التكنولوجيا الزراعية ودورها في حل أزمة الغذاء العالمية –تجارب دولية–

Agricultural technology and its role in solving the global food crisis - international experiences-

سهيلة قطاف[1] *

[1] جامعة محمد البشير الإبراهيمي –برج بوعريريج– (الجزائر)، مخبر الدراسات والبحوث في التنمية الريفية، souhaila.guettaf@univ-bba.dz

تاريخ الاستلام: 2025/11/27 ؛ **تاريخ المراجعة**: 2025/11/30؛ **تاريخ النشر**: 2025/12/31

ملخص: تهدف هذه الورقة البحثية إلى دراسة التكنولوجيا الزراعية وكيف لها أن تشكل أداة استراتيجية لحل أزمة الغذاء العالمية، بالاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال التطرق أولا إلى أدبيات الدراسة والمتعلقة بأزمة الغذاء والتكنولوجيا الزراعية، ثم التطرق إلى دور التكنولوجيا في تحسين الإنتاج وكذا دور هذه التكنولوجيا على أبعاد الأمن الغذائي، ثم تم عرض بعض التجارب الدولية التي تبنت هذا النوع من التكنولوجيا.

وقد تم التوصل من خلال التجارب الدولية أن التكنولوجيا الزراعية تمثل ركيزة أساسية في مواجهة أزمة الغذاء العالمية من خلال رفع الإنتاجية وتقليل الهدر في الموارد. فقد ساهمت الزراعة الذكية مناخيا والري بالتنقيط والاستشعار عن بعد في تحسين كفاءة استخدام المياه والتربة .كما أدت الرقمنة الزراعية إلى تعزيز الأمن الغذائي، وتؤكد النتائج أن الاستثمار في الابتكار الزراعي هو السبيل الأنجع لتحقيق استدامة الإنتاج وضمان توافر الغذاء عالميا.

الكلمات المفتاح: أزمة غذاء؛ تكنولوجيا زراعية؛ الأمن الغذائي؛ زراعة مبتكرة.

تصنيف JEL: Q18؛ O33؛ Q16

Abstract: This research paper aims to study agricultural technology and how it can serve as a strategic tool to address the global food crisis, relying on the descriptive-analytical approach. It first explores the literature related to the food crisis and agricultural technology, then examines the role of technology in improving production as well as its impact on the dimensions of food security. The paper also presents some international experiences that have adopted this type of technology.

Findings from these international experiences reveal that agricultural technology constitutes a fundamental pillar in addressing the global food crisis by increasing productivity and reducing resource waste. Climate-smart agriculture, drip irrigation, and remote sensing have contributed to improving the efficiency of water and soil use. Moreover, digital agriculture has enhanced food security, and the results confirm that investment in agricultural innovation is the most effective path to achieving sustainable production and ensuring global food availability.

Keywords: Food Crisis; Agricultural Technology; Food Security; Innovative Agriculture

Jel Classification Codes: Q18; O33; Q16.

I– تمهيد:

في العقود الأخيرة شهد العالم تحديات في مجال الأمن الغذائي، نتيجة لتشابك عوامل معقدة أبرزها النمو السكاني السريع وتدهور الموارد الطبيعية والتغيرات المناخية، إضافة إلى النزاعات الجيوسياسية وسلاسل الإمداد المضطربة.

ففي ظل تضافر هذه الظروف أصبحت مسألة الغذاء لا تقتصر في بعدها الإنتاجي فحسب، بل تمثل إشكالية عالمية تتقاطع فيها أبعاد التنمية المستدامة والتكنولوجيا والسياسات الاقتصادية والعدالة الاجتماعية. فأمام هذه التحديات برز تحدّ جديد يتمثل في التكنولوجيا الزراعية التي أصبحت تمثل أحد أكثر الحلول الواعدة لتجاوز أزمة الغذاء العالمية، ليس بوصفها مجرد أدوات تقنية بل كنموذج يغيّر طريقة التفكير في الإنتاج والاستهلاك والحوكمة الزراعية.

لقد أفرزت التكنولوجيا من خلال الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والطائرات المسيّرة، وتقنيات الاستشعار عن بعد، والزراعة الدقيقة فرصا لتحسين إنتاجية الأراضي، وترشيد استخدام الموارد المائية وتقليص الفاقد الغذائي وتعزيز القدرة التنبؤية للأزمات. ومع ذلك، فإن تأثير هذه التكنولوجيا لا يزال متفاوتا بين الدول، إذ تتسع الفجوة الرقمية والغذائية بين الشمال والجنوب، وبين الحيازات الكبرى والصغرى. ومن هنا، تبرز الحاجة إلى فهم علمي دقيق لكيفية تفعيل التكنولوجيا الزراعية كآلية استراتيجية لمعالجة أزمة الغذاء على نطاق عالمي، مع استحضار المحددات البيئية والاقتصادية والاجتماعية التي تحكم نجاحها. مما سبق يمكن طرح الإشكالية التالية:

كيف يمكن للتكنولوجيا الزراعية أن تشكل أداة استراتيجية لحل أزمة الغذاء العالمية؟

I.1– الأسئلة الفرعية:

تتفرع عن الإشكالية الرئيسية التساؤلات الفرعية التالية:

- ما هي أبرز مظاهر التحول التكنولوجي في القطاع الزراعي؟
- كيف تسهم الابتكارات الرقمية في تعزيز الأمن الغذائي؟
- ما هي التحديات التي تحد من استخدام التكنولوجيا الزراعية؟

I.2– الفرضيات:

للإجابة على الإشكالية السابقة والأسئلة الفرعية ننطلق من الفرضيات التالية:

- تمثل التكنولوجيا الزراعية الرقمية عاملا مهما في رفع الإنتاجية وتحسين استدامة الأنظمة الغذائية العالمية.
- لا يمكن تحقيق أثر فعلي للتكنولوجيا الزراعية ما لم تقترن بسياسات ابتكار وتمويل وحوكمة رقمية عادلة وشاملة.
- التغير المناخي يشكل متغيرا مهما يؤثر على كفاءة التكنولوجيا الزراعية في تحقيق الأمن الغذائي.

I.3– أهمية الدراسة:

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تجمع بين بعدين متداخلين الأول معرفي نظري يرتبط بتجديد فهمنا لمفهوم الأمن الغذائي في عصر التكنولوجيا، والثاني عملي تطبيقي يتعلق بكيفية استخدام التكنولوجيا في الزراعة كوسيلة لمواجهة أكبر تحدٍّ يواجه البشرية في القرن الحادي والعشرين، وهو إطعام سكان العالم بطريقة مستدامة بيئيا واقتصاديا.

