السنة: العاشرة المجلد:10 العدد: 01 ص ص: 579- 595
EISSN 2676-1645 ISSN 2543-375X

استخدام أنترنت الأشياء للاتصال بالطبيعة وتطوير نظام مستدام للأمن الغذائي للأفراد في المجتمع التقنيات والفوائد

Using the Internet of Things to connect with nature and develop a sustainable system for food security of individuals in society Techniques and benefits

أمينة بصافة*، جامعة الجزائر3
bessafa.amina@univ-alger3.dz

تاريخ الاستلام: 2024/11/07 تاريخ القبول: 2024/11/25

ملخص:

الغرض من هذه الورقة البحثية هو توضيح الكيفية التي يتم التواصل بها مع الطبيعة باستخدام أنترنت الأشياء من أجل تطوير نظام مستدام للأمن الغذائي للأفراد في المجتمع، خاصة أن الحق في الغذاء حق أساسي، ولكن مع زيادة عدد السكان والتحضر، يتم استخدام مساحة أقل من الأراضي للأغراض الزراعية، إضافة إلى تغيرات المناخ التي تؤدي إلى كوارث كالجفاف والفيضانات، مما يؤثر سلبًا على إنتاجه، بالإضافة إلى الصراعات السياسية وما ينتج عنها من مجاعات، والمؤدية إلى زيادة مستويات الفقر والجوع، مما يستدعي تكاتف الجهود من أجل أن يصبح ضمان الأمن الغذائي ضمن الأجندة الرئيسية لصناع السياسات، خاصة وأن تطوير نظام مستدام للأمن الغذائي لا يركز فقط على إنتاج الغذاء بل يؤكد أيضًا على فعالية توزيعه والحد من هدره، ففي هذا العصر الرقمي، تعمل أنترنت الأشياء على تغيير أداء المجال الغذائي، كونها تعمل على مراقبة الظروف البيئية في المزارع من خلال أجهزة استشعار وبرامج اتصال بالمزارعين لتحسن الكفاءة والإنتاجية.

* المؤلف المراسل

حيث يمكن استخدام أجهزة إنترنت الأشياء في الزراعة لمراقبة حالة التربة مما يضمن ري المحاصيل في الوقت الأمثل ونموها ، وكذلك معرفة أنماط الطقس لحماية المحاصيل من التلف، كما تمكن من مراقبة صحة الماشية وتتبع المعدات، ويندرج هذا ضمن تحقيق أمن غذائي مستدام للمجتمعات.

الكلمات المفتاحية: أنترنت الأ شياء – الاتـ صال – الطبيعة – الأمن الغذائي المستدام – الزراعة الذكية.

Abstract:

This research paper explores the potential of Internet of Things (IoT) technology to foster sustainable food security. Despite the fundamental right to food, increasing population, urbanization, climate change, and political conflicts pose significant threats to global food supply. By leveraging IoT, it is possible to monitor environmental conditions, optimize irrigation, protect crops from adverse weather, track livestock health, and efficiently manage agricultural equipment. This integration of technology into agriculture promotes sustainable practices and contributes to ensuring food security for communities worldwide.

Keywords: Internet of Things - Communication - Nature - Sustainable Food Security - Smart Agriculture.

مقدمة:

تُستخدم أجهزة إنترنت الأشياء في سياق المؤسسات التي تسعى إلى تطوير الأمن الغذائي مستعينة بها كابتكار رقمي، لمراقبة مجموعة واسعة من العمليات التي تؤثر على جودة الغذاء مثل درجة الحرارة والرطوبة وجودة الهواء واستهلاك الطاقة وأداء الآلات، ويمكن تحليل هذه البيانات في الوقت الفعلي لتحديد الأنماط والاتجاهات والشذوذ التي يمكن أن تساعد الشركات على تحسين عملياتها وتحسين نتائجها في مجال الأمن الغذائي، فأولى أولويات الزراعة هي التغلب على المشاكل المتصاعدة من أجل إطعام السكان المتزايدين مع الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية، وتعتبر أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء أدوات فعالة لتعزيز الاستدامة الزراعية والأمن الغذائي.

وعليه سنقدم في هذه الورقة البحثية أهم تقنيات أنترنت الأشياء المساهمة في تطوير الأمن الغذائي وتحقيق زراعة ذكية وإبراز فوائدها مع عرض تجارب

بعض الدول الناجحة في هذا المجال، وسنختمها بأهم التحديات التي تواجه الامن الغذائي عند الاستعانة بأنترنت الأشياء.

1 تطبيقات إنترنت الأشياء والبلوك تشين والإلكترونيات المضمنة والروبوتات والأتمتة في الزراعة الذكية

لقد مهد التطور السريع للتكنولوجيا في السنوات الأخيرة الطريق أمام حلول إبداعية في مجموعة متنوعة من الصناعات، وفي مقدمتها الزراعة، فلقد تغيرت ممارسات الزراعة الحديثة من خلال دمج أحدث التقنيات، مثل إنترنت الأشياء والروبوتات والإلكترونيات المضمنة والأتمتة، مما أدى إلى ظهور فكرة الزراعة الذكية التي تضمن تحقيق الأمن الغذائي، ويتضمن هذا النموذج الجديد التطبيق الذكي للتكنولوجيا القائمة على البيانات لتحسين إنتاجية وكفاءة واستدامة الأساليب الزراعية، وستتطلب الزراعة الذكية دمج تقنيات جديدة مثل إنترنت الأشياء من أجل الحصول على ميزة تنافسية كبيرة، لتلبية متطلبات السكان المتزايدين ورفع الناتج الزراعي، حيث تعمل إنترنت الأشياء على تحسين أساليب الزراعة من خلال توفير الاتصال والذكاء من خلال أنظمة الري الآلية ومراقبة الماشية الذكية.

