

مستقبل سلاسل الإمداد في ظل الذكاء الاصطناعي

إعداد الطالب/عامر عيدان سعيد الزهراني

الرقم الأكاديمي / 243002069

إشراف/

الدكتور/فايز علي جراد

الدكتور/ الفيصّل عبد الحميد محمد

العام الدراسي:

2025

مقدمة:

واجهت سلاسل التوريد العالمية سلسلة من التعطيلات منذ سنوات، وتكافح الأسواق مع حالة من المجهول الدائم. وأشار بحث حديث من المنتدى الاقتصادي العالمي (2025) إلى أن تغير المناخ، والتغيرات الجيوسياسية، والاضطرابات الصناعية تعد من الاعتبارات الرئيسية التي تفرض ضغطاً على الشبكات العالمية للإمداد. كما أشار إلى أن التقنيات المتقدمة، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، يمكنها المساعدة في جعل هذه السلاسل أكثر فعالية ومرونة. ومع التعقيد المتزايد للعمليات ومحاولة الشركات للتكيف بمعدلات أسرع، أصبح الذكاء الاصطناعي مفتاحاً لمواجهة التحديات الجديدة. ستكون الشركات المبتكرة التي تطبق هذه التقنيات مبكراً قادرة على رقمنة نظام سلسلة التوريد وتغيير طريقة إنتاج وتوزيع المنتجات والخدمات وزيادة تبادل المعلومات بشكل كبير بين المشاركين، مما يضطلع بدور رائد لتحقيق المستوى المنشود من التحسين في القطاع.

في الواقع، العديد من الشركات الرائدة عالمياً الآن تقوم بتطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في اتخاذ قراراتها اللوجستية. وفقاً لدراسة حديثة تعرض رؤى بعض أكبر الشركات العالمية - بما في ذلك وول مارت ومايرسك ويونيفلر - فإن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتطورة للتخطيط المسبق الاستراتيجي وللدرد على تعطيلات سلسلة الإمداد يمكنه تحسين قدرة الشركات على التوقع ورصد والتصرف بسرعة لمعالجة المشكلات. علاوة على ذلك، تظهر توقعات السوق العالمية زيادة كبيرة في الاستثمارات في الذكاء الاصطناعي لتطبيقات سلسلة التوريد؛ حيث توقعت إحدى الدراسات الحديثة أن تصل قيمة سوق الذكاء الاصطناعي للإمداد إلى 14.5 مليار دولار بحلول عام 2025، وقد ترتفع إلى 50 مليار دولار على الأقل بحلول عام 2031، مع معدل نمو سنوي مركب يبلغ حوالي 23% خلال هذه الفترة. ويشجع هذا النمو القوي الحاجة الملحة لاتخاذ قرارات سريعة مدفوعة بالبيانات الكبيرة، وتحسين التنبؤ بالطلب، وإدارة المخزون، والرغبة في تحقيق كفاءة أكبر وخفض التكاليف في ظل تشدد سوق العمل وتقلب السوق.

ومن المثير للاهتمام أيضاً ملاحظة أن العديد من الشركات الآن تعتبر الذكاء الاصطناعي جوهرياً في تمكين المرونة والقدرة على الاستجابة في سلاسل التوريد؛ في الواقع، وفقاً لدراسة استقصائية عالمية أجرتها PwC في 2025، يستخدم أكثر من 53% من قادة سلاسل التوريد الذكاء الاصطناعي - إما في بعض التطبيقات أو بشكل أوسع - بهدف التوقع بتعطيلات محتملة في الإمداد وتقليل تأثيرها بينما 31% إضافية تجري تجارب على هذه الأنظمة للحصول على هذه القدرات. ومع ذلك، لا تزال المنظمات تواجه تحديات في تحقيق الإمكانات المتوقعة؛ حيث أشار 92% من مديري العمليات في نفس الاستطلاع إلى وجود عوائق لتحقيق عوائد على الاستثمار المتوقعة في التقنيات الرقمية المتقدمة، مع تعقيدات الدمج في الأنظمة وقلة جودة البيانات المتاحة كأكثر العقبات شيوعاً.

مع خلفية كهذه، فمن الضروري أن يجري المجتمع الأكاديمي تحقيقاً منهجياً للتنبؤ بمستقبل سلاسل الإمداد نظراً لزيادة دور الذكاء الاصطناعي في عالم متنوع، للكشف عن طبيعة التغيرات المتوقعة، ولتفحص الفرص والتحديات عبر مختلف المناطق والصناعات في العالم.

مشكلة الدراسة:

مع تزايد الاهتمام بالذكاء الاصطناعي (كونه تقنية) وزيادة النقاشات المتعلقة بدوره في سلاسل التوريد، يبدو أن هناك فجوة معرفية في الفهم الصريح حول الوجوه الكاملة لمستقبل تلك السلاسل في ضوء وصول الذكاء الاصطناعي عبر تنوع العالم والمشهد العالمي. وركزت الأدبيات السابقة مع ذلك على تطبيقات محددة للذكاء الاصطناعي في اللوجستيات أو على حالات محددة ضمن سياق دولة أو إقليم واحدة، مما يحد من إمكانية تعميم نتائجها على الإطار العالمي الأوسع. بالإضافة إلى ذلك، تشهد الشركات العالمية تحديات طيفية في تحقيق الذكاء الاصطناعي في عملياتها المتعلقة بالإمداد، بما في ذلك التحديات المالية (مع ارتفاع التكاليف الابتدائية)، التحديات التقنية (مع تعقيد دمج نظام الذكاء الاصطناعي في البنية التحتية الحالية)، جاهزية البيانات، خصوصية البيانات، وقدرات البشرية في إدارة تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي. معاً، يثيرون حالة من عدم اليقين حول كيفية تطور سلاسل الإمداد في مختلف الدول مع استخدام الذكاء الاصطناعي، وطبيعة هذا المستقبل يصعب التكهّن بها دون إجراء مسح عابر للحدود منهجي.

