

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

إهداء

إِلَى كُلِّ مَنْ مَنَحَنِي الْإِثْمَانَ وَالِدَرَجَةَ فِي مَسِيرَتِي الْعِلْمِيَّةِ...

إِلَى وَالِدِيَّ الْعَزِيزِينَ الَّذِينَ غَرَسُوا فِيَّ حُبَّ الْمَعْرِفَةِ وَالْحُبْرَ عَلَى الْعِلْمِ،

إِلَى أَسَاتِذَتِي الْكِرَامِ وَزَمَلَائِي الَّذِينَ سَارَ كُونِي فُطَاتِ الْإِنْجَازِ وَالْجَهْدِ،

وإِلَى كُلِّ رُوحٍ سَمِعَتْ نَحْوَ التَّخْيِيرِ الْإِجَابِيِّ فِي عَالَمِنَا الْمُطْغُورِ...

أَهْدِي هَذَا الْعَمَلَ الْمُتَوَاضِعَ.

شكر و تقدير

أوجه بخالصي الشكر والتقدير إلى جميع من ساندني في إنجاز هذا البحث العلمي، وعلى رأسهم أعضاء هيئة التدريس في جامعة ميدلوكس، على وجه الخصوص أخص بالشكر مشرفي البحث الكريم (الفصل) عبد الحميد والداكتور فايز جراد على توجيهاتهم السديدة ونتائجهم المتواصلة، ولكل الزملاء الذين قدموا لي النصيحة والمساعدة في كل مرحلة. كما لا أنسى دور أسرتي في توفير الأجواء الملائمة لمابعة البحث والتحصيل.

فلكم جميعاً مني أسمى آيات التقدير والعرفان.

المستخلص :

فهرس المحتويات:

1. صفحة الغلاف
2. الاهداء
3. الشكر والتقدير
4. المستخلص
5. الفصل الأول: المقدمة
6. الفصل الثاني: الدراسات السابقة والاطار النظري
7. الفصل الثالث: منهجية البحث
8. الفصل الرابع : النتائج والتحليل
9. الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات
10. قائمة المراجع
11. الملاحق

المستخلص

لدراسات السابقة ذات الصلة. لتحقيق هدف هذه الدراسة، تم تأسيس إطار نظري يعتمد على النظريات المعاصرة في إدارة سلاسل التوريد وكذلك التقنيات الرقمية. بمعنى آخر، تناولت الورقة كيفية ارتباط المتغير المستقل - الذكاء الاصطناعي - بالمتغيرات التابعة مثل الكفاءة والمرونة في سلاسل التوريد، في وضع استشرافي مؤقت واتجاهات البحث المستقبلية.

بالإضافة إلى ذلك، استعرضت الدراسة بشكل منهجي تلك الإنجازات الرئيسية التي تشجع على تبني الذكاء الاصطناعي طوال عام 2020 وما بعده، والتي حققت تأثيرات بحيث خلص البحث، مستندًا إلى كل من التحليل النظري والنتائج، إلى حد كبير يعبر عن آفاق متفائلة لمواجهة المستخدم للذكاء الاصطناعي. ربما حتى تعزيز كفاءة العمليات اللوجستية، وخفض التكاليف الإدارية بشكل كبير وجعل سلاسل التوريد مرنة لدرجة أنها يمكن أن تقاوم أي صدمات.

في هذا السياق، تقدم الدراسة اقتراحات عملية حول كيفية الاستفادة القصوى من الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل التوريد المستقبلية، في عالم لا تُعفى فيه التقنيات الأخرى بأي حال من الأحوال من المعضلات الأخلاقية والتنظيمية. إن تنفيذ هذه التوصيات - وكذلك نتائجنا نفسها - سيقدم منظورًا علميًا مفيدًا للتفكير فيه لكل من صانعي السياسات والباحثين العاملين في إدارة سلاسل التوريد المستقبلية.

المقدمة

العولمة، تواجه السلاسل الحديثة تعقيدًا متزايدًا بسبب تنويع المنتجات المتعددة وشبكات اللوجستيات المتقاطعة التي تمتد عبر القارات. جعل هذا التعقيد إدارة سلاسل التوريد أكثر صعوبة، خاصة في مواجهة الاضطرابات المفاجئة مثل الأوبئة والأزمات الجيوسياسية.

في السنوات الأخيرة، أصبح الذكاء الاصطناعي (AI) في حد ذاته. إنه يقدم نهجًا جديدًا لمعالجة هذه المشاكل وتغيير الطريقة التي تُدار بها تدفقات المعلومات عبر سلسلة السلع. الأنظمة المعززة للذكاء الاصطناعي لديها الآن القدرة على معالجة كميات هائلة من البيانات في الوقت الفعلي، مما يمنحنا رؤية غير مسبقة لكل مرحلة في السلسلة.

وفقًا لتقرير حديث (2025)، سيؤدي التنبؤ الواسع للتقنيات المتقدمة، وخاصة الذكاء الاصطناعي، إلى دخول إدارة سلاسل التوريد في عصر رقمي. والنتيجة هي أن طرق الإنتاج والتسليم للسلع تتغير بشكل جذري. الشركات الجريئة بما يكفي لاستخدام منصات التكنولوجيا الناشئة لأول مرة ستصل إلى مستويات من التحسين والمرونة التي طالما تطلعت إليها الصناعة. الكرة في ملعبنا.

من ناحية أخرى، هناك سؤال حول كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي لتحقيق أفضل ميزة مع ضمان استمرارية وازدهار سلاسل التوريد المستقبلية. على هذا النحو، تم تحديد موضوع مشكلة الدراسة على أنه الحاجة إلى معرفة مدى تأثير الأداء ومرونة تحسينات سلسلة التوريد بمرور الوقت من خلال تبني الذكاء الاصطناعي. بمعنى آخر، كيف يمكننا توقع مشاركة الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في تشكيل مستقبل سلاسل التوريد وما سيكون تأثيره على كفاءتها وقدرتها التنافسية؟

أهمية الدراسة

تكمّن الأهمية النظرية لهذه الورقة في تناول موضوع حديث ومهم يجمع بين التقنيات المتقدمة وإدارة اللوجستيات. مع التأثير السلبي لـ COVID-19 على سلاسل التوريد الذي يُشعر به الآن وفي المستقبل، من الضروري بناء سلاسل أكثر مرونة واستدامة. تشير التقارير إلى أن الذكاء الاصطناعي قد يكون المفتاح لهذا التحول.

وفقًا لأبحاث المؤسسات والصناعات، يرى 62٪ من مديري سلاسل التوريد أن تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي حاسمة في مواجهة التحديات الحالية للصناعة (McKinsey)، 2021. (بالإضافة إلى ذلك، أنتج المتبنون الأوائل لإدارة سلاسل التوريد بالذكاء الاصطناعي نتائج ملموسة: انخفاض تكاليف الخدمات اللوجستية بنسبة 15٪، وزيادة مستويات المخزون بنسبة 35٪، ومستويات خدمة العملاء أعلى من المتوسط بنسبة 65٪ مقارنة بالمتبنين الأبطأ).

