



الزراعة الذكية رهان المستقبل نحو تطوير الزراعة وتعزيز الأمن الغذائي – تحديات وآفاق –

Smart agriculture is the bet of the future towards developing agriculture and enhancing food security-challenges and prospects-

نؤارة سياري¹، هدى جبلي²

¹ جامعة قسنطينة 2 عبد الحميد مهري (الجزائر)، nouara.siari@univ-constantine2.dz

² جامعة قسنطينة 2 عبد الحميد مهري (الجزائر)، houda.djebli@univ-constantine2.dz

تاريخ الاستلام: 2023/04/21، تاريخ القبول: 2023/05/20، تاريخ النشر: 2023/06/16

ملخص: تناولنا في هذه الورقة البحثية الزراعة الذكية كتوجه جديد يدعم الزراعة كقطاع استراتيجي في اقتصاد أي دولة لمواكبة التطورات الحالية وضمان توفير الإمدادات الغذائية لكل السكان في كل وقت وفي كل مكان وبالكمية والجودة المطلوبة وهذا في إطار تعزيز الأمن الغذائي وإيجاد حلول فعالة لتطوير القطاع والاستفادة من التحول الرقمي وتقنيات الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحديثة في مواجهة المعضلات التي من أبرزها التغيرات المناخية وشح وتدهور الموارد في المقابل زيادة مفرطة للسكان وهذا ما يشكل تحديات حقيقية قد تكون الثورة الصناعية الرابعة هي الحل الأمثل لها على ضوء تحسّن التربة وزيادة الإنتاج الزراعي وكفاءة إنجاز المهام الصعبة من طرف الآلات والروبوتات والحصول على كميات وفيرة من الغذاء لتلبية الأذواق والاحتياجات دون أن يتأثر بالتغيرات المناخية والأزمات الاقتصادية والمشكلات الاجتماعية.

الكلمات المفتاحية: الزراعة الذكية، الذكاء الاصطناعي، تطوير الزراعة، الأمن الغذائي، التغيرات المناخية

تصنيف JEL : N5-N7-O3-Q1

Abstract: In this research paper, we discussed smart agriculture as a new direction that supports agriculture as a strategic sector in the economy of any country to keep abreast of current developments and ensure the provision of food supplies to the entire population at any time, everywhere, in the required quantity and quality, and this is in the framework of enhancing food security and finding effective solutions to develop the sector and taking advantage of digital transformation, artificial intelligence techniques and modern technology in the face of dilemmas, most notably climate change, scarcity and degradation of resources in return for an excessive increase of the population, which poses real challenges the Fourth Industrial Revolution may be the ideal solution for it in light of improving soil, increasing agricultural production and efficiently accomplishing tasks. It is difficult for machines and robots to obtain abundant quantities of food to meet all tastes and needs without being affected by weather conditions, climate changes, 1 economic crises and social problems.

Keywords: smart agriculture, artificial intelligence, agricultural development, food security, climate change.

Jel Classification Codes : N5-N7-O3-Q1

1. المقدمة:

تعتبر الزراعة من أقدم المهن التي مارسها الإنسان حيث كان يستخدم فيها أدوات بدائية وأساليب تقليدية كانت كفيلة بتحقيق الاكتفاء الذاتي للأسر والقبائل بل يتعدى الأمر أحيانا إلى تبادل الفائض مع القرى المجاورة لتصبح اليوم قطاعا اقتصاديا حيويا يلعب الدور الفعال في تحقيق النمو ودعم مسار التنمية من خلال مساهمته في الناتج الإجمالي وضمان الإمدادات الغذائية وتوفير فرص العمل بالإضافة إلى أنه يمثل مدخلات لبعض الصناعات التحويلية. ليعرف اليوم تطورات وتحولات مست مختلف أدواته وأساليبه بفضل إدراج الآلات بدل الاعتماد على الجهد العضلي للإنسان والحيوان في عمليات الحرث والحصاد والجني وغيرها ليشهد بذلك القطاع نقلة نوعية بالنسبة لأنواع الغذاء ونوعيته وطرق الحصول عليه. رغم ذلك إلا أن القطاع مازال في مواجهة تحديات من أبرزها نمو عدد السكان بوتيرة لم يعد فيها العرض يغطي الطلب المتزايد وهذا ما حتم على اقتصاديات الدول التوجه نحو الاستيراد ليس فقط من أجل ضمان الإمدادات الغذائية بل من أجل الاستفادة من الميزة النسبية وتخفيض الفجوة الغذائية بالإضافة لمشكلة انخفاض اليد العاملة في القطاع نتيجة النزوح الريفي والتمدد دون الاهتمام بالزراعة رغم كونها توفر الغذاء الذي به يمكننا العيش ومزاولة المهام والوظائف.

ليكون اليوم القطاع على استعداد لمواجهة مشاكل أكثر تعقيدا وهي تناقص الموارد الطبيعية كالأراضي الزراعية والموارد المائية ليكون أخطرها تحديات التغيرات المناخية نتيجة زيادة نسب التلوث البيئي وتأثيره على ارتفاع درجة حرارة الكوكب وما نجم عنها من كوارث طبيعية كالجفاف والتصحر وتسببها في تدهور التربة وإتلاف الأراضي الزراعية وبالتالي تفاقم مشكلة الغذاء وتحقيق الأمن الغذائي للأجيال الحالية والمستقبلية. هنا تسارع العالم لإيجاد حلول سريعة وفعالة في عصر التكنولوجيا المعلوماتية وفي خضم ثورة التحول الرقمي واستخدام كل التقنيات في قطاع الزراعة والتي من أبرزها تقنيات الذكاء الاصطناعي ودوره في تمكين الدول من التغلب على مشكلة الجفاف ونقص المياه من أجل ضمان أمنها الغذائي بحيث لا يعاني سكانها من المجاعة والفقر من خلال توظيف أجهزة ذكية وبرامج متطورة ساهمت بشكل واضح في التحول بالقطاع نحو ممارسات تضمن الإمدادات الغذائية في كل وقت وبالكمية المناسبة وبجودة عالية دون أن تتأثر بالأحوال الجوية والتغيرات المناخية والأزمات الاقتصادية والمشكلات الاجتماعية. على ضوء ما سبق يمكن طرح الإشكالية التالية:

ماهي تحديات وآفاق الزراعة الذكية كرهان المستقبل نحو تطوير الزراعة وضمان الأمن الغذائي؟

2. أساسيات الأمن الغذائي

سيتم التعرف على أساسيات الأمن الغذائي من وجهة نظر الإسلام الذي حددها بدقة ونظرة العالم اليوم.

1.2. نظرة الإسلام للأمن الغذائي

الإسلام هو الدين الوحيد الذي أشار لاقتصاديات الأمن الغذائي وربطها بالأمن السياسي وهو ما تجلّى في قول الله تعالى ﴿لَا يَلَا فِ قُرَيْشٍ 01 إِيْلَانِهِمْ رَحْلَةَ الشِّتَاءِ وَالصَّيْفِ 02 فَلْيَعْبُدُوا رَبَّ هَذَا الْبَيْتِ 03 الَّذِي أَطْعَمَهُمْ مِنْ جُوعٍ وَآمَنَهُمْ مِنْ خَوْفٍ 04﴾، كما لم تغفل السنة النبوية عن ذكر أهمية الأمن الغذائي في حياة الفرد والجماعة حيث جعله رسول الله صلى الله عليه وسلم ركنا ثالثا من أركان الحياة الآمنة المستقرة في قوله * «مَنْ أَصْبَحَ مِنْكُمْ آمِنًا فِي سِرِّهِ، مُعَانٍ فِي جَسَدِهِ، عِنْدَهُ قُوَّةٌ يَوْمِهِ، فَكَأَنَّمَا حِيزَتْ لَهُ الدُّنْيَا بِحَذَائِهَا»*. لتكون سورة يوسف عليه السلام من أكثر الدلائل وضوحا في عرض نظرية الأمن الغذائي مع

عزيز مصر سيدنا يوسف عليه السلام والرؤية التي رآها في منامه والتي أوحى له حفظ الغذاء وتخزينه بطرق مناسبة تمنع فساد مركزا على الإنتاج الزراعي وضرورة ترشيد الاستهلاك الغذائي وعدم الإسراف به بما يتلاءم واحتياجات السكان وبما يمنع حدوث المجاعة ونقص الغذاء وفق خطة مدروسة لاستهلاك المخزون الغذائي على مدى سنوات القحط والجفاف في قوله تعالى ﴿ قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَأْكُلُونَ * ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تُحْصِنُونَ * ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْرِضُونَ ﴾ (يوسف: 47 - 49) حيث أشار يوسف عليه السلام في تأويله هذا والذي علّمه الله عز وجل إلى حفظ القمح في سُنْبُلِهِ وهذا إعجاز علمي أقرّه العلم حديثاً فهذه الطريقة تعد من أكثر الوسائل نجاحاً في حفظ القمح حيث تعمل القشور المحيطة بحبوب القمح في السنبلة على منع مهاجمته من قِبَل الحشرات الضارة والمؤثرات الجوية الخارجية (أحمد إبراهيم عبد الرؤوف، الأمن الغذائي في الإسلام، <https://www.alukah.net/culture>، 01 انفي 2023، 04:00).

عرف الإنسان مفهوم الأمن الغذائي بصورته الأولية حيث كان يحفظ الأغذية من مواسم الوفرة ليستعين بها في مواسم الندرة، ليصبح اليوم أبرز القضايا المعاصرة حيث يهتم بتوفير الإمدادات الغذائية بالكمية الكافية لتلبية الحاجات والأذواق الاستهلاكية للسكان في كل وقت وإمكانية شرائه وفق قدرتهم الشرائية بما يضمن حياة ملؤها النشاط والصحة والرفاهية، كما أنه صار أهم محاور نقاشات الخبراء والمختصين والهيئات في كل الاجتماعات والفعاليات وأهم بنود أجندة التنمية المستدامة سعياً لتحقيق مستوى صفر جوع.

2.2. الأمن الغذائي بالمفهوم الحديث

سنسلط الضوء على نختلف المفاهيم المتعلقة بالأمن الغذائي والتي لم تخرج عن الإطار الذي حدّد لها في القرآن والسنة.

• تعريف الأمن الغذائي:

تعددت التعاريف التي تناولت الأمن الغذائي نذكر منها: **الأمن الغذائي** بأنه وضع يتحقق عندما يتمتع جميع الناس في جميع الأوقات بإمكانية الحصول المادي والاقتصادي على أغذية كافية وسليمة ومغذية تلبي احتياجاتهم الغذائية وأفضلياتهم الغذائية من أجل حياة نشطة وصحية (الأمن الغذائي، <https://www.albankaldawli.org/ar/topic/agriculture/brief/food-security>، 20 نوفمبر 2022، 08:00). الأمن الغذائي هو توفير الغذاء للجميع بالكمية والنوعية اللوفا بالاحتياجات بصورة مستمرة لضمان حياة صحية ونشطة (الأمن الغذائي: تعريفه، مقوماته، أبعاده وحل مشكلاته، <https://www.annajah.net>، 01 ديسمبر 2022، 05:00). الأمن الغذائي هو قدرة مجتمع ما على توفير الاحتياجات الأساسية من الغذاء للمواطنين وضمان حد أدنى من الاحتياجات بانتظام عبر إنتاج السلع الغذائية محلياً وتوفير حصيلة كافية من عائدات الصادرات لاستخدامها في استيراد ما يلزم لسد النقص في الإنتاج الغذائي الذاتي بدون أي تعقيدات أو ضغوطات من أي مصدر كان (السيد علي أحمد الصوري، أصول الأمن الغذائي في القرآن والسنة، <https://quran-m.com>، 30 ديسمبر 2022، 03:00).