I.4– الهدف من الدراسة:

يتمثل هدف الدراسة في تحليل دور التكنولوجيا الزراعية في حل أزمة الغذاء العالمية، من خلال إبراز علاقات التأثير المتبادلة بين الابتكار الرقمي والسياسات الزراعية والأمن الغذائي، مع التركيز على تأثير التكنولوجيا الزراعية على كل بعد من أبعاد الأمن الغذائي الأربعة.

II – التأصيل النظري لمتغيرات الدراسة:

يمكن إعطاء مفهوم لكل من أزمة الغذاء والتكنولوجيا الزراعية باعتبارهم متغيري الدراسة.

II.1– مفهوم أزمة الغذاء:

يشير برنامج الأغذية العالمي (WEP) ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) إلى أن أزمة الغذاء تتمثل في حالة من انعدام الأمن الغذائي الحاد والتي تهدد الأرواح وتفوق قدرة المجتمعات المحلية على الاعتماد على مواردها الذاتية، ما يستدعي تدخلات عاجلة. أي هي الوضع الذي يعاني فيه عدد كبير من السكان من نقص مزمن أو حاد في توفر الغذاء، أو غير قادرين على الوصول إليه اقتصاديا أو جغرافيا، مما يؤدي إلى تدهور الحالة التغذوية وتهديد الأمن الغذائي.(Reters, 2025)

إن أزمة الغذاء العالمية ناتجة عن تداخل مجموعة من العوامل المتشابكة التي تزيد من هشاشة أنظمة الأمن الغذائي، هذه العوامل تتمثل أساسا في:(Sagit Barel Shaked & Erez Buda, 2025, p.13)

- **التغير المناخي**: والذي يعدّ من أحد العوامل البارزة التي أدت إلى اضطرابات في أنماط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، مما يؤثر سلبا على الإنتاج الزراعي في مناطق عديدة، خصوصا إفريقيا وآسيا؛
- **تدهور التربة ونقص المياه**: الناتج عن الإفراط في الاستغلال الزراعي والتصحر مما يقلل من المساحات الصالحة للزراعة ويؤثر على إنتاجية المحاصيل؛
- **الكوارث الطبيعية**: مثل الفيضانات والجفاف وحرائق الغابات أصبحت أكثر تواترا مهددة الأمن الغذائي على المدى القصير والمتوسط؛
- **ارتفاع أسعار المواد الغذائية والأسمدة والطاقة**: إن ارتفاع هذه العناصر على المستوى العالمي زاد من تكلفة الإنتاج والنقل وبالتالي من أسعار الغذاء؛
- **ضعف سلاسل التوريد العالمية**: والتي تضررت بشكل كبير خلال جائحة كوفيد–19، ما تسبب في اضطراب حركة السلع الزراعية والمواد الأساسية؛
- **المضاربات في الأسواق العالمية**: حيث تحوّل الغذاء إلى سلعة مالية خاضعة للمضاربة، مما يؤدي إلى تقلبات غير مبررة في الأسعار؛
- **الحروب والصراعات المسلحة** مثل الأزمة الأوكرانية، التي أثرت على صادرات القمح والزيوت والحبوب، وأحدثت نقصا في الإمدادات العالمية؛
- **الاضطرابات السياسية وعدم الاستقرار**: خاصة في الدول المنتجة للغذاء، ما يعطل السياسات الزراعية طويلة المدى؛
- **العقوبات الاقتصادية**: التي تفرضها بعض القوى الكبرى، وتؤثر على حركة السلع والأسمدة في الأسواق الدولية؛
- **النمو السكاني السريع**: الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على الغذاء بشكل يفوق نمو الإنتاج الزراعي؛
- **الفقر وعدم المساواة**: هذا سيؤدي حتما إلى صعوبة الوصول إلى الموارد الزراعية والأسواق، مما يحرم فئات واسعة من تأمين غذائها الكافي؛
- **الهجرة الريفية نحو المدن**: التي تقلل من اليد العاملة الزراعية وتؤدي إلى إهمال الأراضي الزراعية؛
- **الفجوة الرقمية الزراعية** بين الدول المتقدمة والنامية، حيث ما تزال الأخيرة متأخرة في تبني التكنولوجيا الزراعية؛
- **ضعف نظم الحوكمة والسياسات الزراعية** في العديد من الدول، ما يحد من كفاءة إدارة الموارد وتحقيق الأمن الغذائي المستدام.

II.2– مفهوم التكنولوجيا الزراعية:

إن التقنيات الحديثة المستخدمة في مجال الزراعة تعتبر حجرة أساس في تطوير هذا القطاع المهم، فمع تزايد عدد السكان وتغير المناخ، ظهرت الحاجة الملحة إلى تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي لمواجهة التحديات المتزايدة. فهذه التقنيات الحديثة المستخدمة في هذا المجال تعتمد على استراتيجيات مبتكرة تهدف إلى تعزيز القدرة الإنتاجية مع الحفاظ على جودة المحاصيل واستدامة الموارد.

كانت الزراعة تعتمد على الأساليب التقليدية التي قد تتسم بالبطء في الاستخدام وعدم الكفاءة. ومع ذلك، شجعت الابتكارات التكنولوجية على الانتقال من تلك الأساليب إلى استخدام تقنيات أكثر تقدما، تشمل هذه التقنيات الزراعة الدقيقة، استخدام الطائرات بدون طيار لمراقبة المحاصيل، بالإضافة إلى أنظمة الري الذكية. هذه الأدوات تعمل على تحسين إدارة الموارد وتقليل الفاقد، مما يؤدي في النهاية إلى زيادة العائدات الزراعية.

تعد التكنولوجيا الزراعية أساسية لمواجهة التحديات الاقتصادية والبيئية. فعن طريق تطبيق التقنيات الحديثة في الزراعة، يمكن للدول تعزيز الأمن الغذائي وزيادة تنافسيتها على الصعيدين المحلي والدولي. إن الابتكار في هذا القطاع لا يساهم فقط في زيادة الإنتاجية، بل يسهم أيضا في تقليل الأثر البيئي الناجم عن العمليات الزراعية التقليدية.

III– أنواع التكنولوجيا الزراعية:

تشمل التكنولوجيا الزراعية مجموعة من الأدوات والتقنيات التي أحدثت تحولا في طريقة إنتاج الغذاء، ومن أبرز أنواعها:

III.1– الزراعة الدقيقة:

هي عبارة عن أسلوب هدفه تطوير وتحسين منظومة الزراعة وهي تعتمد على الوسائل والآليات الزراعية الحديثة التي من شأنها زيادة الإنتاجية والجودة دون استنزاف الموارد الطبيعية مثل نظام الممارسات الزراعية الجيدة، ونظم الزراعة الحيوية والعضوية التي بدورها تعتمد على التسميد الحيوي والعضوي لتحسين الأراضي الزراعية والموارد الطبيعية للأراضي، وكذلك تحسين نوعية المنتج الزراعي النهائي.

