# دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة سلاسل الامداد والخدمات اللوجستية

# The Role of Artificial Intelligence in Enhancing the Efficiency of Supply Chains and Logistics Services


**أ. مصدق شملي***
جامعة الجزائر 3 – الجزائر
**selim.chemli@gmailcom**

**أ.د. بكطاش فتيحة**
جامعة الجزائر 3 – الجزائر
**fatiha.bektache@gmail.com**



تاريخ الاستلام: 2025/10/25 تاريخ القبول للنشر:2025/11/18 تاريخ النشر:2025/12/20



**ملخص:**

تستعرض هذه المقالة تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة ودورها في تعزيز كفاءة سلاسل الامداد وخفض تكاليف الخدمات اللوجستية، وتشمل المحاور الرئيسية دمج تقنيات إنترنت الأشياء مثل تقنية البلوك تشين (Blockchain) لتطوير أنظمة التتبع الذكية التي تساهم في تخطيط المسارات المثلى وتحسين إمكانية الوصول ودقة مواعيد التسليم.

كما تتناول المقالة استخدام تحليلات البيانات الضخمة في التنبؤ بالطلب في قطاع الخدمات اللوجستية، بالاضافة الى إعتماد الأتمتة اللوجستية مثل الروبوتات للحد من الاخطاء البشرية والمستودعات الذكية لإدارة المخزون بكفاءة، وتعد هذه التقنيات ضرورية لتحسين كفاءة سلاسل الامداد وتعزيز أداء الخدمات اللوجستية بشكل عام.



**الكلمات المفتاحية:** الخدمات اللوجستية، سلاسل الامداد، الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، تحليلات البيانات الضخمة.

**تصنيفات JEL:** L87, O33, L91, M11.



**Abstract:**

This article reviews advanced artificial intelligence (AI) technologies and their role in enhancing supply chain efficiency and reducing logistics costs. Key areas of focus include the integration of Internet of Things (IoT) technologies, such as Blockchain for smart tracking systems, which support optimal route planning and improve accessibility and on-time delivery.

The paper also explores the application of big data analytics in demand forecasting within the logistics sector, and the adoption of logistics automation technologies, including robotics for minimizing human error and smart warehouses for efficient inventory management. Collectively, these technologies are vital for improving supply chain efficiency and enhancing overall logistics performance.



**Keywords:** Logistics, Supply Chain, Artificial Intelligence, Internet of Things, Big Data Analytics.

**Jel Classification Codes:** L87, O33, L91, M11.



* المؤلف المراسل.

**1. مقدمة:**

تعد الخدمات اللوجستية أحد العناصر الأساسية لضمان تدفق السلع والخدمات بكفاءة، إذ تتطلب إدارة فعالة لمراحل سلسلة الإمداد بدءًا من التوريد والتخزين والنقل وصولًا إلى التوزيع للمستهلك النهائي. ويؤدي ضعف التكامل بين هذه المراحل إلى ارتفاع التكاليف اللوجستية، وتأخر التسليم، وصعوبة التنبؤ بالطلب.

ومع التطور التقني، برز الذكاء الاصطناعي كأداة استراتيجية لإحداث نقلة نوعية في إدارة اللوجستيات وإعادة تشكيل منظومة اللوجستيات، من خلال توظيف تقنيات مثل تحليل البيانات الضخمة، و الأتمتة، وأنظمة التتبع الذكية. تسهم هذه الأدوات في تعزيز دقة التنبؤ بالطلب وتحسين تحليل البيانات واتخاذ القرارات الدقيقة، وتقليل الفاقد، وتحسين إدارة المخزون ومسارات النقل. كما تُسهم هذه التقنيات في رفع كفاءة الأداء اللوجستي، وتخفيض التكاليف، وتعزيز رضا العملاء.

رغم الأهمية المتزايدة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم الخدمات اللوجستية وتعزيز كفاءة سلاسل الإمداد وتلبية متطلبات السوق، لا تزال العديد من دول العالم تواجه تحديات كبيرة في دمج هذه التقنيات في سوق اللوجستيات خاصة تلك المرتبطة بتكلفة الاستثمار وضعف البنية التحتية الذكية ونقص البيانات.

من هنا تبرز الاشكالية الرئيسية على النحو التالي:

**ما هي تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي وجب إنتهاجها لتطوير الخدمات اللوجستية؟ وكيف يمكنا لإيجاد حلول لوجستية مبتكرة أن يسهم في خفض التكاليف اللوجستية وتحسين أداء و كفاءة سلاسل الإمداد ؟**

**فرضيات الدراسة:**

بناءا على اشكالية الدراسة يمكننا صياغة الفرضيات على النحو الأتي:

- إعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة سيعزز كفاءة الخدمات اللوجستية وادارة سلاسل الامداد؛
- إعتماد تقنيات إنترنت الأشياء مثل تقنية البلوك تشين (Blockchain) سيجعل الخدمات اللوجستية أكثر تتبعا وأمنا وشفافية؛
- إعتماد تحليلات البيانات الضخمة سيساعد على تطوير مستويات التنبؤ بالطلب على السوق اللوجستي؛
- تبني أتمتة الخدمات اللوجستية مثل الروبوتات اللوجستية وروبوتات المستودعات سيخفض التكاليف ويعزز الأداء اللوجستي.

**أهمية الدراسة:**

تنبع أهمية الدراسة من التحول المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي التي أصبحت كأداة أساسية في تحسين الانشطة الاقتصادية وعلى وجه الخصوص في مجال الخدمات اللوجستية وإدارة سلاسل الامداد، إذ يساهم دمج هذه التقنيات المتقدمة في تحسين كفاءة العمليات اللوجستية وتعزيزها من خلال تخطيط مسارات الشحن بإستخدام أنظمة التتبع ذكية، وتحقيق دقة أعلى في التسليم، والتنبؤ بالطلب وإدارة المخزون عبر سوق الروبوتات اللوجستية والمستودعات الذكية، يعكس التوظيف التكنولوجي المتقدم دور الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة الأداء اللوجستي وتع وتعزيز مرونة سلاسل الامداد.