على هذا الأساس أطر مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي: كيف ستكون سلاسل التوريد في المستقبل في ظل الذكاء الاصطناعي في سياق عالمي متعدد الدول؟ بعض الأسئلة الفرعية التي تلي السؤال الرئيسي هي: كيف سيؤثر إدخال الذكاء الاصطناعي على الإمداد على جميع المستويات؟ ما هي الفوائد والمخاطر المحتملة؟ وهل تختلف الآثار بين الدول أو القطاعات؟

أهمية الدراسة:

هذه الدراسة مهمة لسببين رئيسيين ومتكاملين علميًا وعمليًا:

أهمية علمية (أكاديمية): نظرًا لأن معظم أدبيات إدارة سلاسل التوريد المحلية أو الإقليمية محدودة النطاق، فإن هذه الدراسة تتناول فراعًا كبيرًا في أدبيات إدارة سلاسل التوريد بتوسيع مجال التحليل ليشمل بيئات عالمية متعددة على عكس الأدبيات السابقة. إنها توسع نطاقها نحو رؤية مقارنة في العديد من الدول والثقافات حول تأثير الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد، مما يكمل المعرفة العلمية في مجال التحول الرقمي في اللوجستيات. ويمكن لتشكيل القضية في منظور عالمي أن يثبت بعض القواسم المشتركة العالمية، وكذلك بعض الاختلافات الخاصة بكل سياق، وبذلك يساهم في تطوير نظرية أكثر شمولية عن تطوير الذكاء الاصطناعي في أنظمة الإمداد المميزة.

ثانيًا، تستجيب الدراسة أيضًا للدعوات التي تم تقديمها في بعض الدراسات الأحدث حول ضرورة تدويل أبحاث سلاسل التوريد والذكاء الاصطناعي: "استكشاف الأبعاد الدولية بشكل كامل من تبني الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد - أفكار مثل تحديات الذكاء الاصطناعي عبر الحدود والثقافات، والاستفادة من برنامج الذكاء الاصطناعي في العلاقات عبر الحدود لسلاسل التوريد." وبالتالي، فإن لهذه الدراسة مزيد من الجدوى الأكاديمية حيث إنها واحدة من القلائل التي تتبنى بانتظام هذا المنظور العالمي.

التداعيات العملية/الإدارية: النتائج المتوقعة من الدراسة ستقدم أدلة مستندة إلى الممارسة وستكون دليلاً مفيداً للممارسين وصناع القرار في سلسلة التوريد عالميًا. واعيًا بالاتجاهات لاستخدام الذكاء الاصطناعي، يمكن للشركات المتعددة الجنسيات، وكذلك المؤسسات المحلية في الدول الأخرى، برمجة استراتيجياتها بشكل استباقي للتحول الرقمي في عمليات إمدادها. على سبيل المثال، يمكن نتائج البحث أن تمكن الشركات من اتخاذ قرارات حول أين يجب أن تكون الاستثمارات ذات الأولوية في التقنيات الذكية (مثل أنظمة التنبؤ بالطلب المدعومة بالذكاء الاصطناعي أو منصات الأتمتة الذكية للمستودعات) بناءً على مقارنة ما تم تحقيقه من فوائد في هذه المجالات في تجارب دول مختلفة.

الآثار السياسية: بالنسبة لصانعي السياسات والمنظمات الدولية، لهذه الدراسة آثار هامة من حيث تركيز الجهود لدعم البنية التحتية الرقمية والتشريع المناسب لتسهيل تبني التكنولوجيا في سلاسل التوريد عبر الحدود. على سبيل المثال، تركز بعض الجهود العالمية الحديثة على الحاجة إلى مشاركة البيانات والمعلومات بين مختلف أصحاب المصلحة لتعزيز مرونة الإمداد (مثل مبادرة مرونة إمداد العالم للمنتدى الاقتصادي العالمي التي أطلقها اليونيسيف لتحسين تدفق سلاسل الإمداد الصحية)؛ لذا، فإن تفسير نتائج الدراسة الحالية قد يقود خارجيًا إلى سياسات جديدة تدعم تنفيذ الذكاء الاصطناعي لدعم التعاون الدولي.

بشكل عام، فإن حداثة البحث تكمن في تقديمه لأول مرة منظورًا مقارنة عالميًا وتفصيلًا عاليًا حول تعظيم فوائد الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد، مما يوفر رؤية أعمق للأطراف المهتمة بذلك (الأكاديميين والممارسين) حول الاتجاهات المستقبلية وكيفية التعامل معها.

أهداف الدراسة:

1. تتبع الاستخدام الفعلي للذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل التوريد حول العالم، مع تتبع معدلات ومستويات الاعتماد الحديثة إن وجدت عبر مختلف الدول والصناعات.
2. فحص التغيرات المستقبلية المحتملة في ممارسات سلسلة التوريد التي يقودها اعتماد تقنية الذكاء الاصطناعي والتنبؤ بالاتجاه النموذجي الذي ستخذه هذه التغيرات عبر العالم.
3. تقييم الفرص التي يتيحها الذكاء الاصطناعي لتعزيز سلاسل التوريد العالمية، بما في ذلك تحسين الكفاءة، وتمكين الاستجابة السريعة، وزيادة المرونة في إدارة المخاطر، وتحديد التحديات الرئيسية لتحقيق إمكانات الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد العالمية في الإعدادات المختلفة.
4. فحص اختلاف مستويات قبول الذكاء الاصطناعي وتأثيراته على أداء سلسلة التوريد في مختلف المناطق الجغرافية أو الصناعات حول العالم (إن وجدت)، وتفسير سبب وجود مثل هذه الاختلافات.
5. توصية بإطار استراتيجي ودراسات حالة للشركات في العديد من الدول لاستغلال الذكاء الاصطناعي بنجاح في سلسلة التوريد لتكون أكثر فعالية ومرونة وتنافسية في المستقبل.

