

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص: إدارة المخاطر

عنوان البحث

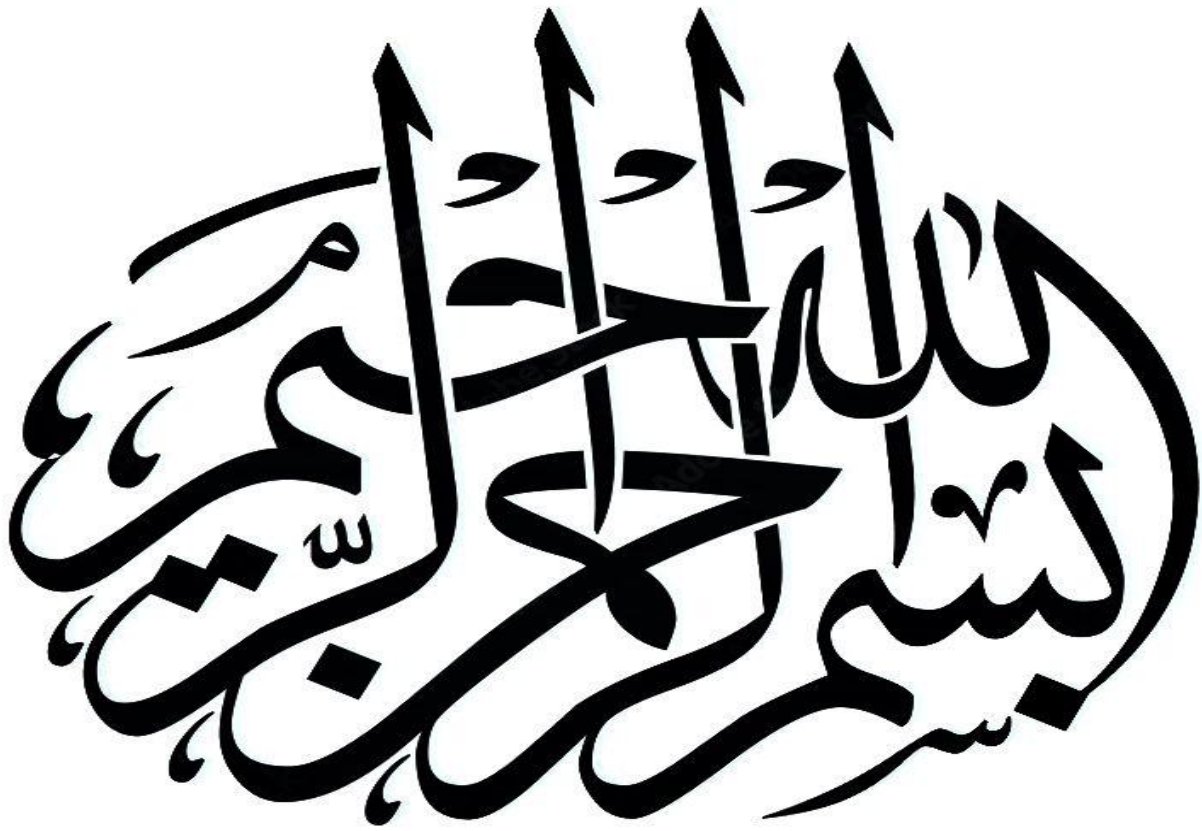
دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بأسواق النفع العام والمسالخ في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب: عوض بن عبيد الحصيني

إشراف: فايز علي جراد

العام الدراسي: 2026

بحث علمي موسع مقدم ضمن متطلبات مرحلة الماجستير



فهرس المحتويات

رقم الصفحة	العنوان
5	مقدمة
6	مشكلة الدراسة
7	أهمية الدراسة
7	أهداف الدراسة
8	تساؤلات الدراسة
8	فروض الدراسة
9	الدراسات السابقة
10	الفجوة البحثية
10	المنطلقات النظرية للدراسة
12	إحصائيات عدد أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة
16	الشركة الوطنية للخدمات الزراعية ودورها في إدارة أسواق النفع العام والمسالخ
17	تحليل مخاطر موسم الحج في المسالخ والأسواق
18	الأساليب العلمية المستخدمة في إدارة المخاطر للأسواق والمسالخ
20	الاشتراطات الصحية في أسواق النفع العام والمسالخ وربطها بالذكاء الاصطناعي
23	أهمية ذبح المواشي في المسالخ النظامية وخطورة الذبح العشوائي خارج تلك المسالخ
25	أهم المخاطر التشغيلية وربطها بالذكاء الاصطناعي في حلها
28	أهمية الذكاء الاصطناعي في معالجة المشكلات التشغيلية اليومية في المسالخ
29	تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر الأسواق والمسالخ
30	تحليل موسع لسلسلة القيمة في أسواق النفع العام والمسالخ
31	خريطة المخاطر التفصيلية للأسواق والمسالخ
32	جدول موسع: المخاطر الرئيسة وربطها بحلول الذكاء الاصطناعي
34	مؤشرات الأداء والإنذار المبكر لإدارة المخاطر الذكية
35	خطة تطبيق الذكاء الاصطناعي على مراحل في المسالخ والأسواق
35	خارطة طريق تنفيذية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في المسالخ وأسواق النفع العام
36	حوكمة البيانات والأمن السيبراني والخصوصية في المنظومة الذكية

العنوان	رقم الصفحة
المسؤولية البشرية والقرار النهائي في أنظمة الذكاء الاصطناعي	37
دراسة حالة تشغيلية مقترحة لمسلخ خلال موسم الحج	37
الأثر الاقتصادي والبيئي المتوقع لاستخدام الذكاء الاصطناعي	38
النموذج التطبيقي المقترح لمنصة ذكية لإدارة مخاطر أسواق النفع العام والمسالخ	38
تحسين تجربة الحاج والمستفيد من خدمات الهدى والأضاحي	39
دور الذكاء الاصطناعي في الاستدامة وإدارة الأثر البيئي للمسالخ	39
مقارنة بين الإدارة التقليدية والإدارة الذكية في المسالخ والأسواق	40
المنهجية وطرق البحث	41
النموذج المقترح لإدارة المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي	42
مجتمع وعينة الدراسة	43
أداة الدراسة	44
أساليب التحليل الإحصائي	47
حدود الدراسة	48
إطار مقترح لمؤشرات قياس نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي	49
النتائج المتوقعة	50
التوصيات	50
التوصيات التنفيذية حسب المدى الزمني	51
ملحق: استبانة الدراسة المقترحة	51
المراجع	52

مقدمة

أصبح توسيع الدراسة ضرورة علمية وعملية لأن منظومة الأسواق والمسالك لا تعمل كخدمة بلدية منعزلة، بل تمثل حلقة في الأمن الغذائي، الصحة العامة، إدارة الحج، الاستثمار في أسواق النفع العام، الاستدامة البيئية، وسلامة العاملين. ومن ثم فإن الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على مراقبة المخالفات، بل يمكن أن يصبح منصة تكاملية تربط البيانات التشغيلية والصحية والبيئية والرقابية، وتدعم قرارات الجهة المشرفة والمشغل والمفتش والطبيب البيطري في الوقت نفسه.

تعد أسواق النفع العام والمسالك من المرافق الحيوية ذات الصلة المباشرة بالصحة العامة وسلامة الغذاء واستقرار الإمداد الغذائي في المملكة العربية السعودية. وتزداد أهمية هذه المرافق في المدن ذات الكثافة السكانية العالية، وفي مكة المكرمة والمشاعر المقدسة على وجه الخصوص، بسبب ارتباطها بموسم الحج وشعيرة الهدي والأضاحي التي تستلزم استقبال أعداد ضخمة من المواشي، وفحصها، وذبحها، وتجهيز اللحوم، وتبريدها، ونقلها، وتوزيعها ضمن إطار زمني قصير وحساس. ومع التحول الرقمي الذي تشهده المملكة، أصبحت إدارة المخاطر في هذه المرافق لا تقتصر على التفتيش التقليدي أو معالجة الحوادث بعد وقوعها، بل تتجه نحو الإدارة الاستباقية المعتمدة على البيانات، والتحليلات التنبؤية، والرؤية الحاسوبية، وإنترنت الأشياء، ولوحات القيادة الذكية. ويتيح الذكاء الاصطناعي ربط البيانات التشغيلية والصحية والبيئية في منظومة واحدة تمكّن صانع القرار من رصد الخطر قبل تحوله إلى حادث أو أزمة.

تنبع أهمية الموضوع من أن موسم الحج يمثل حالة تشغيلية استثنائية تتجمع فيها المخاطر الصحية والتشغيلية والبيئية واللوجستية في فترة زمنية محدودة. ففي عام 2026 أعلنت الهيئة العامة للإحصاء أن عدد الحجاج بلغ 1,707,301 حاجًا، منهم 1,546,655 حاجًا من خارج المملكة و160,646 حاجًا من الداخل. كما أعلنت في عام 2025 أن عدد الحجاج بلغ 1,673,230 حاجًا، وأن عدد القوى العاملة المشاركة في خدمة الحج بلغ 420,070 فردًا من القطاعين العام والخاص والقطاع الأمني. هذه الأرقام تبين أن إدارة الحج أصبحت تعتمد على منظومة ضخمة من البيانات والموارد، وأن المسالك وأسواق المواشي جزء مهم من هذه المنظومة.

وإلى جانب أعداد الحجاج، تشير وزارة البيئة والمياه والزراعة في عام 2026 إلى أن المخزون الحيواني في المملكة يتجاوز 22 مليون رأس من الأغنام، وأكثر من 7.6 مليون رأس من الماعز، وأكثر من 2.2 مليون رأس من الإبل، ونحو 510 آلاف رأس من الأبقار. وتعني هذه الأرقام أن إدارة مخاطر الأسواق والمسالك لا ترتبط فقط بالموسم، بل بمنظومة وطنية واسعة تشمل الإنتاج، الاستيراد، النقل، التفتيش البيطري، التداول، الذبح، والتوزيع.

وعليه، يسعى هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر في أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة العربية السعودية، مع التركيز على موسم الحج بوصفه السياق الأكثر ضغطًا وحساسية، وبالأستناد إلى أحدث البيانات الرسمية المتاحة لعامي 2025 و2026.

مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في وجود فجوة بين حجم وتعقيد المخاطر التي تواجه أسواق النفع العام والمسالخ، خصوصًا خلال موسم الحج، وبين قدرة الأساليب التقليدية وحدها على اكتشاف هذه المخاطر وتحليلها ومعالجتها في الوقت المناسب. فالرقابة اليدوية والدورية، رغم أهميتها، قد لا تكون كافية في بيئة تتسم بارتفاع عدد الحجاج، وكثافة الذبح، وتعدد الجهات المشاركة، وتنوع المخاطر الصحية والبيئية والتشغيلية.

في موسم حج 2026 بلغ عدد الحجاج 1,707,301 حاجًا، بزيادة قدرها 34,071 حاجًا تقريبًا عن موسم 2025، أي بنحو 2.0%. كما بلغ عدد القادمين من الخارج في 2026 نحو 1,546,655 حاجًا، أي ما يقارب 90.6% من إجمالي الحجاج. وتمثل هذه النسبة المرتفعة ضغطًا على خدمات الاستقبال والنقل والإعاشة والأسواق والمسالخ، وتؤكد الحاجة إلى إدارة مخاطر دقيقة تعتمد على البيانات.

كما أن مشروع المملكة للإفادة من الهدى والأضاحي "أضاحي" أعلن في موسم 2025 هدفًا تشغيليًا يتمثل في تنفيذ 950,000 عملية نسك خلال 84 ساعة عبر سبعة مجمعات تشغيلية وبمشاركة 25,000 من العاملين. وهذا الهدف يعني قدرة تشغيلية مستهدفة تقارب 11,310 نسكًا في الساعة، أو نحو 188 نسكًا في الدقيقة. مثل هذا المستوى من الكثافة التشغيلية يفرض الحاجة إلى نظم ذكية لمراقبة الطاقة الاستيعابية، ضبط الازدحام، منع التلوث، متابعة سلسلة التبريد، توزيع العمالة، وتوثيق المخالفات.

وتزداد المشكلة تعقيدًا بسبب تعدد أنواع المخاطر، فهناك مخاطر صحية مرتبطة بسلامة اللحوم والأمراض المشتركة، ومخاطر تشغيلية مرتبطة بتعطل المعدات والازدحام ونقص العمالة، ومخاطر بيئية مرتبطة بالمخلفات والروائح وتصريف المياه، ومخاطر تنظيمية مرتبطة بعدم الالتزام بالاشتراطات، ومخاطر تقنية مرتبطة بالأمن السيبراني وجودة البيانات. ومن ثم فإن السؤال الرئيس للدراسة هو: كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحسن إدارة المخاطر في أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة العربية السعودية، خاصة في موسم الحج؟

أهمية الدراسة

أولاً: الأهمية العلمية

تسهم الدراسة في إثراء المعرفة العلمية العربية في مجال إدارة المخاطر في المرافق الغذائية والبلدية عالية الحساسية، من خلال الربط بين الذكاء الاصطناعي ومناهج إدارة المخاطر وبيئة موسم الحج. وتعد هذه الزاوية البحثية حديثة نسبيًا، إذ إن معظم

الدراسات المتاحة تركز على سلامة الغذاء أو إدارة الحشود أو التحول الرقمي بصورة منفصلة، بينما تجمع هذه الدراسة بين الأسواق والمسالخ والذكاء الاصطناعي والحج في إطار واحد.

كما تقدم الدراسة إطارًا نظريًا وتطبيقيًا يمكن الاستفادة منه في دراسات لاحقة تتناول المسالخ الذكية، التفتيش القائم على المخاطر، الرؤية الحاسوبية في الرقابة الغذائية، أو استخدام إنترنت الأشياء في سلاسل التبريد والنقل.

ثانيًا: الأهمية التطبيقية

تساعد الدراسة الجهات الحكومية والبلدية والرقابية والمشغلين على تطوير آليات أكثر فاعلية لتحديد المخاطر وترتيب أولويات التفتيش، بحيث توجه الموارد البشرية والفنية إلى المواقع والعمليات الأعلى خطورة. كما تساعد في بناء لوحات قيادة رقمية تتيح مراقبة عدد الذبائح، مستوى الازدحام، درجات الحرارة، حالة المعدات، الشكاوى، والمخالفات بصورة لحظية.

وتبرز الأهمية التطبيقية في ضوء بيانات 2026 التي تشير إلى جاهزية الأسواق والمسالخ في مكة المكرمة لاستيعاب الطلب الموسمي، وتكثيف التفتيش والرقابة على الأسواق العامة والمسالخ والمنشآت ذات العلاقة. وبالتالي فإن دمج الذكاء الاصطناعي مع هذه الجهود يمكن أن يرفع كفاءة الرقابة، يقلل زمن الاستجابة، ويدعم سلامة الغذاء والصحة العامة.

أهداف الدراسة

الهدف العام

تحليل دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر في أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة العربية السعودية، مع التركيز على موسم الحج اعتمادًا على أحدث المؤشرات الرسمية المتاحة لعامي 2025 و2026.

الأهداف الخاصة

- تحديد المخاطر الصحية والتشغيلية والبيئية والتنظيمية والتقنية في أسواق النفع العام والمسالخ.
- تحليل حجم الضغط التشغيلي خلال موسم الحج باستخدام بيانات 2025 و2026.
- دراسة الأساليب العلمية الحديثة المستخدمة في إدارة المخاطر وتطبيقها على المسالخ والأسواق.
- توضيح دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر وتصنيفها وترتيب أولويات التفتيش.
- اقتراح نموذج تطبيقي لإدارة مخاطر الأسواق والمسالخ باستخدام البيانات والحساسات والرؤية الحاسوبية.
- تحديد المتطلبات البشرية والتقنية والتنظيمية اللازمة لتطبيق النموذج المقترح.
- تقديم توصيات قابلة للتنفيذ للجهات الرقابية والمشغلين والباحثين.