أ. **أهمية الزراعة الدقيقة:** تكمن أهمية الزراعة الدقيقة في: (plants, 2025)

- **زيادة الإنتاجية:** من خلال تحليل البيانات الدقيقة المتعلقة بالتربة والنباتات، يمكن تحسين توقيت الزراعة والري والتسميد، مما يؤدي إلى زيادة إنتاجية المحاصيل؛
- **توفير الموارد:** تساعد الزراعة الدقيقة في استخدام الموارد مثل المياه والأسمدة بشكل أكثر فعالية، مما يقلل من الهدر ويخفض التكاليف؛
- **تحسين جودة المحاصيل:** تتيح التقنيات الحديثة مراقبة صحة النبات بشكل دقيق، مما يساعد في تحسين جودة المحاصيل وزيادة العوائد؛
- **الكشف المبكر عن المشاكل:** يمكن اكتشاف الأمراض والآفات ونقص المغذيات في مراحلها المبكرة، مما يسمح باتخاذ إجراءات سريعة للحد من الضرر؛
- **الاستدامة البيئية:** من خلال تحسين استخدام الموارد وتقليل التأثير البيئي للزراعة، تساهم الزراعة الدقيقة في تحقيق الاستدامة البيئية.

ب. **تقنيات الزراعة الدقيقة:** يعتمد التنفيذ الفعال للزراعة الدقيقة على العديد من الأدوات المبتكرة تتمثل في:

- **أجهزة الاستشعار:** تحتوي هذه الأجهزة على مجموعة واسعة من الأدوات التي تستعمل لمراقبة وقياس مختلف العوامل البيئية والزراعية، تعمل هذه الأجهزة على جمع بيانات آنية حول مجموعة من المتغيرات مثل الرطوبة، ونوعية التربة، ودرجة الحرارة وكذا نمو المحاصيل؛
- **نظم المعلومات الجغرافية (GIS):** تستخدم هذه النظم لجمع وتحليل البيانات؛
- **الأقمار الصناعية:** هي وسيلة لتتبع مسار الجرارات والعربات الزراعية، يتم ربطها بنظام تحديد الموقع لتمكين السائقين لهذه المركبات من تحديد احداثيات الحقل، حيث أسهمت هذه التقنية في تقليل الهدر من البذور والسماد والوقود، ضف إلى ذلك تقليل الوقت المستغرق في عملية الزراعة.

III.2– الزراعة المائية:

إن أول ظهور للزراعة المائية كان في حدائق بابل المعلقة، والحدائق العائمة لحضارة الأزتيك في المكسيك وحدائق الصينيين، على الرغم من عدم الإشارة إليها على أنها كذلك. حتى السجلات المكتوبة باللغة الهيروغليفية التي تعود إلى مئات السنوات قبل الميلاد تشير إلى

أن قدماء المصريين استخدموا تقنيات الزراعة المائية لزراعة النباتات من دون الحاجة إلى التربة، باستخدام الأملاح المعدنية الذائبة في المياه لزراعة الخضراوات والخضراوات الورقية، بدلا من اتباع أساليب الزراعة التقليدية التي نعرفها اليوم. (مشاتلة، 2023، ص7)

ويمكن تعريف الزراعية المائية على أنها مجموعة من الأنظمة والطرق الزراعية القاسم المشترك بينها أن النبات يأخذ المواد المغذية من الماء عوضا من أخذها من التربة.

أ. **أهمية الزراعة المائية:** للزراعة المائية أهمية كبيرة لما لها من قدرة على زيادة الإنتاجية من خلال إنتاج محاصيل أكثر جودة مقارنة بالزراعة التقليدية، حيث يتم توفير العناصر الغذائية مباشرة للنباتات، وترشيد استهلاك المياه بشكل كبير لأنه يتم إعادة تدوير المياه وتقليل الفاقد منها، كذلك يتم التغلب على تحديد نوع التربة الصالح لكل نوع من الزراعات خاصة إذا كانت هناك مشاكل في التربة أو ظروف جوية قاسية، وبالتالي المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي.

ب. **آفاق الزراعة المائية:** إن هذه التكنولوجيا الجديدة يمكن أن تساعد البشرية على محاربة الجوع، وتوفير كميات أكبر من الغذاء، حيث يمكننا الآن شراء أجهزة الزراعة المائية لاستخدامها في المنازل، فلم يعد هناك حاجة لشراء الأراضي الزراعية باهضة الثمن، أو استهلاك كميات كبيرة من المياه كما هو الحال في الزراعة المروية، أو انتظار هطول الأمطار كما هو الحال لدى أغلب المزارعين في العالم الذين يعتمدون على مياه الأمطار لإنتاج محاصيلهم. حيث تعتبر أوروبا هي الرائدة في هذا المجال حاليا، وكذلك السوق الأميركية واعدة جدا، وكذلك الحال في دول شرق آسيا، بل إنه يتوقع أن تصبح البلدان الآسيوية مثل الصين وسنغافورة هي سوق النمو التالي في استخدام تقنيات الزراعة المائية في الإنتاج الغذائي لكفاية متطلبات شعوبها المتزايدة للطعام. (سناجلة، 2021)

III.3– الروبوتات الزراعية:

في إطار التحول الرقمي الذي يشهده القطاع الزراعي، تبرز الروبوتات الزراعية كأحد أهم مظاهر الأتمتة الحديثة في المجال، وتعرف هذه الروبوتات بأنها آلات ذكية مؤتمتة صممت لأداء مهام متعددة في العمليات الزراعية، مثل الزراعة، وإزالة الأعشاب، والحصاد، والرش. وتستند في عملها إلى مجموعة من التقنيات المتقدمة، من بينها الذكاء الاصطناعي، ونظام تحديد المواقع العالمي، وأجهزة الاستشعار، ما يمكنها من تنفيذ المهام بدقة وفعالية أعلى مقارنة بالوسائل التقليدية. (Robert sparrow & Howard mark, 2020, p3)

III.4– المحاصيل المعدلة وراثيا:

تقنية التعديل الوراثي (GM) تتيح نقل الجينات المسؤولة عن صفات محددة بين الأنواع المختلفة باستخدام تقنيات مخبرية. حيث تم إدخال المحاصيل المعدلة وراثيا لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية في منتصف تسعينيات القرن الماضي. وتعد معظم المحاصيل المعدلة وراثيا المزروعة حاليا في الولايات المتحدة مصممة لمقاومة الحشرات أو لتحمّل مبيدات الأعشاب. وتعتبر الذرة وفول الصويا والقطن من بين أكبر المحاصيل المعدلة وراثيا من حيث المساحة المزروعة (P.Byrne, 2014) استخدمت هذه التقنية من أجل تعزيز القيمة الغذائية للمحاصيل، وزيادة قدرتها على تحمّل الضغوط البيئية، ومقاومة الأمراض، وتحسين كفاءة إنتاج الوقود الحيوي، والمساهمة في معالجة المواقع الملوثة وذلك من أجل زيادة الإنتاجية