تساؤلات الدراسة:

في السعي لتحقيق الأهداف المحددة أعلاه، تحاول هذه الدراسة معالجة الأسئلة البحثية الرئيسية التالية:

1. ما هي التطبيقات الشائعة للذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل التوريد الحديثة العالمية، ومدى استخدامها على نطاق واسع في مختلف الدول والصناعات؟
2. ما هي الحلول الذكية التي ستحدث ثورة في سلسلة التوريد المستقبلية وما هي الاتجاهات الرئيسية التي ستشكل هذا التغيير على مستوى العالم؟
3. كيف يمكن لتضمين الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد في الشركات العالمية أن يفيد وظائف الكفاءة والمرونة وإدارة المخاطر، وما هي التحديات التي تواجهها الشركات في تنفيذ مثل هذه التكنولوجيا؟
4. هل يختلف الأمر داخل وبين الدول والصناعات وإذا كان هناك اختلاف، فلماذا؟
5. ما هي "المسارات" أو العمليات الشاملة الموصى بها، أو خارطة الطريق أو الإطار للمنظمات لاعتماد الذكاء الاصطناعي في سلسلة التوريد، لمواصلة "الفوز" والقدرة على البقاء مرنة على المدى الطويل؟

فروض الدراسة:

الفرضيات الأساسية للدراسة بناءً على مشكلة الدراسة وأهدافها هي:

1. يمكن تعزيز كفاءة أداء سلسلة التوريد العالمية بين تطبيقات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي.
2. يؤدي نشر الذكاء الاصطناعي أيضًا إلى تمكين مستوى أكبر بكثير من كل من المرونة والقدرة التنبؤية لسلسلة التوريد ضد التعطلات.
3. يمكن العثور على أن مستويات تبني تقنية الذكاء الاصطناعي في إدارة سلسلة التوريد تختلف بشكل ملحوظ بين المناطق المختلفة أو الصناعات في العالم.
4. تتأثر معدلات تبني تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد حول العالم بالتحديات مثل التكاليف التنفيذية العالية وندرة الخبرة في المجال.

الدراسات السابقة:

دعمت عدة دراسات هذا الحدث الحديث، حيث تتزايد في نطاق سلاسل التوريد منطقة الذكاء الاصطناعي، مستكشفة أبعادًا فرعية مختلفة مما سيمكن المساهمة بشكل كبير لفهم أعمق للأخير. فيما يلي ملخص للنتائج الرئيسية لهذه الأدبيات:

لقد زاد الاهتمام باستخدام الذكاء الاصطناعي (AI) في إدارة مخاطر سلسلة التوريد منذ بداية العقد الحالي. قام باريانيس وآخرون (2019) بمراجعة شاملة للأدبيات العلمية حول الأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي لإدارة مخاطر اللوجستيات، ووجدوا أن استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يعد واعدًا لاكتشاف المخاطر المبكر وإدارة أفضل لعملية التخفيف. ومع ذلك، أشاروا إلى أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في هذا السياق ما زال في مراحله الأولى، وهناك حاجة إلى المزيد من البحث لإنشاء نماذج ناضجة وشفافة لإدارة المخاطر.

في الأونة الأخيرة، ركزت مراجعة للأدبيات حول هذا الموضوع أجراها جانينش وكالبانا (2022) على الدراسات البحثية المنشورة من 2010 إلى 2021 لاكتشاف تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة المستخدمة في مستويات مختلفة من إدارة مخاطر التوريد. وأشارت نتائج المراجعة إلى أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر لا يزال في مرحلة ناشئة حيث أن عددًا قليلًا نسبيًا من الدراسات تناول استخدام الخوارزميات الذكية في اتخاذ قرارات الوقاية أو التنبؤ بالمخاطر في سلاسل التوريد. وجد البحث عددًا من الفجوات، بما في ذلك نقص نموذج توقعي أكثر تطورًا وأكثر دقة وقابلية فهم مخرجات الخوارزميات وصعوبة دمج الأنظمة التقنية في الممارسات الحالية.

لذلك، اقترح جانينش وكالبانا (2022) أن يتم تكثيف البحث لشرح كيفية معالجة هذه التحديات في التطبيقات الحالية والمستقبلية للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، وشكلت هذه الخلفية للبحث الحالي.

بعيدًا عن المخاطر، أكد آخرون على مساهمات الذكاء الاصطناعي في جعل عمليات التوريد بشكل عام أكثر كفاءة وأكثر مرونة. مثال توضيحي على ذلك هو العمل الذي قدمه شامس الدوحة وآخرون (2025)، والذي سعى لاستكشاف الأثر العام للتقنيات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي والأتمتة الذكية على سلاسل التوريد، مستندًا إلى تحليل 383 دراسة بحثية حديثة أجريت بين عامي 2017 و2024.

قدمت الدراسة نظرة عامة واسعة، كاشفة عن حقيقة أن الذكاء الاصطناعي يؤثر مشهد سلسلة التوريد نحو المزيد من المرونة، الابتكار، الفعالية، والربحية. وخلصوا إلى أن حالات استخدام الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة تزداد عندما يتعلق الأمر بزيادة دقة التنبؤ بالطلب، وتسريع العمليات اللوجستية (مثل إدارة المخزون وتوجيه الشحنات) وأتمتة أو تألية المستودعات لجعلها أكثر كفاءة.

تناول التحدي أيضًا الدور الأوسع للذكاء الاصطناعي في زيادة مرونة سلسلة التوريد عن طريق التنبؤ بالاضطرابات وأتمتة تكتيكات الاستجابة. لم ينظر فريق شامس الدوحة فقط إلى الفوائد المباشرة، بل أيضًا أبلغوا عن النجاحات والتحديات المهمة التي وجدوها في تطبيق الأتمتة الذكية في التطبيقات الصناعية الحقيقية.

