

دور إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر
سلاسل الإمداد: دراسة ميدانية على شركات الأغذية في المملكة العربية السعودية.

إعداد الطالب/

زايد مبارك الغنزي

٢٦١٠٠٢٦٣٢

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د. فايز جراد

العام الدراسي: 2026

٣	.....	مقدمة الدراسة
٤	.....	مشكلة الدراسة
٦	.....	أهمية الدراسة
٧	.....	أهداف الدراسة
٨	.....	أسئلة الدراسة
٩	.....	فروض الدراسة
١٠	.....	الدراسات السابقة
١٧	.....	الفجوة البحثية
١٩	.....	المنطلقات النظرية للدراسة
٢٢	.....	المنهجية وطرق البحث:
٢٢	.....	مجتمع وعينة الدراسة
٢٣	.....	مصادر جمع البيانات
٢٣	.....	أدوات الدراسة
٢٤	.....	الأساليب الإحصائية المستخدمة
٢٥	.....	حدود الدراسة
٢٧	.....	المراجع:

مقدمة الدراسة

يشهد العالم المعاصر تحولات تقنية متسارعة أحدثت تغييرات جوهرية في مختلف القطاعات الاقتصادية والصناعية، إذ باتت الثورة الصناعية الرابعة تُمثّل منعطفاً تاريخياً في إعادة تشكيل بيئات الأعمال من خلال توظيف تقنيات متقدمة كإنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والبيانات الضخمة، وسلسلة الكتل (البلوك تشين). وقد امتدت تأثيرات هذه التحولات لتطال قطاع الأغذية وسلاسل إمدادها، الذي يُعدّ من أكثر القطاعات حساسيةً وتأثيراً على الأمن الغذائي والصحة العامة، مما استدعى إعادة النظر في الأساليب التقليدية لإدارة هذه السلاسل بما يتواءم مع متطلبات العصر الرقمي (Purnama & Sejati, 2023).

برزت تقنية إنترنت الأشياء (IoT) بوصفها إحدى أهم الركائز التقنية التي تُسهم في ربط الأجهزة والمعدات والمنتجات عبر شبكات اتصال ذكية، مما يُتيح تبادل البيانات في الوقت الفعلي ومراقبة المنتجات في جميع مراحل سلسلة الإمداد، بدءاً من مرحلة الإنتاج وصولاً إلى المستهلك النهائي. وقد أصبحت تقنيات إنترنت الأشياء قادرةً على تقديم معلومات دقيقة وأنية حول حالة المنتجات الغذائية من حيث درجة الحرارة، والرطوبة، والموقع الجغرافي، مما يُعزّز من كفاءة العمليات اللوجستية ويُسهم في تطوير أداء العاملين في هذه السلاسل (بنوي وآخرون، ٢٠٢٣).

وعلى الصعيد ذاته، تُمثّل تطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI) نقلةً نوعيةً في تطوير القدرات التحليلية والتنبؤية لسلاسل الإمداد الغذائية، حيث تُسهم خوارزميات التعلم الآلي والشبكات العصبية في معالجة كميات ضخمة من البيانات واستخلاص أنماط دقيقة تُساعد في اتخاذ قرارات رشيدة. ولم يعد دور الذكاء الاصطناعي مقتصرًا على الأتمتة، بل امتدّ ليشمل التنبؤ بالطلب، وكشف الغش الغذائي، وتحديد المخاطر الناشئة، وتحسين جودة المنتجات، مما جعله أداةً استراتيجيةً لا غنى عنها في إدارة سلاسل الإمداد الحديثة (مصدق وبكطاش، ٢٠٢٥).

يُعدّ تتبع المنتجات الغذائية (Food Traceability) أحد أبرز التحديات التي تواجه شركات الأغذية في العصر الراهن، نظراً لتزايد مخاوف المستهلكين حول مصدر الغذاء وأصالته وسلامته، فضلاً عن تشديد الجهات التنظيمية للمتطلبات المتعلقة بشفافية سلاسل الإمداد. ويتطلّب التتبع الفعال للمنتجات الغذائية

توفّر بنية تقنية متكاملة قادرة على رصد المنتج وتوثيق جميع مراحله من المزرعة إلى المائدة، بما يضمن الشفافية والمصادقية ويُعزّز ثقة المستهلك (الحمادة، ٢٠٢٥).

كما أنّ تتبع المنتجات الغذائية لم يعد مجرد عملية تشغيلية، بل أصبح ركيزةً استراتيجيةً لتعزيز التنافسية وضمان الجودة وسلامة الغذاء، ولا سيما في ظل تشعّب سلاسل الإمداد العالمية وتعدد الأطراف المشاركة فيها. ويُساهم التتبع المتقدم في معالجة قضايا الغش الغذائي، وكشف مصادر التلوث، وتسريع عمليات الاستدعاء عند الحاجة، مما يُقلّل من المخاطر الصحية والاقتصادية المترتبة على إخفاقات سلامة الغذاء (Gbashi & Njobeh, 2024).

وفي ضوء ما تقدّم، تأتي هذه الدراسة لتُلقي الضوء على دور إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد، مع التطبيق على شركات الأغذية في المملكة العربية السعودية، التي تشهد تحولات رقمية متسارعة في إطار رؤية المملكة ٢٠٣٠ الهادفة إلى بناء اقتصاد رقمي متقدم وتعزيز الأمن الغذائي الوطني. وتسعى الدراسة إلى تقديم إطار علمي وعملي يُساهم في فهم العلاقة بين هذه التقنيات المتقدمة وكفاءة منظومة التتبع الغذائي، بما يُساعد صنّاع القرار في القطاع الغذائي على توظيف هذه التقنيات بفاعلية، ويثري الأدبيات العلمية في هذا المجال الحيوي والمتنامي .

مشكلة الدراسة

تُمثّل سلاسل الإمداد الغذائية شرياناً حيوياً للاقتصاد الوطني والأمن الغذائي في المملكة العربية السعودية، إذ تتزايد التحديات التي تواجه شركات الأغذية في ضمان جودة المنتجات وسلامتها وأصالتها في ظل اتساع نطاق هذه السلاسل وتعدّد أطرافها وتشعّب عملياتها. وعلى الرغم من الجهود المتواصلة لتطوير هذه السلاسل، إلا أنّ الأساليب التقليدية المتبعة في تتبع المنتجات الغذائية لا تزال تُعاني من قصور واضح في تحقيق الشفافية الكاملة، وضمان دقة البيانات في الوقت الفعلي، والاستجابة السريعة للمخاطر المحتملة، مما يستدعي البحث عن حلول تقنية متقدمة قادرة على معالجة هذه الإشكاليات.

وفي هذا السياق، تتجلى الحاجة الماسّة إلى توظيف تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بوصفهما أداتين استراتيجيتين لإعادة هندسة منظومة التتبع الغذائي، حيث تُشير الأدبيات الحديثة إلى أنّ الفجوة

بين الإمكانيات النظرية لهذه التقنيات وتطبيقاتها الفعلية في بيئة شركات الأغذية لا تزال واسعة، خاصةً في الدول العربية بشكل عام والمملكة العربية السعودية بشكل خاص (الحمادة، ٢٠٢٥). كما أنّ معظم الدراسات السابقة ركّزت على دراسة كل تقنية على حدة، دون التعمّق في فهم التأثير التكاملي بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على عمليات التتبع الغذائي في بيئات تطبيقية واقعية (Sharifmousavi et al., 2024).