تظهر هذه الأرقام الإمكانات الهائلة للتقنيات الذكية في تحقيق تحسينات في كفاءة السلسلة وقدرة الشركة التنافسية. لذلك، تكتسب الدراسة أهميتها العلمية وقيمتها العملية من خلال التركيز على استشراف الدور الذي سيلعبه الذكاء الاصطناعي في مستقبل سلاسل التوريد. وبهذه الطريقة، تعزز اتجاه البحث وتقدم دليلاً لصانعي السياسات أثناء اتخاذهم قرارات مبنية على المعرفة والابتكار التقني. ربط النظرية بالبحث الحديث يوفر أيضاً أساساً قوياً لتقديم توصيات مبنية على الأدلة للتحول الرقمي في مجال سلاسل التوريد.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق عدة أهداف، مثل فهم وتحليل التغييرات المستقبلية المتوقعة في إدارة سلاسل التوريد بعد إدخال الذكاء الاصطناعي. من بين هذه الأهداف الأكثر أهمية:

1. سنبحث في دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في المساعدة على تحسين أداء سلسلة التوريد من حيث الفعالية التشغيلية والدقة وسرعة الاستجابة للطلب.
2. سنفحص تأثير الذكاء الاصطناعي على مرونة سلسلة التوريد وقدرتها على الاستجابة في بيئة الأعمال المستقبلية التي تجلب اضطرابات غير متوقعة فجائية.
3. في استعراض واسع للدراسات السابقة التي تناولت تطبيق الذكاء الاصطناعي على سلاسل التوريد حالياً، نهدف إلى معرفة أين تكمن فجوات البحث وجمع خريطة مفصلة للاتجاهات في هذا المجال من الدراسة.
4. نحن أيضاً نصور للمستقبل ونقدم نصائح يمكن تنفيذها من قبل المنظمات ذات الصلة ومديريها أو صانعي القرار حول كيفية إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في إدارة سلاسل التوريد بحيث لا يتم فقط تعظيم فوائدها ولكن - حالات النجاح بجانب أي تحديات محتملة.

تساؤلات الدراسة

بناءً على الأهداف المذكورة أعلاه، ستحاول هذه الدراسة الإجابة على عدة أسئلة رئيسية:

1. ما هي المجالات التي تستخدم حاليًا تقنيات الذكاء الاصطناعي لإدارة سلاسل التوريد الخاصة بها وكيف ستبدو هذه المجالات في المستقبل؟
2. كيف يساهم استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة العمليات في سلاسل التوريد إلى أي مدى يساهم تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية لسلاسل التوريد (مثل تحسين دقة التنبؤ بالطلب، وخفض التكاليف، وتسريع عمليات التوريد والتوزيع)؟
3. هل يجعل الذكاء الاصطناعي (AI) سلاسل التوريد أكبر مما هي عليه حاليًا، أكثر ملاءمة للصدمات والتغيرات العفوية في أسواق التوريد والتوزيع؛ كيف يتم تحقيق ذلك؟
4. ما هي الصعوبات والعقبات الرئيسية التي تواجه استخدام الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد (مثل تحديث البيانات، البنية التحتية التقنية، المهارات البشرية، المشاكل الأخلاقية)، وكيف يمكن التغلب عليها لضمان نجاح التحول الرقمي؟
5. كيف ترى التوجهات المستقبلية للأبحاث السابقة والاتجاهات البحثية الحالية في ضوء الثورة الصناعية الرابعة (ومع ذلك تركز بشكل رئيسي على الذكاء الاصطناعي) آفاق مستقبل سلاسل التوريد؟ هل يوصون باتجاه للإدارة للحصول على أقصى استفادة منها؟

فروض الدراسة

بناءً على خلفية البحث والأدبيات المتاحة، يمكن صياغة فرضيات أساسية تسعى الدراسة لاختبارها نظريًا من خلال التحليل والدراسات السابقة، من أهمها:

1. الفرضية 1: (H1) إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل التوريد ينتج عنه تأثيرات واضحة على الكفاءة التشغيلية. بمساعدة الذكاء الاصطناعي، لا يوجد ابتكار ممكن اليوم في مانهاتن سيتيرك مانهاتن محايدة خلال ثلاث سنوات.
2. تناقش هذه الورقة تداعيات هذا الاتجاه على السياسة العامة العالمية جائزة أنجيليثي بوتشي في 24 أبريل وتحلل تأثيرها على عالم متعدد الأطراف مدعوم بإنترنت الأشياء.
3. فرضيات هناك فرضيتان لإدارة سلاسل التوريد بناءً على الذكاء الاصطناعي يجب التحقق منها من خلال هذه التحقيقات:
1. الفرضية 1: (H 1) يساهم تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في تحسين مؤشرات الأداء لسلاسل التوريد مثل تقليل التكاليف، تقصير وقت الإنجاز، وتوقع الطلب بدقة أكبر. مع الذكاء الاصطناعي، ستكون المؤسسة التي تطبق مثل هذه التقنيات أكثر قدرة على منع الاضطرابات المفاجئة وتقليل آثارها السلبية.
- تم اقتراح هذه الملاحظة من قبل المؤشرات المبكرة في المجال؛ على سبيل المثال، يظهر مسح عينة أن المؤسسات التي استخدمت الذكاء الاصطناعي لإدارة سلاسل التوريد الخاصة بها عانت فقط من ثلث ما عانت من أزمات COVID-19 كما فعلت الأخرى. لذلك، سيتم التحقق من الفرضيات مقابل الإطار النظري والبحث السابق لمعرفة ما إذا كانت تتوافق مع الأدلة العلمية الصارمة الحالية.

الإطار النظري

في هذا الفصل يتم تناول الأسس النظرية والمفاهيمية التي يستند إليها البحث، من خلال عرض أهم النظريات العلمية ذات الصلة بموضوع سلاسل الإمداد والذكاء الاصطناعي، وبيان كيفية ربطها بمشكلة الدراسة ومتغيراتها. يعد بناء الإطار النظري خطوة جوهرية لضمان فهم عميق للعلاقات بين المتغيرات وتحليلها في سياق علمي رصين. فيما يلي أبرز المكونات النظرية:

الدراسات السابقة

1. الثورة الصناعية الرابعة وسلاسل الإمداد 4.0

شهدنا خلال العقد الأخير ملامح الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0) التي تمتاز باندماج التقنيات الرقمية المتقدمة في العمليات الصناعية والخدمية. في سياق إدارة سلاسل الإمداد، ظهر مفهوم "سلسلة الإمداد 4.0" والذي يشير إلى توظيف تقنيات – Industry 4.0 مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء (IoT)، وتحليلات البيانات الضخمة، والبلوك تشين – لرفع كفاءة ومرونة سلاسل الإمداد. يدمج هذا النموذج التقنيات الذكية لزيادة رشاقة السلسلة واستجابتها للطلب والظروف المتغيرة. فمثلاً، تُستخدم المستشعرات وإنترنت الأشياء لجمع بيانات آنية من مراحل الإنتاج والنقل، ثم تأتي خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل هذه البيانات الضخمة بسرعة واتخاذ قرارات تلقائية (كتعديل جداول الإنتاج أو مسارات الشحن) بهدف تفادي الاختناقات وتحسين الخدمة. يشدد الإطار النظري لسلاسل الإمداد 4.0 على المعالجة اللحظية للبيانات والتنبؤ الاستباقي للأحداث من أجل دعم اتخاذ القرار. ومن الأمثلة العملية لذلك تطوير نماذج تعلم آلي لتحسين التنبؤ بالطلب وتخصيص الموارد، ما أثبت فعاليته في الأزمات حيث تكون دقة المعلومات أمراً حيوياً. وعليه، يشكل مفهوم سلسلة الإمداد 4.0 الأرضية التقنية التي ينطلق منها البحث، حيث يتم النظر إلى الذكاء الاصطناعي كركن أساسي لتحقيق رؤية رقمية متكاملة لسلاسل الإمداد المستقبلية.