وعند إغلاق دراستهم، قدم الباحثون خارطة طريق استراتيجية للمنظمات التي تهدف لتبني الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع [تلميح: إنها تتعلق بالتميز التشغيلي والمرونة]، موضحين كيف يمكنهم التغلب على تحديات التنفيذ والاستفادة الكاملة من الإمكانيات الكامنة لهذه التقنيات الناشئة.

بالنسبة لاستخدام الذكاء الاصطناعي الحقيقي في بيئة الشركات، تأخذ عدد قليل من الجهود البحثية تجارب فعلية في الاعتبار داخل الشركات الدولية الكبيرة. على سبيل المثال، قام فان هوك ولاسيقي (2023) بالتحقيق في عدة شركات متعددة الجنسيات وكيف تستفيد هذه المنظمات من التقنيات الذكية للحد من مدى تعرض سلسلة التوريد الخاصة بها للاضطرابات.

تميز الاستطلاع شركات بارزة من قطاعات البيع بالتجزئة، والصناعة، والخدمات اللوجستية، بما في ذلك وولمارت، وتايسون فودز، ومايرسك، وسيمنز وآخرين، واكتشف أن تلك المنظمات بدأت باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي المتقدمة لتعزيز الرؤية في الوقت الفعلي عبر سلسلة التوريد. على سبيل المثال، تستخدم العديد من هذه الشركات نماذج تعلم الآلة لتوقع التغيرات في الطلب، أو لتحديد إشارات الإنذار المبكرة عن الاضطرابات المحتملة (مثل تأخر الموردين أو قيود النقل)، مما يمكنهم من التحرك مسبقًا للتخفيف من تأثير هذه الاضطرابات قبل أن تصبح كبيرة.

كشفت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يلعب الآن دورًا مركزيًا في مساعدة عملية اتخاذ القرار اللوجستي في هذه المنظمات، وتحسين الفهم للأنماط التشغيلية وتجهيز وظيفة التوريد للاستجابة بسرعة وفعالية أكبر للأحداث غير المتوقعة. تتماشى هذه النتائج مع التقارير والقياسات المهنية الحالية أيضًا، على سبيل المثال، تقرير PwC لعام 2025 يشير إلى أن غالبية قادة سلاسل التوريد عالميًا يقومون بشكل ما من الذكاء الاصطناعي في أنشطتهم اليومية، سواء كان ذلك في تخطيط الطلب أو إدارة المخزون أو تحسين جداول الإنتاج والتوزيع، لكن عددًا كبيرًا يجربون تلك الأدوات على نطاق محدود قبل أن يتوسعوا بها بشكل أكبر.

لكن التقرير حذر أيضًا من أن الغالبية من تلك الشركات لم ترَ بعد الفوائد الكاملة لاستثماراتها التقنية المتقدمة، حيث أشارت معظم العينة إلى وجود تحديات ثقافية وتقنية تقف بينهم وبين العوائد المحتملة من الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك (لكن لا تقتصر على) صعوبة دمج الأنظمة القديمة مع الأدوات الجديدة، والحصول على البيانات الصحيحة لتزويد هذه الأنظمة التعليمية.

يركز هذا التركيز على التباين بين الوعد والواقع على دور البحث الأكاديمي في تقديم توصيات قائمة على الأدلة للشركات حول كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي بأفضل طريقة وكيفية تجنب أو التغلب على هذه العقبات.

تلخيصًا، تشير مراجعة الدراسات الحالية إلى وجهة نظر مشتركة حول الإمكانيات التحويلية الكبيرة للذكاء الاصطناعي فيما يتعلق بسلاسل التوريد، من حيث تحسين فعالية العمليات (أي تقليل التكلفة والسرعة) والقدرة على إدارة الاضطرابات (من خلال التنبؤ الأكثر فعالية وزيادة الشفافية). لكن هناك أيضًا آثار من الأدبيات تشير إلى أن هذا المجال يحتاج إلى المزيد من البحث لفهم الصورة العالمية.

أكد بعض الباحثين أنه ينبغي أخذ نظرة عابرة للحدود في البحث عن السلاسل الذكية، مع التحقيق في الفروقات – وكذلك التشابهات – في سياق السلاسل الذكية عبر البيئات المختلفة. في هذا السياق، يصبح بحثنا الحالي مهمًا وثيرًا، حيث يعالج بشكل مبدئي نية هذا العمل، للتنبؤ بمستقبل سلاسل التوريد تحت تأثيرات الذكاء الاصطناعي في مجموعة مختلفة من الواقعيات الدولية، بهدف المساهمة برؤية أكثر اكتمالاً وعمقًا مقارنة بالأبحاث السابقة في هذا الموضوع.

المنطلقات النظرية للدراسة:

هذه الدراسة مؤسسية نظريًا على مجموعة من المفاهيم والنظريات التي توفر فهمًا لتبني التقنيات الجديدة - مثل الذكاء الاصطناعي - في سلسلة التوريد وتبرز آثارها ضمن البيئة المؤسسية والتنظيمية. وهذه هي المفاهيم النظرية الرئيسية التي تستند إليها الدراسة:

الصناعة 4.0: يمثل مفهوم الثورة الصناعية الرابعة العمود الفقري المهم لتفسير التحول الرقمي الشامل لجميع المجالات الصناعية والخدمية (بما في ذلك شبكات التوريد). في صورة 4.0 تتحول سلسلة التوريد إلى أنظمة سيبرانية مادية رقمية، حيث يلتقي الكون الرقمي بالعالم المادي عبر إنترنت الأشياء والتحليلات الذكية والأتمتة.