• مستويات الأمن الغذائي

يمكن التمييز بين مستويين للأمن الغذائي هما (سلاطينة بلقاسم، عرعور مليكة، 2009، ص: 08): المستوى الأول الذي يركز على إنتاج الغذاء داخل الدولة الواحدة بما يعادل أو يفوق الطلب المحلي وهو ما يعكس الاكتفاء الذاتي ويعرف بالأمن الغذائي الذاتي؛ والمستوى الثاني الذي يعكس قدرة الدولة على توفير المواد الغذائية والسلع كليا أو جزئيا بضمان الحد الأدنى من الاحتياجات الغذائية بشكل نظامي وتأمين البقية من الدول التي تتمتع بالميزة النسبية أو بمساعدة دول أخرى وهو ما يطلق عليه الأمن الغذائي النسبي.

● الأبعاد الرئيسية للأمن الغذائي

تتمثل في (الأمن الغذائي، <https://www.albankaldawli.org/ar>، 20 نوفمبر 2022، 08:00): توفر الغذاء بالكميات الكافية وبالجودة المتوقعة فهو يعكس جانب العرض من الأمن الغذائي حيث يركز على الإنتاج المحلي أو الاستيراد؛ الحصول على الغذاء أي قدرة الفرد والأسرة على شراء الكميات والأنواع المناسبة من المواد الغذائية؛ الاستفادة من الغذاء وهي الطريقة التي يحقق بها الجسم أقصى استفادة من العناصر الغذائية المختلفة التي تحتوي عليها المواد الغذائية وهنا التركيز على نوعية الغذاء وصحته وسلامته وصلاحيته؛ استقرار الغذاء حيث لا يمكن تحقيق الأمن الغذائي دون استقراره الذي قد يتدهور بسبب تقلب أسعار المواد الغذائية أو الحروب وغيرها. من أجل تحقيق أهداف الأمن الغذائي يجب تحقيق الأبعاد كلها في آن واحد.

● ركائز لأمن الغذائي

يقوم الأمن الغذائي على 4 ركائز أساسية وهي (محمد البشير محمد عبد الهادي، ص: 06): الركيزة الإنتاجية وهي ضمان إنتاج الكميات اللازمة من الغذاء؛ الركيزة التخزينية التي تحقق الاستقرار في الكميات المعروضة وفي معدلات انسيابها للأسواق وتخزين الفائض منها لوقت الحاجة؛ الركيزة التوصيلية وهي إيصال الطعام لأماكن استهلاكه باستخدام وسائل النقل؛ الركيزة الاستهلاكية التي تعكس نمط الاستهلاك الذي يجب أن يقلل الهدر ويرشد الاستخدام.

● آليات تحقيق الأمن الغذائي:

تتمثل آليات تحقيق الأمن الغذائي في (الأمن الغذائي، <https://www.albankaldawli.org/ar>، 20 نوفمبر 2022، 08:00): التوسع في استصلاح الأراضي البور ووقف الزحف العمراني؛ تعديل السياسة الزراعية والغذائية من خلال دعم المنتج المحلي؛ ترشيد أنماط الاستهلاك لمكافحة الهدر والتحول نحو نظم مستدامة؛ تشجيع الابتكار وتخفيف الاستثمار في القطاع الزراعي للشباب؛ التنوع في زراعة أصناف جديدة؛ تعزيز التعاون بين الدول والاستفادة من الميزة النسبية لكل دولة؛ استخدام تقنيات حديثة وتكنولوجيا متطورة لرفع إنتاجية القطاع الزراعي.

● معوقات تحقيق الأمن الغذائي:

تتمثل معوقات تحقيق الأمن الغذائي في (الأمن الغذائي، <https://www.albankaldawli.org/ar>، 20 نوفمبر 2022، 08:00): انخفاض اليد العاملة في القطاع الزراعي؛ تدهور الأراضي الزراعية تحت وطأة التصحر وانجراف التربة والزحف العمراني؛ سوء توزيع الموارد المائية؛ التركيز على الزراعات المروية بدل الزراعات البعلية، الانفجار السكاني الذي يفوق معدلات الإنتاج الزراعي، تغير العادات الغذائية والتحول نحو الأطعمة الجاهزة واللحوم؛ التغير المناخي حيث أثر سلبا على تصحر الأراضي وإتلافها؛ تزايد الفجوة الغذائية بين من يملكون ومن لا يملكون الغذاء؛ مشكلة هدر الغذاء.

● انعدام الأمن الغذائي:

هو نقص في الحصول المستمر على ما يكفي من الغذاء لحياة نشطة وصحية وبعبارة أخرى هناك الملايين من الناس في جميع أنحاء العالم يعانون من نقص الغذاء ولا يمكنهم معرفة ما إذا كانوا قادرين على إطعام أنفسهم في اليوم التالي أو في نهاية اليوم هذا هو أساس تحديد انعدام الأمن الغذائي. من أسباب انعدام الأمن الغذائي ما يلي: ارتفاع أسعار الغذاء، الحروب والصراعات، التغيرات المناخية، تغير أذواق المستهلكين ونمط استهلاكهم، عدم العدالة في توزيع الموارد، الانفجار السكاني الحاد، تدهور

الأراضي الزراعية وقتلتها (مؤمن بني مصطفى، انعدام الأمن الغذائي وأثره على البيئة، <https://e3arabi.com/engineering>، 05 جانفي 2023، 07:00).

3. أساسيات الزراعة الذكية

سنبيّن الزراعة الذكية وأبرز مميزاتها.

1.3 تعريف الزراعة الذكية: تعرّف الزراعة الذكية بأنها:

• نظام يعتمد على التكنولوجيا المتقدمة في زراعة الأغذية بطرق مستدامة ونظيفة وترشيد استخدام الموارد الطبيعية لاسيما المياه ومن أبرز سماتها اعتمادها على نظم إدارة وتحليل المعلومات لاتخاذ أفضل قرارات الإنتاج الممكنة بأقل التكاليف وكذلك أتمتة العمليات الزراعية كالري ومكافحة الآفات ومراقبة التربة ومراقبة المحاصيل. تتميز المزارع الذكية بإمكانية حقيقية لتقديم إنتاج زراعي أكثر إنتاجية واستدامة استنادًا إلى نهج أكثر كفاءة في استخدام الموارد (حاتم فتحي محمد داود، الزراعة الذكية وتقنيات المستقبل، <https://arabcodeweek.alecso.org/activity/fb6>، 30 ديسمبر 2022، 03:00).

• نهج لإعداد الإجراءات اللازمة لتحويل النظم الزراعية إلى دعم الأمن الغذائي في ظل تغيرات المناخ ساعية إلى تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية وهي زيادة الإنتاجية بشكل مستدام والتكيف مع تغير المناخ والصمود في وجهه وتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تنتجها ممارسات الزراعة (الزراعة الذكية مناخيًا... ممارسات حتمية للتكيف مع تغيرات المناخ، <https://www.scientificamerican.com>، 20 ديسمبر 2022، 07:00).

• هي استخدام التكنولوجيا لتخطيط وإدارة المحاصيل بشكل أفضل من خلال صور أقمار اصطناعية لتحديد خصائص التربة ومراقبة تطور النبات وتقدير الغلات بالإضافة إلى تحليل البيانات حول أنماط الطقس لإدارة المحاصيل واستخدام طائرات بدون طيار وحصادات عالية التقنية. بهدف تطوير ممارسات أكثر كفاءة لتوفير الوقت والطاقة مع زيادة الإنتاج (تقنيات زراعية ثورية متنوعة في اليابان: الزراعة الذكية وسيلة اليابان الواعدة لإنقاذ قطاع الزراعة، <https://www.nippon.com>، 17 نوفمبر 2022، 05:00).

• الزراعة الذكية عبارة عن نهج يهدف إلى تطوير وتحسين منظومة الزراعة حيث 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 وتحسين نوعية المنتج الزراعي النهائي (على حدادة، 2018، ص: 02).

2.3 أهمية الزراعة الذكية ومزاياها

تكمّن أهمية الزراعة الذكية في تحقيق ما يأتي (أسيل حماد، ما يهّمك معرفته حول الزراعة الذكية، <https://planting.mawdoo3.com>، 05 جانفي 2023، 02:00): زيادة كمية المنتجات وجودتها؛ التخفيف من تلوث البيئة الناتج عن استخدام الأسمدة والمبيدات؛ زيادة إنتاجية المحاصيل وبالتالي زيادة أرباح المزارعين حيث إنّ التنبؤات القائمة على الدراسات والتحليلات سترشد المزارعين إلى الطريقة المثلى للزراعة والحصاد؛ توفير فرص عمل للقطاعات المختلفة؛ تعزيز قبول المستهلك للمنتجات الزراعية حيث إنّ إدارة العمليات الزراعية بشكل دقيق ومنظم سينعكس على جودة المنتجات إيجابيا؛ زيادة التفاعل بين المنتجين والمستهلكين؛ زيادة الشفافية المتعلقة بالمنتجات الزراعية من خلال ربط جميع العمليات بالتكنولوجيا ومراقبة أدائها حيث يُمكن تحديد العمليات والظروف التي خضعت لها المنتجات؛ تسهيل تبادل المعلومات بين المزارع المختلفة ما يؤدي إلى إنشاء شبكة حقيقية من المزارع المتصلة والتي يمكن الوصول إليها من الهاتف الذكي أو الكمبيوتر؛ مواجهة الطلب المتزايد على الغذاء حول العالم؛ تحقيق استدامة النظم الغذائية بما يضمن تحقيق الأمن الغذائي والحفاظ عليه.

من مزاياها أنها العلاج الفعال والحل الأمثل لمشاكل الزراعة حيث أنها تساهم في زيادة الإنتاج والإنتاجية؛ تحقيق الأمن الغذائي؛ المحافظة على الموارد الطبيعية واستدامتها؛ توفير غذاء صحي؛ التغلب على الآثار السلبية للتغيرات المناخية؛ خفض التكاليف؛ (علي حدادة، 2018، ص: 08). يواجه القطاع الزراعي عدة معوقات تحول دون تحقيق هدفه الرئيسي المتمثل في زيادة الإنتاج الزراعي وتحقيق الأمن الغذائي تتمحور حول: **الموارد الزراعية** التي تشمل الأراضي الزراعية، مشكلة التصحر، ندرة الموارد المائية وضعف التوسع الأفقي في الأراضي الزراعية؛ **الإنتاج الزراعي** بسبب نقص العمالة ومشاكل الهدر والإنتاج الحيواني؛ السياسات الزراعية على ضوء فشل سياسة البحث والإرشاد الزراعي وضعف التكنولوجيا ومشاكل التسويق الزراعي (علي حدادة، 2018، ص: 05).

4. مظاهر وتطبيقات الزراعة الذكية

تلعب التقنيات الحديثة دوراً حاسماً في تلبية الاحتياجات الغذائية المتزايدة للسكان وتحقيق الأمن الغذائي من خلال استخدام أنظمة إدارة وتحليل البيانات وتقنيات التحكم عن البعد واستخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة مثل الذكاء الاصطناعي والروبوت وإنترنت الأشياء لجعل الزراعة أكثر إنتاجية وربحية وأقل ضرراً على البيئة وأقل استهلاكاً للموارد.