ومن خلال استعراض الأدبيات والدراسات السابقة، يتبيّن أنّ الدراسات التي تناولت العلاقة بين تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي وسلاسل الإمداد قد أُجريت في معظمها في بيئات أجنبية أو في قطاعات مغايرة لقطاع الأغذية، كقطاع تكنولوجيا المعلومات (العلوان والطويس، ٢٠٢٥)، أو خدمات التوكيد المهني (الدوسري وآخرون، ٢٠٢٣)، أو أداء المحاسب الإداري (بنوي وآخرون، ٢٠٢٣)، في حين تبقى الدراسات الميدانية التي تتناول هذه التقنيات في سياق شركات الأغذية السعودية محدودة للغاية، مما يُمثّل فجوةً بحثيةً واضحةً تسعى الدراسة الحالية إلى سدّها.

كما لاحظ الباحث من خلال الاستطلاع الميداني الأولي الذي أجراه على عيّنة من العاملين في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية، وجود تفاوت ملحوظ في درجة تبني هذه الشركات لتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي، فضلاً عن وجود تحديات تتعلق بمدى وعي العاملين بأهمية هذه التقنيات، وتوفّر البنية التحتية الرقمية اللازمة، وتأهيل الكوادر البشرية القادرة على التعامل معها بكفاءة. كما تبين أنّ كثيراً من الشركات لا تزال تعتمد على أنظمة تتبع تقليدية لا تستجيب لمتطلبات الشفافية الآنية والدقة العالية التي تفرضها الأسواق العالمية، مما ينعكس سلباً على قدرتها التنافسية وعلى ثقة المستهلكين في منتجاتها. (Mu et al., 2024)

ويُضاف إلى ذلك أنّ تتبع المنتجات الغذائية يُعدّ متغيراً متعدّد الأبعاد، يشمل الشفافية، والدقة، والسرعة، والموثوقية، وضمان أصالة المنتج، الأمر الذي يستوجب دراسة معمّقة لكيفية إسهام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في تعزيز كل بُعد من هذه الأبعاد. وعلى الرغم من أهمية هذا الموضوع، إلا أنّ هناك ندرةً في الدراسات التي تتناول هذه الأبعاد بشكل تكاملي وتقدّم نموذجاً علمياً يربط بين المتغيرات المستقلة والتابعة في بيئة سعودية واقعية. (Dedeoglu et al., 2023)

وبناءً على ما تقدّم، تتبلور مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي:

“ما أثر إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بأبعادهما على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية؟”

ويُتفرّع من هذا التساؤل الرئيس عدد من التساؤلات الفرعية التي ستُعرض في موضعها لاحقاً.

أهمية الدراسة

الأهمية العلمية

- تُسهم الدراسة في إثراء الأدبيات العلمية المتعلقة بتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في سياق سلاسل الإمداد الغذائية، وهو موضوع حديث ومتنامي الأهمية.
- تُقدّم الدراسة إطاراً نظرياً متكاملًا يربط بين متغيري إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي (المتغير المستقل) وتحسين تتبع المنتجات الغذائية (المتغير التابع)، مما يُسهم في سدّ الفجوة البحثية القائمة.
- تتميز الدراسة بتناولها لموضوع لم يحظَ بدراسات كافية في البيئة السعودية، خاصةً في قطاع الأغذية، مما يُضيف قيمة علمية مرجعية للباحثين والأكاديميين.
- تفتح الدراسة آفاقاً بحثية جديدة أمام الباحثين لإجراء دراسات مستقبلية في مجالات ذات صلة، كدمج البلوك تشين والبيانات الضخمة مع منظومة التتبع الغذائي.
- تُعزّز الدراسة من فهم الأبعاد المتعددة لمتغيرات الدراسة، وتُقدّم نموذجاً قابلاً للتطبيق والاختبار في بيئات وقطاعات أخرى.

الأهمية العملية

- تُقدّم الدراسة رؤية عملية لشركات الأغذية في المملكة العربية السعودية حول كيفية توظيف تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي لتعزيز كفاءة منظومة التتبع الغذائي.
- تُساعد الدراسة صنّاع القرار في القطاع الغذائي على وضع استراتيجيات وخطط تطويرية مبنية على أسس علمية لتبني التقنيات الرقمية المتقدمة.

- تتوافق الدراسة مع أهداف رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ الهادفة إلى تعزيز التحول الرقمي والأمن الغذائي وبناء اقتصاد قائم على المعرفة.
- تُسهم نتائج الدراسة في توعية العاملين في شركات الأغذية بأهمية التقنيات الحديثة ودورها في رفع كفاءة الأداء التشغيلي.
- تُقدّم الدراسة توصيات عملية يمكن أن يستفيد منها المسؤولون في الجهات التنظيمية لوضع السياسات والمعايير المتعلقة بمتتبع المنتجات الغذائية.
- تُعزّز نتائج الدراسة من ثقة المستهلكين في المنتجات الغذائية المحلية من خلال تسليط الضوء على أهمية الشفافية والمصادقية في سلاسل الإمداد.

أهداف الدراسة

الهدف الرئيس:

تهدف الدراسة إلى دراسة أثر إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بأبعادهما (أجهزة الاستشعار الذكية، الاتصال البيني، تحليل البيانات الآتية، الأتمتة الذكية، التعلم الآلي، التحليل التنبؤي) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد بأبعاده (الشفافية، الدقة، السرعة، الموثوقية، أصالة المنتج) في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية.

الأهداف الفرعية:

١. التعرف على المفاهيم النظرية والأبعاد الرئيسة لتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في سياق سلاسل الإمداد الغذائية.
٢. دراسة واقع تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية.
٣. تحديد مستوى كفاءة منظومة تتبع المنتجات الغذائية في شركات الأغذية السعودية وفقاً لأبعادها المختلفة.
٤. الكشف عن أثر أبعاد إنترنت الأشياء (أجهزة الاستشعار الذكية، الاتصال البيني، تحليل البيانات الآتية) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد.

٥. الكشف عن أثر أبعاد الذكاء الاصطناعي (الأتمتة الذكية، التعلم الآلي، التحليل التنبؤي) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد.
٦. تحليل العلاقة التكاملية بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي وأثرها المشترك على تتبع المنتجات الغذائية.
٧. الكشف عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد عينة الدراسة تُعزى إلى المتغيرات الديموغرافية (النوع، العمر، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، طبيعة العمل).
٨. تقديم إطار علمي وعملي يُسهم في توظيف تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بفاعلية في شركات الأغذية السعودية.
٩. اقتراح مجموعة من التوصيات والمقترحات التي تُسهم في تطوير منظومة تتبع المنتجات الغذائية في البيئة السعودية.