تساؤلات الدراسة

1. ما أبرز المخاطر التي تواجه أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة؟
2. كيف تتغير طبيعة المخاطر في موسم الحج مقارنة ببقية العام؟
3. ما دلالة مؤشرات 2025 و2026 على حجم الضغط التشغيلي في المسالخ والأسواق؟
4. ما الأساليب العلمية الأكثر ملاءمة لإدارة مخاطر المسالخ وأسواق النفع العام؟
5. كيف يمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر الصحية والتشغيلية؟
6. ما دور الرؤية الحاسوبية في رصد الازدحام والنظافة ومخالفات السلامة؟
7. كيف يمكن لإنترنت الأشياء دعم مراقبة التبريد والنقل وجودة اللحوم؟
8. ما متطلبات نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي في هذه البيئة؟
9. ما النموذج المقترح لإدارة المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي؟

فروض الدراسة

الفرضية الرئيسية

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة إدارة المخاطر في أسواق النفع العام والمسالخ خلال موسم الحج في المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية

- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام التحليلات التنبؤية وتقليل المخاطر التشغيلية في المسالخ.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الرؤية الحاسوبية وتحسين الرقابة على النظافة والسلامة المهنية.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام حساسات إنترنت الأشياء وتحسين مراقبة سلسلة التبريد والنقل.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جودة البيانات ونجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.

- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جاهزية الكوادر البشرية وفاعلية تطبيق الذكاء الاصطناعي.
- لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتحسين إدارة المخاطر، وهي الفرضية الصفرية التي تختبر مقابل الفرضيات البديلة.

الدراسات السابقة

تناولت الأدبيات ذات الصلة عدة محاور، أهمها مخاطر المسالخ في موسم الحج، إدارة سلامة الغذاء، التتبع في سلاسل الإمداد، وإدارة مخاطر الذكاء الاصطناعي. وفيما يأتي عرض تحليلي موجز لأبرز الدراسات والتقارير ذات العلاقة:

دراسة مخاطر العدوى الحيوانية في مسالخ الحج

أشارت دراسة منشورة عن مسالخ الحج في مكة المكرمة إلى أن بيئة الذبح الموسمي ترفع احتمالات التعرض المهني للأمراض المشتركة والجروح والتلوث الحيوي بسبب كثافة العمل وقصر الفترة الزمنية. وترتبط هذه الدراسة بالبحث الحالي لأنها تؤكد أن المسلخ في موسم الحج بيئة عالية الخطورة، وأن التحكم في المخاطر يحتاج إلى بيانات لحظية ونظم مراقبة متقدمة.

دراسة إنترنت الأشياء في تجربة أضاحي

تناولت دراسة حديثة تطبيقات إنترنت الأشياء في سلسلة إمداد المسالخ ضمن تجربة أضاحي في المملكة، وركزت على دور RFID والحساسات في التتبع والتشغيل. وتفيد الدراسة الحالية في إبراز أهمية الربط بين التتبع الرقمي وإدارة المخاطر، خصوصًا في مراحل الاستقبال، الذبح، التبريد، والنقل.

إطار NIST لإدارة مخاطر الذكاء الاصطناعي

يوفر إطار NIST AI RMF 1.0 مبادئ لإدارة مخاطر أنظمة الذكاء الاصطناعي من حيث الحوكمة، القياس، الإدارة، والرقابة. وتستفيد الدراسة منه في ضبط استخدام الخوارزميات والكاميرات الذكية بحيث تكون قابلة للتفسير وأمنة وتحترم الخصوصية.

معيار ISO 31000 لإدارة المخاطر

يعرض معيار ISO 31000 عملية منظمة لإدارة المخاطر تشمل تحديد المخاطر، تحليلها، تقييمها، معالجتها، مراقبتها، والتواصل بشأنها. ويشكل هذا المعيار الأساس المنهجي لبناء النموذج المقترح في هذه الدراسة.

مبادئ OECD للذكاء الاصطناعي

تؤكد مبادئ OECD على أن يكون الذكاء الاصطناعي موثوقًا، شفافًا، خاضعًا للمساءلة، ويحترم الحقوق والقيم الإنسانية. وتعد هذه المبادئ مهمة عند استخدام أنظمة رؤية حاسوبية أو تصنيف خطورة داخل مرافق يتعامل فيها العاملون والمستفيدون بشكل مباشر مع التقنية.

الفجوة البحثية

رغم وجود تقارير رسمية وإحصائية عن الحج والثروة الحيوانية، ودراسات حول سلامة الغذاء أو التتبع الرقمي، إلا أن الفجوة البحثية تتمثل في قلة الدراسات التي تقدم نموذجًا متكاملًا لإدارة مخاطر أسواق النفع العام والمسالخ باستخدام الذكاء الاصطناعي في سياق موسم الحج تحديدًا.

كما أن معظم الدراسات تميل إلى التركيز على جانب واحد مثل العدوى المهنية أو سلسلة الإمداد أو إدارة الحشود، بينما تحتاج الممارسة الفعلية إلى نموذج يجمع بين المخاطر الصحية والتشغيلية والبيئية والتنظيمية والتقنية. وتضيف هذه الدراسة بعدًا حديثًا من خلال توظيف بيانات 2025 و2026 في تحليل الضغط التشغيلي وتبرير الحاجة إلى حلول ذكية.

المنطلقات النظرية للدراسة

أولاً: نظرية إدارة المخاطر

تنطلق الدراسة من أن الخطر لا يعالج بعد وقوعه فقط، بل تتم إدارته من خلال دورة مستمرة تبدأ بتحديد الخطر ثم تحليله وتقييمه ومعالجته ومراقبته. وتناسب هذه النظرية المسالخ والأسواق لأنها تتعامل مع مخاطر متكررة وقابلة للقياس مثل درجات الحرارة، كثافة الذبح، المخالفات، الشكاوى، الأعطال، ومعدلات الازدحام.

ثانيًا: نظرية النظم

تنظر هذه النظرية إلى السوق أو المسلخ بوصفه نظامًا متكاملًا يضم مدخلات وعمليات ومخرجات. فالمدخلات هي المواشي والعمالة والمعدات والبيانات، والعمليات تشمل الفحص والذبح والتبريد والنقل، والمخرجات تشمل اللحوم الآمنة والمخلفات المعالجة ورضا المستفيدين. ويعمل الذكاء الاصطناعي على ربط هذه العناصر في لوحة تشغيل واحدة.

ثالثًا: نظرية اتخاذ القرار المبني على البيانات

تفترض هذه النظرية أن القرار الإداري يكون أكثر دقة عندما يستند إلى بيانات محدثة وموثوقة. وفي المسالخ، يمكن للبيانات اللحظية أن تساعد في تحديد ساعة الذروة، اختيار مواقع التفتيش، تحديد أولويات الصيانة، واكتشاف الانحرافات في التبريد أو النظافة.

رابعًا: نظرية أصحاب المصلحة

تتعدد الأطراف المستفيدة والمتأثرة بعمل المسالخ والأسواق، وتشمل الحجاج، البلديات، وزارة البيئة والمياه والزراعة، الأطباء البيطريين، المشغلين، الجزارين، الموردين، الجمعيات الخيرية، والمستهلكين. ويجب أن يوازن النموذج المقترح بين الكفاءة التشغيلية وحماية الصحة العامة وحقوق العاملين والمستفيدين.

خامسًا: حوكمة الذكاء الاصطناعي

تؤكد الحوكمة أن استخدام الذكاء الاصطناعي في الرقابة لا بد أن يخضع لضوابط واضحة تشمل حماية البيانات، تحديد المسؤوليات، مراجعة القرارات الآلية، ووجود تدخل بشري نهائي في القرارات الحساسة مثل إيقاف التداول أو تصنيف منشأة بأنها عالية الخطورة.

وفي جانب الثروة الحيوانية، أكدت وزارة البيئة والمياه والزراعة في مايو 2026 أن المخزون الحيواني في المملكة يتجاوز 22 مليون رأس من الأغنام، وأكثر من 7.6 مليون رأس من الماعز، وأكثر من 2.2 مليون رأس من الإبل، ونحو 510 آلاف رأس من الأبقار، مع تأكيد جاهزية الأسواق والمسالخ، وخاصة في مكة المكرمة، لتلبية الطلب خلال موسم الحج. وتبرز هذه الأرقام الحاجة إلى نظام ربط بين بيانات المواشي والأسواق والمسالخ والرقابة البيطرية.

المؤشر الحيواني/التشغيلي	أحدث رقم متاح	السنة	الأهمية البحثية
الأغنام في المملكة	أكثر من 22 مليون رأس	2026	يمثل المصدر الأهم للهدى والأضاحي، ويتطلب تتبعًا من السوق إلى الذبح والتوزيع.
الماعز	أكثر من 7.6 مليون رأس	2026	يدعم تنوع المعروض ويستلزم فحصًا بيطريًا مناسبًا حسب النوع.
الإبل	أكثر من 2.2 مليون رأس	2026	ذات مخاطر تشغيلية مختلفة بسبب الحجم وطبيعة المناولة والذبح.
الأبقار	نحو 510 آلاف رأس	2026	تحتاج إلى مسارات تشغيل وتجهيز مختلفة عن الأغنام والماعز.
هدف أضحى التشغيلي	950,000 نسك خلال 84 ساعة	2025	يستلزم مراقبة لحظية للطاقة الاستيعابية وسلامة العمليات.
العاملون في أضحى	25,000 موظف وعامل	2025	يفرض أهمية إدارة السلامة المهنية والتوزيع الذكي للموارد.
معدل التنفيذ المستهدف	نحو 11,310 نسك/ساعة	2025	يدل على كثافة تشغيلية عالية تحتاج إلى إنذار مبكر وأتمتة.

إحصائيات عدد أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة

تُعد معرفة عدد أسواق النفع العام والمسالخ ونقاط الذبح في المملكة مدخلاً أساسياً لبناء نموذج ذكاء اصطناعي فعال لإدارة المخاطر؛ لأن حجم البنية التشغيلية يحدد كثافة البيانات المطلوبة، وعدد مواقع الرقابة، وأولوية توزيع المفتشين والأطباء البيطريين والحساسات والكاميرات الذكية. وبالرجوع إلى أحدث الجداول الرسمية التفصيلية المنشورة في البيانات البلدية المفتوحة، بلغ إجمالي أسواق النفع العام حتى نهاية عام 2019م نحو 1,091 سوقاً، بينما بلغ إجمالي المسالخ ونقاط الذبح 364 مرفقاً، منها 309 مسالخ و55 نقطة ذبح. وتُستخدم هذه الأرقام في هذه الدراسة كخط أساس وطني تفصيلي، مع دعمها بمؤشرات تشغيلية حديثة لعام 2026 صادرة عن وزارة البيئة والمياه والزراعة حول حجم الرقابة والمذبوحات والمخالفات. تنبيه منهجي: لم تُنشر - حتى تاريخ إعداد هذه النسخة - قاعدة بيانات وطنية تفصيلية مفتوحة لعامي 2025 أو 2026 تُفصل عدد أسواق الخضار والفواكه، المواشي، الطيور، الأعلاف، والمسالخ على مستوى المملكة. لذلك يميز البحث بين: (1) أرقام البنية التحتية التفصيلية الرسمية المنشورة حتى 2019م، و(2) مؤشرات تشغيلية حديثة لعام 2026 توضح حجم الرقابة والذبح والمخاطر الفعلية في الأسواق والمسالخ.

جدول (1): عدد أسواق النفع العام في المملكة حسب أحدث تصنيف تفصيلي منشور رسمياً

نوع السوق/التصنيف الرسمي	العدد	النسبة من إجمالي الأسواق	دلالة المخاطر	ربطه بالذكاء الاصطناعي
أسواق الخضار واللحوم/الفواكه	316	29.0%	مخاطر تلف المنتجات، التلوث المتبادل، بقايا المبيدات، الازدحام اليومي.	تحليل صور النظافة، حساسات الحرارة، تنبؤ الطلب، كشف المنتجات غير المطابقة.
أسواق اللحوم	110	10.1%	مخاطر سلامة الغذاء والتخزين والتبريد والنقل.	مراقبة سلسلة التبريد، تحليل المخالفات، تتبع مصدر اللحوم.
أسواق الماشية والأعلاف	292	26.8%	مخاطر الأمراض الحيوانية، الازدحام، الأعلاف غير المطابقة، الذبح العشوائي.	نماذج إنذار مبكر للأمراض، مراقبة الكثافة، تتبع حركة المواشي والأعلاف.

نوع السوق/التصنيف الرسمي	العدد	النسبة من إجمالي الأسواق	دلالة المخاطر	ربطه بالذكاء الاصطناعي
أسواق تجارية ضمن تصنيف أسواق النفع العام	373	34.2%	مخاطر تنظيمية وتشغيلية ونظافة عامة وسلامة زوار.	لوحات امتثال ذكية، تحليل البلاغات، ترتيب الجولات حسب الخطورة.
الإجمالي	1,091	100%	حجم رقابي وطني واسع يتطلب إدارة مخاطر قائمة على البيانات.	منصة ذكاء اصطناعي موحدة لتصنيف المواقع وتوزيع الموارد الرقابية.

وبالنسبة إلى أسواق الطيور، تشير اللوائح والاشتراطات إلى وجود تنظيم مستقل لمحلات بيع الحيوانات والطيور والأسماك المنزلية وأطعمتها ومستلزماتها، كما تشير بعض كراسات فرص الاستثمار إلى أن وحدات أسواق النفع العام قد تشمل بيع الطيور. إلا أن جدول أسواق النفع العام المنشور رسميًا حتى 2019م لا يعرض "أسواق الطيور" كبند عددي مستقل على مستوى المملكة؛ لذلك توصي الدراسة بأن تقوم الجهات الرقابية بإضافة تصنيف رقمي مستقل لأسواق الطيور في قواعد البيانات الحديثة، لما لها من مخاطر صحية مرتبطة بالأمراض المشتركة، حركة الطيور الحية، النظافة، والتهوية.

جدول (2): عدد المسالخ ونقاط الذبح في المملكة حسب أحدث جدول تفصيلي منشور رسميًا

نوع المرفق	العدد	النسبة	دلالة المخاطر	ربطه بالذكاء الاصطناعي
المسالخ	309	84.9%	مرافق ذات طاقة تشغيلية أعلى، وتتطلب رقابة بيطرية وصحية مستمرة.	كاميرات ذكية، حساسات تبريد، صيانة تنبؤية، تقييم خطورة يومي.
نقاط الذبح	55	15.1%	طاقة أقل لكنها أكثر حساسية عند الذروة الموسمية وارتفاع الطلب.	جدولة ذكية، مراقبة طوابير، تنبيهات فورية عند تجاوز السعة.
الإجمالي	364	100%	شبكة واسعة من مرافق الذبح تحتاج إلى نموذج موحد لإدارة المخاطر.	منصة وطنية لتوحيد بيانات الذبح والفحص والإعدام والمخالفات.