**أهداف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة الى تسليط الضوء على أهمية دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، والاستثمار في البنية التحتية الذكية المرتبطة بها لتحسين كفاءة الخدمات اللوجستية، ويتحقق ذلك من خلال تعزيز فعالية العمليات التشغيلية وخفض التكاليف وتبسيط سلاسل الامداد، لا سيما في ظل الاتجاه المتزايد نحو أتمتة سوق اللوجستيات باستخدام الروبوتات والمستودعات الذكية ودورها في دعم الأداء اللوجستي.

## 1. المفاهيم الاساسية حول سلاسل الامداد والخدمات اللوجستية

نستعرض ضمن هذا الجزء المفاهيم الاساسية المتعلقة باللوجستيات وادارة سلاسل الامداد والخدمات اللوجستية، بالإضافة الى مناقشة أنواع مقدمي الخدمات اللوجستية من مختلف الأطراف.

### 1.1. تعريف علم اللوجستيات

يمكننا اعطاء مفهوم شامل للوجستيات وما يتصل بها من مفاهيم فرعية على النحو التالي:

- **اللوجستيات Logistics**

العمليات التي ترتكز على أسس عملية بغرض دراسة جميع العوامل الضرورية لتخطيط تدفق المواد والموارد والمعلومات من منتجي السلع او مقدمي الخدمات الى المستخدمين والمستهلكين وتنفيذها وتوجيهها ومراقبتها ضمن أنظمة معينة بهدف الاستغلال الامثل للزمان والمكان والطاقات لتعطي معنى أشمل هو تدبير الحاجيات.

- **إدارة اللوجستيات logistics Management**

هو ذلك الجانب من إدارة سلسلة التوريد التي تخطط وتنفذ وتتحكم في تدفق وتخزين البضائع والخدمات بكفاءة وفعالية الى الامام والعكس، والمعلومات ذات الصلة بين نقطة المنشأ ونقطة الاستهلاك بالترتيب لتلبية متطلبات العملاء.

- **سلسلة الإمداد supply chain**

عملية تبدأ بالمواد الخام غير المجهزة وتنتهي بقيام العميل النهائي باستخدام او استهلاك البضائع تامة الصنع، وتشمل كلا من التدفقات المادية والمعلومات والبائعين، كما أنها تنظر الى مقدمي الخدمات والعملاء على أنهم روابط اساسية في سلسلة التوريد.

- **إدارة سلسلة الامداد supply chain Management**

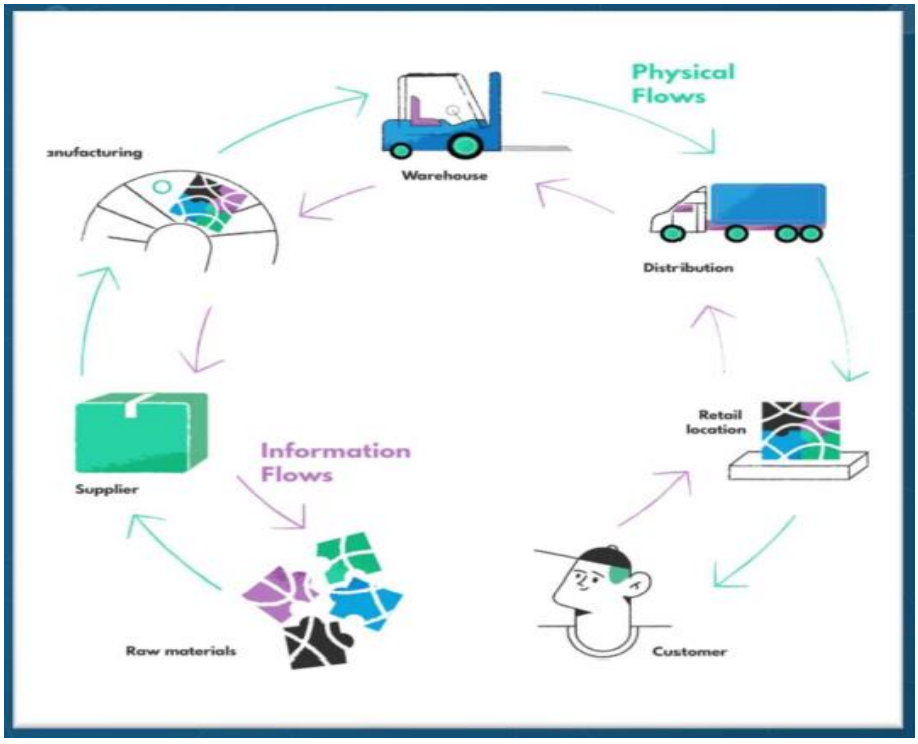
عملية تشمل تخطيط وإدارة جميع الانشطة المشاركة في تحديد المصادر والمشتريات والتحويل وجميع انشطة ادارة اللوجستيات، كما تشمل التنسيق والتعاون مع القنوات الشريكة والتي تتضمن الموردين والوسطاء ومقدمي الخدمات والعملاء. (جامعة جدة، www.uj.edu.sa )

- **الخدمات اللوجستية: logistics services**

يعرف مجلس محترفي ادارة سلاسل الامداد اللوجستيات على أنها "جزء من عملية سلسلة الامداد التي تخطط وتنفذ وتتحكم في تدفق وتخزين السلع والخدمات والمعلومات ذات الصلة بكفاءة وفاعلية وعكسها بين نقطة المنشأ ونقطة الإستهلاك من أجل تلبية متطلبات العميل.

وفي إدارة لوجستيات سلسلة الامداد، يعرف أساتذة جامعة ميشيغان الخدمات اللوجستية بأنها انشطة النقل والتخزين والتعبئة والتغليف وغيرها من الانشطة التي تنقل وتضع المخزون وتعترف بدورها فيما يتعلق بمزامنة سلسلة الامداد. (www.cfkc.gov.sa)

**الشكل 01: التدفق الفيزيائي والمعلوماتي للخدمات اللوجستية**




**المصدر:** علي فهمي (2022) **حلقة نقاش :إعداد مهن النقل في المنطقة العربية وتحديات المستقبل**، الدورة الثالثة والعشرين للجنة النقل واللوجستيات، تنظيم الاسكوا بالتعاون مع الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، 2022، ص 11.