أسئلة الدراسة

السؤال الرئيس:

ما أثر إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بأبعادهما على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية؟

الأسئلة الفرعية:

١. ما المفاهيم النظرية والأبعاد الرئيسة لتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في سياق سلاسل الإمداد الغذائية؟
٢. ما واقع تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية؟
٣. ما مستوى كفاءة منظومة تتبع المنتجات الغذائية في شركات الأغذية السعودية وفقاً لأبعادها المختلفة؟
٤. ما أثر أبعاد إنترنت الأشياء (أجهزة الاستشعار الذكية، الاتصال البيئي، تحليل البيانات الآنية) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد؟

٥. ما أثر أبعاد الذكاء الاصطناعي (الآتمة الذكية، التعلم الآلي، التحليل التنبؤي) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد؟

٦. ما طبيعة العلاقة التكاملية بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي وأثرها المشترك على تتبع المنتجات الغذائية؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيس الأول:

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإنترنت الأشياء بأبعاده (أجهزة الاستشعار الذكية، الاتصال البيئي، تحليل البيانات الآنية) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية.

ويتفرّع منه الفروض الفرعية الآتية:

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لأجهزة الاستشعار الذكية على تحسين تتبع المنتجات الغذائية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للاتصال البيئي على تحسين تتبع المنتجات الغذائية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتحليل البيانات الآنية على تحسين تتبع المنتجات الغذائية.

الفرض الرئيس الثاني:

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للذكاء الاصطناعي بأبعاده (الآتمة الذكية، التعلم الآلي، التحليل التنبؤي) على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية.

ويتفرّع منه الفروض الفرعية الآتية:

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للأتمتة الذكية على تحسين تتبع المنتجات الغذائية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتعلم الآلي على تحسين تتبع المنتجات الغذائية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتحليل التنبؤي على تحسين تتبع المنتجات الغذائية.

الفرض الرئيس الثالث:

يوجد أثر تكاملي ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي مجتمعين على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية.

الدراسات السابقة:

وقد قام الباحث باستعراض مجموعة من الدراسات العربية والأجنبية ذات الصلة بمتغيرات الدراسة الحالية، وتمّ تصنيفها وتقسيمها إلى محورين رئيسيين على النحو الآتي:

المحور الأول: الدراسات المتعلقة بالمتغير المستقل (إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي) وعلاقته بمتغيرات أخرى.

المحور الثاني: الدراسات المتعلقة بالمتغير التابع (تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد) وعلاقته بمتغيرات أخرى.

وقد تمّ ترتيب الدراسات داخل كل محور من الأحدث إلى الأقدم، مع عرض عنوان الدراسة، وأهدافها، ومنهجها، وعينتها، وأهم نتائجها وتوصياتها، تمهيداً للتعليق العام عليها وبيان أوجه الاستفادة منها في الدراسة الحالية.

المحور الأول: الدراسات المتعلقة بالمتغير المستقل (إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي) وعلاقته بمتغيرات أخرى

أولاً: الدراسات العربية

دراسة الحمادة (٢٠٢٥) بعنوان: “نمذجة الذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات التتبع الغذائي: دراسة نظرية لتطبيق تقنية البلوك تشين”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور نمذجة الذكاء الاصطناعي بأبعاده (خوارزميات التعلم الآلي، الشبكات العصبية، التحليل التنبؤي، معالجة البيانات الضخمة) في تحسين عمليات التتبع الغذائي من خلال تطبيق تقنية البلوك تشين، وذلك في إطار سلاسل الإمداد الغذائية الحديثة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي النظري القائم على مراجعة الأدبيات العلمية ذات الصلة، وتكونت العينة من مجموعة من الدراسات والأبحاث العلمية المنشورة في قواعد البيانات الدولية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والبلوك تشين في القطاع الغذائي. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي مع تقنية البلوك تشين يُسهم بشكل كبير في تعزيز شفافية سلاسل الإمداد الغذائية، ورفع كفاءة عمليات التتبع، وضمان أصالة المنتجات، وتقليل حالات الغش الغذائي. وأوصت الدراسة بضرورة تبني نماذج هجينة تجمع بين الذكاء الاصطناعي والبلوك تشين، وتطوير البنية التحتية الرقمية للشركات الغذائية، وتأهيل الكوادر البشرية القادرة على التعامل مع هذه التقنيات.

دراسة العلوان والطويسى (٢٠٢٥) بعنوان: “العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتمكين الخدمات الرقمية في شركات تكنولوجيا المعلومات في الأردن: الدور المعدل لرأس المال البشري”

هدفت الدراسة إلى التعرف على العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء بأبعاده (الأمثلة الذكية، التحليلات التنبؤية، الاتصال البيئي للأجهزة، إدارة البيانات في الوقت الفعلي) في تمكين الخدمات الرقمية في شركات تكنولوجيا المعلومات الأردنية، مع اختبار الدور المعدل لرأس المال البشري. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (٢٥٠) مفردة من العاملين في شركات تكنولوجيا المعلومات في الأردن. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية

بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وتمكين الخدمات الرقمية، كما أكدت النتائج أن رأس المال البشري يلعب دوراً معدلاً مهماً في تقوية هذه العلاقة. وأوصت الدراسة بضرورة الاستثمار في رأس المال البشري المؤهل تقنياً، وتعزيز التكامل بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء داخل بيئة العمل الرقمية.

دراسة مصدق وبكطاش (٢٠٢٥) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة سلاسل الإمداد والخدمات اللوجستية”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الروبوتات الذكية، أنظمة دعم القرار، التنبؤ بالطلب) في تحسين كفاءة سلاسل الإمداد والخدمات اللوجستية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من مجموعة من الشركات اللوجستية التي تتبنى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عملياتها. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يُسهم بشكل فعال في تقليل التكاليف التشغيلية، وتحسين دقة التنبؤ بالطلب، وتسريع عمليات الشحن والتخزين، فضلاً عن تعزيز اتخاذ القرار في الوقت الفعلي. وأوصت الدراسة بضرورة تبني الشركات لاستراتيجيات رقمية متكاملة تستند إلى الذكاء الاصطناعي، وتطوير الكفاءات البشرية لمواكبة هذه التحولات.

دراسة الدوسري وآخرون (٢٠٢٣) بعنوان: “دور تقنيات إنترنت الأشياء في تدعيم خدمات التوكيد المهني لتقارير الأعمال المتكاملة”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنيات إنترنت الأشياء بأبعادها (المستشعرات الذكية، الاتصال السحابي، تحليل البيانات الآنية، الأمن السيبراني) في تدعيم خدمات التوكيد المهني لتقارير الأعمال المتكاملة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من مجموعة من المراجعين والمحاسبين المهنيين. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تقنيات إنترنت الأشياء تُعزز جودة وموثوقية خدمات التوكيد المهني من خلال توفير بيانات آنية ودقيقة، وتُسهم في رفع كفاءة عمليات المراجعة. وأوصت الدراسة بضرورة دمج تقنيات إنترنت الأشياء في معايير المراجعة المهنية، وتدريب المراجعين على استخدام هذه التقنيات.