جدول (3): توزيع إجمالي مرافق الذبح حسب نوع الذبح ونوع التشغيل

التصنيف	الفئة	العدد	الأهمية لإدارة المخاطر
نوع الذبح	آلي	302	يرتبط بمخاطر تعطل خطوط الذبح والحاجة إلى الصيانة التنبؤية.
نوع الذبح	يدوي	51	يرتبط بمخاطر السلامة المهنية، تفاوت الأداء، وكثافة العمالة.
نوع الذبح	نصف يدوي	11	يتطلب رقابة مزدوجة على المعدات والعاملين.
نوع التشغيل	عقد	295	يتطلب مؤشرات امتثال للمشغلين ومراقبة جودة الخدمة.
نوع التشغيل	ذاتي	63	يتطلب تقييم جاهزية الأمانات والبلديات والموارد الداخلية.
نوع التشغيل	قطاع أهلي	6	يتطلب ربط الترخيص والاشتراطات الصحية بمؤشرات أداء وامتثال.

توضح هذه الأرقام أن الذكاء الاصطناعي ليس خيارًا تقنيًا إضافيًا، بل أداة ضرورية لترتيب الأولويات الرقابية. فوجود أكثر من ألف سوق نفع عام وأكثر من ثلاثمائة مرفق ذبح يعني أن التفتيش التقليدي المتساوي لجميع المواقع قد لا يكون كافيًا، بينما يمكن للتفتيش القائم على المخاطر المدعوم بالذكاء الاصطناعي أن يوجه الموارد إلى المواقع ذات الاحتمال الأعلى للمخالفة أو التلوث أو الازدحام. وفي موسم الحج تزداد أهمية هذا الربط بسبب ارتفاع الطلب على المواشي والذبح، وتزايد الحاجة إلى ضمان سلامة اللحوم وسرعة الاستجابة.

وتدعم المؤشرات التشغيلية الحديثة هذا التوجه؛ فقد أعلنت وزارة البيئة والمياه والزراعة في عام 2026 تنفيذ 6,281 جولة رقابية على الأسواق والمسالخ خلال حملة رمضان 1447هـ، ورصد 1,475 مخالفة وإنذار، وإتلاف 19,936 كجم من الخضار والفواكه والتمور، و1,605 كجم من اللحوم والدواجن، و727 كجم من الأسماك، كما بلغ إجمالي المذبوحات في المسالخ خلال الحملة 111,322 رأسًا، مع تسجيل 970 حالة إعدام كلي و10,041 حالة إعدام جزئي. وتمثل هذه الأرقام مؤشرات مخاطر فعلية يمكن تحويلها إلى قواعد بيانات تدريب لنماذج التنبؤ بالمخالفات، وتحديد مواقع الهدر والتلف، وبناء خرائط حرارة للامتثال الصحي والتشغيلي.

الشركة الوطنية للخدمات الزراعية ودورها في إدارة أسواق النفع العام والمسالخ

تمثل الشركة الوطنية للخدمات الزراعية (AgriServ) جهة تشغيلية محورية في منظومة الخدمات الزراعية بالمملكة، لأنها تنفذ الخدمات المسندة لها من وزارة البيئة والمياه والزراعة على أسس تجارية مستدامة، مع بقاء الوزارة مسؤولة عن الجوانب التشريعية والتنظيمية والرقابية. وقد تأسست الشركة بقرار مجلس الوزراء رقم (604) وتاريخ 25/11/1439 هـ بوصفها أحد مخرجات التحول في تقديم الخدمات الزراعية، وتهدف إلى تقديم خدمات زراعية عالية الجودة ومستدامة بما يعزز كفاءة التشغيل والجودة والإنتاجية في القطاع الزراعي (الشركة الوطنية للخدمات الزراعية، 2026).

وتكتسب الشركة أهمية مباشرة في موضوع هذا البحث لأن نطاق عملها يرتبط بالخدمات الحيوانية والنباتية والسلمكية، إضافة إلى خدمات أسواق النفع العام والمسالخ. وتشير الصفحة الرسمية للشركة إلى مؤشرات تراخيص صادرة في الربع الأول لعام 2026 شملت 1,019 ترخيصاً لأسواق النفع العام، و351 للثروة الحيوانية، و916 للمنشآت البيطرية، و5,891 للثروة النباتية، و3,299 للثروة السلمكية، وهي مؤشرات تعكس حجم البيانات التشغيلية التي يمكن تحويلها إلى قاعدة ذكاء اصطناعي وطنية لإدارة المخاطر.

وخلال الاستعداد لموسم حج 1447هـ، نشرت الشركة خبراً عن قيام الرئيس التنفيذي بجولات ميدانية للتحقق من جاهزية الخدمات ومتابعة سير الأعمال في المحاجر والمسالخ وأسواق النفع العام بمنطقة مكة المكرمة، وشملت الجولة سوق الخضار والفواكه المركزي بالصفاء، وسوق السمك المركزي، ومسلك وسوق الجلابة بالمعيصم، وعدداً من المسالخ والأسواق في العاصمة المقدسة، إضافة إلى مشروع الخلية الهندسية للتخلص الآمن من النفايات الصلبة الناتجة من المسالخ الأهلية (الشركة الوطنية للخدمات الزراعية، 2026).

ومن منظور إدارة المخاطر، يمكن النظر إلى الشركة الوطنية للخدمات الزراعية كمنصة تكامل بين البيانات التشغيلية والرقابة الميدانية والتحول الرقمي. فوجود جهة تشغيلية موحدة أو منسقة للخدمات الزراعية يسهل بناء سجل موحد للأسواق والمسالخ، وربط التراخيص بالمخالفات ونتائج التفتيش وسجلات الذبح والتبريد والبلاغات، ثم استخدام الذكاء الاصطناعي لإصدار مؤشرات خطورة يومية لكل سوق أو مسلك.

ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يدعم دور الشركة في خمسة مسارات رئيسية: الأول، بناء لوحة قيادة وطنية لأسواق النفع العام والمسالخ؛ الثاني، التنبؤ بالضغط التشغيلي وقت المواسم؛ الثالث، رفع كفاءة توزيع المفتشين والأطباء البيطريين والعمالة؛ الرابع، رصد مخالفات النظافة والتكدس والتبريد آلياً؛ الخامس، تقييم أداء المشغلين ومقدمي الخدمة بناءً على مؤشرات قابلة للقياس مثل زمن الانتظار، عدد الذبائح، معدل المخالفات، نظافة الموقع، وكفاءة التخلص من المخلفات.

تحليل مخاطر موسم الحج في المسالخ والأسواق

تختلف مخاطر موسم الحج عن بقية العام بسبب اجتماع ثلاثة عوامل رئيسية: ارتفاع حجم الطلب، قصر مدة التنفيذ، وحساسية الخدمة من الناحية الدينية والصحية والاجتماعية. وبناءً على الأرقام السابقة، فإن أي خلل صغير في التبريد أو النظافة أو حركة الذبائح قد يتضخم سريعاً بسبب كثافة التشغيل.

نوع الخطر	الوصف	مؤشر قياس مقترح	دور الذكاء الاصطناعي
مخاطر صحية	تلوث اللحوم، انتقال مسببات مرضية، ضعف الفحص البيطري.	نسبة العينات غير المطابقة، عدد التنبيهات الصحية.	التنبؤ بالمواقع عالية الخطورة وتحليل أنماط المخالفات.
مخاطر تشغيلية	ازدحام، تعطل معدات، نقص جزارين أو أطباء بيطريين.	زمن الانتظار، معدل التعطل، عدد الذبائح في الساعة.	توقع ساعات الذروة وتوزيع الموارد تلقائياً.
مخاطر بيئية	تراكم مخلفات، روائح، تسرب مياه ملوثة.	حجم المخلفات، عدد بلاغات الروائح، مؤشرات الصرف.	رصد تراكم المخلفات بالكاميرات والحساسات.
مخاطر السلامة المهنية	إصابات جزارين أو عمال، انزلاق، استخدام أدوات حادة.	عدد الإصابات، الالتزام بمعدات الوقاية.	الرؤية الحاسوبية لرصد الالتزام بالخوذ والقفازات والأحذية.
مخاطر سلسلة التبريد	ارتفاع حرارة غرف التبريد أو مركبات النقل.	متوسط الحرارة، مدة الانحراف، عدد الإنذارات.	حساسات IoT وتحليل الانحرافات اللحظية.
مخاطر تنظيمية	مخالفات الاشتراطات، دخول غير مصرح، تلاعب في السجلات.	عدد المخالفات، نتائج التفتيش.	تصنيف المنشآت حسب درجة الخطورة وتوجيه التفتيش.
مخاطر تقنية	تعطل الأنظمة، ضعف جودة البيانات، اختراقات.	زمن توقف النظام، نسبة البيانات الناقصة.	حوكمة البيانات، كشف الشذوذ، نسخ احتياطي ذكي.

يعتمد التحليل العلمي لهذه المخاطر على ربط احتمالية الحدوث بشدة الأثر. فارتفاع درجة حرارة غرفة التبريد لمدة قصيرة قد يكون منخفض الأثر إذا اكتشف فوراً، لكنه يصبح خطراً حرجاً إذا استمر عدة ساعات أو شمل كمية كبيرة من اللحوم. ومن هنا تظهر أهمية أنظمة الإنذار المبكر التي لا تكتفي بتسجيل البيانات، بل تحليلها وتقترح الإجراءات المناسبة.

الأساليب العلمية المستخدمة في إدارة المخاطر للأسواق والمسالخ

أولاً: تحديد المخاطر Risk Identification

يبدأ العمل العلمي في إدارة المخاطر بحصر جميع مصادر الخطر في السوق أو المسلخ. ويتم ذلك عبر مراجعة سجلات المخالفات، تقارير التفتيش، المقابلات مع العاملين، خرائط العمليات، بيانات الشكاوى، وسجلات الحوادث. في موسم الحج يجب أن يشمل الحصر نقاط استقبال المواشي، الحضائر، مناطق الانتظار، خطوط الذبح، غرف التبريد، المركبات، نقاط التوزيع، ومناطق المخلفات.

ثانياً: مصفوفة المخاطر Risk Matrix

تستخدم مصفوفة المخاطر لتصنيف كل خطر بحسب احتمال وقوعه وشدة أثره. وتساعد هذه الأداة في تحديد أولويات التدخل، فالمخاطر ذات الاحتمال العالي والأثر العالي تصنف حرجة وتتطلب إجراءً فورياً. مثال ذلك تعطل التبريد في وقت الذروة أو تراكم المخلفات في منطقة الذبح.

ثالثاً: تحليل نمط وآثار الفشل FMEA

يستخدم FMEA لتحديد كيف يمكن أن تفشل العملية وما أثر الفشل وكيف يمكن اكتشافه. ففي المسالخ يمكن تطبيقه على خط الذبح، نظام التبريد، عملية الفحص البيطري، أو حركة النقل. ويحسب رقم أولوية المخاطر عادة من حاصل ضرب الشدة والحدوث وقابلية الاكتشاف، مما يسمح بترتيب نقاط الضعف حسب الأولوية.

رابعاً: نظام تحليل المخاطر ونقاط التحكم الحرجة HACCP

يعد HACCP من أهم الأساليب العلمية في سلامة الغذاء. يقوم على تحديد نقاط التحكم الحرجة مثل الفحص قبل الذبح، نظافة الأدوات، درجة حرارة التبريد، منع التلوث المتبادل، وسلامة النقل. ويصبح الذكاء الاصطناعي أداة مساندة لهذا النظام من خلال مراقبة النقاط الحرجة لحظياً وإصدار تنبيهات عند حدوث انحراف.

خامساً: التفتيش القائم على المخاطر Risk-Based Inspection

يركز هذا الأسلوب على توجيه الجولات التفتيشية إلى المنشآت والعمليات الأعلى خطورة بدل توزيع الجهد بالتساوي. ويمكن بناء درجة خطورة لكل مسلخ أو سوق بناءً على سجل المخالفات، حجم التشغيل، نتائج الفحص، الشكاوى، بيانات التبريد، ونتائج النظافة.

سادسًا: تحليل السبب الجذري Root Cause Analysis

يستخدم عند وقوع حادث أو مخالفة لمعرفة السبب الحقيقي بدل الاكتفاء بعلاج العرض. فإذا تكرر فساد اللحوم مثلاً، فقد يكون السبب تعطل التبريد، أو سوء تحميل المركبات، أو تأخر النقل، أو ضعف التدريب. يساعد الذكاء الاصطناعي في كشف الأنماط المتكررة التي يصعب ملاحظتها يدوياً.

سابعًا: مؤشرات الإنذار المبكر Early Warning Indicators

تعتمد هذه المؤشرات على رصد العلامات السابقة للحادث مثل ارتفاع الحرارة، زيادة الشكاوى، تكرار الأعطال، انخفاض الالتزام بالسلامة، أو ارتفاع زمن الانتظار. وتعد هذه المؤشرات من أنسب الأساليب لبيئة الحج لأنها تسمح بالتدخل قبل تضخم المشكلة.

ثامناً: خرائط تدفق العمليات Process Mapping

تستخدم خرائط التدفق لفهم حركة المواشي والعمال واللحوم والمخلفات داخل السوق أو المسلخ. وتساعد هذه الخرائط في تحديد نقاط الاختناق ومناطق التلوث المحتمل ومسارات الخطر، ويمكن تحويلها إلى خرائط رقمية تتغذى بالبيانات اللحظية.

تاسعًا: الصيانة التنبؤية Predictive Maintenance

تهدف الصيانة التنبؤية إلى توقع الأعطال قبل وقوعها، خصوصاً في أجهزة التبريد والمضخات والمعدات الميكانيكية. وتعتمد على بيانات الاهتزاز، الحرارة، استهلاك الطاقة، وسجلات الأعطال السابقة. وهي مهمة في موسم الحج لأن تعطل جهاز واحد في وقت الذروة قد يؤثر في آلاف العمليات.

عاشرًا: التتبع والتحقق Traceability and Verification

يعني التتبع القدرة على معرفة مصدر الذبيحة ومسارها من السوق إلى المسلخ ثم إلى التبريد والنقل والتوزيع. وتساعد تقنيات الباركود و RFID وقواعد البيانات في ضمان الشفافية وتقليل احتمالات التلاعب أو فقدان السجلات.

الاشتراطات الصحية في أسواق النفع العام والمسالخ وربطها بالذكاء الاصطناعي

تمثل الاشتراطات الصحية خط الدفاع الأول في حماية الصحة العامة وسلامة الغذاء في أسواق النفع العام والمسالخ؛ فهي تحول المتطلبات النظامية إلى ممارسات تشغيلية يومية قابلة للقياس والمتابعة. وتشمل هذه الاشتراطات عادة سلامة الموقع، الفصل بين مناطق العمل، النظافة العامة، مكافحة الآفات، التخلص السليم من المخلفات، سلامة العاملين، التهوية، الإضاءة، الصرف الصحي، جودة المياه، سلامة سلسلة التبريد، الفحص البيطري قبل الذبح وبعده، وتوثيق السجلات. وقد نشرت وزارة البلديات والإسكان الاشتراطات البلدية لأسواق النفع العام والاشتراطات البلدية للمسالخ الأهلية، وتم تحديث صفحاتها الرسمية في عام 2025، بما يعكس أهمية الامتثال ورفع كفاءة التشغيل وجودة الخدمات في هذه الأنشطة الحساسة.

أولاً: الاشتراطات الصحية في أسواق النفع العام

تركز اشتراطات أسواق النفع العام على تنظيم بيئة السوق بما يضمن سلامة المتعاملين والمنتجات، ويشمل ذلك نظافة ساحات البيع، تنظيم حركة المركبات والتحميل والتنزيل، منع التكسد العشوائي، توفير خدمات النظافة والصيانة، مكافحة الحشرات والقوارض، ضبط مواقع التخزين، التحقق من نظامية الممارسين ومقدمي الخدمة، وضمان وجود مسارات واضحة للحركة والتداول. ويمكن للذكاء الاصطناعي تحويل هذه الاشتراطات إلى مؤشرات رقمية، مثل مؤشر كثافة الازدحام، مؤشر زمن بقاء المنتجات خارج التبريد، مؤشر تكرار المخالفات، ومؤشر نظافة الموقع بناءً على الصور والبلاغات ونتائج التفتيش.