يوضح الشكل أعلاه تدفق الخدمات اللوجستية الفيزيائي بدءاً من المصدر (الموردين) وصولا الى الوجهة النهائية (السوق)، مروراً بمختلف العمليات اللوجستية مثل النقل، التخزين والمناولة، التعبئة والتغليف وغيرها، كما تشمل اللوجستية العكسية التدفق العكسي للمعلومات من العميل الى المنتج و يلعب دورا مهما في التأثير على مختلف الدوائر الانتاجية من خلال نظام التغذية الراجعة (Feedback)، وتزداد أهمية خدمات اللوجستية العكسية سواء كان كانت مادية او معلوماتية خاصة في حالات عدم الاستعانة بمصادر خارجية لتقديم هذه الخدمات، نظرا لصعوبة التحكم الكامل في سلسلة الامداد.

### 2.1. أنواع مقدمو الخدمات اللوجستية

تعرف مقدمو الخدمات اللوجستية على أنهم شركات متخصصة تسند اليها مهام تنفيذ بعض او جميع العمليات اللوجستية، او الاستعانة بمصادر خارجية لتنفيذ خدمات لوجستية تختلف حسب مستوى تدخل الطرف الخارجي وطبيعة الخدمات اللوجستية المقدمة، ويمكن تصنيفها على النحو الأتي:

- **مقدموا الخدمات اللوجستية من الطرف الأول: First party logistics (1PL)**

في هذا النموذج، تقوم الشركة بإدارة كافة عملياتها اللوجستية داخليًا دون الاستعانة بأطراف خارجية. وغالبًا ما تمتلك هذه الشركات أسطول نقل خاصاً بها، وتعتمد على مواردها الذاتية في تنفيذ الأنشطة اللوجستية مثل النقل والتخزين.

- **مقدموا الخدمات اللوجستية من الطرف الثاني: Second party logistics (2PL)**

يتمثل هذا النموذج في لوجستية الطرف الثاني، ويتمثل في قيام الشركات بإخراج جزء من عملياتها اللوجستية، لاسيما أنشطة النقل الى طرف ثاني يعمل كوسيط بين المنتج والمستهلك النهائي، وتعد هذه الشركات المسؤولة عن نقل السلع من مواقع الانتاج الى نقاط التوزيع المختلفة.

- **مقدموا الخدمات اللوجستية من الطرف الثالث: Third party logistics (3PL)**

هي شركات متخصصة تقدم مجموعة متكاملة من الخدمات اللوجستية، تتجاوز النقل الخارجي لتشمل أنشطة داخلية مثل التعبئة والتغليف، إدارة المخزون، المناولة، التخليص الجمركي، وخدمات ما بعد البيع، بما في ذلك اللوجستية العكسية. وتعد 3PL خيارا شائعا للشركات التي تسعى إلى تحسين الكفاءة التشغيلية دون إستثمار مباشر في البنية التحتية اللوجستية.

- **مقدموا الخدمات اللوجستية من الطرف الرابع: Fourth party logistics (4PL)**

تتسم شركات (4PL) بقدرتها على التحكم الكامل في سلسلة الإمداد بالنيابة عن الشركة الأم والعميل، من التوريد والنقل إلى التخزين و التوزيع وغيرها. وتتبنى هذه الشركات حلولاً متقدمة تشمل الأتمتة الصناعية، مثل إدخال الروبوتات في العملية الإنتاجية(Productique) ، بهدف تقليل الأخطاء وتحقيق مستويات عالية من الجودة (سياسة صفر عيب). كما توفر خدمات استشارية وتخطيطية استراتيجية كحلول لمختلف التحديات والمشكلات اللوجستية، بحيث تجعلها أكثر احترافية وتكاملاً من لوجستية الطرف الثالث (3PL).

- **مقدموا الخدمات اللوجستية من الطرف الخامس: Fifth party logistics (5PL)**

لوجستية الطرف الخامس (5PL) هي شركات تمثل الجيل الأحدث والأكثر تطورًا من مقدمي الخدمات اللوجستية الأخرى، حيث تمتلك القدرة على التنسيق بين عدد كبير من العملاء ضمن منظومة عالمية موحدة عبر منصات رقمية تعتمد على الحوسبة السحابية. وتستفيد هذه الشركات من تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)، وإنترنت الأشياء (IoT)، وأجهزة الاستشعار الذكية لتتبع حركة السلع وتحديد مسارات الشحن. كما تعتمد على تحليلات البيانات الضخمة في التنبؤ بالطلب وتحسين إدارة العمليات اللوجستية بشكل إستباقي. (عبد الرزاق، 2024)

## 2. تطبيقات الذكاء الإصطناعي ودورها في تعزيز كفاءة الخدمات اللوجستية

تشهد تكنولوجيا اللوجستيات التقليدية تطورا مستمرا وتحولا تدريجيا نحو الذكاء الاصطناعي، حيث شكلت تقنيات مثل الباركود و تحديد الهوية بموجات الراديو (RFID) والتبادل الالكتروني للبيانات (EDI) قاعدة صلبة لصناعة اللوجستيات، في حين أضافت التقنيات المتقدمة مثل إنترنت الأشياء (IoT)، والذكاء الاصطناعي (AI)، والبلوك تشين (Blockchain) وتحليلات البيانات الضخمة ديناميكية جديدة عززت من كفاءة العمليات اللوجستية وفعاليتها.

### 1.2. المفاهيم الأساسية حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي

#### 1.1.2. تعريف الذكاء الاصطناعي:

الذكاء الاصطناعي (AI) سلوك وخصائص معينة تتسم بها البرامج الحاسوبية تجعلها تحاكي القدرات الذهنية البشرية وأنماط عملها. من أهم هذه الخصائص القدرة على التعلم والاستنتاج ورد الفعل على أوضاع لم تبرمج في الألة.

هو فرع من فروع الحاسوب الذي يمكن بواسطته خلق وتصميم برامج الحاسبات التي تحاكي اسلوب الذكاء البشري لكي يتمكن الحاسب من أدا بعض المهام بدلا من الانسان، التي تتطلب التفكير، الفهم، السمع والتكلم بأسلوب منطقي ومنظم، كما يتميز بأنه دائم نسبيا وأنه أقل جهد وتكلفة.

دائما ما يعتمد تطور الألة على ما يجريه العقل البشري عليها من تطوير، فكلما قام الانسان بتغذية الألة وطور قدراتها برمجيا بخوارزميات الذكاء الاصطناعي كلما أصبحت أكثر ذكاءا وأكثر قدرة على إتخاذ القرار وحل المشكلات. (جامعة الملك عبد العزيز، 2020، ص 8-10)

#### 2.1.2. التمييز بين تقنيات الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي – المفهوم الواسع لإستخدام الذكاء غير البيولوجي لمعالجة البيانات وتفسيرها واستخلاص دلالتها لتوجيه عملية صنع القرار. التعلم الالي والتعلم العميق هما موضوعين مندرجين تحت علم الذكاء الاصطناعي.