يوفر هذا الإطار الأساس النظري للنظر في كيفية تعزيز الذكاء الاصطناعي لسلاسل التوريد يجعل من الممكن اتخاذ قرارات في الوقت الفعلي على أساس معلومات تتحرك باستمرار من طرف سلسلة التوريد إلى الآخر. وبالتالي، يستعير البحث من أفكار الصناعة 4.0 للنظر إلى الذكاء الاصطناعي كأداة تحول الرقمنة الأساسية داخل سلاسل التوريد، مما يؤدي إلى رقمنة سلاسل التوريد وإنشاء سلاسل توريد "مصنوعة لتكون ذاتية التنظيم وقابلة للتكيف".

مرونة سلسلة التوريد: تعد نظرية المرونة جزءًا لا يتجزأ من الأساس النظري للدراسة. تجربنا هذه النظرية على فحص مرونة أنظمة التوريد في وجه الاضطرابات غير المتوقعة والصدمات. تستغل الأبحاث هذه الفكرة للنظر في كيفية استغلال مرونة سلاسل التوريد العالمية من خلال الذكاء الاصطناعي لفهم المخاطر مسبقًا (باستخدام خوارزميات تعلم على أساس تعلم الآلة من أجل تحديد الشذوذ وإشارات الإنذار) ويكونون قادرين على الرد بسرعة كافية (باستخدام الأتمتة واتخاذ القرار الذاتي أو باستخدام أنظمة داعمة).

سيتم تطبيق نماذج نظرية المرونة المستندة إلى الأدبيات لتقييم تأثير اعتماد التكنولوجيا الذكية عبر مكونات المرونة المختلفة (بما في ذلك الامتصاص، التعافي، وإعادة التكوين) عبر السلاسل التي تم تحليلها.

نظرية انتشار الابتكارات: لفهم التباين بين الدول أو القطاعات في مدى استخدام الذكاء الاصطناعي، تُستخدم نظرية إيفريت روجرز عن انتشار الابتكارات. هناك بعض النظرية مثل هذا: بمجرد إدخال تكنولوجيا جديدة، هناك بالطبع، المتبنون الأوائل. يتبعهم الأغلبية المبكرة (التي تشمل أولئك الذين سينتظرون لكي يتم حل أغلب المشاكل لكن ليس جميعها). بعد تلك الابتكارات والمتكرونها والأغلبية المبكرة، لديك الأغلبية المتأخرة - المستهلك العادي والشركات التي لا تخاطر بشكل كبير. هذا يترك المتأخرين، الذين ينتظرون حلاً مثبتًا، وأحيانًا لا يتحولون إلا عند اللحظة الأخيرة الممكنة، أو ربما يتحولون فقط بعد أن يتم بناء بيئة كاملة حول التكنولوجيا المنافسة.

يتأثر الانتشار بالمزايا النسبية، القابلية للتجربة، التعقيد والوضوح للابتكار من بين أمور أخرى. سيدرس البحث في أي مرحلة تصل تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى منحى الانتشار العالمي وإذا كان هناك دول/شركات في طليعة هذا الموضوع وبعضها لا، ويسعى إلى تحقيق الترابط بين القضايا الثقافية والاقتصادية والتنظيمية.

هذه النظرية مفيدة للتفكير في تأثير الشبكات المهنية والعلمية على نقل المعرفة عبر الخطوط الدولية.

نظرة الموارد ومنظور التنظيم: بما أن البحث الحالي يتضمن أنظار RBV و OP، تمكن الأدبيات الإدارية الاستراتيجية من تصنيف تطبيقات تكنولوجيا المعلومات المتقدمة كمصادر قيمة للمنظمات. انطلاقًا من وجهة نظر نظرية الاستناد إلى الموارد، يمكن للشركة تطوير ميزة تنافسية مستدامة عندما يكون لديها موارد نادرة لا يمكن تقليدها، مثل قدرات الذكاء الاصطناعي والتحليل البياني.

وبالتالي، تقترح الدراسة أن الشركات التي تستثمر في الموارد التكنولوجية (مثل البنية التحتية الرقمية وفريق التحليل البياني) مبكرًا ستحصل على مكافآت تنافسية في إدارة سلسلة التوريد (أي سرعات توريد أسرع، وخفض التكاليف، وجودة الخدمة المتفوقة)، والتي سيتم اختبارها من خلال بيانات ميدانية.

سيتم النظر في نظرية جاهزية التكنولوجيا والمنظور التنظيمي (TROP)، التي تجادل بأن العوامل الداخلية (أي الثقافة التنظيمية التي تفتح على التغييرات وتدفع لتقليل مستوى هيكلية الحوكمة وأخرى) والعوامل الخارجية (أي الحاجة إلى سوق تنافسي) تؤثر بشكل كبير على معدل اعتماد التقنيات الجديدة، عند تحليل نتائج الدراسة لأي بلد أو قطاع منفرد.

سيتم تطوير نموذج تحليلي مفاهيمي استناداً إلى هذه الأطر النظرية المختلفة لإعلام البحث. يدمج هذا النموذج المستوى الفني (الابتكار والتكنولوجيا)، والمؤسسي (التنظيم، البيئة) من التحليل لفهم العلاقة المعقدة للتكنولوجيا المتقدمة المعتمد على الذكاء الاصطناعي لبيئة سلسلة التوريد العالمية.

سيُسهل هذا النهج النظري المختلط تطوير فرضيات بحوث قائمة على الأدلة ويساعد في تفسير النتائج ضمن إطار نظري منظم يمكن ربطه بالأدبيات العالمية التي تم تناولها سابقاً.

المنهجية وطرق البحث:

تستخدم الدراسة تصميم بحث يجمع بين الأساليب الكمية والنوعية لاستكشاف أبعاد مختلفة من الموضوع والاستفادة من نقاط القوة في كل نهج بحثي. تم تبني هذا النهج لأن طبيعة أسئلة البحث هي قياس مدى تكرار ظاهرة ما، والتي ستحتاج إلى نهج كمي، بالإضافة إلى الأسباب والعمليات الداخلية التي تحدث وفقها هذه الظاهرة، والتي ستحتاج إلى نهج استكشافي نوعي.