ثانيًا: الاشتراطات الصحية في المسالخ

تعد المسالخ بيئة أعلى حساسية من الأسواق بسبب الاتصال المباشر بالذبائح واللحوم وسوائل ومخلفات الذبح. ولذلك تركز الاشتراطات الصحية على الفحص البيطري قبل الذبح وبعده، فصل المناطق النظيفة عن الملوثة، سلامة أدوات الذبح والتجهيز، نظافة الأرضيات والجدران ومصارف المياه، كفاءة التبريد، سلامة نقل اللحوم، توافر معدات الوقاية الشخصية للعاملين، التخلص من المخلفات الحيوانية بطرق صحية، ومراقبة الالتزام بالإجراءات التشغيلية. ويمكن ربط هذه الاشتراطات بالذكاء الاصطناعي عبر كاميرات الرؤية الحاسوبية، وحساسات الحرارة والرطوبة، وأنظمة التتبع، ولوحات القيادة الذكية التي تعرض مستوى الامتثال لحظيًا.

ثالثًا: تحويل الاشتراطات الصحية إلى مؤشرات ذكية قابلة للقياس

لكي تصبح الاشتراطات الصحية قابلة للإدارة الذكية، ينبغي تحويلها من نصوص تنظيمية عامة إلى مؤشرات أداء ومخاطر. فعلى سبيل المثال، لا يكتفي النظام الذكي بوجود اشتراط عام عن النظافة، بل يقيس عدد مخالفات النظافة، زمن إغلاق المخالفة، عدد التنبيهات الناتجة عن تراكم المخلفات، وصور المواقع ذات الخطورة العالية. كما لا يكتفي النظام باشتراط التبريد، بل يقيس متوسط درجة الحرارة، عدد مرات تجاوز الحد المسموح، مدة التجاوز، والاستجابة الفنية بعد التنبيه.

مجال الاشتراط الصحي	أمثلة تطبيقية في السوق أو المسلخ	آلية ربطه بالذكاء الاصطناعي	المؤشر الذكي المقترح
النظافة العامة	نظافة الأرضيات، ساحات البيع، خطوط الذبح، أماكن التخزين	رؤية حاسوبية لرصد الاتساخ وتراكم المخلفات وتحليل صور الجولات التفتيشية	مؤشر نظافة يومي، عدد التنبيهات، زمن معالجة المخالفة
سلامة التبريد	غرف تبريد اللحوم ومركبات النقل ومناطق التخزين	حساسات IoT تقيس الحرارة والرطوبة وترسل تنبيهات فورية عند الانحراف	عدد تجاوزات الحرارة، مدة الانحراف، نسبة الالتزام بالتبريد
الفحص البيطري	فحص المواشي قبل الذبح واللحوم بعد الذبح وتوثيق حالات الإلتلاف	نظام رقمي يربط نتائج الفحص برقم الذبيحة والمورد والموقع	نسبة الإلتلاف، أسباب الرفض، المخاطر المتكررة حسب المورد
مكافحة الآفات	رصد الحشرات والقوارض ومتابعة عقود مكافحة	تحليل بلاغات وصور ومواقع ظهور الآفات وتوقع مناطق التكرار	خريطة حرارية للآفات ومعدل التكرار الشهري
سلامة العاملين	القفازات، الكمادات، الأحذية الواقية، قواعد السلامة في الذبح	رؤية حاسوبية تكشف عدم الالتزام بمعدات الوقاية وتنبيه للمشرف	نسبة الالتزام بمعدات الوقاية وعدد المخالفات لكل وردية
إدارة المخلفات	الدماء، الأحشاء، الجلود، مياه الغسيل، النفايات العضوية	حساسات وبلاغات رقمية لمتابعة امتلاء الحاويات وتوقيت النقل والتخلص	زمن إزالة المخلفات وعدد حالات التراكم

رابعًا: دور الذكاء الاصطناعي في رفع الامتثال الصحي

يساعد الذكاء الاصطناعي على الانتقال من الرقابة اللاحقة إلى الرقابة الاستباقية. فبدل انتظار زيارة المفتش أو بلاغ المستفيد، يستطيع النظام اكتشاف الانحراف عند حدوثه، مثل ارتفاع حرارة غرفة التبريد، أو تراكم المخلفات، أو ازدحام غير طبيعي في منطقة الانتظار، أو انخفاض الالتزام بمعدات الوقاية. وبذلك تصبح الاشتراطات الصحية جزءًا من نظام إنذار مبكر يعمل على مدار الساعة، ويعزز قدرة الإدارة على اتخاذ القرار قبل تحول المخالفة إلى حادث صحي أو تشغيلي.

خامسًا: متطلبات تطبيق الربط الذي للاشتراطات الصحية

يتطلب الربط الفعال بين الاشتراطات الصحية والذكاء الاصطناعي بناء قاعدة بيانات موحدة، وتوحيد نماذج التفتيش، وترميز مواقع الأسواق والمسالخ، وربط كل مخالفة بزمان وموقع ومسؤول، وتدريب المفتشين على استخدام الأجهزة اللوحية ولوحات القيادة. كما يتطلب وجود سياسة واضحة لحماية الخصوصية عند استخدام الكاميرات، وتحديد المسؤولية النظامية بين قرار الخوارزمية وقرار المفتش أو الطبيب البيطري.

أهمية ذبح المواشي في المسالخ النظامية وخطورة الذبح العشوائي خارج تلك المسالخ

تعد المسالخ النظامية أحد أهم مكونات منظومة الصحة العامة وسلامة الغذاء، لأنها لا تقتصر على توفير مكان للذبح، بل تمثل منظومة رقابية متكاملة تشمل استقبال المواشي، الكشف البيطري قبل الذبح، التحقق من الحالة الصحية للحيوان، تنفيذ الذبح وفق الاشتراطات الشرعية والصحية، فحص الذبيحة بعد الذبح، ختم اللحوم الصالحة، عزل الحالات المشتبه بها، وإدارة المخلفات بطريقة آمنة. ولهذا فإن وجود المسلخ النظامي يحول عملية الذبح من ممارسة فردية غير منضبطة إلى عملية قابلة للتوثيق والتحقق والمساءلة.

وتبرز أهمية المسالخ النظامية في المملكة خصوصًا خلال موسم الحج وعيد الأضحي، حيث تتزايد أعداد الذبائح في فترة قصيرة، وقد يؤدي أي خلل بسيط في الفحص أو النظافة أو التبريد أو التخلص من المخلفات إلى أثر صحي وبيئي واسع. وتؤكد أدلة المسالخ وفحص اللحوم ونقلها على أهمية الكشف الظاهري للحيوانات قبل الذبح، وفحص اللحوم بعد الذبح، وتنظيم نقلها وتداولها بما يحافظ على صلاحيتها للاستهلاك الآدمي (وزارة البيئة والمياه والزراعة، 2025).

أما الذبح العشوائي خارج المسالخ النظامية فيمثل خطرًا متعدد الأبعاد. فمن الناحية الصحية، يؤدي غياب الكشف البيطري قبل الذبح وبعده إلى احتمال تداول لحوم حيوانات مريضة أو غير صالحة للاستهلاك. ومن الناحية البيئية، يؤدي التخلص غير المنظم من الدماء والأحشاء والجلود ومياه الغسيل إلى تلوث التربة والروائح وجذب الحشرات والقوارض. ومن الناحية التشغيلية، يضعف الذبح العشوائي قدرة الجهات الرقابية على تتبع مصدر اللحوم ومعرفة مسارها ومحاسبة المخالفين. وقد أشارت وزارة الشؤون البلدية والقروية في ورشة متخصصة إلى أن مخاطر الذبح العشوائي خارج المسالخ ترتبط بغياب الكشف الصحي البيطري قبل الذبح وبعده وما قد ينتج عنه من أضرار صحية (وكالة الأنباء السعودية، 2017).

وتتضمن خطورة الذبح العشوائي كذلك مخاطر السلامة المهنية، لأن الذبح في المواقع غير المهيأة غالبًا يتم بأدوات حادة دون تجهيزات حماية أو أرضيات مناسبة أو مسارات آمنة للحركة، ما يرفع احتمالات الجروح والانزلاق والتلوث التبادلي. كما أن الذبح

خارج المسالخ يضعف قدرة الجهات المختصة على ضبط درجات الحرارة وسرعة نقل اللحوم، وقد يؤدي إلى بقاء الذبائح في بيئة غير مناسبة لفترات طويلة، خصوصًا في درجات الحرارة المرتفعة، ومن هنا تظهر ضرورة ربط المسالخ النظامية بالذكاء الاصطناعي. فكل مرحلة داخل المسلخ يمكن تحويلها إلى نقطة بيانات: وقت دخول الحيوان، نتيجة الكشف البيطري، رقم الذبيحة، حالة الخط، درجة الحرارة، زمن الانتظار، اسم العامل أو الفريق، نتيجة الفحص، رقم الختم، ووقت خروج اللحوم. وبذلك يصبح الذكاء الاصطناعي قادرًا على بناء سجل رقمي لكل ذبيحة، واكتشاف الانحرافات، وإرسال إنذارات عند تجاوز الحدود المسموح بها، ويرتبط الذكاء الاصطناعي بمكافحة الذبح العشوائي من خلال عدة أدوات، منها تحليل البلاغات الجغرافية عن مواقع الذبح غير النظامي، استخدام الخرائط الحرارية لتحديد الأحياء أو المواسم الأعلى مخالفة، تحليل صور الكاميرات في محيط الأسواق والمسالخ لرصد التجمعات غير المعتادة، وربط تراخيص مقدمي الخدمة بسجلات الأداء والمخالفات. كما يمكن للمنصات الذكية توجيه المستفيدين إلى أقرب مسلخ نظامي متاح، وتقدير زمن الانتظار، وحجز المواعيد، مما يقلل دافع اللجوء إلى الذبح العشوائي.

جدول (4): مقارنة بين الذبح النظامي والذبح العشوائي ودور الذكاء الاصطناعي

البعد	الذبح في المسالخ النظامية	الذبح العشوائي خارج المسالخ	دور الذكاء الاصطناعي
الفحص البيطري	كشف قبل وبعد الذبح وختم اللحوم الصالحة	غياب أو ضعف الفحص	توثيق الفحص وربط النتيجة برقم الذبيحة
النظافة	بيئة مجهزة قابلة للغسل والتطهير	أرضيات وأدوات غير مهيأة غالبًا	رؤية حاسوبية لرصد النظافة والتلوث
التبريد والنقل	إمكانية مراقبة الحرارة ومسار النقل	احتمال بقاء اللحوم في ظروف غير مناسبة	حساسات حرارة وإنذارات فورية
التتبع	سجل للذبيحة والمصدر والمخرج	صعوبة معرفة المصدر والمسار	سجل رقمي وتتبع بالرمز أو RFID
المخلفات	تجميع ومعالجة وفق مسارات محددة	تلوث وروائح وحشرات وقوارض	قياس امتلاء الحاويات وتنبيه فرق النظافة
السلامة المهنية	عمالة وتجهيزات ومسارات عمل منظمة	ارتفاع مخاطر الجروح والانزلاق	تحليل الحوادث ورصد السلوكيات الخطرة

أهم المخاطر التشغيلية وربطها بالذكاء الاصطناعي في حلها

لا تقتصر مخاطر أسواق النفع العام والمسالخ على المخاطر الصحية فقط، بل توجد مخاطر تشغيلية قد تؤدي إلى تعطل الخدمة أو انخفاض جودتها أو ارتفاع التكلفة أو زيادة زمن الانتظار. وتبرز هذه المخاطر بوضوح خلال موسم الحج بسبب ارتفاع الطلب على الذبح في أيام محدودة، وكثرة حركة المواشي والمركبات والعمال والمستفيدين. ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم في معالجة هذه المخاطر من خلال التنبؤ، الجدولة الذكية، الصيانة التنبؤية، مراقبة الأداء اللحظي، وتحسين توزيع الموارد.

الخطر التشغيلي	مظهره في الأسواق والمسالخ	أثره المحتمل	حل الذكاء الاصطناعي المقترح
الازدحام وتكدس المستفيدين أو المواشي	طوابير طويلة، بقاء الإدخال، تراكم المركبات، ضغط على مناطق الانتظار	تأخر الخدمة، ارتفاع احتمالات الحوادث، ضعف النظافة، زيادة الشكاوى	نماذج توقع الطلب، رؤية حاسوبية لقياس الكثافة، جدولة ذكية للمواعيد، توجيه المستفيدين إلى المسارات الأقل ازدحاماً
تعطل معدات التبريد أو الذبح	توقف مفاجئ في غرف التبريد أو السيور أو المضخات أو أدوات التشغيل	فساد اللحوم، توقف الخدمة، ارتفاع التكلفة، تدخل طارئ	صيانة تنبؤية تعتمد على بيانات الاهتزاز والحرارة وساعات التشغيل وسجل الأعطال
نقص العمالة أو سوء توزيعها	زيادة الضغط على جزائين أو مفتشين في نقطة معينة مقابل انخفاض الضغط في نقاط أخرى	بطء الإنجاز، أخطاء تشغيلية، إرهاق العاملين، انخفاض السلامة	خوارزميات توزيع الموارد حسب الطلب اللحظي، توقع الاحتياج لكل وردية، إعادة جدولة تلقائية
تأخر الفحص البيطري	تراكم الذبائح قبل أو بعد الفحص وعدم كفاية عدد الأطباء في وقت الذروة	تعطل خط الإنتاج، احتمال تمرير حالات غير مطابقة، زيادة الهدر	نظام أولوية ذكي يحدد الحالات الأعلى خطورة ويعيد توزيع الأطباء حسب حجم العمل
ضعف التتبع وتوثيق البيانات	سجلات ورقية أو بيانات غير مكتملة عن المورد والذبيحة والفحص والنقل	صعوبة التحقيق في المخالفات، ضعف المساءلة، تأخر الاستجابة	تتبع رقمي باستخدام QR/Rfid وربط البيانات بلوحة موحدة وسجل زمني غير قابل للتلاعب

الخطر التشغيلي	مظهره في الأسواق والمسالخ	أثره المحتمل	حل الذكاء الاصطناعي المقترح
تراكم المخلفات الحيوانية	تأخر نقل الدماء والأحشاء والجلود والنفايات العضوية ومياه الغسيل	روائح، تلوث بيئي، جذب آفات، مخالفة اشتراطات صحية	حساسات امتلاء الحاويات، خريطة مواقع المخلفات، جدولة ذكية لمركبات النظافة والنقل
خلل حركة المركبات والنقل	تداخل مركبات المواشي واللحوم والنفايات والمستفيدين في مسارات واحدة	ازدحام، حوادث، تلوث تبادلي، تأخر في سلاسل الإمداد	تحليل مرئي للحركة، تحسين المسارات، تنبيهات عند دخول مركبة إلى منطقة غير مخصصة
تكرار المخالفات في موقع معين	منشأة أو وردية تتكرر فيها مخالفات النظافة أو السلامة أو التبريد	تراكم خطر مزمن واحتمال وقوع حادث كبير	نماذج تصنيف خطورة للمواقع والورديات وربط التفتيش بدرجة الخطر التاريخية واللحظية

تحليل تفصيلي لأبرز المخاطر التشغيلية

أولاً، يمثل الازدحام خطراً مركباً لأنه يزيد زمن الانتظار ويضعف قدرة الفرق على المحافظة على النظافة والانسائية. ويمكن للذكاء الاصطناعي استخدام بيانات المواسم السابقة وأعداد الحجوزات وأوقات الذروة لتوقع الحمل التشغيلي قبل وقوعه، ثم اقتراح توزيع أفضل للمواعيد والمسارات والعمالة.