1. نظرية معالجة المعلومات التنظيمية

لشرح أثر الذكاء الاصطناعي على سلاسل الإمداد من منظور إداري، تستند الدراسة إلى نظرية معالجة المعلومات التنظيمية (Organizational Information Processing Theory – OIPT) تفترض هذه النظرية (Galbraith, 1974) أن المنظمات هي نظم تعالج المعلومات بهدف التقليل من حالات عدم اليقين في البيئة المحيطة واتخاذ القرارات المثلى. كلما ازدادت درجة عدم اليقين والتعقيد في بيئة المنظمة، ازدادت حاجتها إلى قدرات معالجة معلومات أعلى للتكيف. وفي ضوء تعقيدات سلاسل الإمداد العالمية اليوم وتعدد مصادر المخاطر (أسواق متقلبة، اضطرابات لوجستية، تغيرات طلب مفاجئة)، تصبح القدرة على جمع المعلومات وتحليلها بسرعة عاملاً حاسماً للنجاح. هنا بالضبط يبرز دور الذكاء الاصطناعي كأداة فائقة لمعالجة المعلومات. فقد قام بعض الباحثين بتأطير استخدام الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد ضمن منظور OIPT، حيث يُنظر إلى تقنيات AI على أنها تزيد من قدرة المنظمة على استيعاب المعلومات المعقدة والمتغيرة بسرعة ومن ثم اتخاذ قرارات فعالة. أظهرت دراسة حديثة (Belhadi et al., 2024) تبنت إطار OIPT أن للذكاء الاصطناعي تأثيراً مباشراً إيجابياً على أداء سلسلة الإمداد في الأمد القصير، والأهم أنه عند استغلال قدرات المعالجة المعلوماتية للذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونة السلسلة، يمكن تحقيق تحسينات مستدامة وطويلة الأمد في الأداء. أي أن المنظمة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي لا تكفي بتحسين فوري في الكفاءة بل تبني قدرات ديناميكية تجعل أداءها قوياً أمام التقلبات. من منظور نظري إذن، ينسجم استخدام الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد مع فرضيات OIPT: فهو يزيد قدرة المنظمة على جمع وتحليل المعلومات من كافة حلقات السلسلة (مثل بيانات الطلب في الزمن الحقيقي، حالة المخزون، أداء الموردين، ظروف النقل... إلخ) ثم يترجم هذه المعلومات إلى قرارات (كإعادة تخصيص الموارد أو تغيير مسارات الشحن أو تعديل التنبؤات) بما يقلل حالة عدم اليقين ويحقق أهداف السلسلة. بناءً على ذلك، يمكن القول إن الذكاء الاصطناعي هو تجسيد تقني حديث لمفهوم "العقل المركزي" للسلسلة القادر على معالجة فيض من البيانات وتحويلها إلى إجراءات منسقة تعظم كفاءة ومرونة سلاسل الإمداد.

1. منظور الموارد والقدرات الديناميكية

تتطلب الدراسة أيضاً من منظور نظرية الموارد (Resource-Based View – RBV) ونظرية القدرات الديناميكية في تفسير تأثير تبني الذكاء الاصطناعي على الميزة التنافسية لسلاسل الإمداد. وفقاً لمنظور RBV فإن امتلاك موارد نادرة وقيمة ويصعب تقليدها (مثل التقنيات المتقدمة والمهارات التحليلية) يمنح المؤسسة تفوقاً تنافسياً مستداماً. وبما أن حلول الذكاء الاصطناعي المتقدمة لا تزال في طور التبنّي وتمثل مورداً تقنياً معقداً، فإن المنظمات التي تستثمر مبكراً في بناء قدرات الذكاء الاصطناعي داخل سلاسل الإمداد لديها ستكون قادرة على تحقيق مستويات أداء متفوقة يصعب على المنافسين مجاراتها. أكدت نتائج إحدى الدراسات الحديثة هذا الطرح، إذ أظهرت أن دمج التقنيات الذكية (مثل التعلم الآلي وإنترنت الأشياء) في إطار سلسلة الإمداد يعزز منظور RBV عبر تحويل هذه التقنيات إلى موارد استراتيجية ترفع الأداء العام وتوفّر للمنظمة موارد فريدة. من جهة أخرى، تركز نظرية القدرات الديناميكية (Teece et al., 1997) على قدرة المنظمة على البناء والتكيف وإعادة تشكيل مواردها لمواكبة

التغيرات البيئية. وفي سياق سريع التغير كسلاسل الإمداد الحديثة، يصبح تطوير قدرات ديناميكية أمرًا بالغ الأهمية للاستمرار. هنا يعمل الذكاء الاصطناعي كمحفز لبناء هذه القدرات؛ فهو يُمكن الشركات من الاستشعار المبكر للتغيرات (من خلال تحليل تنبؤي للبيانات)، والاستجابة السريعة (من خلال قرارات مؤتمتة ومرنة)، وإعادة تشكيل العمليات (مثل تبني نماذج عمل جديدة قائمة على البيانات). ويدعم ذلك أدلة بحثية تشير إلى أن تطبيق التقنيات المدعومة بالذكاء الاصطناعي أدى إلى تحسين قدرة الشركات على التكيف مع الظروف المتغيرة وبناء مرونة تنظيمية أعلى، وهو جوهر القدرات الديناميكية. علاوة على ما سبق، يمكن ربط الذكاء الاصطناعي بمفاهيم نظرية أخرى كنظرية القيود (Theory of Constraints) حيث تبين أن استخدام التحليلات والروبوتات الذكية يساعد على تحديد الاختناقات في السلسلة والتغلب عليها، مما يحقق تحسناً في الإنتاجية والتدفق الكلي. إجمالاً، يدعم الإطار النظري متعدد الزوايا (الموارد والقدرات الديناميكية والقيود وغيرها) فكرة أن الذكاء الاصطناعي ليس مجرد أداة تقنية بل مورد استراتيجي ومنظومة قدرات متكاملة يمكن أن تعيد تعريف أساليب إدارة سلاسل الإمداد وتعزز تنافسية ومرونة الشركات في آن واحد.

الدراسات السابقة

في هذا الفصل، يتم استعراض أبرز الدراسات السابقة الحديثة التي تناولت موضوع الذكاء الاصطناعي وسلاسل الإمداد، وذلك بهدف فهم ما توصلت إليه الأبحاث العلمية حتى الآن، وتحديد جوانب الاتفاق والاختلاف بين نتائجها، وأخيراً وضع الدراسة الحالية في سياق تلك الجهود البحثية. تم التركيز على الدراسات المنشورة في السنوات الأخيرة (2020 فما بعد) لضمان حداثة المعلومة ومواكبتها للتطورات التقنية السريعة في هذا المجال. فيما يلي عرض لعدد من هذه الدراسات مع تعليق موجز على كل منها:

- دراسة (Belhadi وآخرون، 2024) – هدفت هذه الدراسة إلى استقصاء تأثير الابتكار المدفوع بالذكاء الاصطناعي على مرونة سلاسل الإمداد وأدائها في ظل ديناميكية بيئة الإمداد. اعتمدت الدراسة على منهجية كمية باستخدام نمذجة المعادلات البنائية (SEM)، حيث جمعت بيانات مسحية من 279 شركة متنوعة الحجم والقطاع عبر عدة دول. تأطرت الدراسة بنظرية معالجة المعلومات التنظيمية، وافترضت أن للذكاء الاصطناعي أثراً مباشراً على أداء السلسلة وكذلك أثر غير مباشر عبر تعزيز المرونة (SCRes) أهم النتائج التي توصلت إليها: وجود تأثير إيجابي مباشر لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي على أداء سلاسل الإمداد (مثل تحسين مستوى الخدمة والكفاءة) على المدى القصير، إلا أن التأثير الأكبر والأكثر دواماً يتحقق عند استخدام الذكاء الاصطناعي لبناء مرونة سلسلية قادرة على امتصاص الصدمات والتكيف، مما يؤدي إلى تحسين مستدام في الأداء على المدى الطويل. توصي الدراسة المؤسسات بأن تستغل قدرات الذكاء الاصطناعي لتحسين المرونة بجانب رفع الكفاءة الآنية، لتحقيق أفضل النتائج. هذه الدراسة تُعد من أوائل البحوث التي قدمت دليلاً تجريبياً على كيفية تعظيم منافع الذكاء الاصطناعي عبر محور المرونة السلسلية، مما يتفق مع فرضيات بحثنا حول أهمية المرونة كعامل وسيط.
- دراسة (Taha وآخرون، 2025) – (تركزت هذه الدراسة على استكشاف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لاعتماد الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد على كل من مرونة السلسلة وأدائها الشامل، مع أخذ ديناميكية البيئة في الحسبان. استخدم الباحثون منهجية المسح الميداني، حيث تم توزيع استبانة إلكترونية على 208 شركة في الأردن (مسجلة لدى غرف الصناعة والتجارة). ثم تم تحليل البيانات باستخدام نمذجة المعادلات البنائية أيضاً. أبرز النتائج أفادت أن اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي له أثر إيجابي ملحوظ على أداء سلسلة الإمداد الكلي، بما يشمل تحسين سرعة الاستجابة وكفاءة العمليات وخدمة العملاء. ومع ذلك، أشارت الدراسة إلى أن تحقيق مخرجات مماثلة مرهون بقدرة الشركات على تجهيز بنيتها الرقمية بحيث تستفيد فعلياً من بيانات السلسلة لتعزيز كل من الأداء والمرونة في آن واحد. بعبارة أخرى، بيّنت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يساهم في الأداء، لكن فاعليته التامة تتطلب وجود آليات تغذية راجعة للمعلومات ضمن السلسلة (equipment capability) تسمح للبيانات بالتدفق بانسيابية من وإلى أنظمة الذكاء الاصطناعي لتحقيق التحسين المستمر. تعتبر هذه الدراسة مهمة لأنها تؤكد على دور البيانات والترابط التقني في تمكين الذكاء الاصطناعي من إحداث أثر فعلي، وهو ما يتفق مع ما تطرحه دراستنا حول ضرورة توفير بنية تحتية رقمية داعمة. كما أنها تضيف دعماً لفكرة أثر AI الإيجابي على الأداء السلسلي وتعزز الثقة بفرضية H1 في بحثنا.