IV– دور التكنولوجيا في تحسين الإنتاجية الزراعية:

أصبحت الزراعة قطاعا حيويا يساهم في تحقيق الأمن الغذائي ودعم رفاهية الإنسان. وفي ظل الضغوط العالمية مثل النمو السكاني السريع وتغير المناخ المتزايد، تبرز الحاجة إلى زيادة الإنتاجية الزراعية كأمر بالغ الأهمية. وفي هذا السياق، تلعب التكنولوجيا دورا رئيسيا في مواجهة هذه التحديات وفتح آفاق جديدة لزيادة كفاءة وإنتاجية القطاع الزراعي .

لقد أدت التطورات في تكنولوجيا المعلومات وأجهزة الاستشعار والروبوتات والذكاء الاصطناعي إلى تحول كبير في الطريقة التي ندير بها العمليات الزراعية. فتطبيق هذه التكنولوجيا أعطى حلولا مبتكرة لزيادة غلة المحاصيل، وتحسين استخدام الموارد، وتعزيز قدرة الزراعة على التكيف مع التغيرات البيئية.

IV.1– مقارنة الإنتاج قبل وبعد استخدام التكنولوجيا الزراعية:

شهد القطاع الزراعي عبر العالم وخصوصا في الدول النامية تحولا جذريا نتيجة إدماج التكنولوجيا الحديثة في مختلف مراحل الإنتاج.

فقبل استخدام التكنولوجيا كان الإنتاج يعتمد أساسا على الطرق التقليدية مثل الحرث اليدوي، السقي العشوائي واستخدام البذور المحلية مما أدى إلى انخفاض الغلال وارتفاع التكاليف وتذبذب الإنتاج بسبب العوامل المناخية. فعلى سبيل المثال كانت إنتاجية القمح في كثير من البلدان الإفريقية لا تتجاوز 1.2طن للهكتار في التسعينات، بينما ارتفعت إلى أكثر من 3أطنان للهكتار بعد إدخال المكننة وأنظمة الري بالتنقيط. (FAO, 2021)

بعد اعتماد التكنولوجيا الزراعية تحسن مستوى الإنتاج كما ونوعا، إذ أصبحت العمليات الزراعية أكثر كفاءة ودقة، وتم تقليص الهدر المائي بنسبة تتراوح بين 30و50 %في بعض المناطق (Bank, 2020)

كما ساهمت التطبيقات الذكية والمنصات الرقمية في تحسين اتخاذ القرار الفلاحي وتوقع المخاطر، مما زاد من استقرار الإنتاج وتنوع المحاصيل.

من الناحية الاقتصادية أدى إدماج التكنولوجيا إلى خفض تكاليف الإنتاج ورفع العائد الصافي للمزارعين، أما من الناحية البيئية فقد تم تسجيل تحسن في كفاءة استخدام الموارد الطبيعية وتقليص الأثر البيئي للأنشطة الزراعية، بفضل الانتقال إلى الزراعة المستدامة المدعومة بالابتكار التقني.

IV.2– سبل الاستفادة من التكنولوجيا الزراعية:

تعتبر التكنولوجيا الزراعية من أهم الأدوات الحديثة التي تسهم في رفع كفاءة الإنتاج وتحقيق التنمية الزراعية المستدامة، إذ تمثل وسيلة فعالة لتحسين استخدام الموارد الطبيعية وزيادة الإنتاجية في ظل التحديات المناخية والاقتصادية المتزايدة. ويمكن الاستفادة من التكنولوجيا الزراعية عبر عدة سبل مترابطة، تبدأ من إدماج المكننة والرقمنة في مختلف مراحل الإنتاج، مرورا بتطبيق الزراعة الدقيقة التي تعتمد على بيانات الاستشعار ونظم المعلومات الجغرافي لتوجيه القرارات الزراعية وتحسين كفاءة استخدام المدخلات الزراعية مثل المياه والأسمدة والمبيدات.

كما أن أنظمة الري الذكية المعتمدة على أجهزة الاستشعار والتحكم الآلي تمكن من ترشيد استهلاك المياه مقارنة بالطرق التقليدية، وهو ما يعد عاملا حاسما في المناطق الجافة وشبه الجافة.

إضافة إلى ذلك، تمثل الابتكارات البيوتكنولوجية مجالا مهما للاستفادة من التكنولوجيا الزراعية، من خلال تطوير أصناف نباتية مقاومة للأمراض والجفاف، ما يؤدي إلى استقرار الإنتاج وزيادة مردودية الأراضي الهامشية كما أصبح استخدام الطائرات المسيّرة والاستشعار عن بعد أداة رئيسية لمراقبة صحة النباتات والتربة، والتدخل السريع في حال ظهور مؤشرات الإجهاد أو الإصابة، مما يقلل الخسائر ويحسن جودة المنتوج.

كذلك تساهم المنصات الرقمية والتطبيقات الذكية في ربط المزارعين بالأسواق ومزودي الخدمات الزراعية والمالية، مما يرفع مستوى الشفافية ويقلل من الوسطاء. كما تمكّن تحليلات البيانات الكبيرة من بناء نماذج تنبؤية دقيقة حول الإنتاج والأسعار والمخاطر ما يعزز من قدرة صانعي القرار على وضع سياسات زراعية قائمة على الأدلة.

إنّ تعميم الاستفادة من هذه التقنيات يتطلب إصلاحات مؤسسية تهدف إلى تعزيز الابتكار الزراعي، وتطوير البنية التحتية الرقمية في الأرياف، وتكوين الموارد البشرية القادرة على التعامل مع التقنيات الحديثة. فالتكنولوجيا الزراعية ليست مجرد أدوات ميكانيكية أو رقمية، بل هي منظومة متكاملة من المعارف والتطبيقات التي يمكن أن تحول الزراعة التقليدية إلى زراعة ذكية، منتجة ومستدامة في آن واحد.

V التكنولوجيا الزراعية والأمن الغذائي:

تعتبر التكنولوجيا الحديثة في الزراعة ركيزة أساسية في تطوير هذا القطاع الحيوي، خاصة مع تزايد عدد السكان وتغير المناخ، ظهرت الحاجة الملحة إلى تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي لمواجهة التحديات المتزايدة. تعتمد هذه التكنولوجيا على استراتيجيات مبتكرة تهدف إلى تعزيز القدرة الإنتاجية مع الحفاظ على جودة المحاصيل واستدامة الموارد ومنه تعزيز الأمن الغذائي للدول.