ثانياً، يعد تعطل التبريد من أخطر المخاطر التشغيلية ذات الأثر الصحي المباشر؛ لأن أي خلل في سلسلة التبريد قد يؤثر في جودة اللحوم وسلامتها. وتساعد الحساسات والتحليلات التنبؤية في اكتشاف مؤشرات التعطل مبكراً، مثل ارتفاع بسيط ومتكرر في الحرارة أو زيادة استهلاك الطاقة أو تكرار انقطاع الضاغط، مما يسمح بالتدخل قبل وقوع الفشل الكامل.

ثالثاً، يؤدي ضعف إدارة العمالة إلى بطء الخدمة وزيادة الأخطاء، خاصة عند وجود أطباء بيطريين أو جزارين أو مراقبين أقل من الحاجة الفعلية في فترة الذروة. ويمكن استخدام خوارزميات التنبؤ بالطلب لتقدير عدد العاملين المطلوبين في كل ساعة، ثم عرض توصيات للجدولة وإعادة التوزيع.

رابعاً، يمثل ضعف التتبع خطراً على المساءلة وسرعة الاستجابة، لأنه يصعب معرفة مصدر الذبيحة أو مسارها أو نتيجة فحصها. وعند ربط كل ذبيحة برمز تتبع رقمي، يمكن للجهات الرقابية معرفة المورد، وقت الدخول، نتيجة الفحص، موقع الذبح، حالة التبريد، ووجهة النقل، مما يسهل التحقيق في أي مخالفة أو حادث.

خامساً، تعد المخلفات الحيوانية ومياه الغسيل من أهم مصادر المخاطر البيئية والتشغيلية. ويمكن للذكاء الاصطناعي تحليل تكرار تراكم المخلفات وربطه بعدد الذبائح والورديات وسعة الحاويات، ثم اقتراح جدول نقل وتنظيف أكثر دقة، مع تنبيه الإدارة قبل وصول مستوى الامتلاء إلى مرحلة حرجية.

سادسًا، ترتبط السلامة المهنية بكفاءة التشغيل ارتباطًا مباشرًا؛ فالإصابات أو الإجهاد أو عدم الالتزام بمعدات الوقاية تؤدي إلى تعطيل العمل وزيادة المسؤولية النظامية. ويمكن للرؤية الحاسوبية رصد الالتزام بالقفزات والأحذية الواقية والكمادات ومناطق الحركة الآمنة، مع إصدار تنبيهات غير عقابية في البداية لأغراض التصحيح والتدريب.

تكامل الاشتراطات الصحية والمخاطر التشغيلية داخل منصة ذكاء اصطناعي واحدة

توصي الدراسة بأن لا تدار الاشتراطات الصحية والمخاطر التشغيلية في أنظمة منفصلة، بل داخل منصة واحدة تجمع بيانات التفتيش، الفحص البيطري، التبريد، المخلفات، الأعطال، العمالة، الشكاوى، والحركة المرورية داخل السوق أو المسلخ. ويقوم النظام بحساب درجة خطر مركبة لكل موقع أو وردية أو عملية، ثم يرسل توصيات عملية مثل زيادة المفتشين، فتح مسار إضافي، استدعاء فريق صيانة، إيقاف مؤقت لمنطقة عالية الخطورة، أو تحويل الذبائح إلى غرفة تبريد بديلة.

أهمية الذكاء الاصطناعي في معالجة المشكلات التشغيلية اليومية في المسالخ

لا تكمن أهمية الذكاء الاصطناعي في المسالخ في التنبؤ العام فقط، بل في معالجة مشكلات تشغيلية يومية تتكرر في بيئة العمل وتؤثر مباشرة في سلامة اللحوم ورضا المستفيدين وكفاءة العاملين. ومن أهم هذه المشكلات النظافة، تكدس المذبوحات، بقاء خطوط الذبح، تكدس المركبات، تأخر الفحص البيطري، امتلاء حاويات المخلفات، تعطل التبريد، عدم التوازن في توزيع العمالة، وارتفاع زمن الانتظار.

في جانب النظافة، يمكن للذكاء الاصطناعي استخدام الرؤية الحاسوبية لتحليل صور الأرضيات ومناطق الذبح والتجهيز ورصد تراكم الدماء أو المخلفات أو بقاء أدوات غير معقمة في مناطق العمل. وعند ظهور مؤشر خطر، يصدر النظام تنبيهًا لفريق النظافة، ثم يقيس زمن الاستجابة ويقارن بين المسالخ أو الورديات. وبذلك تتحول النظافة من جولات تفتيش متباعدة إلى رقابة لحظية مستمرة.

وفي مشكلة تكدس المذبوحات، يستطيع النظام تحليل عدد الذبائح في كل خط، ومعدل إنجاز الجزارين، وزمن الانتظار بين الذبح والفحص والتبريد. فإذا ارتفع عدد الذبائح المنتظرة فوق حد معين، يقترح النظام إعادة توزيع العمالة، فتح خط إضافي، إيقاف استقبال دفعة جديدة مؤقتًا، أو توجيه المركبات إلى مسلخ آخر أقل ازدحامًا. وهذا مهم جدًا في موسم الحج لأن كثافة الذبح قد تجعل التكديس سببًا مباشرًا في ارتفاع المخاطر الصحية والتشغيلية.

أما في إدارة المخلفات، فيمكن استخدام حساسات امتلاء الحاويات وكاميرات لرصد تراكم الأحشاء والجلود ومياه الغسيل، ثم ربطها بجداول فرق النظافة والنقل. وتساعد الخوارزميات على توقع أوقات الامتلاء قبل حدوثها، مما يمنع الروائح والحشرات والتلوث ويضمن استمرار حركة الخطوط دون توقف.

وفي التبريد، تعد الحساسات الذكية ضرورية لمراقبة درجة حرارة غرف التبريد ومركبات النقل لحظة بلحظة. وإذا حدث انحراف في الحرارة أو رطوبة غير طبيعية، يرسل النظام إنذارًا فوريًا للمشرف، ويحدد مدى تأثير الدفعات الموجودة داخل الغرفة، ويقترح أولوية الفحص أو النقل. كما يمكن استخدام الصيانة التنبؤية لتحليل اهتزازات وأعطال الضواغط والمولدات قبل توقفها.

وفي إدارة العمالة، يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل كثافة العمل بحسب الساعة واليوم والموسم، ثم اقتراح العدد المناسب من الجزارين والمفتشين والأطباء البيطريين وعمال النظافة. كما يمكنه اكتشاف الإرهاق التشغيلي من خلال ارتفاع الأخطاء أو بطء الأداء أو تكرار الحوادث، مما يدعم السلامة المهنية ويخفض المخاطر.

جدول (5): أمثلة للمشكلات التشغيلية في المسالخ والحلول الذكية المقترحة

المشكلة التشغيلية	أثرها على المخاطر	حل الذكاء الاصطناعي المقترح	مؤشر أداء مقترح
ضعف النظافة	تلوث اللحوم وانتشار الروائح والحشرات	رؤية حاسوبية وتنبيهات نظافة لحظية	زمن الاستجابة للتنظيف
تكس المذبوحات	تأخر الفحص والتبريد وارتفاع احتمالية التلوث	تحليل تدفق الخطوط وتوقع الاختناق التشغيلي	عدد الذبائح المنتظرة لكل خط
تعطل التبريد	فساد اللحوم أو انخفاض جودتها	حساسات حرارة وصيانة تنبؤية	نسبة الالتزام بمدى الحرارة
تراكم المخلفات	مخاطر بيئية وروائح وتوقف العمل	حساسات امتلاء وجدولة ذكية للنقل	مدة بقاء المخلفات في الموقع
تأخر الفحص البيطري	بطء الخدمة واحتمال تمرير حالات مشتبها بها	توزيع ذكي للأطباء حسب كثافة الذبح	متوسط زمن الفحص
ازدحام المركبات	تعطيل الدخول والخروج وزيادة زمن الانتظار	تحليل حركة المركبات والتوجيه الآلي	متوسط زمن دخول وخروج المركبة
نقص العمالة وقت الذروة	ارتفاع الأخطاء والإجهاد والتأخير	تنبؤ بالطلب وجدولة مرنة للورديات	نسبة تغطية العمالة الفعلية للاحتياج

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر الأسواق والمسالخ

التحليلات التنبؤية

تحلل بيانات السنوات السابقة وأعداد الحجاج وأوقات الذروة وسجلات الذبح لتوقع حجم الطلب، وتحديد الساعات التي قد يرتفع فيها الازدحام أو الأعطال أو المخالفات. ويمكن للنظام أن يقترح زيادة عدد الجزارين أو الأطباء البيطريين أو فتح مسارات إضافية قبل حدوث التكدس.

الرؤية الحاسوبية

تستخدم الكاميرات الذكية لرصد الازدحام، الالتزام بمعدات الوقاية، تراكم المخلفات، نظافة الأرضيات، وحركة الذبائح. ولا يكون الهدف مراقبة الأشخاص لذاتها، بل تحويل الصورة إلى مؤشرات مخاطر مثل كثافة منطقة معينة أو عدم الالتزام بالقفايات أو وجود عائق في المسار.

إنترنت الأشياء

تستخدم الحساسات لمراقبة درجات حرارة غرف التبريد ومركبات النقل، ومعدلات الرطوبة، واستهلاك المياه، وحالة المعدات. وتسمح هذه البيانات بالتنبيه المبكر عند خروج المؤشر عن الحدود المقبولة.

معالجة اللغة الطبيعية

يمكن استخدام هذه التقنية لتحليل شكاوى المستفيدين وتقارير المفتشين وملاحظات العاملين وتصنيفها حسب نوع الخطر والموقع والأولوية، مما يحول النصوص المتفرقة إلى مؤشرات قابلة للتحليل.

كشف الشذوذ Anomaly Detection

تكتشف النماذج الذكية القيم غير المعتادة، مثل ارتفاع مفاجئ في زمن الانتظار أو انخفاض غير مبرر في عدد الفحوصات أو زيادة في حرارة غرفة تبريد. ويعد هذا الأسلوب مفيداً في اكتشاف المخاطر التي لا تظهر في الجداول التقليدية.

لوحات القيادة الذكية

تعرض للإدارة مؤشرات لحظية عن عدد الذبائح، حالة التبريد، المخالفات، الشكاوى، العمالة، والمخاطر الحرجة. وتدعم اللوحات اتخاذ القرار السريع، وتوفر سجلاً موثقاً للمتابعة بعد الموسم.

تحليل موسع لسلسلة القيمة في أسواق النفع العام والمسالخ

تبدأ إدارة المخاطر في أسواق النفع العام والمسالخ من فهم سلسلة القيمة كاملة، وليس من نقطة الذبح وحدها. فالسلسلة تشمل توريد المواشي، الفحص البيطري، الحجر والفسح، النقل، الحظائر، البيع أو الحجز، الذبح، السلخ، التقطيع، التبريد، التغليف، النقل، التوزيع، ثم إدارة المخلفات الصلبة والسائلة. وكل حلقة من هذه الحلقات تنتج بيانات ومخاطر ومؤشرات يمكن تحويلها إلى مدخلات لنظام ذكاء اصطناعي.

في مرحلة ما قبل الذبح تظهر مخاطر دخول مواشي غير مطابقة للاشتراطات الصحية، أو وجود إجهاد حراري، أو ازدحام في الحظائر، أو تأخر في الفحص. ويمكن للذكاء الاصطناعي ربط بيانات الاستيراد والفسح والحجر البيطري مع بيانات الحظائر والموردين لتحديد مستوى خطورة كل إرسالية قبل وصولها إلى المسلخ.

في مرحلة الذبح تظهر مخاطر السرعة الزائدة في التشغيل، أخطاء العمالة، تكدس المذبوحات، تعطل خطوط الذبح، تلوث الأرضيات، ضعف الفصل بين المناطق النظيفة وغير النظيفة، وعدم كفاية الفحص البيطري. وتساعد الرؤية الحاسوبية وحساسات الحركة ولوحات القيادة في رصد الانحرافات لحظيًا وإصدار تنبيهات للمشرفين.

في مرحلة ما بعد الذبح تظهر مخاطر تأخر التبريد، انقطاع سلسلة التبريد، ضعف التتبع، اختلاط الذبائح، تراكم المخلفات، وتأخر النقل. ويمكن لنظم إنترنت الأشياء وحساسات الحرارة والرطوبة ونظم التتبع بالرموز أو RFID أن تحول هذه المرحلة من متابعة يدوية متقطعة إلى رقابة مستمرة قابلة للتوثيق والتحليل.

خريطة المخاطر التفصيلية للأسواق والمسالخ

تتوزع المخاطر في أسواق النفع العام والمسالخ على خمسة محاور رئيسية: مخاطر صحية، مخاطر تشغيلية، مخاطر بيئية، مخاطر تنظيمية، ومخاطر تقنية. وتزداد هذه المخاطر خلال موسم الحج بسبب ارتفاع الطلب على الذبح، وتداخل عمليات النقل والفحص والذبح والتبريد في مدة زمنية قصيرة.

الخطر الصحي يشمل تلوث اللحوم، ضعف الفحص البيطري، انتقال الأمراض المشتركة بين الإنسان والحيوان، وسوء تداول اللحوم بعد الذبح. أما الخطر التشغيلي فيشمل تعطل المعدات، نقص العمالة، سوء جدولة المواعيد، تكدس الذبائح، أو تأخر نقل اللحوم إلى غرف التبريد. ويظهر الخطر البيئي في مخلفات الدم، الأحشاء، المياه الملوثة، الروائح، والحشرات ونواقل الأمراض.

تساعد خريطة المخاطر الذكية على تحديد مصدر الخطر بدقة: هل هو في الحظائر؟ أم خط الذبح؟ أم التبريد؟ أم النقل؟ أم إدارة المخلفات؟ وعند ربط هذه الخريطة بمنصة ذكاء اصطناعي يمكن إنشاء درجة خطورة ديناميكية تتغير حسب الوقت والموقع ونوع النشاط وحجم التشغيل وعدد البلاغات والمخالفات.