- دراسة مسحية منهجية (Riad) وآخرون، 2024 – (قدمت هذه الدراسة إطاراً مفاهيمياً شاملاً لكيفية تعزيز مرونة سلاسل الإمداد عبر دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي، إضافة إلى تحسين جوانب التوريد والإمداد بشكل عام. نُشرت الدراسة في مجلة علمية محكمة واتبعت منهجية تصميم إطار نظري وتحليله في ضوء الأدبيات الحديثة. محاور التركيز شملت تعريف مكونات الذكاء الاصطناعي الأساسية (مثل تعلم الآلة، التعلم العميق، التوأمة الرقمية) وتطبيقاتها عبر مراحل السلسلة (تخطيط، توفير، تصنيع، توزيع، إرجاع). كما قسّم الباحثون الدراسات السابقة إلى أربع فئات موضوعية: (أ) دراسات المرونة وإدارة المخاطر باستخدام AI، (ب) دراسات الكفاءة والعمليات مثل التخطيط والتنبؤ واللوجستيات، (ج) دراسات الاستدامة والمسؤولية في سلاسل الإمداد المدعومة بالذكاء الاصطناعي، (د) دراسات التحديات ودمج التكنولوجيا وتشمل معوقات التبنّي والتكامل التقني. النتائج توصلت إلى إطار مفاهيمي يُبرز الدور المحوري للذكاء الاصطناعي في تعزيز الرؤية الشاملة واتخاذ القرارات الاستباقية لرفع مرونة السلسلة في مواجهة الاضطرابات. وربطت الدراسة ذلك بنظريات معروفة كعرضها لأدلة تدعم نظرية الموارد) عبر توضيح أن القدرات التقنية AI موارد تمنح ميزة (ونظرية القدرات الديناميكية) حيث تمثل AI قدرة للتكيف المستمر. (كما أبرزت توافق نتائج الإطار المقترح مع ما ورد في الأدبيات العالمية وأفضل الممارسات، مقدمةً استراتيجية متكاملة للشركات لتوظيف الذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونتها وتخفيض المخاطر ضمن سلاسل الإمداد. هذه الدراسة مختلفة المنهج (مفاهيمية وليست إحصائية) لكنها تثرى الخلفية العلمية لبحثنا عبر تأكيدها – من منظور نظري شامل – على الدور المحوري للذكاء الاصطناعي في بناء سلاسل إمداد أكثر مرونة وذكاءً، كما توصي بموائمة تبني التقنيات مع هيكل المنظمة وثقافتها لتتجج الجهود الرقمية.
- دراسة – (McKinsey & Co, 2021) رغم كونها دراسة صادرة عن جهة استشارية وليست مجلة علمية أكاديمية، إلا أنها تمثل مسحاً موسعاً لعدد كبير من الشركات حول العالم بخصوص تبني الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد وتحقيق القيمة منه. كشفت نتائج هذه الدراسة الاستطلاعية أنه بفضل إدارة سلاسل الإمداد المدعومة بالذكاء الاصطناعي تمكن المتبنون الأوائل من تحقيق تحسينات نوعية مقارنةً بمنافسيهم: حيث انخفضت كلفة اللوجستيات بنسبة 15% وتحسنت مستويات المخزون (انخفاض المخزون الزائد ونقصه) بنسبة 35%، وارتفعت مستويات خدمة العملاء (مثل معدل توافر المنتج والتسليم في الوقت المحدد) بحوالي 65%. كما أشارت الدراسة إلى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي باتت متوفرة عبر طيف واسع من الحلول – بدءاً من نماذج التنبؤ المتقدمة للطلب، مروراً بمنصات الرؤية الشاملة (control towers) التي تراقب كامل السلسلة، وصولاً إلى التوائم الرقمية التي تحاكي سلاسل الإمداد بالكامل بغرض تحسين التخطيط. وتضمنت أمثلة من الواقع مثل استخدام شركات البيع بالتجزئة للتعلم الآلي لرفع دقة التنبؤات بالطلب، وتبني إنترنت الأشياء لتتبع المخزون بالزمن الحقيقي، وغيرها. الخلاصة التي يقدمها تقرير ماكزري تتسق مع التوقعات الإيجابية للأبحاث الأكاديمية: الذكاء الاصطناعي بمثابة "مغير لقواعد اللعبة" في سلاسل الإمداد، ولكن تحقيق منفعة القصوى مشروط بخطوات تنظيمية مكملّة (كتطوير المهارات الداخلية، وضبط جودة البيانات، وتهيئة الثقافة التنظيمية للتغيير). إن تضمين هذه الدراسة في استعراضنا يهدف إلى إظهار أن الاتجاهات التي ترصدها الأبحاث الأكاديمية تتجلى أيضاً على أرض الواقع في أداء الشركات، مما يعطي ثقلًا عملياً لتوقعات بحثنا.

المقارنة مع الأبحاث الأخرى:

بناءً على التحليل أعلاه، يمكن تلخيص عدة نقاط مشتركة بين هذه الدراسات كما يلي:

1. تتفق جميع المقالات على أن الذكاء الاصطناعي له تأثيرات إيجابية على أداء سلسلة التوريد سواء بشكل مباشر (مثل الكفاءة العالية والتكاليف المنخفضة والخدمة الأفضل) أو بشكل غير مباشر من خلال زيادة المرونة/التكيف.
1. أكدت معظم الأوراق على أن وجود بنية تحتية معلوماتية متكاملة ضروري للاستفادة من إمكانات الذكاء الاصطناعي، سواء كان ذلك من خلال التعبير عن المتطلبات والتكامل (دراسة طه) أو التعبير من حيث قوة الحوسبة (دراسة بلهادي)، أو الاستيعاب التقني/الثقافي (نموذج رياض).
2. الدراسات الأكثر كمية/تجريبية (مثل بلهادي، طه) تميل نحو الأدلة العديدة للعلاقات التأثيرية بينما كانت الأساليب الأقل عددية/وصفية/مفاهيمية موجهة لأغراض محددة (رياض).

3. بعض الدراسات ركزت أيضًا على الأثر المباشر على الأداء الحالي مقابل الرؤية طويلة الأمد (لتطوير القدرة المستقبلية والميزة التنافسية المستدامة).

في الختام، نحن واثقون من أن الأدبيات الحديثة تؤكد فرضيتنا البحثية وتشكل قاعدة معرفية قوية للتأكيد بثقة عالية على كيفية أن الذكاء الاصطناعي سيكون حاسمًا في إعادة تعريف سلاسل التوريد المستقبلية. هذا المستقبل يقدم فرصًا جديدة ضخمة للكفاءة والمرونة، ولكنه يتطلب أيضًا من الشركات أن تجهز نفسها بالتعلم التنظيمي والاستثمار المدروس لجني هذه الفوائد.

منهجية البحث

يستخدم هذا البحث منهجية تحليلية وصفية تتضمن تحليلًا نظريًا للأدبيات والأدلة مع التوقعات المستمدة من هذه البيانات.