1.4 تقنيات التكنولوجيا الحديثة والذكاء الاصطناعي في المجال الزراعي (الزراعة الذكية)

تقنيات الذكاء الاصطناعي هو نوع من أنواع الخوارزميات والنماذج الرياضية التي يمكن من خلالها التعامل مع البيانات ومحاكاة القدرات المعرفية البشرية لاتخاذ القرارات ونظراً للكم الهائل من البيانات المزرعية اليومية التي يتم الحصول عليها من المستشعرات المختلفة وأجهزة إنترنت الأشياء والتي تتمثل في درجات الحرارة، الطقس، الرطوبة، ظروف التربة، حالة المحاصيل، الآفات، كمية المياه وملوحتها، ظروف التربة وحموضتها وغيرها خصوصاً عندما يتم الحصول عليها بشكل فوري تتطلب هذه البيانات استخدام الذكاء الاصطناعي للحصول على تصوّر دقيق حول ظروف الأراضي الزراعية من خلال تحليل البيانات ومعالجتها واستخلاص التنبؤات ذات القيمة. هناك تصنيفين لهذه التقنيات كما يلي:

❖ **التصنيف الأول:** إن استخدام تقنيات الزراعة الحديثة خطوة مهمة نحو تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي من خلال تقنيات أفضل للمزارعين وملاك الأراضي تساعد على فهم أراضيهم واختيار الأدوات المناسبة للزراعة وتنقسم بدورها إلى (سالم العلي، تقنيات الزراعة الحديثة 2021؛ مساهمة التكنولوجيا في الزراعة، <https://faharas.net/modern-farming-techniques>، 10 جانفي 2023، 06:00):

- **تقنيات الزراعة الحديثة الخاصة بالمعدات** التي اشتملت على تحسينات المعدات المستخدمة في المجال الزراعي ومنها الجرارات ذاتية القيادة، التفريغ الآلي للحبوب وأنظمة القيادة الكهربائية آلات الرش والري والروبوتات.
- **تقنيات الزراعة الحديثة الخاصة بتكنولوجيا المعلومات** حيث أحدثت طفرة عظيمة في المجال الزراعي واشتملت على نظام تحديد المواقع GPS ، أجهزة الاستشعار عن بُعد المستخدمة في قياس ومراقبة صحة المحاصيل والتربة.
- **تقنيات الزراعة الحديثة الخاصة بالتكنولوجيا البيولوجية** مثل الفحص عالي الإنتاجية على مضاعفة الكائنات الحية المفيدة بسرعة ما يؤدي لتطوير بيولوجي جديد تشمل نباتات مقاومة للجفاف واختبار الحمض النووي للتربة.

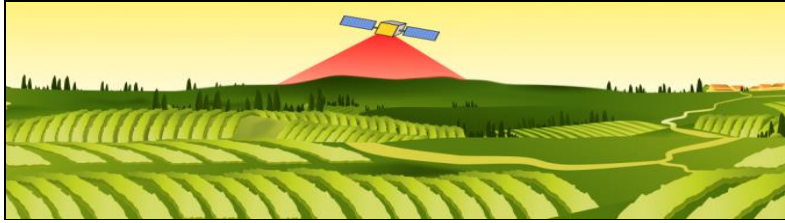
❖ **التصنيف الثاني** يتوقع الخبراء زيادة عدد سكان العالم نحو 2 مليار شخص وصولاً إلى 9 مليار عام 2050 وموارد الكوكب في تناقص مستمر في الوقت الحاليّ ينتج العالم ما يكفي من الغذاء لإطعام 7 مليارات شخص إلا أن من يعانون من الجوع يمثلون 11% من سكان العالم ويعود ذلك لأسباب اقتصادية وسياسية وأهمها زراعية. ساهمت أسباب عديدة في تراجع

مستوى الإنتاج الزراعي رغم أن الزراعة من أقدم المهن لكن مع تطور استخدام الآلات الزراعية والمهجرة من الأرياف لصالح الحياة في المدن بالإضافة للتغيرات المناخية انخفضت بصورة كبيرة أعداد الذين يمكن وصفهم بالمزارعين. سنستكشف تطبيقات الذكاء الاصطناعي لفهم الاتجاهات الحالية والناشئة لاستخدام التكنولوجيا في تطوير الزراعة ودوره في قيادة ثورة زراعية تساعد العالم على إنتاج المزيد من الغذاء باستخدام موارد أقل حيث أنه تن يرافق العملية الزراعية منذ بدايتها وحتى جني ثمارها وينقسم إلى (طه الراوي، دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>، 01 جانفي 2023، 05:00):

● أنظمة الرصد والمراقبة التي تضم:

✓ **صور الأقمار الصناعية** شاع في الفترة الأخيرة استخدام الأقمار الصناعية في الزراعة فهي تستخدم لمراقبة المحاصيل عن بعد وهذا يوفر المال والوقت كما يمكن دمج هذه التكنولوجيا مع مجسات التربة والمياه والمحاصيل لذا كلما حصل خطر أو نقص شيء من الموارد يمكننا الحصول على إشعار. من أهم أدوار الأقمار الصناعية التنبؤ بالطقس حيث يمكن للمزارع تحديد مواعيد نشر البذور أو تأجيل الحصاد وغيرها.

الصورة رقم 01: صور الأقمار الصناعية



المصدر: طه الراوي، دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>، 01 جانفي 2023، 05:00

✓ **إنترنت الأشياء:** من أعظم الإنجازات التي حققتها التكنولوجيا في الزراعة هي دخول أجهزة إنترنت الأشياء إذ يمكنها إعطاء تصور كامل للمزارع من نوعية التربة إلى مستوى الرطوبة وشدة الرياح ما يساعد على تحديد عدد كبير من العوامل التي يمكن للمزارعين بناء قراراتهم عليها وساهمت بزيادة حجم الإنتاج بمعدل 56-118%. ستكون أجهزة استشعار إنترنت الأشياء قادرة على مراقبة مستويات المغذيات في الحقل وتزويد المزارعين برؤى دقيقة فيما يتعلق بموعد ومكان زراعة المحاصيل لتحقيق أقصى قدر من المكسب وتجنب هدر المحاصيل. بالإضافة إلى أجهزة استشعار الهواء التي يمكن تجهيزها للطائرات بدون طيار ستعطي المزارعين رؤى في الوقت الحقيقي بشأن أفضل الظروف الجوية للزراعة والحصاد وهذا من شأنه جعل عمليات الزراعة أكثر كفاءة وإنتاجية. قادرة على إعطاء ملاحظات حية على صحة النبات أو مجموعة من المحاصيل وسيؤدي هذا النهج إلى توفير الكثير من الوقت وتدارك صحة النباتات قبل انتشار المرض.

✓ **الأمن الرقمي Blockchain** بواسطة هذه التقنية سيكون سجل رحلة الغذاء من المزرعة إلى المائدة عند المستهلك متاح للمراقبة وفي الوقت الفعلي مما يعمل على الحد من التلف والتبذير وتحديد المناطق ذات الحاجة الأشد.

✓ **مكافحة الآفات والحشرات** وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية يتعرض ما بين 20 - 40 % من محصول الحبوب في العالم حالياً إلى الهدر بسبب الآفات والحشرات التي تعتبر من أكثر التهديدات التي تلتف المحاصيل على مستوى العالم قبل حصادها وتخزينها للاستهلاك البشري. تساعد شركات الذكاء الاصطناعي مثل Farm Wise* على إرسال تنبيهات للمزارعين عبر هواتفهم الذكية بشأن الحشرات مثل الجراد المحتمل نزولها نحو مزرعة معينة. كما تستعين هذه الشركات بخوارزميات تحليل صور الأقمار الصناعية الجديدة والعمل على مقارنتها ببيانات الصور السابقة ما يفسح المجال أمام المزارعين التصرف

لتخفيف الأضرار وإزالة الآفات المكلفة في الوقت المناسب (محمد معاذ، ما هي استخدامات الذكاء الاصطناعي في الزراعة؟ <https://fihm.ai>, 19 نوفمبر 2022، 06:00).

✓ **رصد صحة التربة والمحاصيل** تشكّل جودة التربة والمحاصيل تحديًا كبيرًا بالنسبة للبلدان المنتجة للغذاء وفي مواجهة هذا التحدي قامت شركة *Peat* الناشئة في ألمانيا بتطوير تطبيق قائم على تقنية التعلم العميق *Plantix* التي تمكن من تحديد العيوب المحتملة ونقص المغذيات في التربة بما في ذلك الآفات والأمراض. يعمل هذا التطبيق على تقنية قائمة على التعرف على الصور ويمكن استخدام الهاتف الذكي لالتقاط صورة النبات واكتشاف العيوب فيه. كما يقدم النصائح والحلول الأخرى على شكل مقاطع فيديو تفصيلية تبعًا للحالة التي تواجه المزارعين بالمثل تعتمد شركة *Trace Genomics* على التعلم الآلي لتقديم خدمات تحليل التربة للمزارعين. تساعد هذه التطبيقات على مراقبة الظروف الصحية للتربة والمحصول وإنتاج محصول صحي بمستوى أعلى من الإنتاجية (محمد معاذ، ما هي استخدامات الذكاء الاصطناعي في الزراعة؟ <https://fihm.ai>, 19 نوفمبر 2022، 06:00).

✓ **تحديد نوع ومكان رش المبيدات** يمكن لأجهزة استشعار الذكاء الاصطناعي الكشف عن الأعشاب الضارة واستهدافها ثم تحديد مبيدات الأعشاب المناسبة داخل منطقة معزولة ومحددة بدل رش المحصول بأكمله ما يجعل الغذاء أكثر نظافة وسلامة ويقلل التكلفة. كذلك إجراء التحليلات بواسطة خوارزميات برمجية تربط أنماط أوراق الشجر الخاصة ببعض عيوب التربة والآفات والأمراض النباتية. يستطيع التطبيق تحديد العيوب المحتملة من خلال الصور التي تلتقطها كاميرا الهاتف الذكي للمستخدمين ومن ثم يزودهم بالنصائح والحلول الممكنة (طه الراوي، دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>, 01 جانفي 2023، 05:00).

● المعدات العاملة بالذكاء الاصطناعي تضم

✓ **الروبوتات الزراعية** تطورت الشركات في برمجة الروبوتات المستقلة للتعامل مع المهام الزراعية الأساسية مثل حصاد المحاصيل بأحجام أكبر وأسرع من العمال البشر ومراقبة المحاصيل والتربة من خلال الاستفادة من رؤية الكمبيوتر والتعلم العميق لمعالجة البيانات التي تلتقطها الطائرات بدون طيار وتكون بعدة أوجه مثل **مكافحة الحشائش** (التي تعد أولوية قصوى للمزارعين وتشكل تحديًا مستمرًا لأن مقاومة النباتات للمبيدات أصبح أمرًا شائعًا وتقدر الخسائر السنوية للمزارعين بنحو 43 مليار دولار بسبب الأعشاب الضارة لهذا تستخدم الروبوتات لمساعدة المزارعين على إيجاد طرق أكثر فعالية لحماية محاصيلهم من الأعشاب الضارة وهي تقضي على 80% من المواد الكيميائية التي يتم رشها عادة على المحاصيل ويمكن أن تقلل نفقات مبيدات الأعشاب بنسبة 90%)؛ **حصاد المحاصيل** من المتوقع أن تشهد الصناعة انخفاضًا بنسبة 6% في عدد العمال الزراعيين بين عامي 2014-2024 حيث تم تطوير روبوت لمساعدة المزارعين على اختيار وتعبئة محاصيلهم إذ يمكن استبدال 30 عاملاً بشريًا بروبوت واحد وهنا يمكن حل مشكلة نقص اليد العاملة.