يستفيد القطاع الزراعي من مزايا مهمة مثل تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكلفة والنفايات وتحسين جودة المحاصيل بفضل الزراعة الذكية القائمة على إنترنت الأشياء التي تتيح أيضا السجلات الثابتة المعززة لثقة المستهلك وأصحاب المصلحة من خلال تأكيد مصدر المنتجات وتسهيل التفاعلات بين المزارعين والمشترين، وتعد الإلكترونيات المضمنة ضرورية للمعدات والأدوات الزراعية الذكية إلى جانب الروبوتات، التي تعمل على أتمتة العمليات مثل الزراعة والحصاد لزيادة الإنتاج وتقليل العمل اليدوي، وهذا في البلدان المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، إذ تعمل الأتمتة التي تعمل بالبيانات في الوقت الفعلي على تحسين الغلة وتحسين استخدام الموارد مع تقليل الأخطاء في ممارسات الزراعة، حيث تسعى هذه التكنولوجيا إلى تبسيط العمليات وتحسين الإنتاجية واتخاذ القرار، ويقدم نظام التحكم الزراعي المعروف باسم "الزراعة الذكية" نهجًا شاملاً للتعامل مع التباين الجغرافي والزماني للتربة والمحاصيل من

أجل تحسين جودة المنتج وتعزيز الربحية (Morchid, Rachid, Aeshah A, & Yassine , 2024, p. 8)، ومن أهم تقنيات أنترنت الأشياء المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي نذكر على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

1 أجهزة الاستشعار:

من خلال استخدام البيانات في الوقت الحقيقي في الزراعة الذكية، والتي أصبحت ممكنة بفضل تكنولوجيا الاستشعار، يمكن زيادة الغلة الزراعية، وخفض التكاليف، وتقليل الضرر البيئي من خلال الحصول على بيانات حول مجموعة من العوامل البيئية، بما في ذلك العناصر الغذائية، ورطوبة التربة، ودرجة الحرارة، وغيرها، يمكن للمزارعين اتخاذ قرارات بشأن الري والتسميد ومكافحة الآفات وهو ما يمكن المزارعين من مراقبة نمو المحاصيل والظروف البيئية باستمرار، وتوقع المشاكل المحتملة، واتخاذ إجراءات سريعة ردًا على التغييرات، فأجهزة الاستشعار تعزز أساليب الزراعة الفعالة والصديقة للبيئة، وهو أمر ضروري في ضوء تغير المناخ والمشاكل البيئية الأخرى، ومن المتوقع أن يكون لتطبيق تكنولوجيا الاستشعار في الزراعة تأثير كبير على انتاج الغذاء في المستقبل، حيث يتم تحسين كل عنصر من عناصر العمليات الزراعية التقليدية بشكل كبير من خلال دمج أجهزة الاستشعار المتطورة وتكنولوجيا إنترنت الأشياء (Morchid, Rachid, Aeshah A, & Yassine , 2024, p. 12).

وعليه، فالمستشعرات هي أجهزة يمكنها اكتشاف التغيرات في البيئة، مثل درجة الحرارة أو الرطوبة أو الضوء أو الحركة أو الضغط، والمحركات هي أجهزة يمكنها التسبب في تغييرات مادية في البيئة، مثل فتح أو إغلاق صمام أو تشغيل محرك، وتشكل هذه الأجهزة جوهر إنترنت الأشياء، حيث تسمح للآلات والأجهزة بالتفاعل مع العالم المادي، ويصبح التشغيل الآلي ممكنًا عندما تعمل المستشعرات والمحركات على حل المشكلات دون تدخل بشري (Kaur, 2024).

وهناك العديد من المستشعرات في هذا المجال من أجل تحقيق الأمن الغذائي نوضحها في الجدول أدناه:

الجدول رقم1 : يوضح نوع أجهزة الاستشعار

اسم المستشعر	تطبيق الاستشعار	نوع البيانات التي يتم جمعها ووصفها
مستشعر نسبة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في التربة	إدارة الأسمدة.	يحدد تركيز البوتاسيوم والفوسفور والنيتروجين في التربة للمساعدة في التسميد. باستخدام أجهزة استشعار النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في التربة لتتبع التغيرات في مستويات العناصر الغذائية في التربة بمرور الوقت، يمكن للمزارعين تعديل معدلات تطبيق الأسمدة وتوقيتها. يمكن أن يؤدي تطبيق أجهزة استشعار النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في التربة إلى تقليل هدر الأسمدة، وتعزيز إنتاجية المحاصيل وجودتها، ومنع جريان المغذيات إلى الأنهار القريبة.
جهاز استشعار رطوبة التربة	أنظمة مراقبة الري والتنبؤ والحصاد.	يمكن وضع هذه المستشعرات على أعماق مختلفة من التربة لمراقبة توفر المياه على أعماق مختلفة. يمكن أن تساعد مستشعرات رطوبة التربة في تحسين نمو المحاصيل والحفاظ على المياه وتجنب الإفراط في الري، مما قد يؤدي إلى فقدان العناصر الغذائية وتآكل التربة.
مستشعر النترات	إدارة الأسمدة واكتشاف أمراض المحاصيل.	يمكن للمزارعين تغيير معدلات تطبيق الأسمدة وتوقيتها باستخدام أجهزة استشعار النترات لمراقبة التغيرات في مستويات النيتروجين في التربة بمرور الوقت. بالإضافة إلى تحسين إنتاج المحاصيل وجودتها، يمكن لأجهزة استشعار النترات المساعدة في تقليل جريان النيتروجين إلى المجاري المائية المحيطة

المصدر: Morchid, A., Rachid, E., Aeshah A, R., & Yassine , S. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. Ain Shams Engineering Journal, 1-15.

ويتبين من خلال هذا الجول أنه أ صبح بالإمكان تعزيز الإنتاجية مع تقليل النفقات والآثار البيئية من خلال تنفيذ هذه التقنيات نظرًا لكفاءتها في تحليل ومعالجة الإشارات المعقدة القائمة على الموجات.

2 تقنيات الاتصال:

لنقل بيانات إنترنت الأشياء من أجهزة الاستشعار والمحركات إلى السحابة، يجب توصيل أجهزة إنترنت الأشياء بالإنترنت، وهناك العديد من تقنيات الاتصال المستخدمة في إنترنت الأشياء، بما في ذلك الواي فاي، والبلوتوث، والهواتف الخلوية، التي تنذر بوقوع كوارث وتعلم المزارعين قبل وقوعها لاتخاذ التدابير اللازمة من أجل حماية المحاصيل.

وعليه فالزراعة الذكية التي تحقق أمن غذائي مستدام مستحيلة بدون إدراج تكنولوجيا الاعلام والاتصال ولا فائدة للبيانات إذا لم يكن من الممكن إرسالها إلى قاعدة بيانات أو سحابة لمزيد من الحوسبة والتحليل فهي تعتبر العمود الفقري للزراعة الذكية، وهناك العديد من التصنيفات في تقنيات الاتصال بناءً على نطاق اتصالاتها، ونطاق تردد معدل البيانات، واستهلاك الطاقة، والطيف المرخص أو غير المرخص، ونطاق التردد، وأسعار الاشتراك، حيث تعمل كل تقنية اتصال بشكل أفضل من غيرها في سيناريوهات تطبيق مختلفة تعتمد على الجانب الأكثر أهمية في هذا التطبيق المعين، ولكل سيناريو تطبيق، ويعمل البعض بشكل أفضل أو يعمل البعض الآخر بشكل أسوأ، على سبيل المثال، تعد تقنية اتصالات Zigbee أكثر ملاءمة لمراقبة الزراعة في البيوت الزجاجية. (Qureshi & Al, 2024)

3 الحوسبة السحابية:

الحوسبة السحابية هي تحول أنشطة الحوسبة نحو الإنترنت حيث تسمح تطبيقاتها باستخدام أجهزة خارجية لإجراء حسابات مختلفة، على سبيل المثال، يمكن للزارع الاشتراك في خدمة من مزود معين لاستضافة حسابات ظروف التربة الخاصة به، ويكمن التأثير الرئيسي للحوسبة السحابية في قدرتها على خفض التكاليف للشركات ذات الصلة. ففي الماضي، كانت تكنولوجيا الحساب في صناعة الزراعة تتطلب استثمارًا كبيرًا في أجهزة الكمبيوتر الشخصية لمنظمة معينة، وكانت هذه الاستثمارات غير فعّالة من نواحٍ عديدة لأن كل منظمة كانت مضطرة إلى إنفاق الموارد على تكوين أجهزة الكمبيوتر الخاصة بها، وتحل الحوسبة السحابية في الزراعة هذه المشكلة مرة واحدة وإلى الأبد، وفي