V.1– تعريف الأمن الغذائي: يمكن تعريف الأمن الغذائي على أنّه:

" الحالة التي يتمتع فيها جميع الناس، وفي جميع الأوقات، بإمكانية الوصول المادي والاقتصادي إلى غذاء كاف وآمن ومغذ لتلبية احتياجاتهم الغذائية وتفضيلاتهم الغذائية لحياة نشطة وصحية".(FAO, 2006)

" من المحددات الأساسية للصحة العامة، ويتحقق عندما يكون الغذاء متوفرا، ويمكن الوصول إليه، ويستهلك بطريقة صحية تضمن تغذية كافية ومستدامة".(WHO, 2015)

" الوضع الذي يستطيع فيه الناس في جميع الأوقات الحصول على ما يكفي من الغذاء الآمن والمغذي للتمتع بحياة صحية ونشطة". (WFP, 2022)

V.2– تأثير التكنولوجيا على عناصر الأمن الغذائي: تعد التكنولوجيا من أبرز العوامل المعززة للأمن الغذائي، إذ تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على عناصره الأربعة التوافر، الوصول، الاستخدام، والاستقرار.

أ. **التأثير على عنصر التوافر**: إن التقدم التكنولوجي يساهم في زيادة الغذاء عن طريق تحسين كفاءة استخدام الموارد، وتطوير أساليب الزراعة الذكية كما يتم الاستفادة من تحليل البيانات الضخمة واستعمال الطائرات دون طيار، تؤدي هذه الابتكارات إلى زيادة الإنتاجية الزراعية مع تقليل الخسائر في مراحل الإنتاج. (wolfert Sjaak, Lan Ge, Cor Verdouw, & Marc-Jeroen Bogaardt, 2017, p73)

ب. **التأثير على عنصر الوصول إلى الغذاء**: إن استخدام التكنولوجيا في المجال الزراعي يوفر حلولا رقمية لتحسن سلاسل الإمداد والتموين، كما يساعد على خفض تكلفة النقل والتوزيع، مما يساعد على تقليص الفجوة بين مختلف المناطق الحضرية والريفية. كذلك استخدام التطبيقات الذكية والتسويق الالكتروني يتيح للمزارعين بيع منتجاتهم مباشرة للمستهلكين مما يحسن من دخولهم ويمكن الفئات المهمشة من الوصول إلى الغذاء، وهذا ما يخلق نوع من الشمول والعدالة.(Bruno Basso & John Antle , 2020, p245)

ت. **التأثير على عنصر الاستخدام**: تساعد التكنولوجيا في تحسين نوعية الغذاء وسلامته، من خلال تطوير تقنيات الحفظ والتغليف، وكشف الملوثات، وتوفير معلومات غذائية دقيقة للمستهلكين. هذا يعزز من الاستخدام الصحي للغذاء ويقلل من الأمراض المرتبطة بسوء التغذية أو التلوث الغذائي، مما يحسّن الوضع الصحي العام.

ث. **التأثير على عنصر الاستقرار**: يلعب النماذج الرقمية والتقنيات المناخية دورا مهما في التنبؤ بالتغيرات المناخية وإدارة المخاطر الزراعية. تساعد هذه الأدوات على ضمان استمرارية توفر الغذاء وتجنّب تقلباته الحادة في ظل الكوارث أو الأزمات البيئية.

V.3– تحديات التكنولوجيا الزراعية في تأثيرها على أبعاد الأمن الغذائي:

تساهم التكنولوجيا الزراعية في رفع إنتاجية المحاصيل وتحسين كفاءة الموارد لكن استخدام هذه التقنيات صاحبه مجموعة من التحديات التي قد تضعف أثرها الإيجابي على الأمن الغذائي، من هذه التحديات نجد: (مصطفاوي نادية، براهيمي بن حراث حياة، و قبايلي حورية، 2025، بتصرف)

أ. **التحديات التقنية والبنية التحتية:** والتي تشمل محدودية استخدام الري الذكي وضعف الاتصالات خاصة في المناطق الريفية بالإضافة إلى نقص الطاقة اللازمة لتشغيل أنظمة الاستشعار والطائرات المسيرة وهذا ما سينتج عنه عدم قدرة المزارعين على الاستفادة من تقنيات الزراعة الدقيقة.

ب. **التمويل وتكلفة اعتماد التكنولوجيا:** إن ارتفاع تكلفة شراء المعدات وتزويدها بالبرمجيات الخاصة يضعف من قدرة المزارعين الصغار والمتوسطين على تحمل مثل هذه التكاليف وهو ما يزيد من الفجوة التقنية بين كبار وصغار المنتجين، وبالتالي التأثير على توزيع الإنتاج.

ت. **القدرات البشرية والمعرفة والملكية الفكرية:** نقص التدريب التقني وضعف مراكز الإرشاد الزراعي أثر على اعتماد التقنيات الحديثة أو سوء استخدامها ومنه ضعف مكاسب الإنتاجية والجودة.

ث. **البعد البيئي وتغير المناخ:** استخدام بعض التقنيات قد تؤدي إلى ضغوط بيئية أو اعتماد بنى تحتية غير متوافقة مع التغير المناخي، قد يزيد من التعرض للصدمات المناخية بدلا من تقليلها إذا لم تصمم تقنيات مرنة بيئيا.

ج. **الحوكمة والسياسات والتشريعات:** في ظل غياب إطار تنظيمي واضح لاستعمال البيانات الزراعية، ومعايير تقنية موحدة، وسياسات دعم متوازنة سيؤدي إلى انقسام السوق وإعاقة الشراكات بين القطاعين العام والخاص.

ح. **الوصول إلى الأسواق واللوجستيك:** تحسين الإنتاج بدون بنية لوجستية وتخزينية فعالة يؤدي لهدر ما ينتج، ما يؤثر سلبا على الوفرة والأسعار

VI– تجارب دولية لتبني التكنولوجيا الزراعية لتحقيق الأمن الغذائي:

هناك العديد من الدول التي تبنت فكرة استخدام التكنولوجيا الزراعية من أجل تحقيق الأمن الغذائي، يمكن عرض بعضا منها في:

VI–1 التجربة الهندية :

تعد الهند من أكثر الدول السكانية في العالم حيث تجاوز عدد سكانها 1.4 مليار نسمة سنة 2023 وقد واجهت لعقود تحديات متكررة في تلبية احتياجاتها الغذائية خصوصا خلال فترات الجفاف وتقلّبات المناخ، ومع ارتفاع الطلب على الغذاء وتناقص الأراضي الزراعية، تبنّت الحكومة الهندية سلسلة من المبادرات التكنولوجية لتحديث القطاع الزراعي وزيادة الإنتاجية وتحسين كفاءة الموارد.