جدول موسع: المخاطر الرئيسية وربطها بحلول الذكاء الاصطناعي

نوع الخطر	أمثلة تطبيقية	مؤشر قياس مقترح	حل الذكاء الاصطناعي
الصحي	تلوث اللحوم، غياب الفصل بين المناطق النظيفة وغير النظيفة، ضعف الفحص	عدد المخالفات الصحية، نتائج الفحص، زمن بقاء الذبيحة خارج التبريد	رؤية حاسوبية لرصد النظافة، نماذج توقع للخطر الصحي، تنبيهات فورية
التشغيلي	تعطل المعدات، تكدس المذبوحات، نقص الجزارين، اختناق مسارات الحركة	زمن الانتظار، عدد الذبائح في الساعة، معدل الأعطال، كثافة الحشود	جدولة ذكية، تنبؤ بالطلب، مراقبة ازدحام، صيانة تنبؤية
البيئي	تراكم المخلفات، الروائح، نفايات الدم، المياه الملوثة	كمية المخلفات، زمن الإزالة، مؤشرات الروائح، حجم المياه المعالجة	تتبع إلكتروني للنفايات، تنبؤ بكميات المخلفات، حساسات جودة البيئة
التنظيمي	عدم الالتزام بالاشتراطات، ضعف التوثيق، تأخر البلاغات	نسبة الامتثال، زمن إغلاق البلاغ، عدد المخالفات المتكررة	نظام امتثال ذكي، قوائم فحص رقمية، تصنيف خطورة للمواقع
التقني	تعطل الأنظمة، انقطاع الاتصال، مخاطر الأمن السيبراني	توفر النظام، عدد الانقطاعات، محاولات الاختراق	مراقبة سيرانية، نسخ احتياطي، كشف شذوذ في السجلات والأنظمة

يوضح الجدول التالي خريطة عملية للمخاطر الرئيسية، بحيث لا يكتفي البحث بتصنيف المخاطر نظريًا، بل يربط كل خطر بأداة ذكاء اصطناعي وإجراء إداري قابل للتنفيذ:

نوع الخطر	مثال تطبيقي في الأسواق والمسالخ	مستوى الخطورة	أداة الذكاء الاصطناعي المقترحة	الإجراء الإداري المتوقع
صحي	ذبح حيوان مريض أو غير مفحوص، أو تلوث اللحوم أثناء التداول	حرج	تحليل بيانات الفحص البيطري، الرؤية الحاسوبية، ونماذج كشف الشذوذ	منع الذبح أو عزل الذبيحة وإشعار الطبيب البيطري والمفتش فورًا
تشغيلي	تكس المذبوحات، تعطل خط الذبح، أو ضعف جدولة المواعيد	عالٍ	التحليلات التنبؤية، جدولة الموارد، وكاميرات قياس الكثافة	فتح مسارات إضافية، إعادة توزيع العمالة، أو تحويل الطلب إلى مسلخ آخر
بيئي	تراكم الدم والأحشاء والمخلفات أو ضعف الصرف والنظافة	عالٍ	حساسات، تتبع المخلفات، وتحليل صور مناطق العمل	زيادة فرق النظافة، جدولة النقل، وإصدار تنبيه بيئي مبكر
لوجستي	تأخر نقل اللحوم أو اختلال سلسلة التبريد	عالٍ	إنترنت الأشياء، حساسات حرارة، ونظام تتبع المركبات	إيقاف الشحنة مؤقتًا، فحص التبريد، وإعادة توجيه المركبات
رقابي	تأخر توثيق المخالفات أو تكرار مخالفة في موقع محدد	متوسط إلى عالٍ	تطبيق المفتش الذكي ولوحات القيادة	تصعيد المنشأة إلى فئة أعلى خطورة وزيادة الجولات الرقابية
موسمي	ارتفاع الطلب في أيام النحر والتشريق خلال الحج	حرج	نماذج التنبؤ بالطلب والمحاكاة التشغيلية	رفع الجاهزية قبل الذروة وتحديد الطاقة الاستيعابية لكل موقع

مؤشرات الأداء والإنذار المبكر لإدارة المخاطر الذكية

لكي يتحول الذكاء الاصطناعي إلى أداة إدارية لا بد أن يترجم المخاطر إلى مؤشرات أداء قابلة للقياس. ومن أهم المؤشرات المقترحة: متوسط زمن انتظار المستفيد، متوسط زمن انتقال الذبيحة من الذبح إلى التبريد، عدد الذبائح في الساعة، نسبة الالتزام بملابس الوقاية، معدل أعطال المعدات الحرجة، عدد البلاغات المفتوحة، متوسط زمن إغلاق البلاغ، درجة نظافة المسلخ، ودرجة حرارة غرف التبريد.

تعمل أنظمة الإنذار المبكر على دمج هذه المؤشرات في لوحة قيادة موحدة. فإذا زاد زمن بقاء اللحوم خارج التبريد عن الحد المقبول، أو ارتفعت كثافة العاملين في منطقة معينة، أو تكرر انقطاع التبريد، يصدر النظام تنبيهًا تلقائيًا للمشرف، ويقترح إجراءً تصحيحيًا مثل إعادة توزيع العمالة أو تحويل مسار الذبائح أو إيقاف خط تشغيل مؤقتًا.

وتزداد أهمية مؤشرات الإنذار في موسم الحج؛ فقد بلغ عدد الحجاج في موسم 1446هـ/2025م نحو 1,673,230 حاجًا، منهم 1,506,576 حاجًا من الخارج و166,654 حاجًا من الداخل، كما بلغ عدد المشتغلين في خدمة الحجاج داخل المشاعر المقدسة 420,070 مشتغلًا، مما يعكس بيئة تشغيلية ضخمة تتطلب متابعة لحظية ومؤشرات إنذار دقيقة.

خطة تطبيق الذكاء الاصطناعي على مراحل في المسالخ والأسواق

ينبغي ألا يتم تطبيق الذكاء الاصطناعي دفعة واحدة، بل عبر مراحل تدريجية تقلل المخاطر وتزيد قبول العاملين. تبدأ المرحلة الأولى برقمنة البيانات الأساسية مثل بيانات الذبح، التفتيش، المخالفات، الأعطال، درجات الحرارة، وسجلات الموردين. وفي هذه المرحلة تكون الأولوية لتوحيد النماذج وتحسين جودة البيانات.

تتمثل المرحلة الثانية في تطبيق أنظمة مراقبة مباشرة مثل حساسات التبريد، كاميرات السلامة، وأنظمة تتبع الذبائح والنفائات. أما المرحلة الثالثة فتشمل بناء نماذج تنبؤية لتوقع الازدحام والأعطال والمخالفات. وفي المرحلة الرابعة يتم دمج هذه النماذج مع لوحة قيادة مركزية تدعم القرار وتربط المسالخ والأسواق والجهات الرقابية.

أما المرحلة الخامسة فهي مرحلة النضج، وفيها يصبح النظام قادرًا على التعلم من مواسم الحج السابقة وتقديم سيناريوهات تشغيلية قبل بداية الموسم، مثل تقدير احتياج العمالة، توزيع المفتشين، تحديد المسالخ عالية الخطورة، وتوقع كميات المخلفات الناتجة عن الهدى والأضاحي.

خارطة طريق تنفيذية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في المسالخ وأسواق النفع العام

تساعد خارطة الطريق على تحويل التوصيات النظرية إلى خطة تنفيذية قابلة للقياس، وتراعي أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يحتاج إلى تدرج، بناء ثقة، ورفع جودة البيانات قبل التوسع الكامل.

المرحلة	المدة المقترحة	الإجراء الرئيس	المخرجات المتوقعة
التشخيص	3 أشهر	حصر البيانات، المخاطر، الأنظمة، ونقاط الضعف	تقرير جاهزية وخريطة مخاطر أولية
التجربة المحدودة	6 أشهر	تطبيق الحساسات ولوحة قيادة في مسلخ أو سوق نموذجي	قياس أثر أولي على التكدس والتبريد والنظافة
التوسع المرحلي	12 شهرًا	ربط عدة أسواق ومسالخ وتوحيد بيانات التفتيش	نظام تصنيف خطورة موحد وتفتيش قائم على المخاطر
التكامل المؤسسي	24 شهرًا	ربط الجهات ذات العلاقة والبيانات التشغيلية والرقابية	منصة مركزية لإدارة المخاطر على مستوى وطني
التحسين المستمر	مستمر	تحديث النماذج بعد كل موسم وتشغيل تقارير تعلم مؤسسي	تحسين دقة التنبؤ ورفع كفاءة القرار

حوكمة البيانات والأمن السيبراني والخصوصية في المنظومة الذكية

إن نجاح الذكاء الاصطناعي في المسالخ وأسواق النفع العام يعتمد على الثقة في البيانات والأنظمة. لذلك يجب وضع سياسة واضحة لملكية البيانات، صلاحيات الوصول، مدة الاحتفاظ بالصور والتسجيلات، آلية مراجعة قرارات الخوارزميات، ومسؤولية التدخل البشري عند صدور تنبيه عالي الخطورة.

تتضمن مخاطر الخصوصية تصوير العاملين والمستفيدين داخل الأسواق والمسالخ، لذلك ينبغي حصر استخدام الكاميرات في أغراض السلامة والامثال، وتقليل الاحتفاظ بالبيانات الشخصية، وتطبيق التشفير، وتحديد من يملك صلاحية الوصول إلى

السجلات. كما يجب أن تكون قرارات الذكاء الاصطناعي قابلة للتفسير، بحيث يعرف المفتش سبب تصنيف موقع معين على أنه عالي الخطورة.

أما الأمن السيبراني فيعد عنصرًا جوهريًا لأن أي اختراق قد يؤدي إلى تعطيل التبريد، تعديل السجلات، إخفاء المخالفات، أو تعطيل لوحة القيادة. ولذلك يجب تطبيق النسخ الاحتياطي، مراقبة الدخول، كشف الشذوذ في الأنظمة، واختبار خطط الطوارئ قبل موسم الحج.

المسؤولية البشرية والقرار النهائي في أنظمة الذكاء الاصطناعي

من الضروري التأكيد على أن الذكاء الاصطناعي في المسالخ وأسواق النفع العام يجب أن يعمل كنظام مساند للقرار وليس بديلاً عن الطبيب البيطري أو المفتش أو مدير التشغيل. فالخوارزمية يمكن أن تكتشف مؤشرات الخطر وتقترح الإجراءات، لكن القرار النهائي في صلاحية الذبيحة أو تحرير المخالفة أو إيقاف جزء من التشغيل يجب أن يبقى بيد المختص.

يتطلب ذلك وجود سجل مراجعة يوضح لماذا صدر التنبيه، وما البيانات التي اعتمد عليها النظام، ومن الموظف الذي راجع الحالة، وما القرار النهائي الذي اتخذ. ويساعد هذا السجل على تعزيز الشفافية والمساءلة، ويمنع الاعتماد غير المنضبط على القرار الآلي.

كما ينبغي تدريب العاملين على فهم حدود النظام الذكي، فالنظام قد يخطئ بسبب ضعف جودة البيانات أو سوء زاوية الكاميرا أو نقص الحساسات. لذلك يجب أن تكون قرارات الذكاء الاصطناعي قابلة للتفسير والمراجعة، وأن تكون هناك آلية اعتراض وتصحيح عند ظهور نتائج غير دقيقة.

دراسة حالة تشغيلية مقترحة لمسلخ خلال موسم الحج

لنفترض أن مسلخًا في منطقة مكة المكرمة يعمل خلال أيام النحر بطاقة تشغيلية مرتفعة. قبل بداية اليوم يقوم النظام الذكي بتحليل الحجوزات، بيانات الموسم السابق، عدد العاملين، حالة المعدات، درجة الحرارة الخارجية، وسعة غرف التبريد. بناءً على ذلك يقترح النظام توزيعًا للعمالة، وعدد الأطباء البيطريين المطلوبين، ومواعيد تشغيل الخطوط.

أثناء التشغيل تراقب الكاميرات الذكية مناطق الانتظار وخط الذبح ومناطق التنظيف، بينما ترسل حساسات التبريد والحرارة بيانات لحظية. إذا رصد النظام تكدسًا في منطقة التعليق أو تأخرًا في نقل اللحوم إلى التبريد، يصدر تنبيهًا ويقترح فتح خط إضافي أو تحويل جزء من الذبائح إلى منطقة بديلة. وإذا ارتفعت درجة حرارة غرفة تبريد، يتم إرسال بلاغ صيانة عاجل مع تحديد مستوى الخطر.

بعد انتهاء التشغيل اليومي يحلل النظام المخالفات والبلاغات وزمن الاستجابة وكميات المخلفات ونسبة الالتزام. ثم يصدر تقريرًا يساعد الإدارة على تعديل خطة اليوم التالي، مثل زيادة عدد عمال النظافة في فترة محددة، تقليل عدد الذبائح في ساعة الذروة، أو تقديم صيانة وقائية لمعدة عالية الأعطال.

الأثر الاقتصادي والبيئي المتوقع لاستخدام الذكاء الاصطناعي

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحقق أثرًا اقتصاديًا مباشرًا من خلال تقليل الهدر، خفض الأعطال، تحسين استخدام العمالة، تقليل زمن الانتظار، وتقليل المخالفات والغرامات. فعندما يتم توقع الأعطال قبل وقوعها، يمكن تجنب توقف خط الذبح في وقت الذروة. وعندما يتم تحسين الجدولة، يمكن تقليل التكدس وزيادة الطاقة التشغيلية دون الحاجة إلى توسعات مكلفة.

أما الأثر البيئي فيظهر في تحسين إدارة المخلفات الصلبة والسائلة، وتقليل الروائح والحشرات، وتحسين استهلاك المياه والطاقة. وقد أشارت وزارة البيئة والمياه والزراعة في جاهزية موسم حج 1447هـ إلى مراجعة الجاهزية النظامية والفنية لإدارة نفايات مشروع أضاحي، بما في ذلك محطة الترميد ووحدة معالجة وإعادة تدوير لما يزيد على 25 ألف متر مكعب من النفايات السائلة خلال الموسم، وهو مؤشر يوضح أهمية إدارة المخلفات كجزء أساسي من إدارة مخاطر المسالخ.

كما ذكرت الوزارة أن مشروعًا في مسلخ أميرال بمدينة الأنعام النموذجية يستهدف معالجة نفايات المسالخ الصلبة بطاقة تصل إلى 2000 طن سنويًا و500 طن سنويًا لنفايات الدم. ويمكن للذكاء الاصطناعي دعم هذا النوع من المشروعات من خلال توقع كميات المخلفات، تحسين مسارات الجمع، وتوثيق النقل والمعالجة إلكترونياً.

النموذج التطبيقي المقترح لمنصة ذكية لإدارة مخاطر أسواق النفع العام والمسالخ

يقترح البحث تطوير منصة رقمية موحدة لإدارة المخاطر تبدأ من لحظة دخول المواشي إلى السوق أو المسلخ وتنتهي بمرحلة التبريد والنقل والتوزيع وإدارة المخلفات. وتعتمد المنصة على دمج بيانات الفحص البيطري، الحجوزات، حركة المركبات، التبريد، العمالة، النظافة، الشكاوى، والمخالفات في قاعدة بيانات مركزية تتيح تكوين صورة لحظية عن مستوى المخاطر.

تعمل المنصة وفق مسار تشغيلي متكامل: تسجيل دخول المواشي، التحقق من الوثائق والفحص البيطري، حساب درجة خطورة أولية، جدولة الذبح، مراقبة مناطق الانتظار والذبح بالكاميرات الذكية، تتبع انتقال الذبيحة إلى التبريد، إصدار تقرير إلكتروني، ثم رفع تنبيهات للإدارة عند ظهور أي انحراف عن الاشتراطات.

يمثل هذا النموذج نقلة من إدارة تعتمد على الملاحظة اليدوية ورد الفعل إلى إدارة استباقية تعتمد على البيانات. فبدل انتظار ظهور التكدس أو الشكاوى أو تعطل التبريد، تستطيع المنصة توقع احتمالات الخطر وإعادة توزيع الموارد قبل وصول الحالة إلى مستوى حرج.

تحسين تجربة الحاج والمستفيد من خدمات الهدى والأضاحي

لا تقتصر أهمية الذكاء الاصطناعي على الجوانب الرقابية الداخلية، بل تمتد إلى تحسين تجربة الحاج والمستفيد. فالنظام الذي يمكن أن يقلل زمن الانتظار، ويوضح حالة الطلب إلكترونياً، ويرفع مستوى الثقة بأن عملية الذبح تمت في مسلخ نظامي يخضع للفحص والرقابة والتبريد السليم.

كما يمكن تحليل الشكاوى والتقييمات باستخدام معالجة اللغة الطبيعية لتحديد أكثر المشكلات تكراراً، مثل التأخير، ضعف وضوح حالة الطلب، أو عدم معرفة المستفيد بمراحل الخدمة. ومن خلال ذلك تستطيع الإدارة تحسين نقاط الخدمة، زيادة القنوات الرقمية، ومعالجة أسباب عدم الرضا مبكراً.