هذه الحالة، تستضيف الشركات الزراعية عددًا كبيرًا من أجهزة الكمبيوتر القوية وأجهزة التخزين، ويمكن استخدامها لإجراء الحسابات والحفاظ على البيانات من أنشطة الحسابات الأساسية الخاصة بالمزارع، وباستخدام اقتصاديات الحجم، تعمل هذه الشركات على خفض متوسط التكلفة لكل عملية حسابية بدرجة كبير مقابل تحليل معلومات المحاصيل والتربة، وبيانات العمال، واستضافة مواقع البيع بالتجزئة وتحسين القدرة على مشاركة المعلومات مما يسهل القدرة على التواصل عالميا وسهولة الوصول إلى المعلومات، وبفضل الحوسبة السحابية يمكن الوصول على تحقيق الفوائد الاقتصادية الكبيرة المرجوة، فتحسين تدفق المعلومات بين الأقسام يقلل من الإنفاق غير الفعّال للموارد، وبالتالي، تنمو الأرباح لأن الابتكارات الإيجابية في قسم واحد تنتشر إلى أقسام أخرى بشكل أسرع من الماضي. كما تقدم التحسينات في سلاسل التوريد والتأثير البيئي، كما تساهم الحوسبة السحابية في تحسين الأمن الغذائي بشكل عام في مختلف أنحاء العالم، إذ تعمل تكنولوجيا الحوسبة السحابية على إزالة العديد من أوجه القصور وتمكين تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي في الزراعة، وبالتالي، فإنها تسمح بإنتاج المزيد من الغذاء من وحدة واحدة من الأرض مقارنة بالماضي، وهذا أمر ضروري للعديد من البلدان النامية التي لا تزال تعاني من مشاكل تتعلق بأمن مواردها الغذائية على المدى الطويل (Savonin, 2024) .

وإلى جانب هذه التقنيات هناك تقنيات أخرى تتمثل في: (Savonin, 2024)

1. تقنيات رسم الخرائط والعينات الجغرافية المكانية والزمانية

يمكن استخدام التطبيق البسيط والحاسم للزراعة الدقيقة لتقييم حقول المحاصيل ورسم الخرائط بالاعتماد على أخذ العينات الجغرافية والزمانية التي تعتبر كأنظمة لإدارة الأعشاب الضارة، وتقييمات الإجهاد المائي، ومؤشرات الغطاء النباتي، كما يمكن استخدامها لتقييم التباين المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ويمكن إجراء المسح الجغرافي المكاني باستخدام

الاستشعار عن بعد الذي وضحناه سابقا، والمسوحات الجوية باستخدام الطائرات، والتصوير عن بعد باستخدام الطائرات بدون طيار.

2. الري الذكي

باستخدام إنترنت الأشياء والأنظمة الذكية، يمكن تنفيذ أنظمة الري الذكية المتكيفة مع الطقس وتقليل استخدام المياه الثمينة، حيث تم تصميم الري الذكي للري فقط إذا لزم الأمر، اعتمادًا على مستوى إجهاد المحصول والتربة، وتُعد الطائرات بدون طيار أداة رائعة للتعامل مع عامل التباين في إجهاد المياه، ويمكن أيضا إجراء الري بالرش باستخدام الطائرات بدون طيار للري الدقيق على الفور.

3. نظام مكافحة الآفات والأعشاب الضارة

يمكن أن تؤثر الآفات والأعشاب الضارة والمسببات للأمراض على المحصول بشدة وقد تقلل الإنتاجية بنسبة تصل إلى 30٪ فقط من خلال الأعشاب الضارة، من ناحية أخرى، تعمل المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب أيضًا على تقليل الربح وتدهور جودة المنتج أيضًا وهو ما يشكل مصدر قلق كبير للمستهلك، ويمكن لإنترنت الأشياء والأنظمة الذكية تقييم الأمراض والآفات والأعشاب الضارة في المحصول ويمكنها إعلام المزارع، كما أنها قادرة على القضاء على الآفات والمسببات للأمراض من خلال الاستهداف الدقيق بالمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب، يمكن أيضًا استخدام المركبات الذكية لهذا الغرض.

4. تقنيات تقييم العائد

تقييم الغلة هو الجزء الأكثر أهمية في الزراعة الذكية، ولا يمكن إجراء مراقبة دقيقة ومستمرة للعوامل الحيوية وغير الحيوية إلا من خلال إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار اللاسلكية وصور الطائرات بدون طيار، حيث تولد كل هذه الأجهزة كميات هائلة من البيانات غير المنظمة، ويمكن الاستفادة من هذه البيانات للتنبؤ بالأمراض والتنبؤ بالمحاصيل وتخطيط الحصاد، ومن خلال هذه

التطبيقات، يمكن للمزارعين تقليل تكلفة العمالة وتكلفة التشغيل، ويمكنهم إجراء تقييم خالٍ من الأخطاء للأمراض والآفات، وتقدير الإيرادات والأرباح، وجدولة وتخطيط فترة حصاد أكثر ملاءمة تؤدي إلى تقليل تكلفة المدخلات وزيادة الربحية على المدى الطويل.

2 فوائد استخدام تطبيقات أنترنت الأشياء لضمان أمن غذائي مستدام:

1 المراقبة في الوقت الحقيقي

إن قدرة أجهزة إنترنت الأشياء على توفير المراقبة في الوقت الفعلي تشكل حجر الزاوية في الحفاظ على معايير سلامة الأغذية. حيث تجمع هذه الأجهزة باستمرار البيانات حول العوامل الحرجة مثل درجة الحرارة والرطوبة وحتى وجود الغازات، والتي يمكن أن تشير إلى التلف أو التلوث.