الصورة رقم 02: الروبوتات الزراعية



المصدر: هدى السحلي، أفضل 5 روبوتات زراعية تهيمن على العالم، <https://www.tech-mag.net>, 10 ديسمبر 2022، 06:00.

✓ **المزارع الروبوتية:** افتتحت شركة آيرون أوكس الأمريكية أول مزرعة تقوم فيها الروبوتات بدور المزارعين عوضاً عن البشر من خلال تنفيذ العديد من المهام البشرية حيث طرحت فعلياً منتجات زراعية أنتجها الروبوت المزارع *أنجوس* المسؤول عن أهم العمليات في هذه المزرعة حيث يستخدم ذراعاً بارعة تدخل في أحواض مائية كبيرة مزروعة بشتى أنواع النباتات القابلة للأكل ليتعرف برنامج تعلم الآلة الذي يشغله على النباتات التي تظهر عليها علامات الآفات أو الأمراض ويزيلها قبل أن تنتشر في الحوض كله (الزراعة الذكية... تقنيات المستقبل لتحقيق الأمن الغذائي، <https://www.awforum.org/index.php/ar>، 20 ديسمبر 2022، 07:00).

✓ **الجرّارات ذاتية القيادة** استخدام الجرّار الذكي قادر على إحداث ثورة في الصناعة الزراعية فهو يسهل عملية الحرث ورش البذور وعلى مسافات متساوية كما يمكنه مراقبة مستوى النمو والتنبؤ بموعد الحصاد. استفاد قطاع الزراعة من مزايا الجرّارات الزراعية ذاتية القيادة التي تجمع بين نظامي الاستشعار عن بعد (GPS) والتشغيل الآلي وهذا يسمح بقيادته بشكل دقيق ومحسوب لتجنّب الضغط المفرط للتربة كما يتيح ظروفًا ملائمة لنمو الزرع والحصاد ويساعد في توفير الوقت من خلال رسم المسارات المناسبة لحركة مرور الحصاد. يتم برمجة هذه الجرّارات للكشف بشكل مستقل عن موقع الحرث في الحقول، تحديد السرعة وتجنّب العقبات مثل معدات الري والبشر والحيوانات أثناء أداء المهام. مع المزيد من بيانات التدريب عالية الجودة للزراعة فإنّ الاستخدام الواسع لهذه الجرّارات المستقلة سيحدث نقلة نوعية في الزراعة.

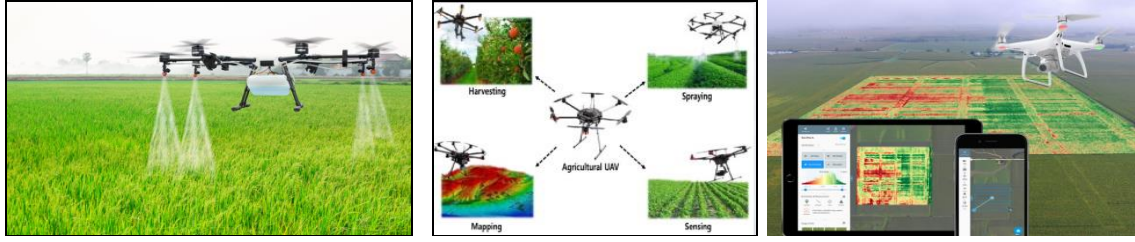
الصورة رقم 03: الجرّارات ذاتية القيادة



المصدر: طه الراوي، دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>، 01 جانفي 2023، 05:00

✓ **الطائرات بدون طيار** من المتوقع أن يصل سوق الطائرات بدون طيار في الزراعة إلى 480 مليون دولار بحلول 2027. أصبحت الزراعة من الصناعات الرئيسية لدمج طائرات بدون طيار تستخدم من أجل تعزيز الممارسات الزراعية المختلفة وتقييم صحة المحاصيل والري ورصد المحاصيل ورش المحاصيل بالمبيدات الكيماوية والزراعة وتحليل التربة. تشمل الفوائد الرئيسية لاستخدام الطائرات بدون طيار التصوير الصحي للمحاصيل ورسم الخرائط المتكاملة لنظام المعلومات الجغرافية وسهولة الاستخدام وتوفير الوقت وإمكانية زيادة الغلة من خلال جمع ومعالجة البيانات عبر سلسلة من أجهزة الاستشعار (7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>، 20 نوفمبر 2022، 04:00). تساعد على تسهيل مهام الإشراف على المزارع من خلال قدرتها على تغطية مئات الهكتارات في رحلة واحدة باستخدام الأشعة تحت الحمراء والصور متعددة الأطياف وقدرتها على تجميع مجموعة متنوعة من المعلومات حول حالة الأرض والمحصول واحتياجات الري ونمو المحاصيل وتشخيص مسببات الأمراض وتسميد كل قطعة أرض حسب خصائصها المحددة مما يساعد على القضاء على الجوع في المستقبل. تستخدم في رصد المحاصيل وتقييمها وتصوير الأراضي الزراعية ورسم الخرائط وقياس مكونات الهواء بالإضافة إلى رشّ المحاصيل بالمبيدات بشكل سريع وآمن وإرسال البيانات بشكل فوري إلى برمجيات تقوم بتحليلها وتوجيه المزارعين بشكل أفضل حيث ترشّ المحاصيل أسرع بخمس مرات من الآلات التقليدية. تؤدي دوراً عبر رسم خرائط دقيقة ثلاثية الأبعاد لتحليلات التربة الأولية وجمع البيانات إدارة عملية الري ومستويات النتروجين.

الصورة رقم 04: طائرات الدرون (الطائرات بدون طيار)



المصدر: 7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>, 20 نوفمبر 2022، 04:00

● أساليب تكنولوجية حديثة بالزراعة التي تضمن بدورها:

✓ **الزراعة الرأسية أو العمودية** وهي ممارسة زراعة المنتجات مكثسة واحدة فوق الأخرى في بيئة مغلقة وغالبًا يرتبط بالزراعة في المدن والحضر نظرًا لقدرته على الازدهار في مساحة محدودة وهي فريدة من نوعها حيث أن النباتات لا تتطلب تربة فمعظمها من النباتات المائية حيث يتم رش جذور النباتات بانتظام بالماء والمواد الغذائية. لا يمكن للبشر إنشاء هذا النوع من المزارع دون الاعتماد بشكل كبير على التكنولوجيا من حيث مراقبة النباتات وتحديد كمية الضوء والرطوبة وغيرها من الظروف التي يصعب للبشر تحديدها بدقة. هي ممارسة إنتاج الطعام على الأسطح المائلة رأسياً بدلاً من زراعة الخضروات وغيرها على مستوى واحد حيث تنتج أغذية في طبقات مكثسة رأسياً مدمجة بشكل شائع في هياكل مثل ناطحة سحاب أو حاوية شحن أو مستودع مُعاد استخدامه ويتم التحكم الاصطناعي في درجة الحرارة والضوء والرطوبة والغازات يجعل إنتاج الأطعمة والأدوية داخلياً ممكناً. تشبه غرف الدفيئة حيث تزيد العاكسات المعدنية والإضاءة الصناعية من أشعة الشمس الطبيعية والهدف الرئيسي لها هو زيادة إنتاج المحاصيل في مساحات محدودة. لا تعتبر فقط وسيلة لتأمين إمدادات الغذاء محلياً وإنما حل بعض المشاكل البيئية فحسب مبادئ صفر نفايات فإن المزارع العمودية تميل إلى الاستفادة القصوى من الموارد وإعادة استخدام المخلفات فالمياه المستخدمة في ري المحاصيل الموجودة في الطوابق العليا تسقط ببطء إلى الطوابق السفلى لري الفواكة والخضراوات، والمخلفات التي لا تستخدم كعلف للحيوانات في الطوابق السفلى تنتهي في مكان محدد مع غيرها من المخلفات العضوية ليتم تحويلها إلى (كرات حيوية مضغوطة) عن طريق أفران تعمل بالخلايا الشمسية حيث تستعمل كوقود لإنتاج الطاقة. كذلك من خلال برنامج إعادة تدوير المواد فإن بخار الماء الناتج من النباتات يمكن أن يحوّل إلى مياه نقية تُباع في المطاعم والأسواق الموجودة في الطوابق السفلى مثلاً. إن زيادة الإنتاج من منطقة زراعة صغيرة ليست هي الميزة الوحيدة للزراعة العمودية بل تتميز كذلك بدورها الفعال في الاستعداد للمستقبل؛ زيادة وإنتاج المحاصيل على مدار السنة؛ استخدام أقل للمياه في الزراعة؛ لا تتأثر بالأحوال الجوية غير المتوقعة؛ زيادة إنتاج المحاصيل العضوية؛ آمنة وصديقة للبيئة (الزراعة العمودية-مستقبل الزراعة في المدن، <https://www.hassad.io>, 20 ديسمبر 2022، 06:00).

الصورة رقم 05: الزراعة الرأسية أو العمودية



المصدر: طه الراوي، دور التكنولوجيا والكفاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>، 01 جانفي 2023، 05:00.

✓ **المحميات الزراعية الحديثة** نما هذا النوع من الزراعة إلى حد كبير بسبب التحسينات الهائلة الأخيرة في التكنولوجيا أصبحت البيوت الزجاجية الحديثة ذات تكنولوجيا عالية حيث تستخدم مصابيح LED وأنظمة تحكم الآلية لتكييف البيئة الزراعية. للحماية من التأثيرات البيئية الخارجية تستخدم الدفيئات الزراعية وهي بيوت زجاجية تحمي المحاصيل من العوامل الخارجية مثل المطر، الرياح، درجات الحرارة، والآفات فهي مجهزة بتقنية عالية من خوارزميات التحكم بالمحركات والمستشعرات مثل الري والتدفئة والإضاءة لتهيئة المناخ الأمثل بناء على البيانات المقاسة وتحسين إنتاج المحاصيل. استحوذ قطاع الزراعة الدفيئة على أكبر حصة في سوق الزراعة الرقمية العالمية عام 2020 ويستخدم الناس الزراعة الدفيئة لزراعة جميع أنواع المحاصيل النباتية ويعدّ مشروع إيدن (Eden project) أكبر مشروع للزراعة الدفيئة في العالم ويضم أكثر من 100 ألف نبات من أكثر من 5 آلاف نوع مختلف تُزرع باستخدام التقنيات الرقمية وآخر ما بلغته التكنولوجيا الزراعية في العالم. أسهمت القدرة على الزراعة في البيوت المحمية وعلى زراعة محاصيل متنوعة خارج بيئتها الطبيعية إلى حد كبير في تحقيق أكبر حصة سوقية للقطاع في سوق الزراعة الرقمية العالمي (محمد سناحله، الزراعة الرقمية تقود مستقبل الإنتاج الغذائي في العالم، <https://www.aljazeera.net/tech>، 16 ديسمبر 2022، 05:00).

الصورة رقم 06: مشروع عدن



المصدر: مشروع جنة عدن Eden Project مشروع ثوري يغير شكل الكوكب، <https://www.thaqafnafasak.com>، 10 جانفي 2023، 07:00.

✓ **استخدام تقنية الزراعة الدقيقة (الحمض النووي)** يتم السيطرة والتحكم بالجينات الوراثية للنباتات لرفع الجينات التي تسبب الأمراض أو تسريع عملية النمو ولم تكن موجودة لولا تطور المجهر الإلكتروني وأجهزة الحقن المجهرية.