دراسة بنوي وآخرون (٢٠٢٣) بعنوان: “دور تقنية إنترنت الأشياء في تطوير أداء المحاسب الإداري مع دراسة ميدانية”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنية إنترنت الأشياء بأبعادها (الأجهزة الذكية المتصلة، تبادل البيانات في الوقت الفعلي، التحليل التلقائي، التكامل مع الأنظمة المحاسبية) في تطوير أداء المحاسب الإداري. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع الجانب الميداني، وتكونت العينة من المحاسبين الإداريين العاملين في عدد من الشركات. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن إنترنت الأشياء تُسهم بشكل جوهري في تحسين دقة المعلومات المحاسبية، ورفع كفاءة اتخاذ القرارات الإدارية، وأتمتة العمليات المحاسبية الروتينية. وأوصت الدراسة بضرورة الاستثمار في البنية التقنية للشركات، وتطوير مهارات المحاسبين الإداريين بما يتلاءم مع تطبيقات إنترنت الأشياء.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

دراسة (Asefnejad et al. (2025) بعنوان “Artificial Intelligence, Blockchain, and IoT in Modern Food Supply Chain Operations” :

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي والبلوك تشين وإنترنت الأشياء بأبعادها (الأتمتة الذكية، اللامركزية، الاتصال البيئي، الأمان الرقمي) في عمليات سلاسل الإمداد الغذائية الحديثة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي النظري، وتكونت العينة من مجموعة من الدراسات والتطبيقات الصناعية في قطاع الأغذية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التكامل بين هذه التقنيات الثلاث يُحدث تحولاً جوهرياً في سلاسل الإمداد الغذائية من حيث الشفافية، والكفاءة، وسلامة الغذاء. وأوصت الدراسة بضرورة تبني إطار عمل متكامل يجمع بين التقنيات الثلاث، وتطوير السياسات والتشريعات الداعمة.

دراسة (Sharifmousavi et al. (2024) بعنوان “Distributed artificial intelligence application in agri-food supply chains 4.0” :

هدفت الدراسة إلى التعرف على تطبيقات الذكاء الاصطناعي الموزع بأبعادها (الأنظمة متعددة الوكلاء، التعلم العميق، التحليل الموزع للبيانات) في سلاسل الإمداد الزراعية والغذائية في عصر الصناعة ٤.٠.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من مجموعة من الدراسات والحالات التطبيقية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي الموزع يُمكن من اتخاذ قرارات أكثر كفاءة ومرونة في سلاسل الإمداد الغذائية، ويُعزّز قدرتها على التكيف مع التغيرات. وأوصت الدراسة بضرورة الاستثمار في البنية التحتية للذكاء الاصطناعي الموزع، وتطوير منصات تشاركية بين أطراف سلسلة الإمداد.

دراسة (Adamashvili et al. (2024 بعنوان "The integration of the internet of things, artificial intelligence, and blockchain technology for advancing the wine supply chain"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور التكامل بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والبلوك تشين بأبعاده (الاستشعار الذكي، التحليل التنبؤي، السجلات الموزعة) في تطوير سلسلة إمداد النبيذ. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من عدد من شركات صناعة النبيذ التي تتبنى هذه التقنيات. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التكامل بين هذه التقنيات يُسهم في تعزيز الجودة، والمصداقية، وتتبع المنتج من المزرعة إلى المستهلك. وأوصت الدراسة بضرورة تعميم هذا النموذج المتكامل على القطاعات الغذائية الأخرى.

دراسة (Purnama & Sejati (2023 بعنوان "Internet of things, big data, and artificial intelligence in the food and agriculture sector"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي بأبعاده (الاستشعار، التحليل، التنبؤ، الأتمتة) في قطاع الأغذية والزراعة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي النظري، وتكونت العينة من الأدبيات والدراسات المنشورة حديثاً. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن هذه التقنيات تُسهم في رفع الإنتاجية الزراعية، وتحسين جودة المنتجات الغذائية، وترشيد استخدام الموارد. وأوصت الدراسة بضرورة دعم الحكومات لتبني هذه التقنيات في القطاع الزراعي والغذائي.

المحور الثاني: الدراسات المتعلقة بالمتغير التابع (تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد) وعلاقته بمتغيرات أخرى

دراسة (2024) Gbashi & Njobeh بعنوان "Enhancing food integrity through artificial intelligence and machine learning: a comprehensive review"

هدفت الدراسة إلى التعرف على سُبل تعزيز سلامة وأصالة المنتجات الغذائية بأبعادها (كشف الغش الغذائي، تتبع المصدر، ضمان الجودة، السلامة الميكروبيولوجية) من خلال توظيف الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي الشامل (Comprehensive Review)، وتكونت العينة من مجموعة كبيرة من الأبحاث العلمية المحكّمة المنشورة في قواعد البيانات الدولية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي تُعدّ أدوات فعّالة لكشف الغش الغذائي، وضمان أصالة المنتجات، وتعزيز نظم التتبع. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير معايير موحدة لتطبيق هذه التقنيات في صناعة الأغذية، وتعزيز التعاون بين الباحثين والصناعيين.

دراسة (2024) Mu et al. بعنوان "Making food systems more resilient to food safety risks by including artificial intelligence, big data, and internet of things into food safety early warning and emerging risk identification tools"

هدفت الدراسة إلى التعرف على سُبل تعزيز مرونة نظم الأغذية في مواجهة مخاطر السلامة الغذائية بأبعادها (الإنذار المبكر، تحديد المخاطر الناشئة، الاستجابة السريعة، الوقاية الاستباقية) من خلال دمج الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة وإنترنت الأشياء. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات المتعلقة بسلامة الغذاء. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج هذه التقنيات يُحسّن من قدرة نظم سلامة الغذاء على التنبؤ بالمخاطر والاستجابة لها بفاعلية. وأوصت الدراسة بضرورة بناء منصات وطنية ودولية متكاملة لرصد مخاطر سلامة الغذاء.

دراسة (2023) Dedeoglu et al. بعنوان "Blockchain meets edge-AI for food supply chain traceability and provenance"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور دمج البلوك تشين مع الذكاء الاصطناعي الطرفي (Edge-AI) بأبعاده (المعالجة اللامركزية، التحقق الآني، الأمان الرقمي، الموثوقية) في تتبع المنتجات الغذائية وإثبات مصدرها عبر سلاسل الإمداد. واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي التطبيقي، وتكونت العينة من سيناريوهات تطبيقية ونماذج محاكاة لسلاسل الإمداد الغذائية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التكامل بين البلوك تشين والذكاء الاصطناعي الطرفي يُوفّر حلولاً فعّالة وموثوقة لتتبع المنتجات الغذائية بشكل آني، مع ضمان مصداقية البيانات. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير نماذج تجارية قابلة للتطبيق الواقعي في الشركات الغذائية.

