المواد الغذائية في الأسواق.
العالم	–	قد يؤدي ارتفاع الحرارة عالميا بمقدار (1.5) إلى ضياع إنتاجية حوالي (72) مليون ساعة عمل كامل الدوام بين (2017 و2030)، خاصة قطاع الزراعة باعتباره أكثر تضررا بتغير المناخ.
البحرين وشمال افريقيا	–	ارتفاع مستوى سطح البحر قد يؤدي إلى ضياع مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية بالسواحل، وكذلك البنى التحتية الخاصة باستيراد وتصدير الأغذية.
دلتا النيل	–	قد يؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر سلبا على (13%) من إجمالي الأراضي، مما يرغم الملايين على الهجرة.
الوطن العربي	–	انتشار بعض الآفات والأمراض التي تمس المحاصيل، كالجراد، اللفحة المتقدمة للإجاص..
تونس	2017-2050	انخفاض انتاج الزيتون بنسبة (50%).
غ.ج.م	–	ارتفاع تكاليف الوصول إلى الوقود والأسمدة، انخفاض التنوع البيولوجي.

MENA: الشرق الأوسط وشمال افريقيا، **غ.ج.م:** دول غرب جنوب البحر الأبيض المتوسط

المصدر: رياض موساوي، رفيق يوسفي، "مساهمة الزراعة الذكية مناخيا في تحقيق الأمن الغذائي في الوطن العربي"، مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي، المجلد 08، الدد 01، 2021، ص 913.

4. تجارب دولية في مجال الزراعة الذكية

1.4 تجربة الإمارات:

تعد الإمارات أول دولة في المنطقة العربية تتجه إلى الزراعة الذكية بهدف تحقيق الاستدامة في الإنتاج الزراعي، وقطعت شوطا كبيرا في تبني الزراعة الذكية مناخيا كجزء من سياسة التنوع الغذائي، والاستخدام الأمثل للموارد، وبناء القدرة على التكييف مع الظروف الجوية الصعبة، تمثل إمارة أبو ظبي نموذجا يحتذى به للمدن الطامحة لتحقيق الاستدامة الزراعية، فقد حققت إنجازات مهمة في تنمية القطاع الزراعي، وتحويل الصحراء إلى

ساحات خضراء ومزارع منتجة، وعملت الإمارات على تجارب زراعية نوعية، وتبنت تقنيات حديثة ذات كفاءة عالية في الزراعة، مثل تقنيات الزراعة المحمية والزراعة المائية والزراعة في بدائل التربة، والتقنيات الحديثة بالري والتحكم بنوعية المياه.

كما قامت بتخصيص 30 مليون دولار على شكل حوافز مالية لشركات التقنيات الزراعية؛ التي تتطلع إلى تأسيس أعمالها أو تنميتها في الإمارة؛ بهدف تعزيز إمكانات وابتكارات التقنيات الزراعية المحلية، وقد اعتمدت الإمارات في ذلك على التكنولوجيا والرقمنة والحلول التقنية مثل الروبوتات وتكنولوجيا الطائرات بدون طيار؛ التي تعمل على رصد المحاصيل وتقييمها، وتصوير الأراضي الزراعية، ورسم الخرائط، وقياس مكونات الهواء، إضافة إلى رش المحاصيل بالمبيدات بشكل سريع وآمن، وإرسال البيانات سريعا إلى البرمجيات لتقوم بتحليلها وتوجيه المزارع إلى تنفيذ الإجراءات بشكل أفضل. (بن شاعة و حضري، 2023، صفحة 230)

إن شروع دولة الإمارات العربية المتحدة في تطبيق الزراعة الذكية كان من خلال اعتمادها على بعض التقنيات الزراعية التي تعتمد على التكنولوجيا العالية، وتتمثل هذه التقنيات في:

- **تقنية الزراعة المائية (بدون تربة):**

تعتبر دولة الإمارات العربية من الدول الرائدة في مجال استدامة الأمن الغذائي، حيث نجحت في توظيف التكنولوجيا المتقدمة في تطوير قطاع الزراعة الرقمي، من خلال زيادة استخدام التكنولوجيا المائية، والتي تعتمد على المياه الغنية بالمغذيات لنمو النباتات من دون تربة، أو بوجود كمية قليلة من التربة وسبب الاهتمام بهذا النوع من التقنيات يعود إلى طبيعة الأراضي الإمارتية التي يغلب عليها الطابع الصحراوي، كما تهدف هذه التقنية إلى المساهمة في المحافظة على موارد المياه المستخدمة في الزراعة ورفع الإنتاجية للوحدة المستخدمة من المياه وخفض كميات الأسمدة المستخدمة والحصول على منتج يحافظ على صحة الإنسان والبيئة، ويتم إدخال تقنية الزراعة المائية (بدون تربة) ضمن المنظومة الزراعية كأسلوب حديث للزراعة، حيث قامت الوزارة بنقلها إلى المزارعين في الدولة وتشجيعهم على استخدامها للمساهمة في تحقيق الأهداف الاستراتيجية للدولة في المحافظة على الموارد الطبيعية والبيئية.

ويتوقع أن تنتج مزارع مدار التي تبلغ مساحتها 7000 متر مربع 365 طنا من الطماطم سنويا، كما تم استهلاك حوالي 14000 طن من طماطم كرم الكرز في دولة الإمارات العربية المتحدة في عام 2019، وبالتالي هناك فرصة في السوق لـ 38 مزرعة مدار في الإمارات العربية المتحدة.

- **استخدام تقنية الانبعاث الضوئي في أبوظبي:**

تعتمد هذه التقنية على أسلوب الزراعة الرأسية من دون تربة أو استخدام مبيدات زراعية، وتختصر الفترة الزمنية لجني المحصول بنسبة كبيرة، إلى جانب نوعيته العالية، من دون أي تغيير في خصائصه الغذائية، وفي الوقت ذاته تعد هذه التقنية صديقة للبيئة لحجم التوفير في الطاقة المستخدمة وإعادة تدوير حتى الكمية القليلة من المياه. وتعمل الدولة على نقل التكنولوجيا العالمية وتدريب المنتجين المحليين وبناء قدرات الكوادر على استخدام التقنيات الحديثة للوصول إلى أعلى معدلات الإنتاج، علاوة على ترشيد استهلاك المياه في إمارة أبوظبي، والهدف من هذا كله هو إدخال مفهوم الزراعة المحمية كثيفة الإنتاج وعالية الكفاءة إلى نظام الزراعة التقليدي الحالي، الأمر الذي سيساهم في تحقيق الاكتفاء الذاتي من خلال زيادة الإنتاج من الخضار، بما يوازي الاستهلاك المحلي

في الوقت الراهن، والتصدير مستقبلا، بالإضافة إلى تشجع رواد الأعمال على الاستثمار في هذا القطاع الناشئ. (نادية ، 2022، الصفحات 56-57)

2.4 تجربة أذربيجان:

بفضل تنفيذ ممارسات زراعية ذكية مناخيًا مستندة إلى تقنيات نووية وتقنيات ذات صلة بالمجال النووي، تمكن باحثون ومزارعون في أذربيجان من زيادة إنتاج محصولهم من القطن بأكثر من الضعف في إطار مشروع تدعمه الوكالة بالشراكة مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، ومن خلال استخدام صنف جديد يدعى "Cotton Super" بالاقتران مع التنفيذ الدقيق لممارسات زراعية ذكية مناخيًا توفر معلومات عن كيفية زيادة الإنتاجية الزراعية على نحو مستدام، حقق المشروع التجريبي زيادة في الإنتاج من المتوسط القُطري البالغ ثلاثة أطنان للهكتار إلى ثمانية أطنان للهكتار.

وقد نُفِّذ المشروع التجريبي في عام 2021 في إطار أحد مشاريع الوكالة للتعاون التقني، وركَّز على وضع مبادئ توجيهية للزراعة الذكية مناخيًا في مجال إنتاج القطن، وتدريب الباحثين والمزارعين التقدميين في أذربيجان على الممارسات الزراعية الذكية مناخيًا، وتصميم التجارب الإيضاحية لتنفيذها في المزارع، وقد استُهل مشروع آخر في عام 2022 يركِّز على تعزيز الأخذ بأفضل الممارسات الزراعية في إدارة التربة والمغذيات والمياه لإنتاج القطن، ويهدف إلى الإسهام في تحسين إنتاجية القطن، بالنظر إلى أنَّ الأرض في أذربيجان معرضة بوجه خاص للتأثر بتغير المناخ وتدهور التربة. وقد ارتفع المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في أذربيجان بما مقداره 0.4 درجة مئوية منذ عام 1991، في حين يشهد البلد أيضاً انخفاضاً في كميات الأمطار وتزايد وتيرة وقوع الظواهر الجوية الشديدة، مثل الفيضانات ونوبات الجفاف والموجات الحارة.