وتعتبر هذه البيانات في الوقت الفعلي بالغة الأهمية فيما يتعلق بالأطعمة القابلة للتلف مثل منتجات الألبان واللحوم والمنتجات الزراعية، حيث يمكن حتى للتقلبات البسيطة في الظروف البيئية أن تؤثر بشكل كبير على جودتها وسلامتها. ومن خلال الحصول على تحديثات مستمرة في الوقت الفعلي، يمكن للشركات معالجة أي انحرافات عن القاعدة على الفور، مما يقلل بشكل كبير من خطر التلف ويضمن وصول المنتجات الآمنة والعالية الجودة فقط إلى المستهلكين.

علاوة على ذلك، توفر المراقبة في الوقت الفعلي التي تسهلها إنترنت الأشياء مستوى من التفصيل في جمع البيانات لم يكن من الممكن تحقيقه في السابق. على سبيل المثال، في منشأة تخزين كبيرة، يمكن لأجهزة استشعار إنترنت الأشياء توفير معلومات مفصلة حول مناطق مختلفة، مما يساعد في تحديد مناطق معينة قد تتطلب الاهتمام أو التعديل.

لا تعمل هذه الدقة الفائقة على تعزيز سلامة الغذاء فحسب، بل تعمل أيضًا على تحسين استخدام الطاقة وتخصيص الموارد، مما يؤدي إلى توفير التكاليف والحد من التأثير البيئي. ومن خلال الاستفادة من هذه الرؤى التفصيلية، يمكن للشركات إنشاء عمليات أكثر استدامة وكفاءة، بما يتماشى مع توقعات المستهلكين المعاصرين للممارسات الواعية بيئيًا.

2 إمكانية التتبع والشفافية:

لا يمكن المبالغة في تقدير الدور الذي تلعبه إنترنت الأشياء في تعزيز إمكانية التتبع والشفافية في سلسلة توريد الأغذية. فبفضل إنترنت الأشياء، يمكن تسجيل كل خطوة من خطوات رحلة أي منتج غذائي وإتاحتها للجميع. وهذه الشفافية ضرورية ليس فقط للامتثال لمعايير السلامة ولكن أيضًا لبناء ثقة المستهلك.

في عصر أصبح فيه المستهلكون أكثر قلقًا بشأن أصول أغذيتهم وطريقة التعامل معها، فإن القدرة على تقديم معلومات مفصلة حول سلسلة التوريد تشكل ميزة تنافسية كبيرة. على سبيل المثال، يمكن لرموز الاستجابة السريعة المرتبطة ببيانات إنترنت الأشياء أن تسمح للمستهلكين برؤية التاريخ الكامل للمنتج، من المزرعة التي تم إنتاجه فيها إلى الظروف التي تم نقله فيها.

علاوة على ذلك، فإن إمكانية التتبع التي توفرها إنترنت الأشياء لا غنى عنها في حالة حدوث أزمة تتعلق بسلامة الغذاء. وفي حالات التلوث أو سحب المنتجات من الأسواق، فإن القدرة على تتبع مصدر المنتج ومسار توزيعه بسرعة ودقة يمكن أن تقلل بشكل كبير من نطاق وحجم التأثير.

ولا تعمل هذه الاستجابة السريعة على حماية المستهلكين فحسب، بل تعمل أيضًا على تقليل الهدر والخسائر الاقتصادية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام البيانات التي يتم جمعها من خلال إنترنت الأشياء لتحديد ومعالجة المشكلات النظامية داخل سلسلة التوريد، مما يؤدي إلى تحسينات مستمرة في ممارسات سلامة الأغذية والحد من احتمالية وقوع حوادث مستقبلية.

3 التحليل التنبئي:

تمثل قدرة التحليل التنبؤي لإنترنت الأشياء نهجًا استباقيًا لسلامة الغذاء. من خلال تحليل البيانات التي تم جمعها بمرور الوقت، يمكن لأنظمة إنترنت الأشياء تحديد الأنماط والتنبؤ بالمشكلات المحتملة قبل ظهورها.

يمكن أن يتراوح هذا التحليل التنبئي بين توقع أعطال المعدات التي قد تؤدي إلى ظروف تخزين غير آمنة، إلى تحديد مناطق سلسلة التوريد الأكثر عرضة لانتهاكات السلامة. يتيح نظام الإنذار للشركات معالجة المشكلات المحتملة قبل تفاقمها، مما يضمن الجودة والسلامة المتسقة للمنتجات الغذائية.

بالإضافة إلى منع الأمراض المنقولة عبر الغذاء، يمكن للتحليل التنبئي من خلال إنترنت الأشياء أيضًا تحسين سلسلة توريد الغذاء. من خلال التنبؤ بالطلب وانقطاعات سلسلة التوريد المحتملة، يمكن للشركات التخطيط بشكل أفضل لإنتاجها وتخزينها وتوزيعها، مما يقلل من النفايات ويزيد من الكفاءة.