دراسة (2023) Talpur et al. بعنوان "Improving Opportunities in Supply Chain Processes Using the Internet of Things and Blockchain Technology"

هدفت الدراسة إلى التعرف على فرص تحسين عمليات سلاسل الإمداد بأبعادها (الكفاءة التشغيلية، الشفافية، الموثوقية، تقليل التكاليف) من خلال استخدام إنترنت الأشياء وتقنية البلوك تشين. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من مجموعة من الشركات العاملة في مجال سلاسل الإمداد. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج إنترنت الأشياء مع البلوك تشين يفتح آفاقاً واسعة لتحسين عمليات سلاسل الإمداد، خاصةً في مجال التتبع والشفافية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني الشركات لهذه التقنيات بشكل تدريجي ومدروس.

دراسة (2022) Yadav et al. بعنوان "Using Internet of Things (IoT) in agri-food supply chains: A research framework for social good with network clustering analysis"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور إنترنت الأشياء بأبعاده (الاستشعار، الاتصال، التحليل، الأتمتة) في سلاسل الإمداد الزراعية والغذائية من منظور المنفعة الاجتماعية. واستخدمت الدراسة منهج التحليل العنقودي الشبكي (Network Clustering Analysis)، وتكونت العينة من مجموعة من الدراسات العلمية المنشورة في هذا المجال. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن إنترنت الأشياء تُسهم بشكل فعّال في تحسين كفاءة سلاسل الإمداد الزراعية والغذائية، وتعزيز الاستدامة، وتحقيق منافع اجتماعية متعددة.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير إطار بحثي شامل يربط بين إنترنت الأشياء والمنفعة الاجتماعية في القطاع الزراعي.

الفجوة البحثية

تتفق الدراسة الحالية مع كثير من الدراسات السابقة في جوانب متعددة، أبرزها الاهتمام بدراسة التقنيات الرقمية الحديثة كإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بوصفهما من أهم محركات التحول الرقمي في بيئات الأعمال المعاصرة. فمن حيث الهدف، تتقاطع الدراسة الحالية مع دراسة الحمادة (٢٠٢٥) ودراسة (Gbashi & Njobeh, 2024) في السعي إلى الكشف عن دور هذه التقنيات في تعزيز كفاءة منظومة التتبع الغذائي وضمان أصالة المنتجات وسلامتها، كما تتفق مع دراسة (Asefnejad et al., 2025) ودراسة (Adamashvili et al., 2024) في تناول الأثر التكاملي بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على عمليات سلاسل الإمداد. ومن حيث الأبعاد، تتفق الدراسة الحالية مع دراسة العلوان والطويس (٢٠٢٥) في تبني أبعاد متعددة لتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي كالأتمتة الذكية، والتحليل التنبؤي، والاتصال البيئي، وتحليل البيانات الآنية، كما تتفق مع دراسة (Sharifmousavi et al., 2024) في تناول أبعاد الذكاء الاصطناعي المتعلقة بالتعلم الآلي والتحليل الموزع للبيانات. أما من حيث المنهج، فإن الدراسة الحالية تتفق مع غالبية الدراسات السابقة كدراسة بنوي وآخرون (٢٠٢٣) ودراسة العلوان والطويس (٢٠٢٥) في اعتماد المنهج الوصفي التحليلي بشقيه النظري والميداني، فضلاً عن استخدام الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات الميدانية.

تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في عدد من الجوانب الجوهرية التي تُضفي عليها قيمة علمية وتطبيقية مضافة. فمن حيث الهدف، تتميز الدراسة الحالية بجمعها بين متغيري إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي معاً في إطار تكاملي واحد لدراسة أثرهما على تتبع المنتجات الغذائية، في حين ركزت معظم الدراسات السابقة على أحد المتغيرين فقط، كدراسة مصدق وبكطاش (٢٠٢٥) التي اقتصرَت على الذكاء الاصطناعي، ودراسة (Yadav et al., 2022) التي اقتصرَت على إنترنت الأشياء، ودراسة الدوسري وآخرون (٢٠٢٣) ودراسة بنوي وآخرون (٢٠٢٣) التي تناولت إنترنت الأشياء في سياقات مهنية ومحاسبية. ومن حيث الأبعاد، تختلف الدراسة الحالية في تبنيها لمجموعة شاملة ومتكاملة من الأبعاد التي تجمع بين الجوانب التقنية (أجهزة الاستشعار الذكية، الاتصال البيئي، تحليل البيانات الآنية،

الأتمتة الذكية، التعلم الآلي، التحليل التنبؤي) والجوانب التشغيلية لتتبع المنتجات الغذائية (الشفافية، الدقة، السرعة، الموثوقية، أصالة المنتج)، وهو ما لم تتناوله الدراسات السابقة بهذا التكامل، إذ اقتصرَت دراسة (Dedeoglu et al., 2023) على بُعد المعالجة اللامركزية والتحقق الآني، واقتصرَت دراسة (Talpur et al., 2023) على أبعاد الكفاءة التشغيلية والشفافية فقط. أما من حيث المنهج، فإن الدراسة الحالية تختلف عن كثير من الدراسات السابقة التي اعتمدت على المنهج الوصفي النظري فقط، كدراسة الحمادة (٢٠٢٥) ودراسة (Purnama & Sejati, 2023) ودراسة (Mu et al., 2024)، حيث تتبنّى الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي بشقيه النظري والميداني، مع توظيف أساليب إحصائية متقدمة لاختبار العلاقات السببية بين المتغيرات.

من خلال الاستعراض السابق للدراسات، تتبلور الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية إلى سدّها في جانب بيئة التطبيق بشكل أساسي، إذ يُلاحظ أن معظم الدراسات الأجنبية كدراسة (Adamashvili et al., 2024) ودراسة (Sharifmousavi et al., 2024) ودراسة (Asefnejad et al., 2025) أجريت في بيئات أوروبية وآسيوية متقدمة تقنياً، في حين أجريت الدراسات العربية في بيئات مغايرة لقطاع الأغذية، كدراسة العلوان والطويس (٢٠٢٥) التي طُبقت على شركات تكنولوجيا المعلومات الأردنية، ودراسة الدوسري وآخرون (٢٠٢٣) التي تناولت قطاع التوكيد المهني، ودراسة بنوي وآخرون (٢٠٢٣) التي ركزت على المحاسب الإداري. ومن ثَمَّ، فإن الدراسات الميدانية التي تتناول أثر إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على تتبع المنتجات الغذائية في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية تكاد تكون نادرة، مما يُمثّل فجوة بحثية واضحة على المستويين العربي والمحلي. كما تتجلى الفجوة البحثية أيضاً في ندرة الدراسات التي تتناول الأثر التكاملي بين المتغيرين معاً على متغير تابع متعدد الأبعاد كتتبع المنتجات الغذائية، وفي محدودية الدراسات التطبيقية الميدانية التي تستند إلى بيانات أولية مستقاة من العاملين في شركات الأغذية. ومن هنا، تأتي الدراسة الحالية لتسدّ هذه الفجوة من خلال تقديم إطار علمي وعملي متكامل يربط بين متغيرات الدراسة في بيئة سعودية واقعية، بما يتوافق مع متطلبات رؤية المملكة ٢٠٣٠ وأهداف التحول الرقمي والأمن الغذائي الوطني.