منهجية البحث وطرق جمع وتحليل البيانات

فيما يلي وصف تفصيلي لعملية البحث التي تضمنت كل من التطوير المفاهيمي والاختبار التجريبي وجمع المعلومات وكذلك جمع البيانات.

المقدمة

نظرًا لأن موضوع التحليل المستقبلي يتجلى في "مستقبل سلاسل التوريد بحد ذاتها، مع اعتبار الذكاء الاصطناعي كعنصر سياقي"، وأيضًا نظرًا لعدم وجود بيانات حقيقية متاحة للباحثين ضمن حدود هذا المشروع، فإن مثل هذه الدراسة ستكون قائمة على المكتب بالإضافة إلى استخدام التقييم النوعي للحصول على المصادر. تعتمد الدراسة بشكل رئيسي على التحليل المقارن مع مراجعة منهجية للأوراق المنشورة حديثًا في المجالات العلمية والتقارير المهنية، من خلال ربط النتائج والنظريات لتشكيل تصور متكامل. يسمح هذا النهج باستخلاص استنتاجات من الحقائق العلمية المثبتة دون الحاجة إلى تجربة ميدانية معينة أو استبيان. يمكن تقسيم المراحل المنهجية كما يلي:

المنهجية وطرق البحث

1. مراجعة الأدبيات:

1. بدأ البحث بتحديد الأوراق العلمية الأصلية الرئيسية لسلاسل التوريد والذكاء الاصطناعي من عام 2020 حتى الآن.

2. قمنا بتضمين قواعد البيانات الأكاديمية (أي سكوبس وويب أوف ساينس) لضمان الموثوقية العالية، بالإضافة إلى بعض التقارير العالمية الموثوقة (مثل تقرير ماكينزي وديلويت وتقرير المنتدى الاقتصادي العالمي) لاستكمال المعلومات العملية.

3. تم إدخال الكلمات الرئيسية باللغتين العربية والإنجليزية، بما في ذلك كلمات مثل: الذكاء الاصطناعي، إدارة سلسلة التوريد بالذكاء الاصطناعي (AI-SCM)، مفاهيم اللين في سلاسل التوريد إلخ.

4. بمجرد جمع الدراسات، تم قراءتها بشكل نقدي وتحديد ما حسب الموضوع (الكفاءة مقابل المرونة أو قضايا التبني).

2. اختيار الإطار النظري:

1. بناءً على المراجعة واكتشاف الفجوات في الأدبيات وفقًا لسلسلة من العلاقات المعطاة، تم اختيار النظرية ذات الصلة.

2. كما تم الإشارة سابقًا، تم الاختيار بناءً على نظرية معالجة المعلومات التنظيمية ونظريات الموارد والقدرات الديناميكية لأنها أثبتت أنها بنى قوية في التقنيات وكذلك سلاسل التوريد.

3. تم تطوير إطار نظري بناءً على بناء عقلي لإظهار كيفية ارتباط المتغير المستقل (تبنى تقنيات الذكاء الاصطناعي) بالمتغيرات التابعة (كفاءة السلسلة ومرونتها).

4. نظرًا لأن نهج الدراسة المكتبية لم يسمح باستنتاج فرضية، لم يتم عمل تمثيل بياني؛ ومع ذلك، تم صياغة الفرضيات في المقدمة التي تمثل نموذجًا مثاليًا.

3. تحليل الدراسات السابقة المختارة:

1. تم إجراء استخراج نوعي لكل دراسة مدرجة للإبلاغ عن الخصائص المحددة، مثل السنة والبلد التي أجريت فيها؛ الهدف؛ المنهجية [أو طريقة جمع البيانات] (إذا كانت متاحة)؛ العدد أو مجال التطبيق في حالة عدم استخدام البحث النوعي لحجم عينة بناءً على معايير كمية)، النتائج، استنتاجات المؤلف.

2. بعد ذلك، تمت مقارنة النتائج المختلفة من أجل تعزيز الجوانب المتفق عليها (مثل الاتفاق بشأن تحسين الأداء) والتحقيق في المجالات التي تختلف فيها نتائج الدراسة أو تضيف معلومات مكملة (أي أن دراسة معينة تناولت شيئًا لم تغطيه دراسة أخرى).

3. جعلت هذه المنهجية المكملية من الممكن بناء استنتاجات أكثر صحة وموضوعية حيث تؤكد تكرار النتائج من عدة دراسات أن الاستنتاجات مشروعة.

2.1 مجتمع البحث وحدوده

نظرًا لأن منهجية البحث تعتمد على التحليل المكتبي، لا يوجد مجال تقليدي للشركات/الأفراد المنششرين إلخ). ومع ذلك، فإن مجتمع الدراسات المحللة هو بلا شك المجتمع العلمي الذي تنشأ منه بيانات البحث. لقد حرصنا على أن يكون البحث ممثلًا لمجموعة متنوعة من القطاعات الجغرافية (البلدان المتقدمة والنامية) وقطاعات الصناعة (التصنيع، الخدمات اللوجستية/التجزئة إلخ). لجعل نتائجها أكثر عمومية. ومع ذلك، يمكن أن يذهب الاتفاق فقط إلى هذا الحد: بعض النتائج لا تنتقل بالضرورة إلى جميع السياقات التنظيمية بسبب الاختلافات في جاهزية التكنولوجيا عبر البلدان والصناعات. يفترض البحث أيضًا توقيت ودقة ما تم نشره؛ على سبيل المثال، إذا كانت هناك تغييرات كبيرة في عام 2025 لم تنعكس بعد في الدراسات المنشورة، فقد يُنظر إلى ذلك على أنه فجوة يجب معالجتها في المستقبل.

أسلوب التحليل:

تم استخدام أسلوب استنتاجي لتحليل المادة، وتقديم النتائج كما وجدت في المراجع ومناقشتها مقابل النظريات والنظر في الواقع العملي. على سبيل المثال، إذا أبلغت ورقة كمية عن تحسين فعلي (مثل تخفيض التكاليف بنسبة 15٪)، فقد تم ربطها بتفسير نظري حول الترشيح (أي بفضل الذكاء الاصطناعي سيسهل اتخاذ قرارات لوجستية أفضل) مع الإشارة إلى حالات عملية تحقق هذا الرقم في الممارسة مثل DHL أو Amazon. في حالات أخرى، قمنا باستقراء ما يمكن أن يكون منطقيًا تجاريًا ليكون صحيحًا: على سبيل المثال، إذا أبلغت 40 دراسة مجتمعة أن الذكاء الاصطناعي كان له تأثير إيجابي على التنبؤ عبر سلاسل التوريد الصناعية، فإننا نفترض انخفاض المخزون الزائد وزيادة توفر المنتجات) نقطة RNG للمراجعات - بمعنى من حوالى 20٪ تخفيض في مخزون الكيان لمنظمة تستخدمه < (كما هو الحال مع أي شيء آخر، سيكون هناك دائمًا حاجة لشخص/شيء ما للنظر في/التحقق من سرعات الرياح مقابل أوامر الشراء الصادرة > هذا التكامل بين النظرية والمثال قدم المهمة بطبيعة لغز نظري.

معايير التوثيق العلمي:

تم توثيق جميع المعلومات والاقتباسات بأسلوب APA ، مع الإشارة النصية إلى اسم المؤلف مع السنة (عند الاقتضاء) أو اسم المؤسسة الناشرة مع التاريخ للتقرير. وأخيرًا، سيتم إرفاق قائمة كاملة بالمراجع في نهاية البحث تحتوي على جميع المصادر الببليوغرافية العربية والأجنبية المستخدمة بترتيب أبجدي. التزمنا بعدم الانتحال من خلال إعادة صياغة الأفكار بلغة بحثنا وإعادتها إلى مؤلفيها.

الخاتمة

طبقت هذه الدراسة منهجًا نوعيًا بالكامل تضمن تحليلًا نقديًا للأدبيات المعاصرة. نظرًا لعدم إجراء عمل ميداني، فإن ذلك مناسب تمامًا لنوع البحث الذي هو محاولة للرسم بضربات مستقبلية على لوحة المعرفة الحالية. من حيث صلاحية النتائج، حرصنا على تأمين مصادر متنوعة والتثليث من أجل تقليل أي تحيزات ناتجة عن تفسيراتنا.