كانت أذربيجان في السابق أحد منتجي القطن ومصدريه الرئيسيين، حيث كان حصادها من القطن يتجاوز 830 000 طن، وهو ما كان يوفِّر ما يصل إلى ربع دخل البلد في ثمانينات القرن الماضي، يبدو أنَّ الانتقال إلى نظام السوق الحر والنمو السريع في صناعات أخرى في التسعينات ساهما في خسارة القطن لدوره الأساسي في اقتصاد أذربيجان، حيث هبط الإنتاج إلى مستوى متدن قياسي يبلغ 31 000 طن في عام 2009.

وأظهرت نتائج المشروع الإمكانات الكبيرة التي تنطوي عليها الممارسات الزراعية الذكية مناخيًّا فيما يتعلق بزيادة الإنتاج الزراعي، وقال محمد زمان، وهو متخصص في مجال علوم التربة في المركز المشترك بين الفاو والوكالة لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة، والمسؤول التقني للمشروع: "بالنظر إلى أنَّ المساحة الإجمالية للمناطق التي تنتج القطن في أذربيجان تبلغ 105 000 هكتار، فإنَّ اعتماد الممارسات الزراعية الذكية مناخيًّا التي وضعتها الوكالة في 10 في المائة من هذه المساحة من شأنه أن يؤدي إلى إنتاج 84 000 طن من القطن مقارنةً بما قدره 31 500 طن، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 166 في المائة مقارنة بالممارسات الزراعية التقليدية". وتابع قائلاً: "إنَّ النجاح الاستثنائي الذي تحقَّق في تطبيق ممارسات الزراعة الذكية مناخيًّا في هذا المشروع يعطي مؤشراً مثيراً للحماس ويبشِّر بآمال عريضة فيما يتعلق بمساعدة أذربيجان على تحقيق زيادة ملحوظة في إنتاجها من القطن ومن ثم إحداث تأثير كبير في اقتصاد أذربيجان". (الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2023، الصفحات 36-37)

3.4 تجربة الكويت:

تعتبر دولة الكويت من الدول الفقيرة في الموارد المائية، وهي ذات مناخ صحراوي جاف، وتعتبر تربتها الرملية من أفقر أنواع التربة وأقلها صالحية للزراعة، فالتربة في الكويت تتصف باحتوائها على نسبة عالية من الرمل قد تصل إلى 95% وتفتقر إلى وجود المواد العضوية والعناصر المغذية الأخرى مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، كما أن قدرتها على الاحتفاظ بالماء قليلة. (جميلة، 2021، صفحة 33)

وبما أن هناك العديد من التحديات التي تواجه الزراعة في الكويت مثل أن معظم الرتبة في الكويت غير صالحة للزراعة ونقص العاملة الزراعية وتدن إنتاجيتها، ومشاكل الهدر في الإنتاج، ومشاكل خاصة بالإنتاج الحيواني، لجأت الكويت إلى توظيف الأبحاث العلمية والتقنيات الحديثة في الزراعة ومنها الزراعة وهي النهج الذي يساعد على توجيه الذكية مناخي الإجراءات اللازمة لتحويل النظم الزراعية وإعادة توجيهها لدعم التنمية بصورة فعالة وضمان الأمن الغذائي في وجود مناخ متغير. (جميلة، 2021، صفحة 34)

ومن أبرز المشاريع لهذا البرنامج ما يلي: (جميلة، 2021، الصفحات 35-36)

- **تقنية الصناديق الزراعية (نظام إنتاج زراعي متطور):**

تقنية الصناديق الزراعية – التي طورها الباحثون العاملون في برنامج الزراعة والنظم البيئية الصحراوية – هي تقنية جديدة، وصديقة للبيئة، وتحافظ على كفاءة المياه، وذات جدوى اقتصادية، حيث تتبنى طريقة الزراعة بدون تربة وخاصة في المناطق القاحلة وتسمح هذه التقنية بإعادة استخدام كل من: بيئة الإنماء، والوعاء الذي تتم فيه الزراعة . لإنتاج محاصيل أخرى لعدة مرات، وبذلك يتم تقليص العاملة والوقت. ويسهم ذلك في تقليص تكاليف الإنتاج بصورة كبيرة، وتعزيز ربحية الزراعة المحمية في الكويت واستدامتها.