المنطلقات النظرية للدراسة

تستند الدراسة الحالية إلى مجموعة من المنطلقات النظرية والمفاهيمية التي تُشكّل الإطار المرجعي لها، وتُسهّم في فهم العلاقة بين متغيراتها الرئيسية. وتتمحور هذه المنطلقات حول ثلاثة محاور رئيسية: المحور الأول يتعلق بإنترنت الأشياء بوصفه أحد أهم ركائز التحول الرقمي، والمحور الثاني يتناول الذكاء الاصطناعي بأبعاده وتطبيقاته المختلفة، والمحور الثالث يُلقي الضوء على تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد بوصفه نظاماً متكاملًا متعدد الأبعاد.

أولاً: المنطلقات النظرية لإنترنت الأشياء (IoT)

يُعدّ مفهوم إنترنت الأشياء (Internet of Things) من المفاهيم التقنية التي برزت بقوة في العقد الأخير، ويُشير إلى شبكة من الأجهزة المادية المتصلة ببعضها البعض عبر الإنترنت، والتي تمتلك القدرة على جمع البيانات وتبادلها وتحليلها دون تدخل بشري مباشر. وتقوم فلسفة إنترنت الأشياء على دمج العالم المادي بالعالم الرقمي من خلال تزويد الأجهزة والمنتجات بأجهزة استشعار ذكية وشرائح اتصال تُمكنها من التفاعل مع بيئتها المحيطة (الدوسري وآخرون، ٢٠٢٣).

وتستند تقنية إنترنت الأشياء إلى عدد من المرتكزات النظرية، أبرزها نظرية الشبكات (Network Theory) التي تُفسّر كيفية ترابط العقد الذكية وتبادل البيانات بينها، ونظرية الأنظمة المعقدة (Complex Systems Theory) التي تُقدّم إطاراً لفهم التفاعلات المتعددة بين مكونات الشبكة، فضلاً عن نظرية انتشار الابتكار (Diffusion of Innovation Theory) لروجرز التي تُفسّر كيفية تبني المنظمات لهذه التقنية ودمجها في عملياتها (بنوي وآخرون، ٢٠٢٣).

وتتعدد أبعاد إنترنت الأشياء، إذ تتضمن أجهزة الاستشعار الذكية التي تجمع البيانات من البيئة المحيطة (كدرجة الحرارة، والرطوبة، والموقع)، والاتصال البيئي الذي يُتيح تبادل البيانات بين الأجهزة عبر بروتوكولات متنوعة (Wi-Fi, Bluetooth, RFID, NFC)، وتحليل البيانات الآنية الذي يُمكن من معالجة البيانات في الوقت الفعلي واستخلاص رؤى فورية. وتُشكّل هذه الأبعاد منظومة متكاملة قادرة على تتبع المنتجات في جميع مراحل سلسلة الإمداد ورصد حالتها لحظة بلحظة (Yadav et al., 2022).

المنطلقات النظرية للذكاء الاصطناعي (AI)

يُمثّل الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) فرعاً من فروع علوم الحاسب يُعنى ببناء أنظمة قادرة على محاكاة القدرات الذهنية للإنسان كالتعلم، والاستنتاج، واتخاذ القرار، وحل المشكلات. ويُعدّ الذكاء الاصطناعي من أهم التقنيات التي أحدثت تحولاً جذرياً في مختلف القطاعات، نظراً لقدرته على معالجة كميات ضخمة من البيانات بسرعة ودقة عاليتين، واستخلاص أنماط ورؤى يصعب على الإنسان اكتشافها (الحمادة، ٢٠٢٥).

وتقوم النظرية العامة للذكاء الاصطناعي على عدد من الأسس المعرفية، أبرزها نظرية التعلم الآلي (Machine Learning Theory) التي تُفسّر كيفية تعلم الأنظمة من البيانات وتحسين أدائها بمرور الوقت، ونظرية الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks) التي تُحاكي بنية الدماغ البشري في معالجة المعلومات، ونظرية المنطق الضبابي (Fuzzy Logic Theory) التي تتعامل مع البيانات غير الدقيقة والمتغيرة. كما تستند تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد إلى نظرية القرار (Decision Theory) التي تُقدّم إطاراً لاتخاذ قرارات رشيدة في ظل ظروف عدم اليقين (مصدق وبكطاش، ٢٠٢٥).

وتتجلى أبعاد الذكاء الاصطناعي في الدراسة الحالية في ثلاثة أبعاد رئيسية: الأتمتة الذكية التي تُمكن من تنفيذ المهام المتكررة بكفاءة ودقة عاليتين دون تدخل بشري، والتعلم الآلي الذي يُتيح للأنظمة التعلم من البيانات وتحسين أدائها باستمرار، والتحليل التنبؤي الذي يُساهم في استشراف المستقبل واتخاذ قرارات استباقية. وتتكامل هذه الأبعاد لتُشكّل منظومة ذكية قادرة على تعزيز كفاءة سلاسل الإمداد الغذائية ودعم اتخاذ القرار في جميع مراحلها. (Sharifmousavi et al., 2024)

ثالثاً: المنطلقات النظرية لتتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد

يُعرّف تتبع المنتجات الغذائية (Food Traceability) بأنه القدرة على تتبع منتج غذائي معين عبر جميع مراحل الإنتاج والتصنيع والتوزيع، من المصدر الأولي وصولاً إلى المستهلك النهائي. ويُعدّ التتبع الغذائي ركيزة أساسية لضمان سلامة الغذاء وجودته وأصالته، ويُساهم في تعزيز ثقة المستهلك ودعم القرارات التنظيمية المتعلقة بالاستدعاء وإدارة الأزمات الغذائية. (Gbashi & Njobeh, 2024)

ويستند مفهوم تتبع المنتجات الغذائية إلى عدد من الأطر النظرية، أبرزها نظرية إدارة سلسلة الإمداد (Supply Chain Management Theory) التي تُقدّم إطاراً متكاملًا لإدارة تدفقات المنتجات والمعلومات والأموال عبر سلسلة الإمداد، ونظرية إدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management) التي تُركّز على تحسين العمليات بشكل مستمر وضمان جودة المنتجات، فضلاً عن نظرية المخاطر (Risk Management Theory) التي تُقدّم إطاراً لتحديد المخاطر المرتبطة بسلامة الغذاء وإدارتها بفاعلية. (Mu et al., 2024)

وتتعدد أبعاد تتبع المنتجات الغذائية في الدراسة الحالية لتشمل الشفافية التي تعني توفر معلومات واضحة وكاملة عن المنتج لجميع الأطراف المعنية، والدقة التي تُشير إلى صحة وموثوقية البيانات المسجلة في نظام التتبع، والسرعة التي تعكس قدرة النظام على توفير المعلومات في الوقت المناسب، والموثوقية التي تعني قدرة النظام على العمل بكفاءة دون انقطاع، وأصالة المنتج التي تُشير إلى ضمان مطابقة المنتج لمواصفاته الحقيقية وعدم تعرضه للغش أو التزوير. (Dedeoglu et al., 2023)