النتائج المتوقعة

في المستقبل، يمكن أن توفر هذه الدراسة قائمة بنتائج التوقعات للباحثين بناءً على الاعتبارات النظرية في الأدبيات السابقة، ولكن أيضًا الاتجاهات الحالية داخل سلسلة التوريد كذلك. من الجدير التأكيد على أن هذه توقعات بالمعنى النظري، أي أننا نقدم تأكيدًا هادئًا لما سيحدث في الفئات التي لم نستخدمها لاستنتاج تصميمنا؛ وأنا لا أدعي أن هذا "تجربة أجريتها". ومع ذلك، فهي مجرد توقعات وعندما نأخذ الأدلة/الدراسات في الاعتبار كأساس لهذه التوقعات، فإنها كلها قابلة للتوسع بشكل كبير. بعض النتائج الرئيسية المتوقعة موضحة أدناه:

1. تقدم غير مسبوق في التنبؤ والدقة في الطلب:

1. من المرجح أن يحول الذكاء الاصطناعي دقة التنبؤ بالطلب، وخطط تحسين المخزون للأفضل، وبالتالي تغيير النماذج التجارية الكلاسيكية.
2. لديك مئات العوامل التي يمكن تدريب خوارزمية التعلم الآلي للنظر فيها (البيانات التاريخية، الاتجاهات السوقية وما يحدث هناك في المحيط، أنماط الطقس ونشاط المستهلك عبر الإنترنت...) وتقدير الطلب بدقة أكبر من الإجراءات التقليدية.
3. في الواقع، وفقًا للتقارير التي قرأتها وعلى الأقل حل واحد للذكاء الاصطناعي في الممارسة (بعض عملائنا في التكنولوجيا العالية)، شهدت الشركات التي تستخدم أنظمة التنبؤ التي تستخدم الذكاء الاصطناعي انخفاضًا بنسبة 30-50٪ مقارنة باستخدام النماذج غير المعتمدة على الذكاء الاصطناعي.
4. هذا تخفيض كبير في نفاد المخزون والفائض في المخزون، حيث أظهرت دراسة حالة واحدة حتى أنها خفضت المخزونات الخبيرة بنسبة 20٪ وزادت المبيعات بحوالي 10٪، بفضل التنبؤات الأفضل بزيارات الطرق.
5. لذا يمكننا أن نفترض أن إدارة المخزون في المستقبل ستكون في الوقت الفعلي والوقائية، حيث يتم تعديل مستويات المخزون/جداول إعادة الطلب تلقائيًا بالاعتماد على التنبؤ الدقيق من الذكاء الاصطناعي (التنبؤ بالحاجة قبل أن تنشأ).

2. تحسين كفاءة العمليات اللوجستية، تقليل التكاليف:

1. أحد النتائج المتوقعة الرئيسية هو أن الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تحسين كفاءة سلسلة التوريد بشكل عام.
2. التطبيقات مثل الذكاء الاصطناعي في تحسين المسارات يمكن أن تقلل من مسافة السفر وهدر الوقت.
3. على سبيل المثال، قامت DHL ببناء محرك تخطيط بالذكاء الاصطناعي يأخذ في الاعتبار 58 معلمة مختلفة أثناء تحسين مسارات الشحن وتمكنت من تقليل مسافة الشحن بحوالي 15٪ وانبعثات الكربون بحوالي 10٪.
4. في الوقت الفعلي، يمكن لأنظمة إدارة النقل الذكية أيضًا التكيف؛ إذا كان هناك ازدحام مروري أو طلب فوري، فإن النظام سيغير مسارات العشرات من الشاحنات في ثوانٍ - شيء لا يمكن لأي إنسان القيام به.
5. نتوقع أيضًا إدارة مستودعات أفضل مقدمة من الروبوتات والبرامج الذكية: المستودعات التي تم "تزويدها بالذكاء الاصطناعي" شهدت منذ ذلك الحين زيادة بنسبة 25-40٪ في الإنتاجية التشغيلية، وتقليل الأخطاء في أي مكان بين 30 إلى 90 في المائة مقارنة بالعمليات التقليدية.
6. الأخطاء الأقل تعني شحنات أقل غير صحيحة أو تالفة، مطالبات ومرتجعات أقل (وبالتالي توفير الوقت والمال).

7. حيث سيقولون في التكاليف هو ما يعرف بتكلفة سلسلة التوريد. هناك، كل هذا قد يترجم إلى توفيرات حقيقية في العالم في سلسلة التوريد!

8. وفقًا لتقرير حديث من كابجيميني، قامت المنظمات التي دمجت الذكاء الاصطناعي في عمليات سلسلة التوريد بتخفيض التكاليف بنسبة 15٪ في المتوسط مع تقديم مستويات خدمة أعلى.

9. لذا في المدى القصير، سنرى سلاسل توريد "أذكى" وأكثر رشاقة: هدر أقل للموارد (سواء كانت مركبات، طاقة أو وقت العمال) حيث يتخذ الذكاء الاصطناعي قرارات تحسين مستمرة بشأن التخزين للنقل وجدولة الموارد.

3. زيادة مرونة ومرونة السلاسل:

1. أحد النتائج المتوقعة هو أن الذكاء الاصطناعي سيجعل السلاسل أكثر مرونة ومرونة ضد الصدمات.
2. سيتمكن المديرون من تحديد إشارات الإنذار المبكر لأي اضطراب محتمل قبل الحدث بفضل توليد التنبيهات المدفوعة بالذكاء الاصطناعي من خلال مراقبة سلسلة التوريد من المصدر إلى الوجهة.
3. على سبيل المثال، يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي اكتشاف مؤشرات معينة، مثل تحول صغير من قبل مورد واحد بعيدًا عن نمطه العادي لوقت التسليم (أو تقلب في أسعار المواد الخام... أو حتى حدث مثل إعادة انتخاب رئيس الوزراء مودي)، وربط هذه النقاط لاستنتاج احتمال وجود مشكلة قريبة - تنبيه الأشخاص العمليتين إلى ما إذا كانوا بحاجة إلى البدء في القلق بشأن الأمور التي تسير بشكل خاطئ بسرعة - حتى يتمكنوا من القيام بشيء ما الآن.
4. الرؤية الشاملة في الوقت الفعلي (ما يسميه بعض الخبراء "برج التحكم الذكي") ستصبح حقيقة للعديد من الشركات: وجدنا أن 65٪ من المنظمات والقادة لديهم الآن رؤية كاملة على سلسلتهم مع هذه الرؤية بالذكاء الاصطناعي، مقابل ستة في المائة فقط سابقًا.
5. هذه الخطوة الكبيرة في الرؤية تفتح الباب لتكون أكثر استجابة: في حالة حدوث اضطراب مفاجئ (تسونامي يغلق ميناء بحري مؤقتًا أو إضراب عمالي غير متوقع)، ستكون أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على إعادة التخطيط فورًا للسفن الجديدة، جداول الإنتاج أو الموردين وتوليد توصيات سريعة يمكن للمديرين تنفيذها بأنفسهم.
6. هناك أدلة تدعم ذلك، بما في ذلك حقيقة أن الشركات التي لديها منصات ذكاء اصطناعي للمراقبة والتنسيق كانت أقل تأثرًا بثلاث مرات بكوفيد مقارنة بتلك التي لا تمتلك مثل هذه المنصات.
7. لذلك، يجب أن نرى سلاسل توريد ذاتية الشفاء في الممارسة: السلسلة قادرة على إدراك المشكلة - بقدر الإمكان تلقائيًا - قبل أن تزداد سوءًا وتؤثر على العملاء.
8. سنترجم هذه المرونة إلى اضطرابات أقل في التوريد، مما يعني خسائر أقل في الأزمات واستمرار تدفق الأعمال حتى في وسط بيئة مضطربة (فوضوية) وغير متوقعة كما هو متوقع للمستقبل.