أ. **الإطار العام لسياسات التحول التكنولوجي الزراعي:**

أطلقت الهند عدة برامج وطنية ضمن ما يعرف بالثورة الخضراء الثانية، وركزت على ما يلي:

- استخدام تقنيات الري الذكي(Smart Irrigation) : عن طريق إدخال نظم استشعار الرطوبة في التربة والطائرات المسيرة لمراقبة الحقول، خاصة في ولايات ماهاراشترا وغوجارات ساهم ذلك في تقليل استهلاك المياه بنسبة تفوق 30% وزيادة غلة القمح والأرز بنسبة 20–25 %(FAO، 2021)
- التحوّل الرقمي عبر الزراعة الدقيقة (Précision Agriculture): تم إطلاق منصة رقمية وطنية تربط المزارعين بالأسواق وتتيح بيانات الطقس والتوصيات الزراعية في كل لحظة.
- التقنيات الحيوية والبذور المعدّلة وراثيا: تم اعتماد أصناف محسّنة من القطن والأرز مقاومة للجفاف والأمراض، مما قلّل من الاعتماد على المبيدات الكيميائية وحسن دخل المزارعين.

ب. **نتائج وتأثيرات التجربة على أبعاد الأمن الغذائي:**

كان للبرنامج إيجابية من خلال زيادة الإنتاج الزراعي حيث ارتفع إنتاج القمح من 98 مليون طن سنة 2017 إلى أكثر من 110 ملايين طن سنة 2023 حسب إحصائيات منظمة الأغذية بفضل تقنيات الزراعة الدقيقة وأنظمة الري الحديثة. كما لمست الهند تحسين الوصول إلى الغذاء بفضل الرقمنة وسلاسل القيمة القصيرة حيث تمكن المزارعون من الوصول المباشر للأسواق المحلية عبر تطبيقات الهاتف، مما حسن الأسعار والدخل. كما ساهمت البيانات المناخية المحدثة عبر الأقمار الصناعية في خفض خسائر الجفاف السنوية بنسبة 15% كما أسهمت أنظمة الإنذار المبكر في تكيّف السياسات الزراعية المحلية.

ت. **التحديات التي واجهت التجربة:**

واجهت التجربة الهندية عدّة تحديات منها:

- عدم المساواة في الوصول إلى التكنولوجيا بين المزارعين الكبار والصغار؛
- نقص الكفاءات التقنية في بعض الولايات الفقيرة؛
- ارتفاع تكلفة الصيانة والاعتماد على الدعم الحكومي؛
- محدودية البنية التحتية الرقمية في المناطق النائية.

VI–2 تجربة الإمارات :

تولي دولة الإمارات أهمية كبيرة لتعزيز استخدام التكنولوجيا المبتكرة في الزراعة، بهدف تحسين الإنتاجية وزيادة المساحات الصالحة للزراعة وتحسين الكفاءة، والحفاظ على الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي، حيث يشهد قطاع الزراعة في الدولة تحولا جذريا بفضل دمج أحدث التقنيات في الممارسات الزراعية التقليدية، للتغلب على التحديات التي تواجهها الدولة مثل ندرة المياه والمناخ الحار والتربة الصحراوية.

تتبع دولة الإمارات عددا من أساليب الزراعة الحديثة مثل أنظمة الإنتاج الزراعي في البيوت المحمية والزراعة العضوية والزراعة بدون تربة والزراعة المغلقة والبيوت الشبكية، وتستهدف هذه التقنية إنتاج محاصيل في بيئة مغلقة توفر الحماية لها من الظروف المناخية الخارجية والآفات، من خلال خلق بيئة مصغرة مثلى للنمو، وتشمل العوامل الرئيسية التي يمكن التحكم بها كلا من درجة الحرارة، ومستويات الضوء والظل والري والأسمدة والرطوبة وتركيز ثاني أكسيد الكربون، وتتميز هذه التقنية بإنتاج الغذاء على مدار العام والاستخدام الأمثل للمساحة.

تلبي الاستعانة بالتكنولوجيا المطورة تحقيق مستهدفات البرنامج الوطني "ازرع الإمارات" الذي أطلقه صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، حيث يضم البرنامج مبادرات عدة تدعم توجهات دولة الإمارات للتنمية الزراعية وتعزيز معدلات الأمن الغذائي الوطني المستدام.

ويستهدف البرنامج الوطني "ازرع الإمارات" تشجيع المجتمع المحلي على الإنتاج الذاتي المنزلي لأهم المنتجات الزراعية، وتوسيع الرقعة الخضراء في الدولة ودعم جهود الحفاظ على البيئة، وترسيخ صورة ذهنية إيجابية عن المنتج المحلّي ذي القيمة الغذائية العالية، كما يدعم البرنامج "عام الاستدامة 2024"، ويعزز منظومة الاستدامة البيئية عبر المساهمة الفعالة للمنتجات المحلية في خفض البصمة الكربونية كمنتجات طازجة.

ويشمل البرنامج إقامة فعاليات تشجع ممارسات وأنظمة الزراعة الذكية القائمة على التكنولوجيا الحديثة، وبرامج تمويلية للمشاريع المبتكرة كالتي تركز على رفع إنتاجية المحاصيل وجودة المنتجات وتخفيض التكاليف والهدر، وإطلاق شراكات مع القطاع الخاص.

وتركز إستراتيجية وزارة التغير المناخي والبيئة على تطوير قطاع الزراعة في الإمارات وتحفيز تبني نظم الزراعة الحديثة وتوسيع قاعدتها، حيث يعتبر هذا الأمر إحدى الركائز الرئيسية للجهود التي تبذلها الوزارة بالتعاون مع شركائها الإستراتيجيين والجهات المعنية على مستوى الدولة، لضمان تعزيز الأمن الغذائي الوطني وفق أسس مستدامة قائمة على التكنولوجيا والابتكار، وبما يصب في اتجاه تحقيق إستراتيجية الإمارات الوطنية للأمن الغذائي 2051 والتي تهدف إلى الارتقاء بكامل سلسلة القيمة الغذائية وبناء مستقبل مستدام للجميع.