- **التعلم الالي:** دراسة كيفية انشاء نماذج رياضية من البيانات للمساعدة في اتخاذ القرارات. يعتمد هذا العلم على وجود خبراء يحددون الميزات والخصائص بشكل مسبق للألة. (جامعة الملك عبد العزيز، 2020، ص11)

- **الروبوتات الذكية: (Intelligent Robotics)** تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتمكين الروبوتات من التفاعل مع البيئة واتخاذ قرارات مستقلة، كما هو الحال في الروبوتات المستخدمة في التصنيع، الجراحة وخدمات التوصيل خاصة في المطاعم والفنادق عند لوجستيات الميل الأخير. (عبد الرحيم، الصالح، مصطفى يوسف، 2025، ص13)

- **إنترنت الاشياء (IoT):** تعرف إنترنت الاشياء بنموذج حوسبة ناشئ يربط الاشياء المادية ويسمح لها بالتواصل، وهو مدفوع بالتقنيات الذكية مثل الحوسبة السحابية وشبكات الاستشعار اللاسلكية وتقنية الجيل الخامس، وتشمل انظمة متطورة عالية الدقة لتتبع حركة الشحن والتسليم في الوقت الفعلي. (عبد المنعم، منال، 2024، ص246)

### 2.2. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي في سوق اللوجستيات

تسهم أتمتة الخدمات اللوجستية وإنترنت الاشياء (IoT) في تحسين الرؤية والكفاءة داخل سلسلة التوريد، حيث يوفر تحليل البيانات الضخمة رؤية دقيقة حول أداء سلسلة التوريد، مما يمكن الشركات من إتخاذ قرارات أفضل وتعزيز كفاءة وفعالية العمليات اللوجستية. (Data Bridge Market Research,2025) وتتجلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سوق الخدمات اللوجستية في المجالات التالية:

#### 1.2.2. إستخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي في الخدمات اللوجستية

تعتمد العمليات اللوجستية وإدارة سلسلة الإمداد بشكل متزايد على تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة لأتمتة المهام اللوجستية المختلفة، مما يعزز القدرة على مراقبة وتخطيط الإنتاج بكفاءة أكبر وتحسين أداء سلسلة الامداد بشكل عام. وقد ساهم إدخال الروبوتات في الإنتاج، المعروف بإمداد الإنتاج (Productique) في تقليل التكاليف اللوجستية وزيادة فعالية العمليات التشغيلية. ويمكن تصنيف إستخدامات الذكاء الاصطناعي في قطاع اللوجستيات ضمن المجالات التالية: (عبد المنعم، منال، 2024، ص247)

**- سوق الروبوتات اللوجستية**

تشمل روبوتات الخدمات اللوجستية أي آلة أو نظام مستقل يستخدم لأتمتة تعظيم السلامة وتدفقات المنتجات وزيادة الإنتاجية في عمليات التخزين، وهي مرنة بطبيعتها وتقلل من تدخل العمالة البشرية. روبوتات الخدمات اللوجستية هي أنظمة أو ألات تستخدم في وحدات الانتاج و التخزين والمناولة والموانئ وخدمات التغليف والتعبئة وغيرها. تقلل روبوتات الخدمات اللوجستية من احتمالية حدوث أخطاء بشرية وتبسط العمليات اللوجستية.

شهدت السنوات الأخيرة نموا ملحوظا في الطلب على الروبوتات اللوجستية بسرعة كبيرة، مدعوما بالحاجة المتزايدة الى تحسين كفاءة العمليات اللوجستية داخل المؤسسات، وقد دفع هذا التوجه العديد من الشركات الى الاستثمار في أتمتة العمليات اللوجستية والانتاجية من خلال تقنيات مثل أنظمة الاسترجاع والتخزين الألي (AS/RS). وفي هذا السياق، تفكر العديد من الشركات في دمج الروبوتات اللوجستية في أنشطتها اليومية بهدف تقليل الاخطاء البشرية وتحقيق مبادئ الجودة الشاملة، والوصول الى مستوى خال من العيوب في المنتجات وفق ما يعرف بسياسة (صفر عيب). (Data Bridge Market Research,2025)

**- سوق روبوتات المستودعات**

يتطور سوق روبوتات المستودعات نحو دمج الروبوتات المتقدمة والذكاء الاصطناعي، مما يتيح للروبوتات أداء مهام معقدة باستقلالية وكفاءة أكبر، وتستثمر الشركات في تقنيات مثل التعلم الآلي والرؤية الحاسوبية لتعزيز قدرات الروبوتات على إتخاذ القرار، مما يسمح لها بالتكيف مع بيئات المستودعات الديناميكية.

على سبيل المثال، نشرت أمازون أكثر من 750 ألف روبوت متنقل وعشرات الألاف من الأذرع الروبوتية في مراكزها المخصصة لتلبية الطلبات، مستخدمة الذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات الفرز وإدارة المخزون.

يساهم هذا التوجه في ظهور "المستودعات الذكية"، حيث تعمل الروبوتات المدعومة بالذكاء الاصطناعي جنبا الى جنب العاملين لتحسين الكفاءة التشغيلية. ولا يقتصر دور هذه الروبوتات الى تبسيط عمليات المستودعات وتسهيل سير العمل داخل هذه المستودعات فحسب، بل يشمل خفض التكاليف اللوجستية وتحسين دقة مواعيد التسليم في الوقت المحدد، مما يضع معايير جديدة لصناعة الخدمات اللوجستية. (Data Bridge Market Research,2025)

أفاد تقرير صادر عن Inbound Logistics الى أن 5/4 المستودعات في مستوى العالم يتم تشغيلها يدويا، مما يشير الى وجود فرص واسعة لأتمتة العمليات اللوجستية، وفي هذا الإطار، بدأت الروبوتات اللوجستية Robots Logistics في العمل بشكل تعاوني مع البشر، مما ساعد على تعويض النقص في القوى العاملة وخفض التكاليف التشغيلية، وتعد الرقمنة في نظام المستودعات ومراكز التخزين والشحن أمرا أساسيا وحاسما في تسريع عمليات التسليم وتعزيز الكفاءة، وتبرز شركات مثل Amazon و DHL كمثال رائد في هذا المجال، حيث تعتمد على ألاف الروبوتات لإدارة عملياتها داخل مراكز الشحن والمستودعات بفعالية عالية. (بلقاسم، محمد الامين، 2025، ص25)