تحسين مستوى الخدمة ورضا العملاء:

استخدام بيانات الذكاء الاصطناعي عبر حلقات سلسلة التوريد سيكون له تأثير إيجابي على تجربة خدمة العملاء النهائية أيضًا. الجانب الثاني هو أن توفر المنتجات يتحسن بسبب الدقة الأكبر والإمكانية في المخزون أيضًا. بعبارة أخرى: سيجد العميل المنتج الذي يريده في مكان مقبول بالنسبة له، ولكن أيضًا في الوقت المناسب مع احتمال أعلى. سيساعد الذكاء الاصطناعي أيضًا في تسريع التسليم من خلال المشاركة في التخطيط ومن خلال الأتمتة في مراكز الفرز والتوزيع (فكر في مراكز أمازون المستقبلية التي تعالج ملايين الطلبات يوميًا). علاوة على ذلك، يمكن للخدمات الذكية بعد البيع مثل معالجة اللغة الطبيعية أن تساعد الأنظمة في فهم استفسارات العملاء بسرعة وتقديم استجابة مناسبة لهم حول طلباتهم أو أي مشكلة أخرى.

نتوقع أيضًا أن يتم استخدام المساعدين الافتراضيين المعتمدين على الذكاء الاصطناعي للعملاء (على مواقع البيع أو تطبيقات الشركة) لتحديثهم في الوقت الفعلي حول الشحنات، وأتمتة اقتراح الحلول البديلة بسبب التأخير ("طلبك متأخر بسبب وجود عاصفة، ولكن نفترح عليك منتجًا متاحًا يتم تسليمه على الفور"). سيكون العملاء أكثر رضا نتيجة لذلك.

وجدت دراسة استقصائية من Salesforce لعام 2023 أن الشركات التي دمجت الذكاء الاصطناعي في عمليات خدمة العملاء الخاصة بها (المتعلقة بسلسلة التوريد) شهدت زيادة متوسطة قدرها 15 نقطة في درجة صافي المروجين. بعبارة أخرى؛ من المرجح أن يكون مستقبل سلاسل التوريد أكثر تركيزًا على العملاء مما كان عليه في أي وقت مضى، حيث تتكيف بسرعة وتقدم تحديثات في الوقت الفعلي للعملاء الذين يطلبونها. ستتعاكس الفوائد على العملاء من حيث زيادة الموثوقية، وتحسين أداء التسليم في الوقت المحدد، وتقليل ندرة المنتجات وتحسين الخدمة بشكل عام.

تمكين استراتيجيات الاستدامة والمسؤولية الاجتماعية:

نتيجة مهمة أخرى مقصودة هي أن الذكاء الاصطناعي سيمكن المنظمات من تحقيق الأهداف البيئية والاجتماعية المستدامة داخل سلاسل التوريد. يمكن القيام بذلك بعدة طرق:

أولاً، تقليل استهلاك الموارد (سواء كان الوقود أو الكهرباء) من خلال تحسين توجيه وشبكة اللوجستيات من النقل إلى التخزين مما يؤدي إلى تقليل انبعاثات الكربون. تستخدم Unilever وغيرها بالفعل منصات الذكاء الاصطناعي لتتبع البصمة الكربونية للمنتجات في سلسلة التوريد الخاصة بها، مما يؤدي إلى تقليل بنسبة 65% لكل طن من المنتج من خلال التحسينات المستمرة المدعومة بالذكاء الاصطناعي.

في الحالة الثانية، تحسين إدارة النفايات والنفايات: يمكن أن يساعد التنبؤ الدقيق بالطلب في تقليل الإنتاج الزائد الذي يتحول مباشرة إلى منتجات مهمة بالإضافة إلى آليات اللوجستيات العكسية المكلفة (التقاط/التخلص من المنتج أو إعادة التدوير) وإنشاء خوارزميات لتحديد أفضل بدائل إعادة الاستخدام/التخلص المسؤول.

ثالثاً، تعزيز الشفافية والأخلاق في سلسلة التوريد: على سبيل المثال، يمكن للتقنيات مثل البلوكشين المدمجة مع الذكاء الاصطناعي تتبع مصادر المواد للامتثال للمعايير الأخلاقية (مثل عدم استخدام عمالة الأطفال) أو أن تكون من موردين ملتزمين بيئياً. سيمكن الذكاء الاصطناعي أيضاً من الرقابة الفورية على الامتثال لموردي الشركة: يمكن للنظام مسح الأخبار والتقارير حول موردين معينين، وإطلاق تنبيه داخل الشركة إذا كان هناك انتهاك (مثل الأضرار البيئية التي تسببها أحد الموردين أو إساءة معاملة العمال من قبل آخر).

سيساعد هذا الجهد الجماعي الشركات على إنشاء سلاسل توريد مستدامة ومسؤولة تتماشى مع رغبة المجتمع والحكومة في تقليل التأثير البيئي وتحسين ظروف العمل. نظراً لأن الاستدامة قد تلاقحت بشكل متزايد مع سمعة الشركات والميزة التنافسية، نتوقع أن يكون الذكاء الاصطناعي محورياً في مساعدة الشركات على تحقيق هذه الأهداف دون المساس بالكفاءة - في الواقع، من المرجح أن تكتشف أن الكفاءة والاستدامة يمكن أن تكونا وجهين لعملة واحدة عند السعي لتحقيقهما معاً من خلال التحول الرقمي الحكيم.

باختصار، تشير النتائج المتوقعة إلى أن سلاسل التوريد ستتحج نحو مستقبل مشرق مع تطبيق الذكاء الاصطناعي حيث يتم تحسين الكفاءة في نفس الوقت الذي تتسارع فيه العمليات وتصبح المرونة والاستعداد لمواجهة الصعوبات أكثر حدة بينما يصل مستوى الخدمة والاستدامة إلى ذروة غير مسبوق. ولكن يجب أن يضاف أن هذه ليست تلقائية بل، وهنا يجب أن تأتي المؤسسات - مع التحضير الواعي والاستثمار كما سنعكس أدناه.

التوصيات:

في ضوء الدراسات النظرية والنتائج البحثية المتوقعة، هناك عدد من التوصيات العملية والمقترحات التي يجب أن تكون موجهة للمسؤولين عن إدارة التوريد، وصناع القرار في المؤسسات، والسلطات وكذلك في المجال الأكاديمي للباحثين المستقبليين. تم تصميم هذه الإرشادات لتعظيم فائدة تقنيات الذكاء الاصطناعي مع تجنب بعض التحديات عند دمجها في سلاسل التوريد:

اتباع نهج استراتيجي من الأعلى إلى الأسفل. الشركات التي ترغب في التحرك نحو سلاسل التوريد الذكية تحتاج إلى تضمين تبني التكنولوجيا لأنها جزء من الاستراتيجية، وليس مجرد مساعدة إضافية. يجب أن يكون لدى القيادة العليا الذكاء الاصطناعي كأجندة واضحة وتوفير الموارد بسرعة لذلك. تعيين قيادة مركزة (مثل رئيس سلسلة التوريد الرقمية)، مع رؤية لكل من وظائف تكنولوجيا المعلومات والعمليات/سلسلة التوريد، الذي سيكون قادراً على توجيه المشروع إلى الأمام دون الوقوع في الروتين البيروقراطي. من المرجح أن تكون مشاريع الذكاء الاصطناعي التي تأتي من قمة الهرم الإداري للشركة وتشارك نفس الرؤية مع الإدارة ناجحة وتحظى بثقة الموظفين.

الاستثمار في البنية التحتية الرقمية والبيانات: البيانات هي الأساس للذكاء الاصطناعي. لذلك، توصي الدراسة بأن تبني الشركات قدرات تقنية قوية لتمكينها من إدارة بيانات سلسلة التوريد. مصادر أخرى وفيرة من البيانات المولدة، لا سيما أنظمة تخطيط موارد المؤسسات الحديثة اليوم ومستودعات البيانات الموحدة التي تدمج عبر مناطق تشغيلية متعددة تطبيق حلول إنترنت الأشياء للعمليات الميدانية في الوقت الفعلي (من الأساطيل إلى التخزين) تمثل بعض الأمثلة فقط. يجب أن يكون هناك تقدم إضافي في جودة البيانات - وكذلك أي نقاط ضعف يتم تسويتها قبل نشر حلول الذكاء الاصطناعي. ذلك لأن الذكاء الاصطناعي يعتمد فقط على جودة واكتمال وتوقيت مدخلاته. مع ذلك، يمثل الاستثمار في حوكمة البيانات وإجراءات التكامل التي تتم إدارتها بين أنظمة الشركة ومورديها خطوة أولية حاسمة لتحقيق القيمة من الذكاء الاصطناعي.