يتم وصف الخطوات والأدوات المستخدمة في البحث أدناه:

الدراسة الاستقصائية (الجوانب الكمية):

الأداة الرئيسية في هذا الجانب هي الاستبيان المنظم الذي سيتم توزيعه على عينة من مديري سلاسل الإمداد وخبراء اللوجستيات والخبراء التقنيين في عدة دول. سيتم الحصول على العينة بواسطة العينة العمدية والتي ستألف بقدر الإمكان من مجموعة متنوعة جغرافياً من القطاعات، الصناعية/الخدمية وآسيا/أوروبا/الأمريكتين وهلم جرا.

تغطي الأسئلة موضوعات مختلفة لالتقاط درجة اعتماد تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي (مثل، هل تستخدم الشركة حلول التنبؤ بالطلب القائمة على الذكاء الاصطناعي؟ هل تعتمد على أنظمة الروبوتات للمخزون؟ وما هي أنواع التطبيقات التي تم استخدامها: التنبؤ، المخزون، إدارة النقل، إلخ)، وما الذي تم تحسينه في مؤشرات أداء سلسلة الإمداد بعد الاعتماد (تقليل زمن الدورة، دقة التنبؤ الأفضل، تقليل التكاليف)، وما الذي يُنظر إليه على أنه عوائق لعملية الاعتماد داخل كل شركة (تكاليف التنفيذ، نقص الخبرة، صعوبة تكامل النظام).

ستتضمن الغالبية من الأسئلة في الاستبيان أسئلة مغلقة (باستخدام خيارات محددة مسبقاً) لتمكين التحليل الكمي (مثل أسئلة التقييم أو أسئلة مقياس ليكرت ذو 5 نقاط أو 3 نقاط) والقليل من الأسئلة المفتوحة لتمكين المستجيبين من الإبلاغ عن أي جوانب مهمة أخرى بكلماتهم الخاصة التي لاحظوها خلال "تفاعلهم" مع المشروع.

بعد جمع البيانات، سيتم استخدام برمجيات إحصائية (SPSS)، وغيرها (لإجراء التحليلات ذات الصلة وفقاً لذلك: التحليل الإحصائي الوصفي (لقياس انتشار كل تطبيق، القيمة المتوسطة لفوائد وتحديات الذكاء الاصطناعي) وتحليل استنتاجي للتحقق من صحة فرضيات البحث (على سبيل المثال، المقارنة بين المتوسطات بين مجموعات الدول المتقدمة والنامية حول مستوى الاعتماد أو تطبيق الانحدار لقياس تأثير مستوى الاعتماد على أداء سلسلة الإمداد، أو العلاقة بين حدة العوائق ومعدل الاعتماد، إلخ).

الدراسة الاستكشافية النوعية (المقابلات والدراسات الحالة):

جنباً إلى جنب مع توزيع الدراسة الكمية، سيتم القيام بمقابلات شبه منظمة مع عينة من الخبراء الرائدة في مجال سلاسل الإمداد وقادة الفكر في عدة دول. يمكن أن يكون هؤلاء، مثلاً، مدير سلسلة إمداد في شركة تعمل على نطاق عالمي مع مواقع تقع على مختلف القارات؛ مستشار للتحول الرقمي اللوجستي، أو موظف في حكومة أو منظمة دولية تعمل على تطوير سلاسل الإمداد.

الهدف من هذه المقابلات هو التعمق في قصص تطبيق العالم الحقيقي – كيف قامت الشركات بالخطوة الأولى نحو الأتمتة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي؟ ما هي العقبات الرئيسية التي واجهتها – سواء العملية أو الثقافية – خلال هذه الرحلة؟ بناءً على تجاربهم العملية، ما هي تصوراتهم وتوقعاتهم بشأن التأثير المستقبلي للذكاء الاصطناعي على الإمداد؟

سيتم إنشاء دليل مقابلة لتعظيم التغطية عبر المواضيع الرئيسية، مع السماح للضيف بحرية سرد قصته الخاصة بطريقته. ستجري المقابلات شخصياً أو باستخدام التواصل عبر الفيديو، مسجلة (صوتية أو ملاحظات مكتوبة) بإذن من المشاركين. سيتم إجراء حوالي 8 إلى 15 مقابلة (وفقاً لتكرار الأفكار وإجهاد البيانات - أي التشبع النظري).

ثم سيتم إخضاع البيانات النوعية لتحليل موضوعي، وتشفير الاستجابات وتجميعها في مواضيع أو رموز، والتي تمثل الاهتمامات المشتركة والرئيسية بين كل مجموعة و/أو بعض المخاوف المشتركة. على سبيل المثال، قد تظهر فكرة "تكلفة التدريب على الأنظمة الذكية كعائق كبير" كموضوع مشترك عبر عدة مقابلات، أو قد يظهر موضوع حول "الحاجة إلى دعم الإدارة العليا لزيادة الاعتماد التكنولوجي"، وهكذا. سيتم ربط هذه النتائج النوعية لاحقًا بالنتائج الكمية بهدف تقديم تفسير حول الأسباب وراء الأرقام التي تم العثور عليها ورؤية ما إذا كانت هناك تفسيرات مشتركة أو مختلفة في حالة المناطق المختلفة.

الثلاثية في النتائج:

في المرحلة لاحقة من البحث، سيتم دمج النتائج الكمية والنوعية لزيادة موثوقية النتائج. على سبيل المثال، إذا أظهر استبيان المواقف معدلاً عالياً لاعتماد الذكاء الاصطناعي في صناعة معينة في بلد ما، يمكن استخدام البيانات النوعية (مثل، من مقابلات مع الخبراء في ذلك البلد أو القطاع) لتوضيح لماذا يحدث هذا الارتفاع وما الذي يدفعه. وبالمثل، إذا أشارت المقابلات إلى تحديات عالمية — مثل ضعف تكامل البيانات — فسيتم إعادة تحليل البيانات الكمية لتقييم مدى تمثيل هذه المشكلات في قياسات الأداء أو مستويات الاعتماد.