- **مصنع نباتات بيئية متحكم فيه (حلول متقدمة للغاية لمشكلة متفاقمة):**

قام برنامج الزراعة والنظم البيئية الصحراوية – بالتعاون مع جامعة غويلف في كندا – بتصميم وبناء واختبار نظام إنتاج للزراعة المنجزة لمواجهة تحديات الأمن الغذائي التي تواجهها الكويت. وقد أسفر هذا التعاون عن تطوير نظام إنماء نباتات مراقب مراقبة تامة ويحتوي على عدة حدائق، ويستخدم أحدث أنواع التكنولوجيا في الصناعة بما فيها الإضاءة باستخدام الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED)، وإدارة مغذيات الزراعة المائية، وأنظمة التحكم عن بعد، التي تمكن من إنتاج الغذاء في أقسى البيئات، وقد تم تصميم هذا المشروع – بصفة خاصة – لمواجهة بعض الأمور الملحة التي تؤرق القائمين على عملية إدارة الطعام في الكويت، مثل الاستهلاك المكثف للموارد، ونقل الطعام من مسافات بعيدة، والأمن الغذائي

- **نظام قائم على الري بالخاصية الشعرية (تقنية ري مبتكرة):**

النظام الذي يعتمد على الري بالخاصية الشعرية هو نظام صديق للبيئة، بتقنية الإنتاج الزراعي المغلق بدون تربة، فهو نظام يبرش بوجود إمكانية كبيرة لزراعة نباتات زينة، وبعض الخضراوات المختارة التي تدر دخلا كبيرا للكويت، ويستخدم هذا النظام فتيلة شعرية توضع تحت النبات وتعمل على سحب المياه إلى الأعلى في وعاء النبات، بحيث تعمل على ترطيب جذوره، كما أن لهذا النظام سطحا عاكسا يسمح بطرد الحشرات بدون استخدام المبيدات الحشرية الضارة، ويعتبر هذا النظام تقنية بسيطة وصديقة للبيئة وطريقة بديلة لإنتاج النباتات الملائمة للبيئة الكويتية، مع إمكانية تعزيز التنمية المستدامة للاقتصاد الزراعي في الكويت.

5.خلاصة

في نهاية هذه الدراسة، نتجلى أهمية الزراعة الذكية مناخيا وذلك في ظل التغيرات المناخية التي يعاني منها العالم ككل والدول النامية خاصة، والذي يظهر بوضوح من خلال تفاقم ظاهرتي الجفاف وقلة تساقط الأمطار إضافة إلى ارتفاع درجات الحرارة؛ إن هذه العوامل المناخية تأثر وبشكل مباشر على القدرة الإنتاجية للقطاع الزراعي، وبالتالي فإن اعتماد نهج الزراعة الذكية ضرورة تمليها التغيرات المناخية والأوضاع الغذائية العالمية، لذلك لابد من جملة من الممارسات الضرورية للتأقلم في ظل ظروف معينة ناتجة عن تغير المناخ ووفقا للمعطيات والإمكانيات المتاحة لكل اقتصاد، وقد تم التوصل إلى **النتائج** التالية:

- تعد الزراعة الذكية مناخيا طريقة لتحقيق التنمية المستدامة وكذا أهداف الاقتصاد الأخضر كتوفير الغذاء والمساهمة في الحفاظ على الموارد الطبيعية؛
- تقوم الزراعة الذكية على ثلاث ركائز أساسية موضحة كالتالي: الإنتاجية، التكييف أو المرونة، خفض الانبعاث؛
- تعد الإمارات أول دولة في المنطقة العربية تتجه إلى الزراعة الذكية بهدف تحقيق الاستدامة في الإنتاج الزراعي، وذلك من خلال اعتمادها على بعض التقنيات الزراعية التي تعتمد على التكنولوجيا العالية كتقنية الزراعة المائية (بدون تربة)، وتقنية الانبعاث الضوئي؛
- تعتبر أذربيجان من الدول التي سارت نحو تطبيق تقنية الزراعة الذكية، حيث تمكن باحثون ومزارعون في أذربيجان من زيادة إنتاج محصولهم من القطن بأكثر من الضعف في إطار مشروع تدعمه الوكالة بالشراكة مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، وحقق المشروع التجريبي زيادة في الإنتاج من المتوسط القُطري البالغ ثلاثة أطنان للهكتار إلى ثمانية أطنان للهكتار.

وفي الأخير يمكن صياغة بعض **التوصيات** على النحو التالي:

- ادخال التقنيات الحديثة والاستفادة من الخبرات العالمية؛
- تقديم الخدمات التي ترفع من أداء الإنتاج الزراعي وتنعكس على الإنتاجية الزراعية وتشمل دورات تطبيقية وعملية وتقنيات جديدة وتطوير القدرات؛
- تباع أنظمة زراعية جديدة وذلك تماشيا مع التغيرات المناخية التي تعاني منها العديد من الدول في العالم وتهيئة الحوافز لضمان تبني الممارسات المناخية الذكية للزراعة؛
- صياغة تشريعات وقوانين تساهم في تطوير وتأسيس البين التحتية اللازمة لتطبيقات الزراعة الذكية؛
- الاستفادة من تجارب الدول الأخرى في كيفية التأقلم مع تأثيرات التغير المناخي وتبني سياستها، وخاصة في دور الزراعة الذكية مناخيا والزراعة النظيفة والاقتصاد الأخضر، لما له من تأثير إيجابي على سلامة الغذاء والبيئة وعلى الأمن الغذائي بصورة خاصة.

قائمة المراجع:

الوكالة الدولية للطاقة الذرية .(2023) .الزراعة الذكية مناخيا تبشر بتحسين إنتاجية القطن في أذربيجان .مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

بن شاعة , ن & .,حضري, د .(2023) .الزراعة الذكية ومتطلبات تطبيقها لتحقيق استدامة الأمن الغذائي في الدول العربية .مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، 19.(31)

بن موسى, م., قمان, ع & .,شهاب, إ .(2022) .نحو تعميم الزراعة الذكية مناخيا في سبيل تحقيق الأمن الغذائي: أدلة من تجارب بعض الدول الإفريقية .مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، 18.(28)

جميلة, ع .(2021) .الكويت والزراعة الذكية .المجلة العربية العلمية للفتيان، .(36)

حدادة علي . (دائرة البحوث الاقتصادية اتحاد الغرف العربية). الزراعة الذكية ومجالات تطبيقها في العالم العربي. 2018.

سوداني نادية . (2022). التحول إلى الزراعة الرقمية في دولة الإمارات العربية المتحدة تجربة زراعة الأرز في صحراء الشارقة خلال الفترة 2019–2021. مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، 06(02).

عائشة بوثلجة . (2020). أهمية الزراعة الذكية في ظل تغير المناخ. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، 16(23).

غدامسي عائشة . (2018). الزراعة الذكية مناخيا وتغير المناخ. مجلة اقتصاد المال والأعمال، 03(02).

لجنة الأمن الغذائي العالمي .(2003) .تأثير تغير المناخ على الأمن الغذائي وانعكاسه على الإنتاج الغذائي المستدام .منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، الدورة التاسعة والعشرون.

مقيمح صبري ، رمضان ايمان، و هرموش ايمان . (2020). الزراعة الذكية مناخيا لمواجهة أثر التغيرات المناخية على التنمية الزراعية بالجزائر. مجلة اقتصاد المال والأعمال، 05(01).

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .(2016) .المناخ يتغير، الأغذية والزراعة أيضا.

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة) .تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة .(استراتيجية منظمة الأغذية والزراعة الخاصة بتغير المناخ 2022–2031.2023 .

مولات فاطمي ، و محمد جميل مراد بودية . (2022). الزراعة الذكية كبديل استراتيجي لمواجهة التغيرات المناخية وتحقيق التنمية المستدامة. مجلة الوراثة والتنوع البيولوجي، 6(3).