لا يساهم هذا الجانب من إنترنت الأشياء في سلامة الغذاء فحسب، بل يساهم أيضًا في الاستدامة الشاملة لصناعة الأغذية. وفي عالم يواجه تحديات متزايدة تتعلق بالأمن الغذائي والاستدامة البيئية، فإن دور إنترنت الأشياء في تمكين إنتاج وتوزيع الغذاء بشكل أكثر ذكاءً وأمانًا وكفاءة لا يقدر بثمن. (Kaur, Modelling internet of things driven sustainable food security system, 2024)

3 تجارب ناجحة لتطبيق إنترنت الأشياء في مجال سلامة الغذاء لضمان أمن غذائي مستدام:(Barycki, 2024)

1 التبريد الذكي في محلات السوبر ماركت: سلسلة متاجر التجزئة الكبرى في الولايات المتحدة:

قامت سلسلة متاجر سوبر ماركت أمريكية رائدة بتنفيذ أنظمة تبريد ذكية تعتمد على إنترنت الأشياء في جميع متاجرها. تستخدم هذه الأنظمة من أجهزة الاستشعار لمراقبة مستويات درجة الحرارة والرطوبة بشكل مستمر داخل وحدات التبريد. يتم نقل البيانات التي تجمعها هذه المستشعرات في الوقت الفعلي إلى نظام مراقبة مركزي.

يتيح هذا لإدارة المتجر معالجة أي انحرافات عن الظروف المثلى على الفور، مما يقلل بشكل كبير من خطر التلف والأمراض المنقولة عن طريق الغذاء. لم يضمن تنفيذ حل إنترنت الأشياء هذا الامتثال لقواعد سلامة الغذاء فحسب، بل أدى أيضًا إلى توفير كبير في التكاليف بسبب تقليل هدر الطعام وتحسين كفاءة الطاقة.

بالإضافة إلى ذلك، تساعد قدرات الصيانة التنبؤية للنظام على منع فشل المعدات، مما يضمن بشكل أكبر سلامة وجودة المنتجات الغذائية المخزنة.

2 إمكانية تتبع المأكولات البحرية: شركة مأكولات بحرية نرويجية

اعتمدت شركة نرويجية للمأكولات البحرية تقنية إنترنت الأشياء لتعزيز إمكانية تتبع منتجاتها من المأكولات البحرية وتحسين جودتها. وقد استخدمت علامات إنترنت الأشياء المرفقة بصناديق الأسماك، والتي تسجل وتنقل البيانات حول درجة الحرارة وموقع وطريقة التعامل مع المأكولات البحرية من الصيد إلى المستهلك.

ويضمن هذا المستوى من إمكانية التتبع الحفاظ على المأكولات البحرية في ظروف مثالية طوال رحلتها، مما يقلل بشكل كبير من خطر التلف والتلوث. كما يتمكن المستهلكون من الوصول إلى هذه البيانات من خلال تطبيق على الهاتف الذكي، مما يعزز الشفافية والثقة في العلامة التجارية.

ولم يساهم هذا التنفيذ في تحسين الكفاءة التشغيلية للشركة فحسب، بل ساهم أيضًا في توفير ميزة تنافسية في السوق من خلال تعزيز ثقة المستهلكين في نضارة منتجاتهم وسلامتها.

3 المراقبة الزراعية: تعاونية زراعية أسترالية

نفذت إحدى الجمعيات التعاونية الزراعية الأسترالية نظامًا قائمًا على إنترنت الأشياء لمراقبة حالة المحاصيل وصحة التربة في المزارع الأعضاء. يستخدم النظام مجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار الموضوعة في الحقول لجمع البيانات حول رطوبة التربة ودرجة الحرارة ومستويات الأس الهيدروجيني وغيرها من المعلمات الحيوية.

وتُستخدم هذه المعلومات بعد ذلك لتحسين ممارسات الري والتسميد، مما يؤدي إلى إنتاج محاصيل أكثر صحة وتقليل استخدام الموارد. بالإضافة إلى ذلك، يوفر النظام تحذيرات من احتمالات الإصابة بالآفات أو تفشي الأمراض، مما يسمح بالتدخل في الوقت المناسب.

ولم يعمل هذا النهج الاستباقي لإدارة المزرعة على تحسين جودة وسلامة المنتجات فحسب، بل أدى أيضًا إلى زيادة العائد الإجمالي وكفاءة العمليات الزراعية. ويوضح اعتماد التعاونية لتكنولوجيا إنترنت الأشياء إمكانات مثل هذه الأنظمة لإحداث ثورة في الزراعة، وضمان سلامة الغذاء منذ بداية سلسلة التوريد.

4 مراقبة سلسلة التبريد لمنتجات الألبان: منتج ألبان أوروبي

نفذ أحد أبرز منتجي الألبان في أوروبا حلاً لمراقبة سلسلة التبريد يعتمد على إنترنت الأشياء لضمان نضارة وسلامة منتجات الألبان أثناء النقل والتخزين. يتضمن هذا النظام وضع أجهزة استشعار إنترنت الأشياء في الشاحنات المبردة ووحدات التخزين لمراقبة درجات الحرارة وتسجيلها باستمرار.

يتم نقل البيانات إلى نظام مركزي ينبه الإدارة في حالة حدوث أي انحرافات في درجات الحرارة والتي قد تؤثر على جودة منتجات الألبان. وقد أدى هذا التنفيذ إلى تقليل حالات التلف بشكل كبير وضمان الامتثال لقواعد سلامة الأغذية الصارمة.

علاوة على ذلك، ساعدت البيانات التي تم جمعها من خلال هذا النظام في تحسين ممارسات الخدمات اللوجستية والتخزين، مما أدى إلى زيادة الكفاءة وخفض تكاليف التشغيل.