✓ **التقنيات النووية في الزراعة الذكية** حيث تستخدم لحث التنوع في المحاصيل ما يجعلها قادرة على تحمل الجفاف أو الملوحة أو الآفات وتطبق تقنيات مماثلة لتوصيف التكوين الجيني للحيوانات الأصيلة أو المتكيفة مع البيئة المحلية والتي تجمع بين الإنتاجية العالية وتحمل الأمراض المحلية. تستخدم في تحديد مدى كثافة وانتشار الآفات والأمراض الحيوانية وبالتالي وضع تدابير التأهب والتصدي السريع لها وتقييم استقرار المواد العضوية في التربة ومعدل دورانها والوقوف على مصير النيتروجين والكربون في مخلفات المحاصيل ودراسة تدهور الأراضي وتآكل التربة ل يتم توجيه ممارسات المحافظة على التربة والمياه وإدارتها جيدا. كما تستخدم أشعة جاما والأشعة السينية في تعقيم حشرات الآفات وكذلك في استنباط أصناف طافرة في المحاصيل تتمتع بقدرة عالية على تحمل الإجهاد الحيائي وغير الحيائي (ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 15).

✓ **التعديل الوراثي واللحوم الاصطناعية** إن استخدام أساليب الإكثار التقليدية لتحسين المحاصيل لتطوير سلالات من القمح المقاوم للجفاف ما أدى إلى نمو المحاصيل لأول مرة في الدول النامية لكن استخدام الهندسة الوراثية سيكون ضروريا لتلبية الاحتياجات الغذائية المستقبلية. برزت تقنية كريسبر CRISPR (التكرارات العنقودية المتناوبة منتظمة التباعد) كأداة بالغة الأهمية في تعديل التسلسل الجيني لتسمح بانتقائية أكبر وتقلل من عوامل الصدفة. يمكن استخدامها لإنتاج سلالات تقدم غلة أوفر وقادرة على مقاومة الظروف القاسية إضافة إلى إنتاج محاصيل غنية بالفيتامينات الأساسية والمواد المغذية والمعادن، كما

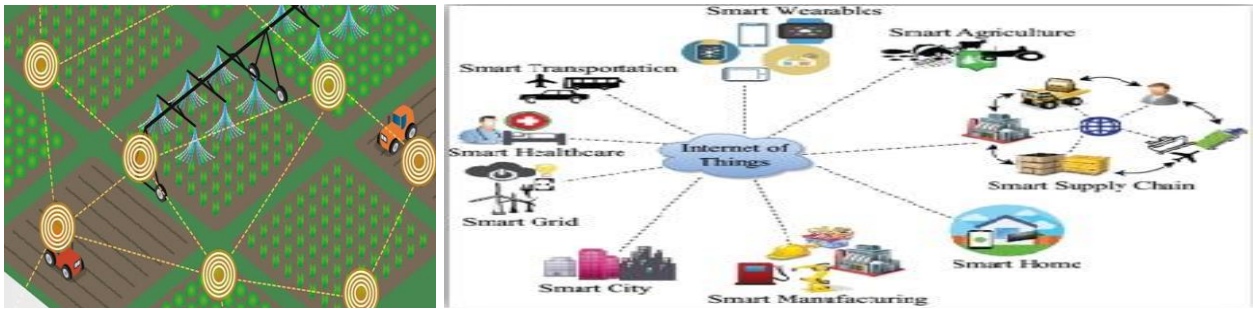
تسهل توليد المنتجات الحيوانية المعدلة وراثيا (ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 4.0 مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 15).

✓ **تطبيق تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال الغذاء:** أصبحت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد عاملا مهما في مجال الإنتاج الغذائي تعرف باسم التصنيع بالإضافة وهي عملية تشكيل طبقات من المواد لتكوّن الأجسام وتصنع أطباق مألوفة. يتوقع إمكانية استخدام الطابعات التي تستخدم الغرويات المائية (المواد التي تتحول إلى هلام بخلطها بالماء) لتحل محل المكونات الأساسية للأغذية بمواد متجددة مثل الطحالب وعدس الماء والعشب (ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 16).

2.4. تطبيقات إنترنت الأشياء في الزراعة

تعتبر تكنولوجيا إنترنت الأشياء من أبرز التقنيات المستخدمة في الزراعة الذكية ويتمثل جوهرها في البيانات الممكن استخلاصها من الأشياء ونقلها عن طريق الإنترنت لتحسين عملية الزراعة وهي ببساطة عملية ربط أي جهاز بجهاز آخر عبر الإنترنت من الهواتف المحمولة إلى الأجهزة المنزلية والآلات المستخدمة في الحقول الزراعية بحيث يمكن تشغيلها والتحكم بها وإرسال واستقبال البيانات منها عن طريق الإنترنت. تقوم هذه الأجهزة بجمع البيانات ومعالجتها بصفة متكررة بما يمكن المزارعين من الاستجابة بسرعة للقضايا الناشئة وتغير الظروف المحيطة. من أهم تطبيقاته في مجال الزراعة:

الصورة رقم 07: أهم تطبيقات إنترنت الأشياء



المصدر: تطبيقات إنترنت الأشياء في مجال الفلاحة (الزراعة الذكية)، <https://www.gantechs.com>، 05 جانفي 2023، 09:00.

● **الزراعة الدقيقة** هي زراعة تعتمد على التكنولوجيا والأقمار الصناعية ونظام التموضع العالمي وأنظمة المعلومات الجغرافية لفهم المتغيرات المختلفة المتعلقة بالعملية الزراعية مثل تحديد كميات الري المناسبة والأسمدة والتنبؤ بفترات الحصاد وكمياته (الزراعة الدقيقة، <https://www.bostanji.net>، 20 ديسمبر 2022، 03:00). الزراعة الدقيقة هي أحد تطبيقات الزراعة الذكية المستخدمة لجعل العملية الزراعية أكثر دقة وتحكم سواء بتربية الماشية أو زراعة المحاصيل يعتمد هذا التطبيق على مكون رئيسي وهو تكنولوجيا المعلومات بالإضافة إلى تقنيات أخرى متنوعة منها أجهزة الاستشعار والروبوتات وأنظمة التحكم والمركبات الآلية لغرض التقاط الصور وتحديد المواقع (7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>، 20 نوفمبر 2022، 04:00). تسمح باتخاذ القرارات لكل متر مربع أو لكل نبات بدلاً من الحقل من خلال قياس الاختلافات داخل الحقل بدقة. تلعب تقنيات إنترنت الأشياء دوراً كبيراً في البيوت الزجاجية أو الصوبات الزراعية عن طريق مراقبة درجة الحرارة والرطوبة والضغط الجوي واستهلاك المياه. يمكن للبيوت الزجاجية الذكية مراقبة المناخ والتحكم فيه بذلك ما يلغي الحاجة للتدخل اليدوي عن طريق أجهزة الاستشعار.

● **تقنية النانو والزراعة الدقيقة** استندت الثورة الخضراء في القرن العشرين إلى الاستخدام غير المسؤول للمبيدات والأسمدة الكيميائية ما أدى إلى خسارة التنوع البيولوجي في التربة وزيادة في مقاومة العوامل المرضية والآفات. تساهم تقنيات النانو في طرح الجزيئات النانوية داخل النباتات وأجهزة الاستشعار الحيوية المتطورة لتعزيز الزراعة الدقيقة. حيث ستستخدم الأسمدة والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب ضمن كبسولات نانوية تطلق المواد المغذية والكيماويات الزراعية بشكل بطيء ومستدام لتمنح المزروعات جرعات دقيقة كما أنها تحمي النباتات ومعالجة الأمراض بشكل أفضل. كما يمكن لأجهزة الاستشعار الحيوية أن تكشف عن وجود المبيدات في المحاصيل لتساعد في اتخاذ قرارات مبنية على المعلومات.

● **مراقبة الثروة الحيوانية** يمكن لأصحاب المزارع الكبيرة الاستفادة من تطبيقات إنترنت الأشياء اللاسلكية لجمع البيانات المتعلقة بموقع ورفاهية وصحة مواشيهم حيث تساعدهم في التعرف على الحيوانات المريضة حتى يمكن فصلها عن القطيع وبالتالي منع انتشار المرض كما أنه يقلل من تكاليف العمال حيث يستطيع أصحاب المزارع تحديد مواقع ماشيتهم بمساعدة أجهزة الاستشعار المستندة إلى إنترنت الأشياء كما تساعد على مراقبة الحيوانات التي على وشك الولادة (7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com> ، 20 نوفمبر 2022، 04:00).

الصورة رقم 08: مراقبة الثروة الحيوانية



المصدر: تطبيقات إنترنت الأشياء في مجال الفلاحة (الزراعة الذكية)، <https://www.gantechs.com>، 05 جانفي 2023، 09:00.

● **الدفيئات الذكية** حيث أن زراعة الدفيئة منهجية تساعد في تحسين إنتاجية الخضر والفواكه والمحاصيل وتحافظ على المعايير البيئية من خلال تصميم دفيئة ذكية بمساعدة إنترنت الأشياء يراقب بذكاء ويتحكم في المناخ ما يلغي الحاجة إلى التدخل اليدوي. يتم استخدام أجهزة استشعار مختلفة لقياس المعايير البيئية كما توفر مستشعرات إنترنت الأشياء معلومات عن مستويات الضوء والضغط والرطوبة ودرجة الحرارة حيث يمكن لهذه المجسات التحكم في المشغلات تلقائياً لفتح النافذة وتشغيل الأضواء والتحكم في السخان وتشغيل المروحة وكل ذلك يتم التحكم فيه من خلال إشارة Wifi (7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com> ، 20 نوفمبر 2022، 04:00).

الصورة رقم 09: الدفيئات الذكية



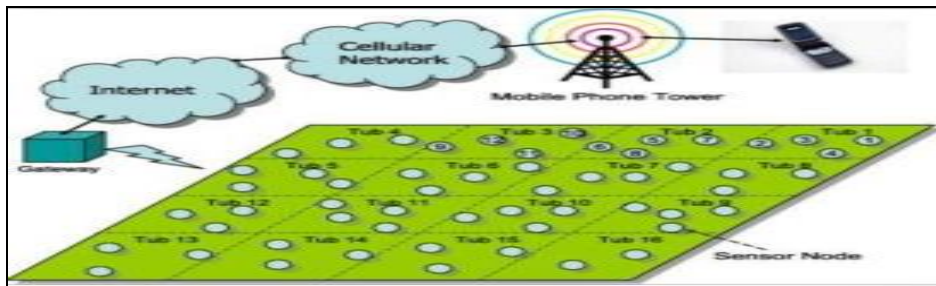
المصدر: تطبيقات إنترنت الأشياء في مجال الفلاحة (الزراعة الذكية)، <https://www.gantechs.com>، 05 جانفي 2023، 09:00.