### 2.2.2. إستخدام إنترنت الاشياء (IoT) وأنظمة التتبع المتطورة لتبسيط سلسلة التوريد

يعتمد إبتكار تكنولوجيا الخدمات اللوجستية على مجموعة متنوعة من التقنيات، أبرزها إنترنت الاشياء (IoT)، حيث تمكن تقنية إنترنت الاشياء من مراقبة العمليات اللوجستية في الوقت الفعلي من خلال ربط الأجهزة والمستشعرات، مما يوفر دعما للبيانات لإتخاذ قرارات ذكية، على سبيل المثال تضمن أنظمة مراقبة درجة الحرارة عبر إنترنت الأشياء سلامة البضائع القابلة للتلف أثناء النقل من خلال تتبع درجة حرارة البضائع في الوقت الفعلي. (Zhuang, Yang , Lu , Xu, 2024, P12)

إن التحول من تقنيات النقل التقليدية إلى أنظمة اللوجستيات الشبكية التي تدعم إنترنت الأشياء (IoT)وأجهزة الاستشعار السحابي للإشراف عن بعد ومراقبة وإدارة عمليات سلسلة الإمداد، لقد زادت كفاءة منصة سلسلة الإمداد في قطاع الخدمات اللوجستية والنقل نتيجة لإستخدام إنترنت الأشياء. للمساعدة في إتخاذ القرارات بسرعة وفعالية، فإنه يوفر رؤية كاملة وتحديد أسرع لمشكلة الشبكة اللوجستية. (Data Bridge Market Research,2025) وتعتبر تقنية البلوك تشين (Blockchain) من أبرز تقنيات إنترنت الاشياء (IoT) الرائدة والتي حققت نجاحا باهراً في تتبع حركة الشحن وتعزيز الأمن والشفافية في التعامل بين المنتجين والمستهلك النهائي.

- **تقنية البلوك تشين (Blockchain)**

سلسلة الكتل (Blockchain) هي تقنية إتصال عالية الدقة لتتبع حركة الشحن عبر مختلف مسارات الرحلة من بدايتها الى نهايتها، لقد أتاح تطوير التقنيات الناشئة فرصا جديدة للإبتكار في تكنولوجيا اللوجستيات. فمثلا توفر سلسلة الكتل (Blockchain) تبادلا أكثر أمانا وشفافية للبيانات لصناعة اللوجستيات من خلال خصائص اللامركزية والتلاعب بالبيانات.

### 3.2.2. تحليلات البيانات الضخمة في إدارة سلاسل الامداد التنبؤية

تشير المعطيات التاريخية إلى أن نظم اللوجستيات التقليدية، خلال أواخر القرن العشرين، اعتمدت بصورة أساسية على السجلات الورقية وأنظمة الحاسوب البسيطة في إدارة عمليات النقل والمخزون. وقد إتسم هذه النموذج ببطء تدفق المعلومات وكان أكثر عرضة للأخطاء مما أدى الى انخفاض كفاءة الاداء. ومع التقدم في تكنولوجيا المعلومات، بدأ اعتماد تقنيتي الباركود (Code-Pare) و التعرف على ترددات الراديو (RFID) على نطاق واسع خلال أواخر القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين، الامر الذي ساهم بشكل في تحسين عملية جمع ومعالجة البيانات اللوجستية، كما ساعد إدخال أنظمة التبادل الالكتروني للبيانات (EDI) في المعلومات بدقة، مما شكل نقلة نوعية في تحديث وتطوير إدارة سلسلة الامداد والعمليات اللوجستية.

تلعب البيانات الضخمة دورا هاما في إبتكارات تكنولوجيا اللوجستيات، فمن خلال معالجة وتحليل كميات هائلة من البيانات، يمكن لشركات اللوجستيات إجراء تحليلات تنبؤية ومراقبة أنية، كما تستخدم تقنية البيانات الضخمة البيانات التاريخية للتنبؤ بالطلب على السوق، مما يحسن خطط النقل ويحدد المشكلات ويعالجها أنيا في سلسلة اللوجستيات. على سبيل المثال، تمكن أنظمة التنبؤ بالطلب القائمة على البيانات الضخمة شركات اللوجستيات من التنبؤ بطلب السوق بدقة أكبر وتحسين كفاءة سلسلة التوريد. (Zhuang, Yang , Lu , Xu, 2024, P2-3)

## 3. خوارزميات اللوجستيات الذكية

تتجلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة سلاسل الإمداد والخدمات اللوجستية من خلال دورها الفعال في خفض التكاليف وتعزيز كفاءة الأداء التشغيلي، ويتم تحقيق ذلك عبر توظيف خوارزميات اللوجستيات الذكية التي تساهم في تحسين مختلف جوانب سلسلة الإمداد، وذلك كما يلي:

### 1.3. خوارزمية تحسين المسار:

تعد خوارزمية تحسين المسار تقنية أساسية في نظرية الرسوم البيانية وتحليل الشبكات، إذ تهدف الى إيجاد المسار الأمثل أو الأقصر داخل شبكة معينة، وهو ما يُعد ذا أهمية خاصة في مجالات مثل الخدمات اللوجستية والنقل الذكي، وقد أسهمت الخوارزميات الجينية في تقديم حلول مبتكرة لتحديات تخطيط المسارات، خاصة في البيئات المعقدة والديناميكية.

في سياق الذكاء الاصطناعي، يُعد التخطيط الذكي للمسارات واتخاذ القرارات المؤتمتة من التطبيقات المحورية التي تعزز كفاءة الأنظمة اللوجستية، وقد أظهرت الدراسات أنه يمكن زيادة كفاءة النقل لشركات الخدمات اللوجستية بنسبة 25% من خلال تطبيق نظام تخطيط مسارات ذكي يسهم في تقليل المسافات الزمنية وزيادة دقة التنبؤ بالطلب.