أ. الزراعة المبتكرة والذكية في الإمارات:

تهدف الإمارات من خلال استراتيجيات الزراعة المبتكرة إلى تحقيق عدة أهداف رئيسية، منها: (الأسعد، 2025)

- تحقيق الأمن الغذائي حيث تسعى الإمارات إلى تقليل الاعتماد على الواردات الغذائية من خلال تعزيز الإنتاج المحلي؛
- زيادة كفاءة استخدام الموارد من خلال تقنيات الزراعة الذكية، تهدف الدولة إلى تحسين استخدام المياه والطاقة، مما يسهم في تقليل الفاقد؛
- تعزيز الاستدامة البيئية من خلال استخدام تقنيات الزراعة المستدامة، تسعى الإمارات إلى حماية البيئة وتقليل التأثيرات السلبية على النظام البيئي؛
- تحفيز الابتكار من خلال تشجيع البحث والتطوير في مجال الزراعة من خلال استقطاب الشركات الناشئة والمبتكرين.

ب. التقنيات المستخدمة لتحقيق أهداف الزراعة المبتكرة:

تستخدم الإمارات مجموعة من الوسائل والتقنيات لتحقيق أهدافها في الزراعة المبتكرة، منها:

- الزراعة العمودية تعتمد الإمارات على تقنيات الزراعة العمودية التي تسمح بزراعة المحاصيل في مساحات صغيرة، مما يزيد من الإنتاجية ويقلل من استهلاك المياه؛
- الزراعة المائية تستخدم أنظمة الزراعة المائية لتقليل استخدام التربة والمياه، مما يسهم في تحسين كفاءة الإنتاج؛
- الذكاء الاصطناعي يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الزراعية، مما يساعد المزارعين في اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن الزراعة؛
- الروبوتات تستخدم الروبوتات في عمليات الزراعة والحصاد، مما يزيد من الكفاءة ويقلل من الحاجة إلى العمالة اليدوية.

VI–3 التجربة المصرية :

الزراعة المستدامة هي نظام يهدف إلى زيادة الإنتاجية الزراعية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية مثل التربة والمياه، وتقليل التأثير البيئي، مع دعم التنوع البيولوجي والأمن الغذائي. ففي مصر، تتماشى الزراعة المستدامة مع استراتيجية التنمية الزراعية المستدامة ضمن رؤية مصر 2030، التي تركز على حماية الموارد تعزيز الأمن الغذائي زيادة الصادرات توفير فرص العمل للشباب والمرأة وتحسين مستوى المعيشة للسكان الريفيين مع التكيف مع تغير المناخ.

أ. أهم استخدامات التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة في مصر:

إن أهم استخدامات التحول الرقمي في مجال الزراعة المصرية تمثل في: (العزيز، 2023)

- تحسين إدارة الموارد الزراعية: فيمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي لجمع البيانات عن الموارد الزراعية، مثل التربة والمياه والمناخ، وتحليلها لتحديد كمية المياه والمغذيات التي يحتاجها كل نوع من المحاصيل، والتحكم في ري المحاصيل بطريقة فعالة؛
- تحسين إنتاجية المحاصيل: يمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي لتحسين إنتاجية المحاصيل، وذلك عن طريق تحليل البيانات الزراعية المتاحة؛
- تحسين جودة المحاصيل: يمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الزراعية وتحديد أفضل السلالات لتحقيق أعلى جودة في المحاصيل؛

- تقليل التكلفة: يمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي لتقليل التكاليف وذلك عن طريق تحسين كفاءة استخدام الموارد الزراعية وتحسين إدارة العمليات الزراعية؛
- تحسين التنبؤات المناخية: يمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات الطقس وتحسين التنبؤات المناخية، مما يساعد على تخطيط العمليات الزراعية وتحسين الإنتاجية؛
- تحسين الجودة والكمية للصادرات الزراعية: يمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي لتحسين جودة المحاصيل وكميات الإنتاج، وهذا يساعد على تحسين الصادرات الزراعية وزيادة الدخل القومي؛
- الزراعة الرقمية: يمكن استخدام التحول الرقمي لتطوير الزراعة الرقمية، حيث يتم استخدام التكنولوجيا الحديثة، مثل الاستشعار عن بعد وإنترنت الأشياء، لتحسين إنتاجية المحاصيل وجعل العمليات الزراعية أكثر كفاءة ودقة؛
- الاستشعار عن بعد: حيث يتم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، مثل الصور الفضائية والأقمار الصناعية، لتتبع النمو النباتي وتحديد الكميات المناسبة من المياه والمغذيات التي تحتاجها المحاصيل؛
- الروبوتات والمركبات الذكية: يمكن استخدام الروبوتات والمركبات الذكية لتحسين كفاءة العمليات الزراعية، مثل حصاد المحاصيل ورش المبيدات الزراعية بشكل دقيق؛
- مراقبة النباتات: يمكن استخدام انترنت الاشياء والحوسبة السحابية لمراقبة نمو النبات والكشف المبكر عن أمراض النبات وإيجاد العلاج المناسب؛

بالإضافة إلى ما سبق، يمكن استخدام التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في المزارع الصغيرة والمتوسطة، مما يساعد على تحسين دخل المزارعين وتعزيز التنمية الريفية في مصر.

ب. أحدث أساليب التحول المستقبلي في مجال الزراعة في مصر:

تشتمل أساليب التحول المستقبلي في مجال الزراعية على: (عطية، 2023)

- الاستثمار في التكنولوجيا: يجب على الحكومة المصرية والمزارعين الاستثمار في التكنولوجيا الحديثة وتطبيق أحدث الأساليب والتقنيات الرقمية، مثل الذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد والحوسبة السحابية وذلك لتحسين إنتاجية وجودة المنتجات الزراعية؛
- التركيز على الزراعة العضوية والمستدامة: ينبغي على المزارعين والحكومة المصرية التركيز على الزراعة العضوية والمستدامة وتطبيق ممارسات الزراعة المستدامة، وذلك لتحسين جودة المحاصيل والحفاظ على البيئة والصحة العامة؛
- تحسين إدارة الموارد الطبيعية: يجب على المزارعين والحكومة المصرية تحسين إدارة الموارد الطبيعية مثل المياه والتربة والهواء وذلك عن طريق تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد والحوسبة السحابية؛
- تنمية مهارات المزارعين: يجب على الحكومة المصرية والمؤسسات التعليمية والتدريبية تنمية مهارات المزارعين في كيفية استخدام التكنولوجيا الحديثة وتطبيق أحدث الأساليب والتقنيات الزراعية، وذلك لتحسين جودة المحاصيل وزيادة الإنتاجية.

خاتمة

يمكن القول إن التكنولوجيا الزراعية تمثل محورا استراتيجيا لحل أزمة الغذاء العالمية، لما توفره من إمكانات في تحسين الإنتاجية وترشيد استخدام الموارد الطبيعية، خاصة المياه والتربة. حيث أظهرت التجارب الدولية أن التحول نحو الزراعة الذكية والرقمية يمكن أن يعيد تشكيل النظم الغذائية ويجعلها أكثر كفاءة واستدامة في مواجهة التغيرات المناخية والنمو السكاني المتسارع.