● **تكنولوجيا التعاملات الرقمية *بلوك تشاين*** هي تقنية السجلات الموزعة التي تشكل أساس العملات المشفرة بتأمين المعاملات الرقمية وحفظ السجلات يمكن تطبيقها في التعاملات الزراعية حيث تحد من عدم الكفاءة والاحتيال وتعزيز الأمن

الغذائي والدفع للمزارعين والفترة اللازمة للتعاملات. سيسهل تحسين القدرة على تعقب المنتجات ضمن سلسلة التوريد على المنظمين إمكانية تتبع الأغذية الملوثة وتحديد نطاق المنتجات المتأثرة خلال حالات التلوث إضافة إلى الحد من الهدر عبر تحديد الاختناقات في سلسلة التوريد التي تؤدي إلى فساد الأغذية . يمكن للشفافية التي تقدمها بلوك تشاين أن تحد من الاحتيال الغذائي مع تزايد طلب المستهلكين على الأغذية العضوية والخالية من المنتجات المعدلة وراثيا عدد ويمكن مراقبة أصغر المعاملات في المزارع أو المستودعات أو المصانع بكل كفاءة ونقل تفاصيلها على امتداد سلسلة التوريد عند إرفاقها بتقنية إنترنت الأشياء مثل أجهزة الاستشعار وملصقات التعريف بالموجات الراديوية. مثلا تمتلك ميرسك شركة الشحن والخدمات اللوجستية سلاسل توريد عابرة للقارات تتضمن عشرات الموظفين ومئات المعاملات وتقدر الشركة إمكانية توفير المليارات باستخدام تقنية بلوك تشاين لتحسين الكفاءات التي تحد من الاحتيال والأخطاء البشرية . يمكنها منع التلاعب بالأسعار وتأخير الدفعات وإلغاء دور الوسطاء وخفض تكاليف المعاملات ما يؤدي إلى عدالة التسعير ومساعدة صغار المزارعين على الاستفادة من قسم أكبر من قيمة محاصيلهم (ماتيو دي كليرسك، أنشو فاتس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 16).

• **الاستشعار عن بعد** الذي يساعد المزارعين على مراقبة المحاصيل من خلال لوحات تحكم تحليلية من أجل تقييم المحاصيل على ضوء تتبع التغيرات الطارئة في الشكل والحجم والضوء والرطوبة ودرجات الحرارة وإبلاغ المزارعين للوقاية من أمراض النباتات؛ متابعة المناخ خاصة أحوال الطقس المتغيرة من الرطوبة والأمطار ودرجات الحرارة واكتشاف الندى لاختيار زراعة المحاصيل المناسبة؛ تحليل جودة التربة من خلال اختيار نوعية الأسمدة وتحديد الأجزاء الجافة في الحقل وتحليل قدرة تصريف التربة وتعديل مستوى مياه الري واختيار النوع الأمثل للزراعة. تتيح أجهزة الاستشعار عن بعد التي يتم تثبيتها في أماكن موزعة بعناية معرفة التباينات المحتملة في الظروف البيئية داخل الحقل لقياس مؤشرات التربة مثل مستويات النيتروجين والفسفور ومحتوى الرطوبة والحموضة ودرجة حرارة التربة والظروف الصحية الملائمة للنمو كذلك التنبؤ بأنماط الطقس لأيام وأسابيع قادمة وغيرها من المعلومات. يتم تجميع البيانات بشكل دوري ضمن نظام دقيق لتخزين وتحليل واسترجاع البيانات ما يساعد على اتخاذ القرار الأمثل في الوقت المناسب (7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>، 20 نوفمبر 2022، 04:00).

الصورة رقم 10: أجهزة الاستشعار عن بعد



المصدر: 7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>، 20 نوفمبر 2022، 04:00.

- التصوير الحاسوبي يتضمن استخدام كاميرات استشعار في زوايا مختلفة من الحقل لالتقاط صور تمر عبر المعالجة الرقمية لمراقبة الجودة من خلال مقارنة صور المحاصيل من حيث الشكل والحجم واللون ومستوى النمو وبالتالي ضبط جودة المحاصيل؛ التصنيف والفرز للمنتجات الزراعية حسب اللون والشكل والحجم؛ مراقبة الري من خلال رسم خرائط الأراضي واتخاذ القرار في موسم ما قبل الحصاد لبدء الحصاد أو عدمه (7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>، 20 نوفمبر 2022، 04:00).

الصورة رقم 11: خريطة التكنولوجيا والتطور في الزراعة



المصدر: طه الراوي، دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>، 01 جانفي 2023، 05:00

5. تجارب دولية وعربية ناجحة في مجال الزراعة الذكية

سنعرض تجارب دولية وعربية ناجحة في مجال الزراعة الذكية.

1.5 تجارب دولية ناجحة في مجال الزراعة الذكية

تعددت الدول الناجحة في توظيف التكنولوجيا الحديثة لدعم القطاع الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي نعرضها كما يلي:

• **تجربة اليابان في إنقاذ الزراعة بالتكنولوجيا الحديثة:** يواجه قطاع الزراعة في اليابان نقصا حادا في عدد المزارعين وانعكاسات تغير المناخ (الجفاف وفقدان الأراضي الصالحة للزراعة بسبب التصحر) وتلبية الطلب المتزايد على الغذاء للسكان لهذا تم التوجه نحو الزراعة الذكية التي تعمل على تحويل الزراعة من ممارسة تعتمد الخبرة وحسد المزارعين إلى صناعة أساسها البيانات كما يلي: أصبح بإمكان المزارعون اليابانيون الوصول إلى مجموعة واسعة من البيانات المتعلقة بحالات الطقس وأنواع التربة وظروف النمو وإدارة المحاصيل حيث طورت المنظمة القومية للبحوث الزراعية والغذائية منصة تعاون في البيانات الزراعية عام 2019 اسمها *واغري* وهي *وا* التي تعني الانسجام باليابانية و*أغري* التي تعني زراعة وهي تعني بجمع وتنظيم البيانات المتعلقة بالزراعة المنتشرة في مختلف قواعد البيانات والمواقع الإلكترونية بما يسهل على المزارعين الوصول إلى المعلومات حول التكلفة المنخفضة من أجل إدارة المحاصيل والبيانات حول بائعي تكنولوجيا المعلومات ومصنعي المعدات الزراعية (تقنيات زراعية ثورية متنوعة في اليابان (الزراعة الذكية وسيلة اليابان الواعدة لإنقاذ قطاع الزراعة، <https://www.nippon.com>، 17 نوفمبر 2022، 05:00): تركز الزراعة الذكية على أتمتة المعدات الزراعية من خلال تطوير أول جرار ياباني ذاتي القيادة بالكامل الذي أصبح متاحا تجاريا عام 2018 فهو مجهز بمستشعرات وبرمجيات تمكنه من التوقف تلقائيا عند اكتشاف عائق بالإضافة إلى تشغيله بأمان دون أي تدخل بشري إطلاقا، كذلك جزارة ذاتية الحكم تزيل السواثر بين الحقول وروبوتات يعمل على تقليم أوراق نبات الشاي وحصادها. روبوتات حقلية مرتبطة بنظام مراقبة عن بُعد لتحسين الكفاءة حيث تتحرك بين المسارات بالاتصال بشخص في محطة مراقبة يدير أنشطتها في مناطق مختلفة في وقت واحد وهي مجهزة بشبكات 5G وتقنية الذكاء الاصطناعي والصور عالية الدقة لتنفيذ مهام دقيقة مثل التسميد الموجه والتعرف بسرعة على النباتات المريضة والآفات وإزالتها. كما تسمح الحوسبة الحدية بالتحليل السريع للمعلومات المرسله عبر شبكات 5G وتبشر بعصر جديد من الزراعة الذكية لإدارة الروبوتات الحقلية. يتم الآن تطوير روبوتات حصاد للمحاصيل مثل الفراولة والطماطم التي كان يتعين قطفها يدويا على نحو تقليدي تكون قادرة على استشعار موعد نضج حبات الفاكهة وتحديد موقعها بدقة وهذا تحديا تقنيا أمام فرزها بطريقة لا تسبب كدمات أو إصابات أخرى حتى لا تتلف.

الصورة رقم 12: تجربة اليابان في الزراعة الذكية



المصدر: تقنيات زراعية ثورية متنوعة في اليابان: الزراعة الذكية وسيلة اليابان الواعدة لإنقاذ قطاع الزراعة، <https://www.nippon.com>، 17 نوفمبر 2022، 05:00.

كتحدٍ يقوم به اليابانيون في فوكوشيما مدينة الكارثة النووية الأخيرة قرروا أن يجعلوها مكاناً لنواة مشروع الزراعة الرأسية في البلاد كإثبات أن هذه الزراعة التي لا تحتاج إلى الشمس ولا التربة. يمكن لها أن تتغلب على مشكلة انعدام المكان أو ظروف خطورتها شركة فوجيتسو اليابانية التي تقوم بصنع رقائق أشباه الموصلات للحواسيب قررت استغلال قبو لم يعد مستخدماً لديها

بطريقة مختلفة. قبو الرقائق تحول إلى مزرعة خضراء صغيرة داخل مقر الشركة يزرع فيه الخس الذي اختارت الشركة أن تجعله مميزاً بانخفاض مستوى البوتاسيوم فيه ليصبح مناسباً لمرضى الكلى الذين لا تحمل أجسادهم مستوى عالٍ من المعادن. إذا أردت أن ترى هذه المزرعة الصغيرة الفريدة ستندھش بطبقات الخس الأخضر أمام عينيك اسم المشروع هو *كيراي ياساي* وهو يعني الخضار النظيف حيث تقوم الشركة بزرع الخضار في غرفتها النظيفة التي كانت مخصصة للرقائق الإلكترونية قبلاً حيث الغبار والبكتيريا أقل من الخارج وحيث لا يوجد طين على الإطلاق حيث أن النبات يعتمد على سائل مغذي ينساب إليه من المضخات ليحري من طبقة إلى طبقة لا تملك أمام المنظر المدهش إلا أن تتساءل كم من الخس هنا؟ لتتفاجأ أنك أمام خمسين ألف رأس من الخس في هذا المكان الصغير (عائشة الخالدي، الزراعة الذكية ثورة خضراء لتحقيق الأمن الغذائي... الإمارات العربية أمودجا، <https://omran.org/ar>, 05 جانفي 2022، 04:00).

● **تجربة الو.م.أ:** تعتبر آيرو فارمز أكبر مزرعة عمودية في العالم بأسره في مصنع سابق للحديد الصلب في نيوجيرسي على مساحة تبلغ 69 ألف قدم مربع ويتوقع منه توزيع الإنتاج عالمي الجودة إلى جميع الأسواق المحلية. بينما تعتمد مثل هذه المشاريع على طريقة التغذية المائية للاستغناء عن التربة يعتمد هذا المشروع طريقة مختلفة تسمى *آيروبونيكس* كطريقة جديدة تشابه مع التغذية المائية في الاعتماد على البذر وإنماء المحصول في الأقمشة واستخدام أضواء الليد بدلاً عن الشمس لأجل عملية التمثيل الضوئي حيث يتم تخصيص الطول الموجي لهذا الضوء ليحقق أقصى استفادة من عملية التمثيل الضوئي مع أقل استهلاك للطاقة لكن الاختلاف الجوهرى في اعتماد التغذية المائية على المحلول المغذي الذي يسري للطبقات المزروعة أما التغذية الهوائية تعتمد على نشر التغذية عن طريق الغبار وهي الطريقة التي تقول الشركة أنها تسرع دورة حياة النبات. يقدم ميزات بالإضافة لسرعة الحصول على المحصول، القدرة على زراعته طوال السنة، الحد من استخدام المبيدات، عدم اضطرابك لغسل الخضار الذي لا يلمس التراب أو الملوثات، تقليل الماء والطاقة الضائعين، يقدم أقصى استفادة من المساحة رأسياً حيث القدم المربع الواحد يقدم 75 ضعفاً لما تقدمه الزراعة التقليدية كما تستخدم مياه أقل بنسبة 95% ويقدر ما تستطيع إنتاجه في السنة باثنين مليون باوند من الخضار الورقية كل سنة. تعتبر الرائدة عالمياً في مجال الزراعة العمودية وهي عالية التقنية يمكن لمزارعها إنتاج المنتجات على مدار العام ما يسمح لها بإنتاج محاصيل تعتبر أكثر إنتاجية بمقدار 390 مرة مقارنة مع المزارع التقليدية ذات المساحة نفسها. ولا يتأثر الإنتاج بالأحوال المناخية القاسية أو التحولات الموسمية ونظراً لكون المنتجات تزرع محلياً ولا يتم استيرادها تبقى الفواكه والخضروات الطازجة أكثر لفترة أطول (ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 14).