5 البيوت الزجاجية الذكية لإنتاج الخضروات: شركة أمريكية تعمل في مجال التكنولوجيا الزراعية

طورت شركة أمريكية تعمل في مجال التكنولوجيا الزراعية صوبات زراعية ذكية مزودة بتكنولوجيا إنترنت الأشياء لتحسين ظروف نمو الخضروات المختلفة. تستخدم الصوبات الزراعية أجهزة استشعار لمراقبة عوامل مثل درجة الحرارة والرطوبة وشدة الضوء ورطوبة التربة.

تُستخدم هذه البيانات لأتمتة التحكم في الظروف البيئية، وضمان ظروف النمو المثالية والحد من خطر الإصابة بأمراض النباتات. كما يتضمن نظام إنترنت الأشياء تحليلات تنبؤية لتوقع التغيرات في أنماط الطقس وضبط بيئة الدفيئة وفقاً لذلك.

وقد أدى هذا النهج إلى زيادة كبيرة في إنتاج المحاصيل وجودتها، إلى جانب الحد من استخدام الموارد مثل المياه والأسمدة. وتلبي الخضروات المنتجة في هذه البيوت الزجاجية الذكية معايير السلامة والجودة العالية، وتلبي احتياجات المستهلكين المهتمين بصحتهم

.

4 التحديات والحلول لتنفيذ إنترنت الأشياء لسلامة الغذاء وتحقيق الأمن الغذائي المستدام:

1 تكلفة التنفيذ

إن أحد التحديات الأساسية في تنفيذ إنترنت الأشياء في مجال سلامة الأغذية هو التكلفة الأولية المرتفعة. ويشمل ذلك تكلفة شراء أجهزة إنترنت الأشياء، وإنشاء البنية الأساسية اللازمة، ودمج هذه التقنيات في الأنظمة القائمة.

بالنسبة للعديد من الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم في صناعة الأغذية، قد يكون هذا الاستثمار شاقًا. ومع ذلك، يكمن الحل في التبني التدريجي لتقنيات إنترنت الأشياء والاستفادة من الحلول الفعالة من حيث التكلفة. تقدم العديد من شركات التكنولوجيا الآن حلول إنترنت الأشياء القابلة للتطوير والتي تسمح للشركات بالبدء على نطاق صغير وتوسيع قدرات إنترنت الأشياء الخاصة بها مع نموها.

بالإضافة إلى ذلك، فإن الفوائد طويلة الأجل لإنترنت الأشياء، مثل تقليل النفايات وتحسين الكفاءة والامتثال لمعايير السلامة، غالباً ما تعوض الاستثمار الأولي بمرور الوقت.

2 مخاوف بشأن خصوصية البيانات وأمنها

تثير الكميات الهائلة من البيانات التي يتم جمعها ونقلها بواسطة أجهزة إنترنت الأشياء مخاوف كبيرة تتعلق بالخصوصية والأمان. ويشكل خطر اختراق البيانات والوصول غير المصرح به إلى المعلومات الحساسة تحديًا كبيرًا للشركات التي تنفذ إنترنت الأشياء.

ولمعالجة هذه المشكلة، فإن اتخاذ تدابير قوية للأمن السيبراني أمر ضروري. ويمكن أن يساعد تنفيذ تقنيات التشفير المتقدمة وبروتوكولات مصادقة المستخدم الآمنة وعمليات التدقيق الأمني المنتظمة في حماية البيانات الحساسة. وعلاوة على ذلك، فإن الالتزام باللوائح الدولية لحماية البيانات، مثل اللائحة العامة لحماية البيانات في أوروبا، يضمن الامتثال ويبني الثقة مع المستهلكين الذين يشعرون بقلق متزايد بشأن خصوصية بياناتهم.

3 الحاجة إلى الخبرة الفنية

تتطلب تعقيدات تقنية إنترنت الأشياء مستوى معينًا من الخبرة الفنية، وهو ما قد يشكل عائقًا أمام الشركات التي تفتقر إلى المهارات الفنية الداخلية. ويتجلى هذا التحدي بشكل خاص في صناعة الأغذية، حيث تركز الخبرة تقليديًا على إنتاج الغذاء وسلامته بدلاً من التكنولوجيا المتقدمة.

يكمن الحل في التعليم والتدريب. يقدم العديد من مزودي إنترنت الأشياء برامج تدريبية ودعمًا لمساعدة الشركات على استخدام أنظمة إنترنت الأشياء وإدارتها بفعالية.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن للشراكات مع شركات التكنولوجيا المتخصصة في إنترنت الأشياء أن توفر الدعم الفني والخبرة اللازمين، مما يسمح لشركات الأغذية بالتركيز على عملياتها الأساسية مع الاستفادة من فوائد إنترنت الأشياء، وذلك بالاستعانة بـ:

1. التكامل مع الأنظمة الحالية

قد يكون دمج تقنية إنترنت الأشياء مع الأنظمة والعمليات الحالية معقدًا ويستغرق وقتًا طويلاً. غالبًا ما يكون هذا التحدي في التكامل ناتجًا عن مشكلات التوافق بين أجهزة إنترنت الأشياء الجديدة والأنظمة القديمة.