فالتجربة الهندية أبرزت أن التكنولوجيا الزراعية يمكن أن تكون أداة فعالة لتحقيق الأمن الغذائي إذا تم تبنّيها ضمن رؤية وطنية شاملة تشمل الرقمنة، والبحث العلمي، ودعم الفلاحين الصغار. كما تمكنت الهند من الانتقال من مرحلة الاعتماد على المساعدات الغذائية في الستينيات إلى واحدة من أكبر الدول المصدّرة للحبوب اليوم، بفضل الاستثمار في الابتكار الزراعي.

أما التجربة الإماراتية أثبتت من خلال تبنّي التكنولوجيا الزراعية قدرتها على تحويل البيئة الصحراوية القاحلة إلى منظومة إنتاج غذائي مستدام، من خلال الاعتماد على الزراعة الذكية مناخيا وأنظمة الري بالتنقيط والمياه المعاد تدويرها .وقد مكن هذا التحول من تقليل استهلاك المياه بنسبة تفوق 40% وزيادة الإنتاج المحلي من الخضروات والفواكه الطازجة. كما أثبتت التجربة أن الابتكار الزراعي والتقنيات الرقمية (كالذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد) يمكن أن يشكلا ركيزة لتحقيق الأمن الغذائي حتى في أكثر البيئات تحديا.

كما أبرزت التجربة المصرية في تبنّي التكنولوجيا الزراعية تحولا نوعيا في إدارة الموارد وتحسين الإنتاجية الزراعية، حيث أسهمت أنظمة الري الذكي والاستشعار عن بعد في ترشيد استهلاك المياه بنسبة كبيرة في ظل محدودية الموارد المائية. كما ساعدت المنصات الرقمية الزراعية في إيصال الإرشاد والخدمات إلى المزارعين بسرعة وفاعلية، مما رفع من كفاءة استخدام المدخلات الزراعية. ونتيجة لذلك، شهدت مصر زيادة في إنتاج المحاصيل الإستراتيجية مثل القمح والذرة، إلى جانب تحسن في الأمن الغذائي وتقليل الفاقد بعد الحصاد بفضل تبنّي الحلول الذكية في التخزين والتسويق.

من خلال تحليل التجارب السابقة، يمكن تقديم عدة اقتراحات:

- تعزيز الاستثمار في البحث العلمي الزراعي وتطوير التقنيات المحلية المناسبة للظروف المناخية لكل دولة؛
- دعم المزارعين الصغار عبر التمويل الميسر والتدريب على استخدام التكنولوجيا الحديثة؛
- إنشاء بنية رقمية زراعية متكاملة تربط بين المنتجين، الأسواق ومراكز البحث والإرشاد الزراعي؛
- تشجيع الشراكات الدولية لتبادل الخبرات ونقل التكنولوجيا الزراعية المستدامة؛
- إدماج التعليم الزراعي الرقمي في المناهج الجامعية والتكوين المهني لتعزيز الكفاءات المستقبلية.

المراجع:

.1 Bank, W. (2020). Agriculture and Technology: Transforming Africa's Food Production. Washington, DC.

.2 Bruno Basso, & John Antle . (2020, april). Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. Nature Sustainability, 3. doi:https://doi.org/10.1038/s41893-020-0510-0

.3 FAO. (2006). Food security: Policy brief. Food and Agriculture Organization. Récupéré sur http://www.fao.org/forestry/13128-0e6f36f27e0091055bec28ebe830f46b3.pdf

.4 FAO. (2021). The State of Food and Agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks. Food and Agriculture Organization.

.5 FAO . (2021). أثر تقنيات الري الذكي على الأمن الغذائي في آسيا.

.6 P.Byrne. (2014, August). Genetically modified (GM)crops: techniques and applications. Récupéré sur Colorado State University Extension : https://sxtention.colostate.edu/topic-areas/agriculture/genetically-modified-gm-crops-technique

.7 plants, w. o. (2025). استشارات زراعية بالذكاء الاصطناعي.

.8 Reters. (2025, june 16). hunger crisis deepens in global hotests as famine risk rises, UN warns. Récupéré sur Retrieved form: https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/hunger-crisis-deepens-global

.9 Robert sparrow, & Howard mark. (2020, 10 24). Robots in Agriculture: Prospects, impacts, ethics, and. precision agriculture. doi:DOI:10.1007/s11119-020-09757-9

.10 Sagit Barel Shaked, & Erez Buda. (2025). Charting resilience: a typology of food self sufficiency in OECD nations. Agriculture & Food Security(19). doi:https://doi.org/10.1186/s40066-025-00537-0

.11 WFP. (2022). What is food security? world food programme. Récupéré sur https://www.wfp.org/food-security

.12 WHO. (2015). Health and food security. World Health Organization. Récupéré sur http://www.who.int

.13 wolfert Sjaak, Lan Ge, Cor Verdouw, & Marc-Jeroen Bogaardt. (2017, february 7). Bid data in smart farming. journal homepage. doi:https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023

14. الأسعد, م. (2025). الزراعة المبتكرة والذكية في الإمارات: خطوات نحو مستقبل مستدام. المنصة العربية المتخصصة في شؤون الفلاحة والزراعة والبيئة. Récupéré sur https://woogarden.com/

15. العزيز, م. ا. (2023, 03). اجروجيت مصر. Récupéré sur المنصة الرقمية المصرية في عالم الزراعة.

16. سناجلة, م. (2021, 11 3). الزراعة المائية: تكنزلزجيا جديدة ستحل مشكلة الغذاء في العالم. جريدة الجزيرة. Récupéré sur https://www.aljazeera.net/tech/2021/11/3/

17. عطية, إ. ع. (2023). اجروجيت مصر. Récupéré sur المنصة الرقمية الزراعية في مصر.

18. محمد, م. (2023). استكشاف القيمة العالية للزراعة الشاملة اجتماعيا والفعالة في استخدام المياه في الأردن. عمان –الأردن: الجمعية العلمية الملكية.

19. مصطفاوي نادية, براهيمي بن حراث حياة, & قبايلي حورية. (2025). اهمية تطبيق التكنولوجيا الزراعية في تعزيز الامن الغذائي –تجارب دولية رائدة–. مجلة دفاتر اقتصادية, 16(1).

كيفية الاستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA :

سهيلة قطاف (2025)، **التكنولوجيا الزراعية ودورها في حل أزمة الغذاء العالمية**، مجلة التنمية الاقتصادية، المجلد 10(العدد 02)، الجزائر : جامعة الوادي، الوادي، الجزائر ص.ص 85-97.

SCAN ME