لقد عزز ظهور عصر اللوجستيات الذكية تطوير الذكاء والأداء اللوجستيين، وفي هذا الصدد، يعد تطبيق التقنيات المتقدمة مثل تقنيات تخطيط المسار إتجاها مهما لإبتكار تكنولوجيا اللوجستيات، على سبيل المثال تعمل شركة أمازون (Amazon) على تحسين مسار النقل من خلال نظام تخطيط المسار الذكي الخاص بها وتحقيق إدارة ذكية للمخزون، مما يقلل بشكل كبير من تكاليف اللوجستيات ويحسن كفاءة النقل، وتعزيز الأداء اللوجستي في الوقت الحقيقي. (Zhuang, Yang , Lu , Xu, 2024, P 2-3)

### 2.3. خوارزمية الجدولة الذكية:

تُعنى خوارزميات الجدولة الزمنية بتحسين تخصيص الموارد وتوزيع المهام بشكل فعال بهدف رفع كفاءة العمليات اللوجستية. ومن بين الأساليب المستخدمة في هذا السياق، تُعد خوارزمية مستعمرة النمل (Ant

Colony Optimization - ACO)من النماذج البارزة في البحث والاستكشاف الشامل ضمن فضاءات الحلول المعقدة.

تعتمد هذه الخوارزمية على محاكاة السلوك الجماعي للنمل أثناء بحثه عن مصادر الغذاء، حيث يتم توجيه عملية البحث من خلال آليات إطلاق الفيرومونات وتحديثها استنادًا إلى جودة المسارات المكتشفة، وعند تطبيق هذا النموذج في مجال الجدولة اللوجستية، تساهم خوارزمية مستعمرة النمل في تحسين مسارات التوزيع وجدولة المهام اللوجستية بطريقة ديناميكية، كما تمكن من محاكاة التنسيق التعاوني بين المركبات ضمن شبكات النقل.

تكمن نقاط قوة هذه الخوارزميات في قدرتها على البحث العالمي، وقدرتها على التكيف والتعامل مع المشكلات المعقدة المرتبطة بتحسين مسارات التنقل من خلال إستخدام تقنيات ذكية لتحديد مسارات التنقل مما يسمح بتعزيز إمكانيات الوصول في الوقت المحدد، كما ان تحديد تعزيز ثقافة تغيير المسار لتفادي المسارات الحرجة بسبب كثافة حركة المرور وغيرها من العوامل الاخرى التي تؤثر على كفاءة الخدمات اللوجستية وتعيق وصول عمليات الشحن الى النقطة المحددة في الوقت الفعلي.

### 3.3. خوارزمية استخراج البيانات واللوجستيات التنبؤية

تعد خوارزمية إستخراج البيانات والتنبؤ باللوجستيات أمرا بالغ الأهمية في إدارة الخدمات اللوجستية الحديثة، تستخدم هذه الخوارزمية التعلم الألي لتوفير أدوات تنبؤ وتحسين فعالة للخدمات اللوجستية، على سبيل المثال، تقوم المنتجات المتزامنة بشكل متكرر بتعديل مواقع التخزين بذكاء أو دمج الشحنات لتحسين الكفاءة، حيث يتنبأ تحليل السلاسل الزمنية بالطلب ووقت العبور وحركة المخزون، حيث تقوم هذه الخوارزميات بتحليل البيانات التاريخية لإكتساب نظرة ثاقبة على الاتجاهات الموسمية والتقلبات الدورية والعوامل الأخرى التي تؤثر على الخدمات اللوجستية، مما يوفر تخطيطا وتعديلا أكثر دقة، حيث يحلل التعلم الألي بيانات المبيعات التاريخية للتنبؤ بالطلب المستقبلي وتحسين إدارة المخزون وتقليل مخاطر نفاذ المخزون وتحسين مسارات النقل مع مراعاة حركة المرور والطقس والعوامل الأخرى لتحسين كفاءة التسليم وتحديد مخاطر سلسلة التوريد، يعمل إستخراج البيانات وخوارزميات الخدمات اللوجستية التنبؤية على تحسين كفاءة العمليات اللوجستية وخفض التكاليف وتوفير توقعات أكثر دقة وتعزيز القدرة التنافسية لسلسلة التوريد.

### 4.3. خوارزميات التخزين الذكية

تعد خوارزميات التخزين الذكية تقنية أساسية في مجال الخدمات اللوجستية الحديثة، إذ تحسن كفاءة التخزين بشكل ملحوظ من خلال دمج التقنيات والخوارزميات المتقدمة، وتعد خوارزميات توزيع البضائع وأنظمة رفوف التخزين الذكية من التطبيقات الأساسية، وتحسن خوارزميات توزيع البضائع تدفق البضائع وتجهيزها في المستودعات. ويضمن التخطيط الأمثل لمسار الشحنات سرعة وكفاءة نقل البضائع مع مراعاة علاقات الشحنات، مواقع الأرفف، ظروف حركة المرور في الوقت الفعلي. تحسن أنظمة رفوف التخزين الذكية قدرات التخزين والمراقبة من خلال الأتمتة والتقنيات الذكية، حيث تمكن تقنيات الأتمتة مثل الروبوتات وطاولات الرفع الألية من التخزين والاسترجاع الأليين، مما يقلل من المناولة اليدية ويزيد من السرعة والدقة في التنفيذ، وتحسن الخوارزميات تصميم المستودعات لزيادة المساحة وخفض التكاليف وزيادة كثافة التخزين. تعمل خوارزميات التخزين الذكية على تحسين كفاءة المستودعات وتقليل الأخطاء اليدوية وخفض تكاليف المخزون وتقليص زمن معالجة الطلب وتحسين رضا العملاء. (Zhuang, Yang , Lu , Xu, 2024, P4-5)

## 4. القيود و التحديات التي تواجه تطور سوق اللوجستيات

على الرغم من التقدم الملحوظ في توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي لتبسيط العمليات اللوجستية، وتقليل تكاليفها، وتعزيز كفاءة سلاسل الإمداد، إلا أن هذا التقدم لا يخلو من تحديات تعيق التطور المنشود لسوق

اللوجستيات الذكية. إذ لا تزال هناك مجموعة من العقبات التي تحول دون تحقيق التدفق السلس والفعال للسلع والخدمات، ومن أبرز هذه التحديات ما يلي:

### 1.4. البنية التحتية الذكية غير الكافية أو القديمة والاستثمار الأولي المرتفع

تُعد كفاءة البنية التحتية عاملاً حاسمًا في أداء شبكات الخدمات اللوجستية، حيث يؤدي القصور في البنية الأساسية، لا سيما في الدول النامية، إلى إضعاف فعالية سلاسل الإمداد. تشمل التحديات المرتبطة بذلك تدني جودة شبكات الطرق، ونقص مراكز النقل المتكاملة، ومحدودية الوصول إلى المرافق اللوجستية الحديثة. ويتطلب تطوير نظام لوجستي فعال ومستدام استثمارات كبيرة في مجالات التكنولوجيا، وتحديث البنية التحتية، وتنمية الكفاءات البشرية. غير أن هذه المتطلبات تمثل عائقًا أمام المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، التي غالبًا ما تواجه قيودًا مالية تحد من قدرتها على دخول سوق اللوجستيات والمنافسة بكفاءة. (Data Bridge Market Research,2025)

### 2.4. إرتفاع تكاليف الخدمات اللوجستية يحد من النمو

يُعد خفض التكاليف اللوجستية عاملاً استراتيجيًا لتعزيز القدرة التنافسية على المستوى العالمي، ويتطلب ذلك توحيد معايير العمليات اللوجستية بما يتماشى مع المعايير الدولية. وتشير المقارنات إلى أن مستويات توحيد المعايير في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي لا تزال أقل نسبيًا مقارنة بما هو مطبق في الصين. ويُعزى ذلك جزئيًا إلى أن الصين قد نجحت في الاستفادة من اقتصاديات الحجم وتحقيق تكامل عالٍ في منظومتها اللوجستية، مما مكّنها من تقليص التكاليف إلى مستويات دنيا. في المقابل، تواجه الولايات المتحدة ودول الاتحاد الأوروبي تحديات مرتبطة بتفاوت السياسات وتعدد الأنظمة، مما يحد من قدرتها على تحقيق الكفاءة اللوجستية المنشودة بنفس المستوى.

### 3.4. ندرة السياسات المعيارية المرتبطة بالخدمات اللوجستية

إن الافتقار إلى التوحيد القياسي في مجال الخدمات اللوجستية من شأنه أن يؤدي إلى تفاقم الوضع، ونظراً للتفاوتات الواضحة في ممارسات الشركات والبنية الأساسية والثقافة والتشريعات الحكومية، فإن توحيد المعايير اللوجستية قد يفرض العديد من العقبات، وبالإضافة إلى النفقات المتزايدة المرتبطة بعملية سلسلة التوريد بأكملها الناجمة عن غياب التوحيد القياسي للخدمات اللوجستية، فإن قطاع الخدمات اللوجستية المرتبط بهذه العملية لا يستطيع التوسع .

### 4.4. القضايا المرتبطة بالروبوتات اللوجستية

إن الافتقار إلى الخبرة المدربة أو المهنيين المهرة في اللوجستيات سيشكل تحديًا كبيرًا لنمو سوق الروبوتات اللوجستية، إن الاستثمارات الرأسمالية الأولية المرتفعة ستعمل كعائق رئيسي أمام نمو سوق الروبوتات اللوجستية. علاوة على ذلك، فإن التعقيدات التي تنطوي عليها التطبيقات التقنية ستؤدي إلى مزيد من حجب معدل نمو سوق الروبوتات اللوجستية. (Data Bridge Market Research,2025)

### الخاتمة:

تمثل تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، بما في ذلك الروبوتات اللوجستية، المستودعات الذكية وإنترنت الأشياء (مثل تقنية البلوك تشين) عناصر محورية في تحسين كفاءة الخدمات اللوجستية وإدارة سلاسل الإمداد، من خلال دعم العمليات التشغيلية وتقليص التكاليف المرتبطة بها. كما أن توظيف أدوات تحليل البيانات الضخمة يمكن المؤسسات من اتخاذ قرارات إستراتيجية دقيقة وفي وقت قياسي، مما يعزز قدرتها على التنبؤ بالطلب وتكييف عملياتها وفقًا للمتغيرات المستقبلية في سوق اللوجستيات.

ومن المتوقع أن يشهد دور الذكاء الاصطناعي توسعًا أكبر في المدى القريب، خاصة في الدول المتقدمة تكنولوجيًا، وذلك في إطار سعيها نحو حلول مبتكرة وفعالة لمواجهة التحديات المعقدة التي تشهدها الأسواق الدولية وسلاسل الإمداد العالمية. ومن ثم، فإن تبني هذه التقنيات يمثل خطوة استراتيجية نحو تعزيز الأداء اللوجستي ورفع القدرة التنافسية للشركات في بيئة أعمال لوجستية تتسم بالتغير المستمر.

**نتائج الدراسة:**

لقد اسفرت الدراسة عن جملة من النتائج التي تؤكد الأهمية الأساسية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء اللوجستي، ويمكن تلخيص أبرز هذه النتائج فيما يلي:

- تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي بفاعلية في تعزيز كفاءة الخدمات اللوجستية وتبسيط إجراءات سلاسل الامداد؛
- يُعد إعتماد تقنيات حديثة مثل البلوك تشين (Blockcain) عاملا أساسيا في تحسين أنظمة تتبع الشحنات، وزيادة درجة الأمان والشفافية في العمليات اللوجستية؛
- يعزز استخدام تحليلات البيانات الضخمة من قدرة الشركات على التنبؤ بالطلب في سوق الخدمات اللوجستية، الأمر الذي يساهم في رفع كفاءة الخدمات اللوجستية التنبؤية؛
- يؤدي أتمتة الخدمات اللوجستية من خلال دمج الروبوتات والأنظمة الذكية الى تقليل أخطاء العمل اليدوي، وتحسين إدارة المخزون وخفض تكاليف المناولة داخل المستودعات الذكية؛
- يسهم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات تخطيط وتنظيم مسارات النقل، مما يدعم مبدأ التسليم في الوقت المناسب (Just In Time).