تطوير المهارات والقدرات البشرية: سيكون هناك دائماً إنسان في المعادلة. توصي الدراسة بأن يتم تعزيز رحلة الرقمنة ببرامج تدريبية واسعة لتطوير قدرات الموظفين في التفاعل وتحليل مخرجات الأنظمة الذكية. يجب أن تكون الشركات محفزة لإرسال أعضاء سلسلة التوريد الخاصة بها من خلال دورات في علم البيانات والتحليلات - والعكس صحيح - لجعل الطاقم الفني على دراية بسلاسل التوريد. سنحقق أفضل استخدام للذكاء الاصطناعي إذا قمنا بتوظيف موظفين يجمعون بين الخبرة التقنية والتشغيلية. بعض الممارسات الجيدة تشمل تشكيل فرق متعددة الوظائف لمشاريع الذكاء الاصطناعي في سلسلة التوريد، التي تضم بالفعل أعضاء يمثلون مجالات مختلفة (التوريد/التكنولوجيا/الموارد البشرية/السوق) للحصول على رؤية متكاملة أثناء تطوير الحلول. الإدارة الثقافية والمهارية للتغيير هي المفتاح؛ يجب تذكير الموظفين بأن الذكاء الاصطناعي هو أداة لتمكينهم، وليس لاستبدالهم، وشرح كيف ستتطور أدوارهم من إدارة العمل الروتيني (مثل تحليل الاستثناءات أو بناء العلاقات) إلى مهام ذات قيمة أعلى حيث تتولى الآلات الجزء المرهق.

البدء بمشاريع تجريبية محدودة: حتى في عالم من الإمكانيات اللامحدودة لتطبيق الذكاء الاصطناعي، يجب على المؤسسات القفز باستخدامه على أساس محدود في البداية بدلاً من تنفيذه بشكل عام. بدلاً من ذلك، توصي الأبحاث باختيار حالة استخدام ذات عائد واضح وسريع - مثل تحسين توقعات الطلب على منتج معين أو تحسين مسارات منطقة معينة - وتجربة مشروع فيها. سيمكن ذلك، على سبيل المثال من النتائج الفعلية (أخطاء أقل أو تكاليف أقل) وأثناء تحديد دراسة جدوى واقعية داخل الشركة وكذلك الحواجز التقنية أو التنظيمية المعروفة لتحديدها في مرحلة مبكرة. يمكن توسيع نطاق التطبيق ليشمل المزيد من المنتجات أو المناطق أو العمليات بعد تجربة ناجحة والتعلم من خلال العمل. يقلل هذا التجريب التدريجي من المخاطر ويبنى ثقة أصحاب المصلحة بمرور الوقت.

من المهم تعزيز التكامل مع شركاء سلسلة التوريد: حيث قد يجلب التحول الرقمي فوائد، لا يمكن أن يقتصر داخلياً بل يجب أن يشارك الشركاء الخارجيون (الموردون، شركات النقل، العملاء الرئيسيون). تقترح الأبحاث أن يفكر شركاء سلسلة التوريد في استخدام الأنظمة التعاونية ومشاركة البيانات بأمان قدر الإمكان دون تأخير. على سبيل المثال، مشاركة توقعات الطلب مع الموردين من خلال منصة ذكاء اصطناعي مشتركة أو تشغيل نظام الشركة مع نظام شركات النقل للحصول على تحديثات تتبع محدثة. ستعمل مشاركة البيانات في الوقت الفعلي على تحسين تنسيق الاستجابة وتحديد العواقب في وقت مبكر. كما يمكنك أن تتخيل، يتطلب ذلك إنشاء الكثير من الثقة بين جميع الأطراف المعنية ووجود اتفاقيات واضحة لضمان تجنب تسرب البيانات وكذلك قضايا الملكية الفكرية. ولكن أظهرت التجربة أنه - كما هو الحال مع GSRI بالتعاون مع اليونيسف - تعزيز البيانات غير التنافسية بين الشركاء يعزز مرونة الجميع. لذلك، قد تساعد التحالفات الاستراتيجية أو التعاون مع الشركاء نحو تنفيذ مشاريع الذكاء الاصطناعي المشتركة (مثل نظام إدارة المخاطر المشترك في سلسلة التوريد).

البقاء على اطلاع بما هو جديد في الذكاء الاصطناعي وأفضل الممارسات: يستمر المشهد المحيط بالفضاء في النمو بسرعة لذا يجب على الجميع من الشركات والأكاديميا البقاء على اطلاع دائم بالتطورات الجديدة. يجب أن يكمل ذلك بتقييمات متكررة (مثل سنوية) للتقنيات الناشئة في أفق سلسلة التوريد، مثل الذكاء الاصطناعي التوليدي الذي أصبح مفيداً في محاكاة السيناريوهات المعقدة أو الوكلاء المستقلين الذين يستخدمون الخوارزميات الذكية لاتخاذ قرارات بدون مخططات تلقائياً. قد تبدو هذه التقنيات لا تزال بعيدة جداً الآن، لكنها تقترب - حيث يمكن أن يتم إكمال ما يصل إلى 30% من قرارات الروتين في سلسلة التوريد تلقائياً بواسطة وكلاء الذكاء الاصطناعي في السنوات الخمس المقبلة. بالطبع، المؤيدون على حق في أن الشركات الأخرى يجب أن تحقق الآن في كيفية استفادتها من هذه الابتكارات وما هو الدور الذي يجب أن تلعبه التقنيات في استراتيجيتها الرقمية. من الجيد أيضاً التعلم من أفضل الممارسات العالمية من خلال حضور المؤتمرات أو المنتديات الصناعية حيث يمكنك فهم كيف فاز الآخرون (مثل كيف تستخدم أمازون الروبوتات في مستودعاتها، أو كيف تستخدم ميرسك الذكاء الاصطناعي للصيانة التنبؤية).

الاعتبارات الأخلاقية والحوكمة: أخيرًا، اقترح رئيسي يظهر هو الحاجة إلى وضع إرشادات أخلاقية وآليات حوكمة حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل سلاسل التوريد. سيتعين على المؤسسات ضمان أن الخوارزميات المستخدمة عادلة ومفتوحة قدر الإمكان، بحيث لا تسبب تمييزًا ضد الموردين الصغار أو مناطق معينة. وبالطبع يجب أن نكون واعين أيضًا بشأن أمن البيانات - كلما زادت الاتصال ومشاركة المعلومات الرقمية، زادت احتمالية الهجمات الإلكترونية. لذلك، لتجنب أن تصبح سلسلة التوريد الذكية محفّرًا للأزمات في حالات الطوارئ وضمان التنمية المستدامة للأعمال، يوصى عند وضع متطلبات أمن صارمة (توفير خدمة تشفير البيانات) محددة على ثلاثة مستويات تتراوح من مراقبة النظام للتحذير المبكر وصولاً إلى خطط الاسترداد. الوفاء بتطوير التشريعات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي (بما في ذلك الالتزامات المتعلقة بالشفافية، على سبيل المثال، بناءً على قوانين حماية البيانات أو متطلبات تفسير القرارات في بعض الصناعات) أمر لا غنى عنه أيضًا. إعداد سياسات داخلية للاستخدام المسؤول للتقنيات - مثل تثقيف الموظفين حول أخلاقيات الذكاء الاصطناعي والتحقق من نماذج التعلم بانتظام حتى لا تنحرف - سيؤدي إلى زيادة الثقة من جميع أصحاب المصلحة (الموظفين، الشركاء، العملاء، الجهات التنظيمية) نحو التحول الرقمي المستهدف.