يتضمن الحل تبني حلول إنترنت الأشياء المرنة والمتوافقة مع بعضها البعض والتي يمكن دمجها بسهولة مع مجموعة متنوعة من الأنظمة. تقدم العديد من منصات إنترنت الأشياء الآن خيارات قابلة للتخصيص وواجهات برمجة التطبيقات التي تسهل التكامل السلس.

بالإضافة إلى ذلك، فإن طلب المساعدة من متخصصي تكنولوجيا المعلومات المتخصصين في تكامل النظام يمكن أن يبسط هذه العملية إلى حد كبير، مما يضمن انتقالًا سلسًا إلى العمليات المعززة بتقنية إنترنت الأشياء.

ومن خلال معالجة هذه التحديات بحلول استراتيجية، يمكن للشركات في صناعة الأغذية الاستفادة بشكل فعال من قوة إنترنت الأشياء لتحسين سلامة الأغذية، وتحقيق الكفاءة التشغيلية، والحفاظ على ميزة تنافسية في السوق، فدور إنترنت الأشياء في سلامة الغذاء لا يقتصر على مجرد التقدم التكنولوجي؛

بل هو التزام بسلامة الغذاء، وبالتالي الصحة العامة، ومن خلال تبني إنترنت الأشياء، يمكن لصناعة الأغذية ضمان معايير أعلى لجودة الأغذية، والحد من الهدر، وبناء ثقة أكبر لدى المستهلكين. ويكمن مستقبل سلامة الأغذية في التكامل الذكي للتكنولوجيا، وإنترنت الأشياء هو الرائد في هذا المجال . (Ramanathan & Al, 2024)

خاتمة:

من خلال ما تم عرضه أعلاه نستنتج أن تقنيات إنترنت الأشياء أحد أهم الأدوات التي تساهم في تحقيق أمن غذائي مستدام، والمتمثلة أساسا في الأجهزة المتصلة ببعضها البعض عبر الإنترنت، وتجمع وتحلل كميات هائلة من البيانات لتقديم رؤى قيمة تساعد في اتخاذ قرارات أفضل، من خلال الزراعة الذكية، ومراقبة المحاصيل باستخدام أجهزة الاستشعار، والتنبؤ بالأمراض، وإدارة الموارد، والاعتماد على سلسلة التوريد الشفافة من خلال تتبع المنتجات وتحسين الجودة، وتقليل الفاقد :يساعد تتبع المنتجات في تقليل الفاقد والتلف في سلسلة التوريد من خلال تحسين إدارة المخزون وتخطيط التوزيع، وكذلك الاعتماد على تقنيات تحسين التغذية من خلال تطوير الأغذية وتقديم التوصيات الغذائية، وكذلك الاعتماد على تقنيات الاستدامة البيئية من خلال تقليل استخدام المبيدات، وحماية الموارد المائية، ولكن وعلى الرغم من الفوائد الكبيرة التي يوفرها إنترنت الأشياء في مجال الأمن الغذائي، إلا أن هناك بعض التحديات التي يجب التغلب عليها، مثل:

- التكلفة: قد تكون تكلفة تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء مرتفعة بالنسبة للصغار والمزارعين.
- البنية التحتية: تتطلب هذه التقنيات وجود بنية تحتية قوية للاتصالات والإنترنت.
- الأمن السيبراني: يجب حماية البيانات التي يتم جمعها من خلال إنترنت الأشياء من الاختراقات.

ولكن تظل إنترنت الأشياء يمثل ثورة في مجال الزراعة والأمن الغذائي، ويساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة للأفراد في المجتمع من خلال الاستثمار في هذه التقنيات وتوفير التدريب اللازم للمزارعين، يمكننا تحقيق تقدم كبير في مجال الأمن الغذائي وتحسين حياة الملايين من الناس حول العالم.

قائمة المراجع:

Barycki, R. (2024, 10 23). Harnessing the Internet of Things (IoT) for Enhanced Food Safety: A Revolution in Monitoring and Compliance. Récupéré sur https://foodready.ai/blog/internet-of-things-iot-food-safety

Kaur, H. (2024, 10 23). Récupéré sur Modelling internet of things driven sustainable food security system: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BIJ-12-2018-0431

Kaur, H. (2024, 10 05). Modelling internet of things driven sustainable food security system. Récupéré sur https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/bij-12-2018-0431/full/html

Morchid, A., Rachid, E., Aeshah A, R., & Yassine , S. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. Ain Shams Engineering Journal, 1-15.

Qureshi, T., & Al. (2024, 10 23). Smart Agriculture for Sustainable Food Security Using Internet of Things (IoT). Récupéré sur https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/9608394

Ramanathan, R., & Al. (2024, 10 26). Motivations and Challenges for Food Companies in Using IoT Sensors for Reducing Food Waste: Some Insights and a Road Map for the Future. Récupéré sur https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1665

Savonin, M. (2024, 10 24). Cloud Computing in Agriculture: A Complete Guide. Récupéré sur https://keenethics.com/blog/cloud-computing-in-agriculture-a-complete-guide