**إقتراحات الدراسة:**

استنادا الى النتائج المتوصل اليها، تعرض الدراسة جملة من الإقتراحات التي من شأنها تعزيز كفاءة الخدمات اللوجستية من خلال تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطوير البنية التحتية الذكية الداعمة لها، نذكر منها:

- ضرورة اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي كخيار إستراتيجي لتعزيز كفاءة الخدمات اللوجستية وفعاليتها؛
- ضرورة الاستثمار في البنية التحتية المتخصصة في تحليلات البيانات الضخمة، بهدف تمكين المؤسسات من الولوج الى سوق اللوجستيات التنبؤية وتوقع الطلب المستقبلي بصورة أدق؛
- ضرورة الاستثمار في تقنيات إنترنت الاشياء وأجهزة الاستشعار المتقدمة بما في ذلك تقنيات (Blockcain, FRID) من أجل تعزيز تتبع حركة الشحن وتخطيط المسارات بدقة وتحقيق التسليم في الوقت المحدد؛
- ضرورة توسيع الاستثمارات في سوق اللوجستيات المتصلة، بما يشمل المركبات ذاتية القيادة، والطائرات بدون طيار والروبوتات الذكية، لما لها من أثر كبير في تطوير لوجستيات "الميل الأخير".

**المراجع:**

[1] **اللوجستيات – مجال تركيز رؤية الجامعة السعودية الحديثة**، جامعة جدة، المملكة العربية السعودية، منشور على الموقع الالكتروني التالي:
www.uj.edu.sa

[2] **تقرير سلاسل الامداد والتوريد**، مركز التواصل والمعرفة المالية، مبادرة وزارة المالية، المملكة العربية السعودية، ص 6 منشور على الموقع الالكتروني:
www.cfkc.gov.sa

[3] عبد الرزاق تولميت، **محاضرات في إقتصاد النقل واللوجستيك**، مُقدمة لطلبة الدورة التكوينية للالتحاق برتبة مفتش رئيسي في النقل البري، المدرسة الوطنية لتطبيق تقنيات النقل البري الشهيد طورش الوردي، باتنة - وزارة النقل، 2024؛

[4] فريق عمل البرنامج الإثرائي "الذكاء الاصطناعي للجميع" في عمادة التعلم الالكتروني والتعليم عن بعد، **مفاهيم حول الذكاء الاصطناعي**، جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية، الاصدار الاول 2020، ص 8 – 10.

[5] فريق عمل البرنامج الإثرائي "الذكاء الاصطناعي للجميع" في عمادة التعلم الالكتروني والتعليم عن بعد، **مرجع سابق**، ص 11.

[6] غدي عبد الرحيم بنجر، ديما يوسف الصالح، رضا بهي الدين مصطفى يوسف، **اثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات اللوجستية خلال موسم الحج**، المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات، المجلد 06، الاصدار 68، 2025 ص 13.

[7] بهلول عبد المنعم، عزي فريال منال، **استخدام التكنولوجيا في ادارة الخدمات اللوجستية وسلاسل الامداد العالمية – دراسة تحليلية استشرافية**، مجلة اقتصاد المال والاعمال، المجلد، 09، العدد 02، جامعة الشهيد حمة لخضر، الوادي 2024، ص 246.

[8] **تقرير تحليل حجم وحصة واتجاهات سوق روبوتات المستودعات العالمية - نظرة عامة على الصناعة وتوقعاتها حتى عام 2032**، تقرير أعدته شركة أبحاث سوق جسر البيانات (Data Bridge Market Research)، الولايات المتحدة، ماي 2025، منشور على الموقع الالكتروني:
https://www.databridgemarketresearch.com/ar/reports/global-warehouse-robotics-market

[9] بهلول عبد المنعم، عزي فريال منال، **مرجع سابق**، ص 247.

[10] **سوق الروبوتات اللوجستية العالمية – اتجاهات الصناعة والتوقعات حتى عام 2030** ، تقرير أعدته شركة أبحاث سوق جسر البيانات (Data Bridge Market Research)، الولايات المتحدة، 2022، منشور على الموقع الالكتروني:
https://www.databridgemarketresearch.com/ar/reports/global-logistics-robots-market

[11] **تقرير تحليل حجم وحصة واتجاهات سوق روبوتات المستودعات العالمية - نظرة عامة على الصناعة وتوقعاتها حتى عام 2032**، تقرير أعدته شركة أبحاث سوق جسر البيانات (Data Bridge Market Research)، الولايات المتحدة، ماي 2025، منشور على الموقع الالكتروني:
https://www.databridgemarketresearch.com/ar/reports/global-warehouse-robotics-market

[12] زايري بلقاسم، شوارفية محمد الامين، **أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في الخدمات اللوجستية على التجارة الدولية**، مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، المجلد 21، العدد 38، 2025، ص 25.

[13] Shikai Zhuang, Tianyi Yang , Wenran Lu , Jiahao Xu, **Optimization of logistics cargo tracking and transportation efficiency based on data science deep learning models**, Basel - Switzerland (www.preprints.org), 2024, P 02.

[14] **تقرير تحليل حجم وحصة واتجاهات سوق روبوتات المستودعات العالمية ـ نظرة عامة على الصناعة وتوقعاتها حتى عام 2032**، تقرير أعدته شركة أبحاث سوق جسر البيانات (Data Bridge Market Research)، الولايات المتحدة، ماي 2025، منشور على الموقع الالكتروني:
https://www.databridgemarketresearch.com/ar/reports/global-warehouse-robotics-market

[15] Shikai Zhuang, Tianyi Yang , Wenran Lu , Jiahao Xu, **op.cit,** P 02-03.

[16] Shikai Zhuang, Tianyi Yang , Wenran Lu , Jiahao Xu, **op.cit,** P 2-3.
[17] Shikai Zhuang, Tianyi Yang , Wenran Lu , Jiahao Xu, **op.cit,** P 4-5.

[18] **سوق الشبكات اللوجستية العالمية – اتجاهات الصناعة والتوقعات حتى عام 2030**، تقرير أعدته تقرير أعدته شركة أبحاث سوق جسر البيانات (Data Bridge Market Research)، الولايات المتحدة، 2024، منشور على الموقع الالكتروني :

https://www.databridgemarketresearch.com/ar/reports/global-logistics-network market?srsltid=AfmBOoocvcnl_kv8pxX_fwxkayghkXHjouxoPsOAfwJg_zCOOIinpl0P

[19] **تقرير تحليل حجم وحصة واتجاهات سوق روبوتات المستودعات العالمية ـ نظرة عامة على الصناعة وتوقعاتها حتى عام 2032**، تقرير أعدته شركة أبحاث سوق جسر البيانات (Data Bridge Market Research)، الولايات المتحدة، ماي 2025، منشور على الموقع الالكتروني:
https://www.databridgemarketresearch.com/ar/reports/global-warehouse-robotics-market