في موسم الحج، تصبح تجربة المستفيد مؤشراً مهماً لجودة التشغيل، لأن ارتفاع الكثافة البشرية والزمن المحدود لأداء النسك يتطلبان خدمات واضحة وسريعة وقابلة للتتبع. ولذلك فإن ربط خدمات الذبح بمنصة ذكية يعزز الشفافية ويقلل الازدحام ويزيد الثقة في المسالخ النظامية.

دور الذكاء الاصطناعي في الاستدامة وإدارة الأثر البيئي للمسالخ

تنتج المسالخ مخلفات بيولوجية وسائلة وصلبة تحتاج إلى إدارة دقيقة، مثل الدم، الأحشاء، المياه المستخدمة في التنظيف، وبقايا الذبح. ويؤدي ضعف إدارة هذه المخلفات إلى روائح، حشرات، تلوث بيئي، ومخاطر صحية للعاملين والمجتمع المحيط.

يساعد الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بكميات المخلفات المتوقعة حسب عدد الذبائح وساعات الذروة، كما يمكنه جدولة فرق النظافة ومركبات النقل بصورة أكثر كفاءة. ويمكن للحساسات مراقبة مستويات الامتلاء في حاويات المخلفات، بينما تساعد الكاميرات الذكية على رصد تراكم المخلفات في المناطق الحرجة.

كما يمكن استخدام البيانات لتحسين استهلاك المياه والطاقة، من خلال مقارنة معدلات الاستهلاك بعدد الذبائح، واكتشاف التسرب أو الاستخدام غير الطبيعي. وبذلك يصبح الذكاء الاصطناعي أداة لتحقيق السلامة الغذائية والاستدامة البيئية في الوقت نفسه.

مقارنة بين الإدارة التقليدية والإدارة الذكية في المسالخ والأسواق

توضح المقارنة الآتية القيمة التطبيقية للذكاء الاصطناعي، إذ لا يلغي دور الإدارة التقليدية، بل يحولها إلى إدارة قائمة على الدليل والإنذار المبكر والتعلم من البيانات.

المجال	الإدارة التقليدية	الإدارة المدعومة بالذكاء الاصطناعي
التفتيش	جولات دورية أو استجابة بعد البلاغ	تفتيش موجه حسب درجة الخطورة والمؤشرات اللحظية
النظافة	ملاحظة بشرية متقطعة	رؤية حاسوبية وتنبيهات عند تراكم المخلفات أو اتساخ المناطق الحرجة
التبريد	قراءات يدوية أو متفرقة	حساسات حرارة ورطوبة وإنذار مبكر عند الانحراف
التكديس	يكتشف بعد وقوع الازدحام	تنبؤ بالكثافة وإعادة توزيع المسارات والعمالة
المخالفات	سجلات ورقية أو أنظمة غير مترابطة	سجل رقمي موحد يربط الموقع والتاريخ ونوع المخالفة
القرار	يعتمد على الخبرة الفردية فقط	قرار بشري مدعوم بتحليل بيانات وتوصيات ذكية
موسم الحج	خطط ثابتة تتأثر بالضغط الفعلي	سيناريوهات مسبقة مبنية على بيانات المواسم السابقة والتوقعات

المنهجية وطرق البحث

ولتعزيز الجانب العلمي في الدراسة، يمكن اعتماد تصميم مختلط متتابع يبدأ بالتحليل الوثائقي للتقارير الرسمية والاشتراطات الصحية، ثم المقابلات النوعية مع الخبراء، ثم الاستبانة الكمية. ويسمح هذا التصميم بفهم الواقع التشغيلي أولاً، ثم تحويله إلى متغيرات قابلة للقياس، مثل جاهزية البيانات، مستوى استخدام الذكاء الاصطناعي، شدة المخاطر، وكفاءة الاستجابة.

تقترح الدراسة بناء نموذج قياس يتكون من متغير مستقل هو مستوى تطبيق الذكاء الاصطناعي، ويشمل التحليلات التنبؤية، الرؤية الحاسوبية، إنترنت الأشياء، ولوحات القيادة، ومتغير تابع هو كفاءة إدارة المخاطر، ويقاس من خلال سرعة الاستجابة، انخفاض المخالفات، جودة التبريد، النظافة، تقليل التكدس، وتحسين الامتثال. كما يمكن إدخال جودة البيانات وجاهزية الكوادر كمتغيرات وسيطة أو معدلة.

تعتمد الدراسة على المنهج المختلط الذي يجمع بين التحليل الكمي والتحليل النوعي. فالتحليل الكمي يستخدم الاستبانة والبيانات الرقمية لاختبار الفروض، بينما يستخدم التحليل النوعي المقابلات وتحليل الوثائق لفهم التحديات التطبيقية وبناء نموذج واقعي.

نوع البحث

الدراسة وصفية تحليلية تطبيقية؛ فهي تصف واقع المخاطر، وتحلل أثر الذكاء الاصطناعي، وتقترح نموذجاً عملياً قابلاً للتطبيق في أسواق النفع العام والمسالخ.

خطة البحث وخطوات التنفيذ

1. مراجعة الأدبيات والمعايير الدولية والتقارير الرسمية السعودية.
2. جمع مؤشرات 2025 و2026 المتعلقة بالحج والثروة الحيوانية والتشغيل.
3. تصميم استبانة موجهة للعاملين والمفتشين والأطباء البيطريين والمشغلين.
4. إجراء مقابلات شبه منظمة مع خبراء في إدارة المسالخ وسلامة الغذاء والتحول الرقمي.
5. تحليل البيانات الكمية باستخدام أساليب إحصائية مناسبة.
6. تحليل المقابلات لاستخراج التحديات والفرص والمخاطر.
7. بناء نموذج مقترح لإدارة المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي.
8. صياغة النتائج والتوصيات النهائية.

النموذج المقترح لإدارة المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي

يقترح البحث نموذجًا مكونًا من سبع طبقات مترابطة تبدأ بجمع البيانات وتنتهي بالحوكمة والمساءلة. ويهدف النموذج إلى تحويل إدارة المسالخ والأسواق من التفتيش اللاحق إلى التنبؤ والاستجابة المبكرة.

النتيجة المتوقعة	المكونات	طبقة النموذج
قاعدة بيانات موحدة للمخاطر.	الذبح، الفحص، المخالفات، الشكاوى، التبريد، الصيانة، المخلفات، العمالة.	جمع البيانات
رؤية شاملة بدل الجزر المعلوماتية.	ربط بيانات البلديات، البيئة، المشغلين، أضاحي، ومراكز التشغيل.	التكامل والربط
قرارات استباقية مبنية على بيانات.	تعلم آلة، كشف شذوذ، توقع الطلب، تصنيف الخطورة.	التحليل الذكي
تقليل زمن الاستجابة.	تنبيهات حرارة، ازدحام، أعطال، مخالفات، شكاوى متكررة.	الإنذار المبكر
تقليل أثر الخطر.	إعادة توزيع الموارد، صيانة فورية، إيقاف مؤقت، فحص إضافي.	التدخل والمعالجة
دعم الإدارة العليا والميدانية.	خرائط حرارية، مؤشرات أداء، تقارير يومية، سجل قرارات.	لوحة القيادة
استخدام موثوق ومسؤول للذكاء الاصطناعي.	خصوصية، صلاحيات، مراجعة بشرية، توثيق، أمن سيبراني.	الحوكمة

معادلة مقترحة لدرجة الخطر

درجة الخطر = احتمال وقوع الخطر × شدة الأثر × معدل التكرار × الحساسية الصحية × معامل الاكتشاف
فإذا كان احتمال تعطل التبريد 4 من 5، وشدة الأثر 5، ومعدل التكرار 3، والحساسية الصحية 5، ومعامل الاكتشاف 2 لأن الخلل لا يكتشف بسرعة، فإن درجة الخطر = $2 \times 5 \times 3 \times 5 \times 4 = 600$ ، وهو مستوى حرج يستلزم تدخلاً فورياً.

درجة الخطر	التصنيف	الإجراء المقترح
1-100	منخفض	متابعة دورية وإجراءات وقائية عادية.
101-250	متوسط	تفتيش إضافي ومراجعة مؤشرات الأداء.
251-500	مرتفع	خطة تصحيحية عاجلة ومتابعة يومية.
أكثر من 500	حرج	تدخل فوري أو إيقاف جزئي أو تحويل موارد بشكل عاجل.

مجتمع وعينة الدراسة

مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين والمختصين ذوي الصلة المباشرة بإدارة وتشغيل ورقابة أسواق النفع العام والمسالخ في المملكة العربية السعودية خلال مدة الدراسة. وتتمثل وحدة التحليل في الفرد العامل أو المسؤول الذي يمتلك معرفة فعلية بالمخاطر التشغيلية والصحية والبيئية أو بالحلول الرقمية المستخدمة في هذه المرافق.

فئات مجتمع الدراسة

- الأطباء البيطريون، والمفتشون الصحيون، والمراقبون البلديون.
- مديرو المسالخ وأسواق النفع العام، ومشرفو التشغيل والصيانة والجودة.
- مسؤولو السلامة والصحة المهنية وإدارة المخاطر واستمرارية الأعمال.
- مسؤولو التحول الرقمي وتقنية المعلومات وتحليل البيانات والأمن السيبراني.
- العاملون التشغيليون ومشغلو المسالخ ومقدمو خدمات التبريد والنقل.
- ممثلو الجهات ذات العلاقة بخدمات الحج والهدي والأضاحي والرقابة الغذائية.

إطار المعاينة وطريقة الاختيار

يُبنى إطار المعاينة من قوائم العاملين والمختصين لدى الأمانات والبلديات والجهات الرقابية والمشغلين المتعاونين. وتعتمد الدراسة العينة الطباقية العشوائية المتناسبة متى توافرت قوائم مكتملة، بحيث تمثل الفئات الوظيفية والمواقع التشغيلية بنسبها الفعلية. وعند تعذر الحصول على قوائم شاملة، تستخدم عينة طبقية قصدية مع ضبط الحصص لكل فئة؛ أما المقابلات فتختار عيّنتها قصدياً من أصحاب الخبرة والقرار.

حجم العينة المقترح

يستهدف توزيع نحو 300 استبانة للحصول على ما لا يقل عن 250 استبانة صالحة للتحليل، مع مراجعة الحجم النهائي بعد حصر المجتمع وإجراء تحليل القوة الإحصائية بما يحقق قوة لا تقل عن 0.80 ومستوى دلالة 0.05. كما تُجرى من 12 إلى 18 مقابلة شبه منظمة، ويستمر جمع المقابلات حتى الوصول إلى الإشباع الموضوعي وعدم ظهور أفكار جديدة جوهرية.

النطاق المكاني ومعايير المشاركة

تتركز العينة الميدانية في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة لارتباطها بموسم الحج، مع إشراك عدد من الأسواق والمسالخ في مناطق أخرى للمقارنة. ويشترط في المشارك أن تكون له علاقة مباشرة بالتشغيل أو الرقابة أو التقنية، وأن يمتلك خبرة لا تقل عن سنة أو سبق له العمل في موسم حج واحد على الأقل، وأن يوافق طوعاً على المشاركة. وتستبعد الاستبانات غير المكتملة بصورة جوهرية أو التي تظهر نمط إجابة غير جاد.

أداة الدراسة

تعتمد الدراسة على ثلاث أدوات متكاملة لجمع البيانات، بما ينسجم مع المنهج المختلط ويتيح التحقق المتبادل بين النتائج الكمية والنوعية.

أولاً: الاستبانة

تمثل الاستبانة الأداة الرئيسة للجانب الكمي، وتوجه إلى الفئات المحددة في مجتمع الدراسة. وتتضمن بيانات وظيفية عامة ومحاور تقيس المتغير المستقل، وهو مستوى تطبيق الذكاء الاصطناعي، والمتغير التابع، وهو كفاءة إدارة المخاطر، إضافة إلى متغيرات الجاهزية والحوكمة. وتُقاس العبارات بمقياس ليكرت الخماسي: أوافق بشدة (5)، أوافق (4)، محايد (3)، لا أوافق (2)، لا أوافق بشدة (1).

المحور	عدد البنود المقترح	الغرض ومثال مختصر
البيانات العامة	6	الجهة، المسمى الوظيفي، الخبرة، الموقع، نوع المرفق، المشاركة في موسم الحج.
واقع إدارة المخاطر	8	وضوح آليات تحديد المخاطر وتصنيفها والإبلاغ عنها ومتابعة الإجراءات التصحيحية.
تطبيقات الذكاء الاصطناعي	10	التحليلات التنبؤية، والرؤية الحاسوبية، وحساسات إنترنت الأشياء، ولوحات القيادة.
جاهزية البيانات والبنية التقنية	7	دقة البيانات وتكاملها وتحديثها وإمكانية ربطها بالموقع والزمن.
الجاهزية البشرية والتنظيمية	6	المهارات والتدريب والدعم الإداري ووضوح المسؤوليات.
كفاءة إدارة المخاطر	8	سرعة الاستجابة، خفض المخالفات، تحسين التفيتيش والتبريد والنظافة وتقليل التكدس.
التحديات والحوكمة	6	الخصوصية والأمن السيبراني والتكلفة وقابلية تفسير القرارات والمسؤولية البشرية.

تفسر المتوسطات وفق الفئات الآتية: من 1.00 إلى 1.80 مستوى منخفض جداً، ومن 1.81 إلى 2.60 منخفض، ومن 2.61 إلى 3.40 متوسط، ومن 3.41 إلى 4.20 مرتفع، ومن 4.21 إلى 5.00 مرتفع جداً.

ثانياً: المقابلات شبه المنظمة

تستخدم المقابلات لفهم المخاطر المتكررة في موسم الحج، ومصادر البيانات المتاحة، ومدى جاهزية المرافق للحساسات والكاميرات الذكية، والتحديات التنظيمية والأخلاقية، ومؤشرات الأداء المناسبة للوحة القيادة. ويُعد دليل موحد للمقابلة مع السماح بالأسئلة الاستيضاحية، وتستغرق المقابلة المتوقعة من 30 إلى 45 دقيقة بعد الحصول على موافقة المشارك.

ثالثاً: قائمة تحليل الوثائق والبيانات التشغيلية

تستخدم قائمة منظمة لاستخراج المؤشرات من التقارير الرسمية والسجلات التشغيلية المتاحة، مثل أعداد الذبائح، المخالفات، الشكاوى، الأعطال، درجات الحرارة، زمن الانتظار، نتائج التفتيش، وكميات المخلفات. وتُستخدم هذه البيانات لمقارنة التصورات الواردة في الاستبانة بالواقع التشغيلي متى أمكن.

إجراءات الصدق والثبات والتجربة الاستطلاعية

- الصدق الظاهري وصدق المحتوى: تُعرض الأداة على خمسة إلى سبعة محكمين متخصصين في إدارة المخاطر وسلامة الغذاء والتحول الرقمي والإحصاء، وتُعدّل العبارات وفق ملاحظاتهم.

- التجربة الاستطلاعية: تُطبق الاستبانة على عينة أولية من 25 إلى 30 مشاركاً من خارج العينة النهائية للتحقق من وضوح البنود ومدة الإجابة.

- الاتساق الداخلي: يُحسب ارتباط كل بند بالدرجة الكلية لمحوره، وتراجع البنود ضعيفة الارتباط.

- الثبات: يُحسب معامل كرونباخ ألفا لكل محور وللأداة ككل، ويُعد معامل 0.70 فأعلى مقبولاً، مع تفضيل القيم الأعلى في التطبيق النهائي.

- الصدق البنائي: يمكن استخدام التحليل العاملي الاستكشافي بعد التحقق من ملائمة حجم العينة ومؤشر كاي-مير-أولكن واختبار بارتلليت.