التكامل النظري بين متغيرات الدراسة

يُمثل التكامل بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي نموذجاً نظرياً متقدماً لتطوير منظومة تتبع المنتجات الغذائية، حيث تُوفّر تقنيات إنترنت الأشياء البيانات الخام في الوقت الفعلي من خلال أجهزة الاستشعار الموزعة عبر سلسلة الإمداد، بينما تتولى خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل هذه البيانات واستخلاص رؤى تنبؤية تدعم اتخاذ القرار. ويستند هذا التكامل إلى نظرية الأنظمة (Systems Theory) التي تنظر إلى المنظمة بوصفها نظاماً مفتوحاً يتفاعل مع بيئته، ونظرية التحول الرقمي (Digital Transformation Theory) التي تُقدّم إطاراً لفهم كيفية إعادة تشكيل الأعمال من خلال التقنيات الرقمية المتقدمة (Asefnejad et al., 2025)

ومن خلال هذا التكامل النظري، تتبلور الفرضية الأساسية للدراسة والتي مفادها أن التوظيف الفعال لتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بأبعادهما المختلفة يُسهم بشكل جوهري في تحسين أبعاد تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية، بما يُعزّز من قدرتها التنافسية ويُسهم في تحقيق أهداف الأمن الغذائي الوطني.

المنهجية وطرق البحث:

سيعتمد الباحث في هذه الدراسة على **المنهج الوصفي التحليلي**، بوصفه المنهج الأنسب لطبيعة الدراسة وأهدافها، إذ يُمكن من وصف الظاهرة محل الدراسة وصفاً دقيقاً، وتحليل العلاقات بين متغيراتها، والكشف عن طبيعة الأثر بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع. وسيُوظَّف هذا المنهج في شقّيه؛ الشقّ النظري الذي سيستند إلى مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة لبناء الإطار النظري، والشقّ الميداني الذي سيقوم على جمع البيانات الأولية من مفردات عينة الدراسة وتحليلها إحصائياً للوصول إلى نتائج علمية موضوعية.

كما سيستعين الباحث بـ **المنهج الإحصائي الاستدلالي** لاختبار فروض الدراسة والكشف عن طبيعة العلاقات بين متغيراتها، وذلك من خلال توظيف مجموعة من الأساليب الإحصائية المتقدمة. وسيُتيح هذا الجمع المنهجي بين المدخلين النظري والميداني الحصول على رؤية متكاملة وشاملة حول أثر إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية، بما يُحقّق أهداف الدراسة ويُجيب عن تساؤلاتها بشكل علمي ودقيق.

مجتمع وعينة الدراسة

سيتمكّن مجتمع الدراسة من جميع العاملين في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية، ولا سيما العاملين في الإدارات المعنية بسلاسل الإمداد، وإدارة الجودة، وتقنية المعلومات، والعمليات اللوجستية، والذين يبلغ عددهم وفقاً لإحصائيات الهيئة العامة للغذاء والدواء وغرفة الصناعة السعودية ما يقارب (15,000) موظف وموظفة يعملون في أكثر من (1,200) شركة متخصصة في تصنيع وتوزيع المنتجات الغذائية على مستوى المملكة. ونظراً لاتساع نطاق مجتمع الدراسة وصعوبة حصره بشكل كامل، فإن الباحث سيلجأ إلى أسلوب العينة بوصفه الأسلوب الأمثل لتمثيل المجتمع تمثيلاً علمياً دقيقاً.

وسيعتمد الباحث في اختيار عينة الدراسة على أسلوب العينة العشوائية الطبقية، بما يضمن تمثيل جميع فئات المجتمع تمثيلاً عادلاً وفق المتغيرات الديموغرافية والوظيفية. وبتطبيق معادلة ستيفن ثامبسون (Stephen Thompson) لتحديد حجم العينة عند مستوى ثقة (٩٥٪) وهامش خطأ (٥٪)، فإن حجم

العينة المناسب سيبلغ (375) مفردة، إلا أن الباحث سيقوم بتوزيع (420) استبانة على مفردات العينة لضمان الحصول على عدد كافٍ من الاستبانات الصالحة للتحليل الإحصائي، تحسباً لاحتمالية فقدان بعض الاستبانات أو عدم صلاحيتها. وسيُتوقع استرداد ما يقارب (390) استبانة، يصلح منها للتحليل الإحصائي نحو (375) استبانة بنسبة استجابة تُقدَّر بـ (٨٩.٣٪)، وهي نسبة مرتفعة تُعزِّز من موثوقية النتائج وقابليتها للتعميم على مجتمع الدراسة.

مصادر جمع البيانات

سيعتمد الباحث في جمع بيانات الدراسة على مصدرين رئيسين:

(1) المصادر الثانوية: تشمل الكتب العلمية، والدوريات المحكَّمة، والرسائل الجامعية، والمراجع العربية والأجنبية، وقواعد البيانات الإلكترونية المتخصصة، والتقارير الصادرة عن الجهات الرسمية ذات الصلة، وذلك لبناء الإطار النظري للدراسة واستعراض الدراسات السابقة المتعلقة بمتغيراتها.

(2) المصادر الأولية: ستمثِّل في الاستبانة التي سيُعدها الباحث خصيصاً لأغراض الدراسة، والتي ستوزَّع على مفردات عينة الدراسة من العاملين في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية لجمع البيانات الميدانية المتعلقة بمتغيرات الدراسة.

أدوات الدراسة

سيعتمد الباحث على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، نظراً لملاءمتها لطبيعة الدراسة وحجم عيّنتها. وستُصمَّم الاستبانة وفق مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) الذي يتدرَّج من (موافق بشدة = ٥) إلى (غير موافق بشدة = ١)، وستنقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسة على النحو الآتي:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية لمفردات عينة الدراسة (النوع، العمر، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، طبيعة العمل، المسمى الوظيفي).

القسم الثاني: فقرات قياس المتغير المستقل (إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي) بأبعاده الستة، موزَّعة على النحو التالي:

المتغير	البعد	عدد الفقرات
إنترنت الأشياء	أجهزة الاستشعار الذكية	4 فقرات
إنترنت الأشياء	الاتصال البيئي	4 فقرات
إنترنت الأشياء	تحليل البيانات الآنية	4 فقرات
الذكاء الاصطناعي	الأتمة الذكية	4 فقرات
الذكاء الاصطناعي	التعلم الآلي	4 فقرات
الذكاء الاصطناعي	التحليل التنبؤي	4 فقرات
الإجمالي		24 فقرة

القسم الثالث: فقرات قياس المتغير التابع (تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد) بوصفه متغيراً أحادي المحور، وسيتضمن (10) فقرات تقيس مستوى تحسين تتبع المنتجات الغذائية في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية.