سيستخدم هذا التوليف لبناء قاعدة أدلة كاملة ومتناسقة توفر الإجابة الصحيحة لأسئلة البحث، وأيضاً تعزيز مستوى الثقة في النتائج عبر ثلاثية الأدلة من عدة مصادر.

يجب ملاحظة أن الدراسة الحالية ستمثل لأخلاقيات البحث العلمي. ستكون المشاركة اختيارية، وللمستجيبين الحق في الانسحاب من التحقيق في أي وقت، وستظل خصوصيتهم ومعلومات مؤسستهم سرية من خلال ترميز هوية مجهولة في مقدمة النتائج. تعتمد المشاركة بشكل صارم على أغراض البحث، باستثناء قد تكون هناك حاجة إلى موافقات إضافية (كتابية أو إلكترونية) من قبل الجامعة والقوانين المحلية في كل بلد.

أدوات الدراسة :

من أجل تحقيق هدف الدراسة والحصول على البيانات المطلوبة للإجابة على أسئلة البحث، ستستخدم الأدوات البحثية التالية:

أولاً: الاستبيان — وهو الأداة الرئيسية لجمع المعلومات الكمية من هذه الدراسة. سيتم تطوير استبيان متكامل يجمع بين الأعراض والعلامات المتعددة "كام-إس تي إم" ليصبح استبياناً مشتركاً للأعراض والعلامات... وسوف تتضمن سلسلة مفصلة من الأسئلة لقياس المعايير المطروحة.

سيضمن الاستبيان أسئلة أخرى، على سبيل المثال:

- معرفة مدى اعتماد المجيبين على تقنيات الذكاء الاصطناعي ضمن نطاقهم المهني (مثل استخدام نظام ذكاء اصطناعي قائم على التنبؤ أو تطبيقات تعلم الآلة لتحسين مسارات الشحن) وتأثيرات هذا الاعتماد (مثل تحسين دقة التنبؤ، تقليل الوقت للاستجابة للطلب، انخفاض معدلات الخطأ، انخفاض تكاليف التشغيل)، وهكذا.

علاوة على ذلك، سيخصص جزء من الاستبيان للنظر في العوائق التي واجهتها الشركة في عملية قبول تطبيقات الذكاء الاصطناعي (مثل الصعوبات التقنية، رد فعل الموظفين، الدعم المالي غير الكافي).

سيستخدم تنوع في نوع الأسئلة، بما في ذلك:

- أسئلة الاختيار من بين عدة خيارات.
- أسئلة مقياس ليكرت لتقييم مستوى الموافقة مع بعض العبارات (مثل "الذكاء الاصطناعي لعب دوراً كبيراً في جعل سلسلة التوريد لدينا أكثر كفاءة").
- وأسئلة اختيارية مفتوحة يمكن للمشاركين من خلالها مشاركة أي تعليقات أو أمثلة من تجربتهم.

ولضمان جودة الأداة، سيتم تقديم نموذج الاستبيان لعدد من الحكام (أساتذة وعلماء) للحصول على معلومات حول مدى صدق العناصر وشمولها.

سيتم إجراء دراسة تجريبية بتوزيع الاستبيان على عينة محدودة ومثلية لتطوير صياغة الأسئلة وضمان فهم المجتمع المستهدف المختلف.

وبمجرد الانتهاء من تنقيح الاستبيان، سيتم مشاركته إلكترونياً (مثل عبر Google Form أو Qualtrics)، مما يوسعه ليصل إلى عدد كبير من المستجيبين في البلدان المستهدفة، مع متابعة عمليات إرجاع الاستبيانات وإرسال تذكيرات للمشاركين، لتحقيق معدل استجابة مقبول.

ثانياً: دليل المقابلة - وهو الأداة المستخدمة للحصول على بيانات نوعية من خلال المقابلات شبه المنظمة.

سيتم استخدام قائمة من الموضوعات والقضايا التوجيهية لضمان معالجة العناصر المهمة خلال المحادثة مع كل خبير أو مدير.

يتكون بروتوكول المقابلة من مجموعات:

- الأولى تتعلق بتاريخ المنظمة في تطبيق الذكاء الاصطناعي.
 - الثانية بالعوائق التي واجهتها (مثل ما هي الصعوبات التقنية أو البشرية الرئيسية التي واجهتها في استخدام الذكاء الاصطناعي وكيف تغلبت عليها - إن كانت).
 - والثالثة مرتبطة بالتأثيرات الظاهرة (كيف تغيرت مؤشرات الأداء أو تنظيم العمل بعد إدخال الأنظمة الذكية؟).
- بالإضافة إلى ذلك، ينظر الدليل في آراء المجيبين وما يتوقعونه لمستقبل سلاسل الإمداد المهنية بالتطورات في تقنيات الذكاء الاصطناعي.
- يتم تنظيم الأسئلة بحيث يكون هناك تطور منطقي للنقاش، رغم أنه من الممكن تغيير الترتيب حسب اتجاه المحادثة في كل مقابلة.
- لقد تمت مراجعة دليل المقابلة من قبل مشرف الدراسة وعدد من الأكاديميين لتوضيح الأسلوب ومدى ملاءمة الأسئلة في سياقات ثقافية مختلفة.
- سيُشجع المحاورون على تخصيص وقت للمتابعة لأي مسألة مهمة للتوضيح أو التعمق خلالها في وقت المقابلة لتمكين المعلومات العميقة والغنية بالإضافة إلى الردود السطحية.

سيتم تسجيل جميع المقابلات (إذا وافق المشاركون) ومن ثم تفرغها لتحليلها كما هو موصوف أعلاه.

ومع مقارنة البيانات الكمية من الاستبيان والمعلومات من دليل المقابلة النوعية، سيكون لدى الباحث قاعدة بيانات واسعة للإجابة الكاملة عن أسئلة الدراسة - كل نوع من البيانات سيكمل ويغذي الآخر ببيانات ذات معنى.