الاعتبارات الأخلاقية

تسبق الاستبانة والمقابلة موافقة مستنيرة توضح هدف الدراسة وطوعية المشاركة وسرية البيانات، ولا تُجمع أسماء المشاركين أو أي معلومات تعريفية غير لازمة. وتعرض النتائج بصورة مجمعة، ويقتصر استخدام البيانات على أغراض البحث.

أساليب التحليل الإحصائي

تُرمّز بيانات الاستبانة وتُحلل باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، أو برنامج إحصائي مكافئ. ويُعتمد مستوى دلالة 0.05 وفاصل ثقة 95%، مع الإبلاغ عن حجم الأثر إلى جانب الدلالة الإحصائية كلما كان ذلك مناسباً.

أولاً: تهيئة البيانات وفحصها

- فحص الاستبانات الناقصة، والقيم المتطرفة، وتكرار الإجابات، ونسب البيانات المفقودة.
- اختبار التوزيع الطبيعي والخطية وتجانس التباين، وفحص التعدد الخطي باستخدام معامل تضخم التباين.
- عكس ترميز البنود السلبية - إن وجدت - ثم حساب الدرجة الكلية والمتوسط لكل محور.

ثانياً: الإحصاء الوصفي وجودة أداة القياس

- التكرارات والنسب المئوية لوصف الخصائص الوظيفية والديموغرافية للعينة.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والأوزان النسبية لترتيب المحاور والبنود.
- معامل كرونباخ ألفا لقياس الثبات، وارتباط البند بالدرجة الكلية لقياس الاتساق الداخلي.
- التحليل العاملي الاستكشافي للتحقق من البناء العاملي للمقاييس إذا تحققت شروطه.

ثالثاً: اختبارات الفروض والعلاقات والفروق

الأسلوب الإحصائي المقترح	المتغيرات الرئيسية	الغرض التحليلي
ارتباط بيرسون ثم الانحدار الخطي المتعدد.	تطبيق الذكاء الاصطناعي ← كفاءة إدارة المخاطر	اختبار الفرضية الرئيسية
انحدار متعدد ومقارنة معاملات التأثير المعيارية.	التحليلات التنبؤية، الرؤية الحاسوبية، إنترنت الأشياء	اختبار أثر التطبيقات الذكية
انحدار هرمي، وتحليل التفاعل عند اختبار الأثر المعدل.	جودة البيانات، البنية التقنية، التدريب والدعم الإداري	اختبار أثر جودة البيانات والجاهزية البشرية
اختبارات للعينات المستقلة، أو مان-ويتني عند عدم تحقق الافتراضات.	مثل نوع المرفق أو المشاركة في موسم الحج	الفروق بين مجموعتين
تحليل التباين الأحادي مع اختبار لاحق، أو كروسكال-واليس عند عدم تحقق الافتراضات.	المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، المنطقة	الفروق بين أكثر من مجموعتين
نمذجة المعادلات الهيكلية اختياريًا إذا كان حجم العينة وخصائص البيانات ملائمين.	المتغير المستقل والتابع والمتغيرات الوسيطة	اختبار نموذج العلاقات المتكامل

عند عدم تحقق افتراضات الاختبارات المعلمية، تستخدم البدائل اللامعلمية المناسبة، مثل ارتباط سبيرمان واختباري مان-ويتني وكروسكال-واليس. وتعرض النتائج باستخدام معاملات الارتباط والانحدار، وقيم الاحتمال، ومعامل التحديد، وفواصل الثقة، ومقاييس حجم الأثر.

رابعاً: تحليل البيانات النوعية والدمج بين النتائج

تُفرغ المقابلات وتُحلل موضوعياً عبر الترميز الأولي، وتجميع الرموز في موضوعات رئيسية، ومراجعة الاتساق بين الترميزات. ثم تُقارن النتائج النوعية بنتائج الاستبانة والوثائق التشغيلية لتفسير أوجه الاتفاق والاختلاف وتعزيز موثوقية الاستنتاجات.

حدود الدراسة

أولاً: المجال البشري

تقتصر الدراسة على العاملين والمشرفين والمفتشين والأطباء البيطريين ومسؤولي التشغيل والتحول الرقمي في أسواق النفع العام والمسالخ.

ثانياً: المجال المكاني

المملكة العربية السعودية، مع تركيز خاص على مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال موسم الحج، وإمكانية المقارنة مع بعض الأسواق والمسالخ في مناطق أخرى.

ثالثاً: المجال الزمني

تعتمد الدراسة على أحدث الإحصاءات المنشورة لعامي 2025 و2026، مع الاستفادة من بعض بيانات 2024 و2022 عندما تكون هي أحدث بيانات تفصيلية متاحة لبعض المؤشرات مثل عدد المسالخ أو الذبائح داخل المشاعر.

رابعاً: المجال الموضوعي

تتناول الدراسة استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الصحية والتشغيلية والبيئية والتنظيمية والتقنية، ولا تتناول الجوانب الفقهية للهدى والأضاحي إلا بقدر ارتباطها بالتشغيل والرقابة.

إطار مقترح لمؤشرات قياس نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي

المجال	المؤشر	طريقة القياس	العلاقة بالذكاء الاصطناعي
النظافة	درجة نظافة الأرضيات ومناطق التجهيز	ملاحظات التفتيش والصور الذكية	رؤية حاسوبية تكشف تراكم المخلفات أو السوائل
التكدس	زمن انتظار الذبائح أو المستفيدين	متوسط الزمن بالدقائق وكثافة الحركة	تحليل فيديو وجدولة تنبؤية للذروة
التبريد	زمن الوصول إلى غرفة التبريد ودرجة الحرارة	حساسات حرارة ورطوبة وسجلات زمنية	تنبيهات فورية عند الانحراف عن الحدود المقبولة
الصيانة	عدد الأعطال ومدة التوقف	سجلات الصيانة والإنذارات	صيانة تنبؤية للمعدات الحرجة
المخلفات	كمية النفايات وزمن الإزالة	وزن النفايات وسجلات النقل والمعالجة	توقع الكميات وتحسين مسارات الجمع
الامتثال	نسبة الالتزام بالاشتراطات الصحية	قوائم فحص رقمية ومخالفات	تصنيف خطورة ومتابعة تصحيحية آلية

النتائج المتوقعة

- وجود علاقة إيجابية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة إدارة المخاطر.
- ارتفاع أهمية التحليلات التنبؤية في موسم الحج بسبب كثافة الطلب خلال فترة قصيرة.
- فاعلية حساسات التبريد في تقليل مخاطر فساد اللحوم.
- قدرة الرؤية الحاسوبية على دعم الرقابة على الازدحام والنظافة والسلامة المهنية.
- أهمية جودة البيانات والتكامل المؤسسي في نجاح أي نظام ذكي.
- الحاجة إلى حوكمة واضحة تمنع الاستخدام غير المسؤول للبيانات أو القرارات الآلية.
- إمكانية تقليل زمن الاستجابة للحوادث وتحسين توزيع الموارد عبر لوحات القيادة الذكية.

التوصيات

- إنشاء منصة موحدة لإدارة مخاطر أسواق النفع العام والمسالك خلال موسم الحج.
- ربط بيانات الذبح والتفتيش والتبريد والشكاوى والمخالفات في قاعدة بيانات مركزية.
- تطبيق نظام تصنيف خطورة للمسالك والأسواق يعتمد على البيانات التاريخية واللحظية.
- تركيب حساسات ذكية في غرف التبريد ومركبات النقل ومناطق التخزين.
- استخدام الرؤية الحاسوبية لرصد الازدحام والنظافة والالتزام بوسائل السلامة.
- تطبيق التفتيش القائم على المخاطر بدل التفتيش المتساوي لجميع المواقع.
- تدريب الأطباء البيطريين والمفتشين على قراءة مؤشرات الذكاء الاصطناعي.
- تطوير خطة صيانة تنبؤية للمعدات الحرجة قبل موسم الحج.
- إنشاء مؤشرات أداء رئيسية مثل زمن الانتظار، زمن الاستجابة، عدد المخالفات، عدد التنبيهات، وحالة التبريد.
- اعتماد سياسة واضحة لحماية الخصوصية والبيانات عند استخدام الكاميرات والتحليلات الذكية.
- إبقاء القرار النهائي في الحالات الحساسة بيد المختص البشري، مع استخدام الذكاء الاصطناعي أداة مساندة.
- تنفيذ مشروع تجريبي في أحد مجمعات أضاحي أو أحد المسالك الكبيرة قبل التعميم.
- تحديث قواعد البيانات سنوياً وإدخال بيانات موسم حج 2026 في نماذج التوقع للمواسم القادمة.

التوصيات التنفيذية حسب المدى الزمني

المدى الزمني	التوصيات التنفيذية
قصير المدى	توحيد نماذج التفتيش، رقمنة بيانات الذبح والمخالفات، تركيب حساسات التبريد في المواقع الأعلى خطورة، وتدريب المفتشين على قراءة المؤشرات الذكية.
متوسط المدى	إطلاق لوحة قيادة للمسالخ والأسواق، تطبيق التفتيش القائم على درجة الخطورة، ربط الشكاوى بالموقع ونوع النشاط، واستخدام الرؤية الحاسوبية في النظافة والتكدس.
طويل المدى	إنشاء منصة وطنية موحدة لإدارة مخاطر أسواق النفع العام والمسالخ، بناء نماذج تنبؤ لموسم الحج، وتطوير توائم رقمي يحاكي الطاقة الاستيعابية وحركة الذبائح والمخلفات.

ملحق: استبانة الدراسة المقترحة

تُوجّه الاستبانة إلى المفتشين والأطباء البيطريين ومشرفي التشغيل والعاملين في المسالخ والأسواق ومسؤولي السلامة والتحول الرقمي. وتستخدم مقياس ليكرت الخماسي من أوافق بشدة إلى لا أوافق بشدة، وتسبقها أسئلة عامة عن الجهة والمسمى الوظيفي والخبرة ونوع المرفق والموقع والمشاركة في موسم الحج.

المحور الأول: واقع إدارة المخاطر

أمثلة على البنود: توجد آلية واضحة لتحديد المخاطر وتصنيفها؛ يتم توثيق الحوادث والمخالفات بانتظام؛ تُتابع الإجراءات التصحيحية حتى الإغلاق.

المحور الثاني: تطبيقات الذكاء الاصطناعي

أمثلة على البنود: تساعد التحليلات التنبؤية في توقع الازدحام والأعطال؛ تسهم الكاميرات الذكية في رصد النظافة؛ تساعد الحساسات في مراقبة سلسلة التبريد.

المحور الثالث: جاهزية البيانات والبنية التقنية

أمثلة على البنود: تتوفر بيانات دقيقة ومحدثة؛ يمكن ربط البيانات بالموقع والزمن؛ تتكامل سجلات التفتيش والتشغيل والصيانة.

المحور الرابع: الجاهزية البشرية والتنظيمية

أمثلة على البنود: يتلقى العاملون تدريباً مناسباً؛ تدعم الإدارة استخدام الأنظمة الذكية؛ توجد مسؤوليات واضحة للاستجابة للتنبيهات.

المحور الخامس: كفاءة إدارة المخاطر

أمثلة على البنود: يسهم الذكاء الاصطناعي في تقليل زمن الاستجابة؛ يحسن جودة التفتيش؛ يقلل مخاطر التكديس والتبريد والمخالفات المتكررة.

المحور السادس: التحديات والحوكمة

أمثلة على البنود: ضعف جودة البيانات يحد من التطبيق؛ نقص الكفاءات التقنية يمثل عائقاً؛ توجد حاجة إلى ضوابط للخصوصية والأمن السيبراني ومراجعة القرارات الآلية.

سؤال مفتوح اختياري: ما أبرز اقتراحاتك لتطبيق الذكاء الاصطناعي بصورة آمنة وفعالة في إدارة مخاطر أسواق النفع العام والمسالخ؟

المراجع

الهيئة العامة للإحصاء. (2026). GASTAT: Total number of pilgrims for Hajj 2026 reaches 1,707,301. <https://www.stats.gov.sa/en/w/news/194>

الهيئة العامة للإحصاء. (2025). Hajj Statistics Publication 2025 / 1446H. <https://www.stats.gov.sa/documents/d/guest/hajj-statistics-publication-en-pdf>

الهيئة العامة للإحصاء. (2025). Livestock Statistics 2024 results. <https://www.stats.gov.sa>

الهيئة العامة للإحصاء. (2024). Food Security Statistics 2024. <https://www.stats.gov.sa/documents/20117/2435281/Food%2BSecurity%2BStatistics%2B2024%2BEN.pdf>

وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2026). MEWA Confirms Abundant Livestock Supply to Meet Pilgrim Demand for Hajj 1447H. <https://www.mewa.gov.sa/en/MediaCenter/News/Pages/hajj-1447-sacrificial-lihajj-1447-sacrificial-livestock-abundancevestock-abundance.aspx>

DataSaudi. (2026). Hajj sector statistics. <https://datasaudi.sa/en/sector/hajj>

Asharq Al-Awsat. (2025). Saudi Arabia's Adahi aims to carry out 950,000 sacrifices within 84 hours. <https://english.aawsat.com/gulf/5151752-saudi-arabia%E2%80%99s-adahi-aims-carry-out-950000-sacrifices-within-84-hours>

ISO. (2018). ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/65694.html>

- IEC/ISO. (2019). IEC 31010:2019 Risk management — Risk assessment techniques. International Electrotechnical Commission / ISO.
- NIST. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework AI RMF 1.0. National Institute of Standards and Technology. <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
- OECD. (2024). OECD AI Principles. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html>
- Codex Alimentarius Commission. (2020). General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969, including HACCP system and guidelines. FAO/WHO
- Alkahtani, M., Aljabri, B., Alsaleh, A., Alghamdi, H., & AlJuraiyed, O. (2024). IoT implementation in slaughterhouses supply chain: A case study of the Adahi experiment in the Kingdom of Saudi Arabia. IEEE Access
- Almasri, M., et al. (2019). Hajj abattoirs in Makkah: Risk of zoonotic infections among slaughterhouse workers
- FAO & WHO. (2022). Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities. Food and Agriculture Organization / World Health Organization
- وزارة البلديات والإسكان. (2025). الاشتراطات البلدية لأسواق النفع العام. <https://momah.gov.sa/ar/node/15295>
- وزارة البلديات والإسكان. (2025). الاشتراطات البلدية للمسالخ الأهلية. <https://momah.gov.sa/ar/node/15298>
- وزارة البلديات والإسكان. (2025). تحديث اشتراطات المسالخ الأهلية لتعزيز كفاءة التشغيل وجودة الخدمات. <https://momah.gov.sa/ar/node/16228>
- وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. (2019). أسواق النفع العام حتى نهاية عام 2019. منصة البيانات المفتوحة للوزارة.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. (2019). أعداد المسالخ ونقاط الذبح نهاية عام 2019. منصة البيانات المفتوحة للوزارة.
- الشركة الوطنية للخدمات الزراعية. (2026). الصفحة الرئيسية: عن الشركة، التراخيص الصادرة، ومجالات العمل. [/https://agriserv.sa](https://agriserv.sa)
- الشركة الوطنية للخدمات الزراعية. (2026). الرئيس التنفيذي للشركة الوطنية للخدمات الزراعية يقف ميدانيًا على جاهزية خدمات الشركة استعدادًا لموسم حج 1447هـ. [/https://agriserv.sa](https://agriserv.sa)

وكالة الأنباء السعودية. (2017). وزارة الشؤون البلدية والقروية تنظم ورشة لتنمية مهارات العاملين في المسالخ والتوعية بمخاطر الذبح العشوائي. <https://www.spa.gov.sa/1596218>

وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2025). دليل المسالخ وفحص اللحوم ونقلها. [/https://www.mewa.gov.sa](https://www.mewa.gov.sa)