وبذلك يبلغ إجمالي عدد فقرات الاستبانة (٣٤) فقرة، موزعة بين المتغير المستقل بأبعاده الستة والمتغير التابع، وذلك بعد التحقق من صدق الاستبانة بعرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين، والتحقق من ثباتها باستخدام معامل ألفا كرونباخ. (Cronbach's Alpha)

الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيقوم الباحث بمعالجة البيانات وتحليلها إحصائياً باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS V.28)، لاختبار النموذج البنائي، وذلك بتوظيف الأساليب الإحصائية الآتية:

١. التكرارات والنسب المئوية: لوصف خصائص عينة الدراسة الديموغرافية والوظيفية.
٢. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لقياس درجة استجابات أفراد العينة على فقرات الاستبانة.
٣. معامل ألفا كرونباخ: (Cronbach's Alpha) لقياس ثبات أداة الدراسة.

٤. معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس صدق الاتساق الداخلي للاستبانة، والكشف عن العلاقة بين متغيرات الدراسة.
٥. معامل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد (Simple & Multiple Regression) لاختبار أثر المتغير المستقل بأبعاده على المتغير التابع.
٦. تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) للكشف عن الفروق في استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية.
٧. اختبار (T-Test) للكشف عن الفروق بين مجموعتين مستقلتين.
٨. اختبار شيفيه (Scheffe Test) لتحديد اتجاه الفروق ومصدرها.
٩. معامل التضخم في التباين (VIF) واختبار التباين المسموح (Tolerance) للتأكد من عدم وجود ارتباط متعدد بين المتغيرات المستقلة.
١٠. اختبار التوزيع الطبيعي (Kolmogorov-Smirnov) للتأكد من اعتدالية توزيع البيانات.
١١. نمذجة المعادلات البنائية (SEM) لاختبار النموذج المقترح للدراسة والعلاقات السببية بين متغيراتها.

حدود الدراسة

ستلتزم الدراسة بمجموعة من الحدود التي تُحدّد إطارها العام، وذلك على النحو الآتي:

- **الحدود الموضوعية:** ستقتصر الدراسة على بحث أثر إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي بأبعادهما (أجهزة الاستشعار الذكية، الاتصال البيئي، تحليل البيانات الآنية، الأتمتة الذكية، التعلم الآلي، التحليل التنبؤي) بوصفهما المتغير المستقل، على تحسين تتبع المنتجات الغذائية عبر سلاسل الإمداد بوصفه المتغير التابع.
- **الحدود البشرية:** ستشمل الدراسة العاملين في شركات الأغذية بالمملكة العربية السعودية، ولا سيما العاملين في إدارات سلاسل الإمداد، والجودة، وتقنية المعلومات، والعمليات اللوجستية.
- **الحدود المكانية:** ستُجرى الدراسة الميدانية في شركات الأغذية العاملة بالمملكة العربية السعودية في المناطق الرئيسية (الرياض، جدة، الدمام).

- الحدود الزمانية: ستُطبَّق الدراسة الميدانية خلال الفترة الممتدة من العام ٢٠٢٦م إلى العام ٢٠٢٧م.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

١. الحمادة، وصال علي. (٢٠٢٥). نمذجة الذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات التتبع الغذائي: دراسة نظرية لتطبيق تقنية البلوك تشين. مجلة ربحان للنشر العلمي، ع ٦٥ ، ١ - ٤١. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1643678>
٢. الدوسري، مشاري محمد راشد سالم تلاب، السيد، محمد صابر حمودة، و عبدالرحمن، مروة أحمد. (٢٠٢٣). دور تقنيات إنترنت الأشياء في تدعيم خدمات التوكيد المهني لتقارير الأعمال المتكاملة. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية، مج ١٥، عدد خاص ، ١ - ٢٠. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1439215>
٣. بنوي، إيمان حامد، عبدالرحيم، سامي معروف، و أحمد، أحمد سعيد عبدالعظيم. (٢٠٢٣). دور تقنية إنترنت الأشياء في تطوير أداء المحاسب الإداري مع دراسة ميدانية. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، مج ١٤، ع ٣ ، ٩٥١ - ٩٧٣. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1445225>
٤. العلوان، محمد امحمود مكيد، و الطويسي، نسيم محمد موسى. (٢٠٢٥). العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتمكين الخدمات الرقمية في شركات تكنولوجيا المعلومات في الأردن: الدور المعدل لرأس المال البشري. مجلة جامعة الحسين بن طلال للبحوث، مج ١١، ع ٢ ، ١٢٦ - ١٤٧. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1603584>
٥. مصدق، شملي، و بكطاش، فتيحة. (٢٠٢٥). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة سلاسل الإمداد والخدمات اللوجستية. مجلة المنهل الإقتصادي، مج ٨، ع ٢ ، ١٠٠٤ - ١٠١٦. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1652494>
- ٦.

Gbashi, S., & Njobeh, P. B. (2024). Enhancing food integrity through artificial intelligence and machine learning: a comprehensive review. *Applied Sciences*, 14(8), 3421.

Purnama, S., & Sejati, W. (2023). Internet of things, big data, and artificial intelligence in the food and agriculture sector. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 1(2), 156–174.

Dedeoglu, V., Malik, S., Ramachandran, G., Pal, S., & Jurdak, R. (2023). Blockchain meets edge–AI for food supply chain traceability and provenance. In *Comprehensive analytical chemistry* (Vol. 101, pp. 251–275). Elsevier.

Sharifmousavi, M., Kayvanfar, V., & Baldacci, R. (2024). Distributed artificial intelligence application in agri–food supply chains 4.0. *Procedia Computer Science*, 232, 211–220

Asefnejad, A., Noshadi, B., Foroutan, A., & Shahbaz, A. (2025). Artificial Intelligence, Blockchain, and IoT in Modern Food Supply Chain Operations. *Scientific Hypotheses*, 2, 48–71.

Mu, W., Kleter, G. A., Bouzembrak, Y., Dupouy, E., Frewer, L. J., Radwan Al Natour, F. N., & Marvin, H. J. P. (2024). Making food systems more resilient to food safety risks by including artificial intelligence, big data, and internet of things into food safety early warning and emerging risk identification tools. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(1), e13296.

Adamashvili, N., Zhizhilashvili, N., & Tricase, C. (2024). The integration of the internet of things, artificial intelligence, and blockchain technology for advancing the wine supply chain. *Computers*, 13(3), 72.

Talpur, S. R., Abbas, A. F., Khan, N., Irum, S., & Ali, J. (2023). Improving Opportunities in Supply Chain Processes Using the Internet of Things and Blockchain Technology. *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, 17(8), 23–38.

Yadav, S., Choi, T. M., Luthra, S., Kumar, A., & Garg, D. (2022). Using Internet of Things (IoT) in agri–food supply chains: A research framework for social good with network clustering analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(3), 1215–1224

Mid Ocean University

College of Management

Department of business administration



**The Role of the Internet of Things and Artificial
Intelligence in Improving Food Product Traceability
Across Supply Chains: A Field Study on Food
Companies in the Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by:

Zayed Mubarak Alanzi

261002632

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1448-2026