يجب ملاحظة أن موثوقية وكفاءة الأدوات ستكون أساس موثوقية النتائج؛ لذلك، اعتبر الباحث إصدار الأدوات وإخضاعها للاختبار قبل استخدامها عملياً.

حدود الدراسة :

نظراً للطبيعة الاستكشافية والنطاق الواسع لهذه الدراسة، من الضروري أولاً تحديد الشروط التي سيتم بموجبها تفسير النتائج. تتضمن الدراسة القيود التالية:

1. الحدود المكانية (الجغرافية):

تتركز هذه الدراسة على الجوانب العالمية لسلاسل التوريد، ولكن ضمن حدود عينة من البلدان والشركات المختارة لهذا العمل. وعلى الرغم من محاولة جعل العينة متنوعة من منظور إقليمي (مثل أمريكا الشمالية، أوروبا، شرق آسيا، وما إلى ذلك)، إلا أنها لا تشمل بطبيعتها جميع بلدان العالم. سيكون التركيز على بعض الاقتصادات الكبيرة أو البلدان الحيوية في السلاسل العالمية للتوريد، وكذلك الشركات ذات الأثر الكبير دولياً. لذا، عند التعميم يجب الأخذ في الاعتبار أن الاستنتاجات تعتمد على البلدان/القطاعات ذات الصلة بالدراسة. لذلك، قد تكون بعض النتائج أكثر صحة لسلاسل التوريد في البلدان المتقدمة أو المجهزة ببنية تحتية تكنولوجية متقدمة.

1. الحدود الزمنية:

يتم إجراء المراجعة في عام 2025 (بناءً على الجدول الزمني للبحث المخطط له)، وهو أيضاً الوقت لجمع البيانات وتحليلها. بذلك، تعرض النتائج لقطة زمنية لأنماط تبني الذكاء الاصطناعي الفعلية ونتائج سلاسل التوريد لعقد الثلاثينيات من القرن الحادي والعشرين. تعتمد أي تنبؤات حول المستقبل القريب على استقرار الاتجاهات الحالية. تطورات أخرى (بعد عام 2025) قد تغير الأوضاع، مثل التقنيات الجديدة أو الأزمات الدولية التي تهدد سلاسل التوريد، ولذا يجب تحديث النتائج كجزء من دراسات المتابعة.

1. حدود البحث (الموضوعية):

تركز الدراسة بشكل خاص على الذكاء الاصطناعي وإدارة سلاسل التوريد، ولا تعالج بشكل كبير مسائل أخرى. إذا لم تقدم الدراسة تحقيقًا متعمقًا في تقنيات أخرى، يرجى الإشارة إلى مدى تغطيتها بالارتباط بالذكاء الاصطناعي. تركز الدراسة على العمليات اللوجستية وإدارة العرض والتوزيع من الناحيتين الفنية والإدارية، ولن تركز على مجالات أخرى غير إدارة سلاسل التوريد.

1. القيود المنهجية:

برغم الفوائد التي يقدمها منهج البحث المختلط، إلا أن هناك قيودًا يجب الاعتراف بها. المنهج الكمي يعتمد على الردود الذاتية للمشاركين، ما قد يؤدي إلى تحيزات مثل تحيز الرغبة الاجتماعية أو الثقافي. قد يواجه المسح صعوبة في معدلات الاستجابة، لذا سيتم متابعة المشاركين وطرح أسئلة واضحة ومحايدة. المنهج النوعي يتضمن مقابلات بعدد محدود من الخبراء، والتحليل النوعي ذاتي وتفسيري مما قد يتأثر بخلفية الباحث. سيتم استخدام طرق صارمة لتأكيد صلاحية التحليل.

1. القيود البشرية والمادية:

تتم الدراسة ضمن حدود زمنية معينة وبواسطة باحث واحد كجزء من درجة أكاديمية. قد يكون حجم العينة والتفاصيل الممكن تحليلها لكل عامل مقيّدًا بكم الموارد المتاحة للباحث ووقته. قد توضع قيود على عدد الدول أو الشركات المضافة لإدارة جمع البيانات وتحليلها بشكل جيد. قد تكون هناك حواجز لغوية في بعض المقابلات المحلية، وأخيرًا، هناك احتمال عدم القدرة على استرداد بعض البيانات أو الخبراء لبعض البلدان.

مع أخذ هذه الحدود في الاعتبار، نتحلّى بالحذر في تفسير وتعميم النتائج. سيتم تحديد مدى تأثير هذه الحدود في فصل النقاش، وسيتم تقديم توصيات للبحوث المستقبلية لتطوير المعرفة في هذا المجال.

المراجع:

- Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179–2202.
- Ganesh, A. D., & Kalpana, P. (2022). Future of artificial intelligence and its influence on supply chain risk management – a systematic review. *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108206.
- ohar, P. (2025, January 5). AI will protect global supply chains from the next major shock. World Economic Forum. (موقع المنتدى الاقتصادي العالمي)
- MarketsandMarkets. (2025, Feb). AI in Supply Chain Market by Application (Demand Planning & Forecasting, Supply Chain Risk Management, Inventory Management, Warehouse & Transportation Management), Services, Software – Global Forecast to 2031. (ملخص تقرير سوق، منشور في موقع MarketsandMarkets)
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2025, May). PwC's 2025 Digital Trends in Operations Survey – Insight Report. PwC.
- Shamsuddoha, M., Khan, E. A., Chowdhury, M. M. H., & Nasir, T. (2025). Revolutionizing supply chains: unleashing the power of AI-driven intelligent automation and real-time information flow. *Information*, 16(1), 26. <https://doi.org/10.3390/info16010026>
- Van Hoek, R., & Lacity, M. (2023, Nov 21). How global companies use AI to prevent supply chain disruptions. Harvard Business Review. (مقال على الإنترنت)