● **تجربة هولندا:** يعتبر تصنيع اللحوم تقنية متطورة تحمل إمكانيات كبيرة لكنها ما زالت في خطواتها الأولى حيث تقدم إمكانات ضخمة للتأثير على مجالات عدة في قطاع الأمن الغذائي ومن بينها القضايا المتعلقة بالبيئة والأمراض المنقولة عبر الأغذية حيوانية المنشأ وصحة الحيوانات. تعد شركة موساميت MosaMeat من هولندا من الشركات القليلة التي تعمل باستخدام هذه التقنية وتسعى لتطوير منتجات اللحوم المفرومة اصطناعياً (الهمبرغر) وتخطط لطرحها في الأسواق خلال الأعوام المقبلة. تعتقد الشركة أن اللحوم المصنعة مخبرياً *لحوم دون لحم* توفر البروتين عالي الجودة اللازم للعدد المتنامي من سكان العالم وتساهم في تفادي قضايا البيئة وحقوق الحيوان المرتبطة بعمليات إنتاج اللحوم بالطريقة التقليدية (ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 15). طوّرت منظمة هولندا للبحوث العلمية التطبيقية وسيلة للطباعة باستخدام الطحالب الدقيقة وهي أحد المصادر الطبيعية للبروتين والكربوهيدرات والصبغات ومضادات الأكسدة إذ قامت بتحويل تلك المكونات إلى طعام قابل للأكل مثل الجزر. تعمل على تحويل *العجينة* إلى وجبات. يمكن للبقالات في المستقبل أن تبدأ ببيع *خراطيش

الطعام* التي قد تدوم لأعوام بدل المكونات الكاملة القابلة للتلف ما يقلل من مساحة الرفوف اللازمة وتكاليف النقل ومتطلبات التخزين. تشكل بدائل اللحوم أكثر تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد أهمية من الناحية التقنية حيث تم إجراء تجارب باستخدام الطحالب كبديل للبروتينات الحيوانية في حين حاول آخرون تصنيع اللحوم من خلايا بقرية تنمو في مختبرات (ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018، ص: 16).

● **تجربة لندن:** بدأ مشروع أنفاق المدينة المنسية تحت الأرض بلندن كأكبر مزرعة تحت الأرض في العالم حتى الآن متخصص في بيع الأعشاب وخضروات السلطة يقع أسفل شوارع لندن 33 م على بعد أقل من ميلين من مركز المدينة وهو يعد الجمهور بألا تستغرق رحلة وصول الطعام الأخضر الطازج من المزرعة إلى الطاولة أكثر من أربع ساعات فقط. يعتمد على مصادر طاقة خضراء ويستخدم مياهاً أقل من الزراعة التقليدية بحوالي 70% ويتم التخطيط لإنتاج مجموعة متنوعة من المحاصيل مثل البازلاء الفجل، الخردل، الكزبرة، الكرفس والبقدونس.

● **تجربة كوريا:** يخطط مهندسو ومصممو المزرعة العمودية في سيول أن يجعلوها من ثلاثة طوابق حيث تزرع الخضار والمحاصيل في الطابقين الثاني والثالث بينما يخصص الطابق الأول كفصل دراسي لتعليم الزراعة. المزارع الرأسية سوف تتحكم بها أجهزة الكمبيوتر لتوفير دقة متناهية في تخصيص الضوء المناسب وضبط ظروف الحرارة والرطوبة ومراقبة مستوى ثاني أكسيد الكربون. اختيرت منطقة غرب يانغ تشون كمقر للمزرعة وهي الأولى من نوعها في كوريا .

● **تجربة سنغافورة:** تعد إحدى الدول ذات الاكتفاء الذاتي الغذائي المنخفض كما أنها تعاني قلة الأراضي المتاحة للزراعة وتعد إحدى الدول الأعلى كثافة في العالم بل إن الوضع وصل في التدهور إلى درجة أن سنغافورة تستورد أكثر من 90% من احتياجاتها الغذائية. هذا جعل الدولة تسمح بمشاريع الزراعة الرأسية فيها وتمول أبحاثها مثل مشروع *سكاي جرينز* التابع لشركة باناسونيك المكون من ثلاثة طوابق عالية. المشروع خطط له أن يطعم السنغافوريين ويشارك في حل أزمة الأرض والغذاء بدأ إنتاجه بنجاح بالفعل بل وبدأ بالتصدير لبعض سلاسل المطاعم اليابانية ليكون أول مشروع مزرعة رأسية في سنغافورة . تقع مزرعة شركة باناسونيك الممتدة على مساحة 248 م² في مصنع على مشارف المدينة والذي يضاء بأضواء الليد الوردية ذات الطول الموجي المعين وتحد الشركة من الزوار لمراقبة مستويات الحرارة والرطوبة وثاني أكسيد الكربون بدقة. تمكنت الشركة من زيادة أنواع المحاصيل التي تزرعها إلى 30 نوعاً في عام 2017 وتقول إنها تأمل أن تكلف المحاصيل التي تنتجها نصف ثمن تلك المستوردة من اليابان.

● **تجربة أستراليا:** الزراعة المائية تعتبر الزراعة المائية هي مجموعة فرعية من أساليب الزراعة في الماء والتي تتم عبر زراعة النباتات من دون تربة باستخدام محاليل المغذيات المعدنية في مذيب مائي حيث قامت صندروب Sundrop سبيل المثال بتطوير تقنية وهي شركة تتخذ من أستراليا مقراً الزراعة المائية في مياه البحر التي تجمع بين الطاقة الشمسية وتحلية المياه وزراعة الخضروات. يعتبر هذا النظام مستداماً يستمد طاقته من الشمس وهو ليس بحاجة للأراضي كما تجمع تقنيتهما بين الطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء وإنتاج المياه العذبة والزراعة المائية. النتيجة هي: كمية معادلة من الأغذية لتلك التي تزرع باستخدام الطرق التقليدية. وتستطيع "صندروب" باستخدام الزراعة المائية وضع بيت زجاجي بحري وهو مزيج من الطاقة الشمسية وتحلية المياه والزراعة-لزراعة الخضروات في أي مكان حول العالم.

2.5. تجارب عربية ناجحة في مجال الزراعة الذكية

تعددت الدول العربية الناجحة في توظيف التكنولوجيا الحديثة لدعم القطاع الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي نعرضها كما يلي (حسن ربيع محمد، مستقبل تقنيات الزراعة الذكية وتوفير الأمن الغذائي علمياً وعربياً: "تجربة الإمارات العربية"، <https://omran.org/ar>، 09 جانفي 2023، 07:00).

● **تجربة دولة الإمارات العربية المتحدة:** تعدّ الإمارات أول دولة في المنطقة العربية تتجه إلى الزراعة الذكية بهدف تلبية الاحتياجات وتحقيق الاستدامة في الإنتاج الزراعي حيث قطعت شوطاً كبيراً في تبني الزراعة الذكية كجزء من سياسة التنوع الغذائي والاستخدام الأمثل للموارد وبناء القدرة على التكيف مع الظروف الجوية الصعبة مثل ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة العالية وشح المياه. كما قطعت شوطاً كبيراً في توفير الغذاء بطرق حديثة ومبتكرة تخطت بها العديد من الدول المتقدمة في هذا المجال وحرصت على الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة وإنتاج المحاصيل بطريقة تمكنت فيها من تطوير الطبيعة في التغلب على نوعية التربة عبر تطبيق تكنولوجيا الغذاء. زاد اهتمام الإمارات خلال السنوات الماضية بالزراعة حيث تم إنشاء وزارة معنية بالأمن الغذائي كما ركزت الدولة على توظيف التكنولوجيا ودعم الأبحاث العلمية في قطاع الزراعة. حيث أعلنت عن استثمار بقيمة 100 مليون دولار في أربع شركات للتكنولوجيا الزراعية وهي الأولى في برنامج دعم التكنولوجيا الزراعية الأكبر الذي تبلغ قيمته 272 مليون دولارا تشمل مزارع مدار وهي شركة محلية مهمتها معالجة تحديات الأمن الغذائي والمائي في المنطقة؛ Aerofarms شركة الزراعة العمودية مقرها الو.م.أ؛ الري بالتنقيط المستجيب وهي شركة ناشئة تعمل على تطوير نظام ري جديد يجعل من الممكن زراعة النباتات في التربة الرملية وشركة ناشئة تعمل على تطوير الأسمدة لزراعة المزيد من الغذاء بكفاءة أكبر.

● **تجربة أبوظبي:** تمثل إمارة أبوظبي نموذجاً يحتذى به للمدن الطامحة لتحقيق الاستدامة الزراعية حيث حققت إنجازات مهمة في تنمية القطاع الزراعي وتحويل الصحراء إلى ساحات خضراء ومزارع منتجة حيث تضاعفت مساحة الأراضي الزراعية 33 مرة من 22 ألف دونم إلى أكثر من 750 ألف دونم في الفترة نفسها، كما عملت على تجارب زراعية نوعية وتبني تقنيات حديثة ذات كفاءة عالية في الزراعة مثل تقنيات الزراعة المحمية والزراعة المائية والزراعة في بدائل التربة واستخدام الأنظمة الذكية والتقنيات الحديثة بالري والتسميد والتحكم بنوعية المياه. خصصت مؤخراً 30 مليون دولار على شكل حوافز مالية لشركات التقنيات الزراعية التي تتطلع إلى تأسيس أعمالها أو تنميتها في الإمارة بهدف تعزيز إمكانيات وابتكارات التقنيات الزراعية المحلية.

● **تجربة الإمارات العربية:** لدى الإمارات العربية المتحدة القدرة في مجال الزراعة العمودية بسبب مناخها ودعم الحكومة لمثل هذه الابتكارات في مجال التكنولوجيا الزراعية وهذا يجعلها أكثر الأماكن مثالية لتطبيق مثل هذه التكنولوجيا واختبارها فهي تسمح بزراعة الخضروات والمنتجات الطازجة ما يعني إنتاج طعام من الصحراء مثل الخس والذي تستعمله المطاعم والفنادق في أنحاء الإمارات والآن توجد دراسات وأبحاث حول إنتاج البطاطس بنظام الزراعة العمودية. من أهم التجارب التي قامت بها الإمارات في مجال الزراعة الذكية استخدام تقنية الانبعاث الضوئي التي تعتمد على أسلوب الزراعة العمودية بدون تربة أو مبيدات زراعية كما أنها تختصر الفترة الزمنية لجني المحاصيل بنسبة كبيرة دون أن تؤثر على خصائصه الغذائية. تتميز بإعادة تدوير المياه وتوفير الطاقة ما يجعلها صديقة للبيئة.

● **تجربة دبي:** أطلق صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم في ماي 2021 المرحلة الأولى من مشروع *وادي تكنولوجيا الغذاء* وهدفه مضاعفة إنتاج دبي الغذائي ثلاث مرات إذ يمثل مدينة عصرية متكاملة تدمج مفاهيم الإدارة المتكاملة للغذاء ضمن أنشطتها وتسعى لاستقطاب العقول المبدعة والشابة لرسم مستقبل الغذاء. تتمثل رؤية المدينة في أن يصبح هذا المشروع الرائد الأول من نوعه في المنطقة ليكون العلامة التجارية والمرجع الأول لاستدامة نظم إدارة الغذاء على المستويين الإقليمي

والعالمي. يهدف إلى تنمية الإنتاج المحلي من الأغذية ذات القيمة والتنافسية العالية حيث يضم مزارع عمودية ومركزاً للأنظمة اللوجستية وآخر للبحث والتطوير ومنطقة للتسوق. سيشكل بدبي المنصة الرئيسية للبحث والتطوير والبحوث التطبيقية لخدمة مزارعي ومنتجي الغذاء في دولة الإمارات. يتكون المشروع من أربع مناطق أساسية هي منطقة الهندسة والتكنولوجيا الزراعية، وحاضنات ابتكار الأغذية، مركز البحث والتطوير ومنطقة الأنظمة اللوجستية.

● **تجربة المغرب** تعتبر الزراعة الذكية من أولويات الحكومة في 2020 حيث أطلقت استراتيجيتها *الجيل الأخضر 2020-2030* والتي تهدف لإدخال التقنيات الجديدة ورقمنة الخدمات الزراعية من خلال تركيب أكثر من 100000 مضخة شمسية للري من خلال شركة ناشئة في مجال التكنولوجيا الزراعية حيث تمتلك منصة زراعية دقيقة لتحديد المستوى الأمثل للأسمدة والمياه لكل محصول باستخدام مجموعة واسعة من البيانات بما في ذلك صور الطقس والأقمار الصناعية والطائرات بدون طيار.

● **تجربة تونس:** أحد الأمثلة البارزة هي تركيب أجهزة استشعار في أنابيب الري وفي التربة يتيح الصندوق اللاسلكي المتصل بالبرنامج للمزارعين تنظيم ملوحة التربة وحقن الأملاح المعدنية التي قد تكون ضرورية لتحسين غلة المحاصيل يمكن إدارة عمليات الري والتسميد مركزياً بفضل النظام وهو قادر أيضاً على تحديد التسرب بالتنقيط.

6. تحليل النتائج: تجدر الإشارة إلى أن الزراعة الذكية هي الحل الراهن أمام معضلات قطاع الزراعة خاصة مع تزايد الطلب على ضوء زيادة عدد السكان، تدهور الأراضي وشح الموارد ونقص اليد العاملة لتكون التغيرات المناخية الحد الفيصل الذي ألزم التحول نحو ممارسات جديدة تواجه العمالة والمناخ وتغطي الطلب وهذا يتحقق بفضل الابتكارات بفضل استخدام التحول الرقمي وتوظيف الذكاء الاصطناعي من خلال الأجهزة الذكية والبرامج المتطورة والآلات العصرية التي ساهمت بشكل ملحوظ في تحسين الإنتاج الزراعي ورفع الكفاءة المهام المنجزة خاصة بفضل الروبوتات واستخدامها على أوسع نطاق وكما التقنيات التي قامت بالرصد والتتبع وحصر المشكلات والتغذية العكسية من أجل تعزيز الأمن الغذائية وتحقيق الوفرة الاقتصادي والاستدامة البيئية والاستفادة من الزراعة الذكية لضمان الرفاهية والرفي والريادة .

7. الخاتمة: تناولنا في هذه الورقة البحثية الزراعة الذكية كحل أجمع لكل معضلات قطاع الزراعة كونها قطاعا اقتصاديا حيويا تعنى بتوفير الغذاء الذي يضمن الحياة للفرد والرفي للمجتمع خاصة مع تفاقم أزمات المجاعة والفقر حيث تأهبت كل الدول لتحقيق أمنها الغذائي على ضوء ما تملكه من موارد أو اللجوء للاستيراد والاستفادة من الميزة النسبية في ظل تزايد عدد السكان بوتيرة سريعة مقابل وتيرة الإنتاج وأيضا تزايد حدة التغيرات المناخية من جفاف وتصحر أنلف وأهلك الأراضي وأثر سلبا على جودتها وإنتاجيتها ضف إلى ذلك النقص الفادح في اليد العاملة في القطاع . هذا ما ألزم كل الدول للسعي بكل الطرق لمواكبة التطورات والتوجه نحو التحول الرقمي والاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين القطاع ورفع الإنتاج الزراعي لكل فرد في كل وقت لضمان الأمن الغذائي من خلال توظيف الأجهزة الذكية والمعدات المتطورة والبرامج الحديثة في مراقبة وتتبع نمو المحاصيل والماشية وأيضا رصد الأخطاء والتصدي لها وتنويع المواد والمنتجات لتلبي كل الأذواق والاحتياجات وبهذا يمكن تطوير القطاع بالتخلص من الأساليب البدائية واعتماد ممارسات دقيقة تعطي صورة واضحة عن كل ما يحدث في الحقول والمزارع من أجل تحسين النوعية ورفع الكفاءة وأيضا الحصول على سلالات جديدة أكثر صحة واستدامة تنمو في بيئة صحية وملائمة تضمن توفر الكميات اللازمة دون أن تتأثر بالظروف البيئية القاسية والتغيرات المناخية الخطيرة. نجحت فعلا عدة دول في اعتماد هذه التقنيات الحديثة في تطوير قطاعها الزراعي وتعزيز أمنها الغذائي.

8 قائمة المراجع:

1. عائشة الخالدي، الزراعة الذكية ثورة خضراء لتحقيق الأمن الغذائي... الإمارات العربية أمودجا، <https://omran.org/ar>، 05 جانفي 2022، 04:00.
2. سمار نبيلة، أهمية الزراعة الذكية والصناعات الغذائية في تحقيق الأمن الغذائي: مملكة البحرين، السعودية والإمارات العربية المتحدة نموذجاً-، مخبر مستقبل الاقتصاد الجزائري خار المحروقات، جامعة محمد بوقرة، ومرداس، مجلة لبحوث الاقتصادية والمالية، المجلد 09، العدد: 01، جوان 2022.
3. سلاطينة بلقاسم، عرعور مليكة، معالجة تصويرية لمفهوم الأمن الغذائي وأبعاده، جامعة محمد خيضر، بسكرة، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية والاجتماعية، العدد 05، جوان 2009.
4. محمد البشير محمد عبد الهادي، الأمن الغذائي المفاهيم، القياس والأبعاد، جامعة السودان.
5. يوسف بن يزة، محددات ومهددات الأمن الغذائي في المنطقة العربية، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، العدد 38، جامعة باتنة 1، جوان 2018.
6. علي حدادة، الزراعة الذكية ومجالات تطبيقها في العالم العربي، إعداد دائرة البحوث الاقتصادية، اتحاد الغرف العربية، الجامعة اللبنانية، كلية العلوم الاقتصادية وإدارة الأعمال، ديسمبر 2018.
7. كريمة سلطان، ريادة الأعمال الزراعية في الجنوب الجزائري ودور أنظمة الذكاء الاصطناعي في تطويرها، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، مجلة دراسات في الاقتصاد وإدارة الأعمال، المجلد: 05، العدد: 02، 2022.
8. إلهام محمد علي، التكنولوجيا الزراعية تقود العالم إلى ثورة في المستقبل، <https://www.noonpost.com>، 10 ديسمبر 2022، 01:00.
9. سالم العلي، تقنيات الزراعة الحديثة 2021؛ مساهمة التكنولوجيا في الزراعة، <https://faharas.net/modern-farming-techniques>، 10 جانفي 2023، 06:00.
10. محمد معاذ، ما هي استخدامات الذكاء الاصطناعي في الزراعة؟ <https://fihm.ai>، 19 نوفمبر 2022، 06:00.
11. فاطمي مولات، مراد بودية، محمد جميل، الزراعة الذكية كبديل استراتيجي لمواجهة التغيرات المناخية وتحقيق التنمية المستدامة، مجلة الوراثة والتنوع البيولوجي، تلمسان، 2021.
12. أحمد إبراهيم عبد الرؤوف، الأمن الغذائي في الإسلام، <https://www.alukah.net/culture>، 01 جانفي 2023، 04:00.
13. الأمن الغذائي، <https://www.albankaldawli.org/ar/topic/agriculture/brief/food-security>، 20 نوفمبر 2022، 08:00.
14. السيد علي أحمد الصوري، أصول الأمن الغذائي في القرآن والسنة، <https://quran-m.com>، 30 ديسمبر 2022، 03:00.
15. مؤمن بني مصطفى، انعدام الأمن الغذائي وأثره على البيئة، <https://e3arabi.com/engineering>، 05 جانفي 2023، 07:00.

16. حاتم فتحي محمد داود، الزراعة الذكية وتقنيات المستقبل، <https://arabcodeweek.alecso.org/activity/fb6>، 30 ديسمبر 2022، 03:00
17. الزراعة الذكية مناخياً... ممارسات حتمية للتكيف مع تغيرات المناخ، <https://www.scientificamerican.com>، 20 ديسمبر 2022، 07:00
18. تقنيات زراعية ثورية متنوعة في اليابان: الزراعة الذكية وسيلة اليابان الواعدة لإنقاذ قطاع الزراعة، <https://www.nippon.com>، 17 نوفمبر 2022، 05:00
19. أسيل حماد، ما يهمك معرفته حول الزراعة الذكية، <https://planting.mawdoo3.com>، 05 جانفي 2023، 02:00
20. سالم العلي، تقنيات الزراعة الحديثة 2021؛ مساهمة التكنولوجيا في الزراعة، <https://faharas.net/modern-farming-techniques>، 10 جانفي 2023، 06:00
21. طه الراوي، دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، <https://www.noonpost.com>، 01 جانفي 2023، 05:00
22. محمد معاذ، ما هي استخدامات الذكاء الاصطناعي في الزراعة؟ <https://fihm.ai>، 19 نوفمبر 2022، 06:00
23. هدى السحلي، أفضل 5 روبوتات زراعية تهيمن على العالم، <https://www.tech-mag.net>، 10 ديسمبر 2022، 06:00
24. الزراعة الذكية... تقنيات المستقبل لتحقيق الأمن الغذائي، <https://www.awforum.org/index.php/ar>، 20 ديسمبر 2022، 07:00
25. 7 تطبيقات تقنيات إنترنت الأشياء في الزراعة، <https://morrowai.com>، 20 نوفمبر 2022، 04:00
26. زراعة العمودية-مستقبل الزراعة في المدن، <https://www.hassad.io>، 20 ديسمبر 2022، 06:00
27. محمد سناجلة، الزراعة الرقمية تقود مستقبل الإنتاج الغذائي في العالم، <https://www.aljazeera.net/tech>، 16 ديسمبر 2022، 05:00
28. مشروع جنة عدن Eden Project مشروع ثوري يغير شكل الكوكب، <https://www.thaqafnafsak.com>، 10 جانفي 2023، 07:00
29. ماتيو دي كليرسك، أنشو فانس، ألفارو بيل، الزراعة 0.4: مستقبل تكنولوجيا الزراعة، فيفري 2018
30. تقنيات زراعية ثورية متنوعة في اليابان: الزراعة الذكية وسيلة اليابان الواعدة لإنقاذ قطاع الزراعة، <https://www.nippon.com>، 17 نوفمبر 2022، 05:00
31. عائشة الخالدي، الزراعة الذكية ثورة خضراء لتحقيق الأمن الغذائي... الإمارات العربية أنموذجاً، <https://omran.org/ar>، 05 جانفي 2022، 04:00