

## مقدمة:

في عالم سلاسل الإمداد الحديثة، أصبحت البيانات من أهم الأصول الإستراتيجية التي تعتمد عليها الشركات لتحقيق الكفاءة والمرونة. تمكننا البيانات من فهم وتحسين كل جوانب العمليات اللوجستية، بدءًا من توقع الطلب وحتى تسليم المنتجات. سنستعرض في هذه المحاضرة مفهوم البيانات في السياق اللوجستي، وأنواع البيانات في سلاسل الإمداد، وكيفية جمعها ومعالجتها. كما سنناقش دور الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات اللوجستية عبر أمثلة مبسطة مثل التعلم الآلي والتنبؤ وتحسين المسارات. أخيرًا، سنقدم أمثلة واقعية لشركات تستخدم البيانات والذكاء الاصطناعي لتحسين سلاسل الإمداد الخاصة بها.

## تعريف البيانات في السياق اللوجستي:

البيانات اللوجستية تشير إلى كافة المعلومات المتعلقة بحركة وتخزين ومناولة البضائع ضمن سلسلة الإمداد تشمل البيانات اللوجستية كل ما يُجمع عبر مراحل سلسلة التوريد من مصادر متعددة. على سبيل المثال، عند إرسال شحنة بضائع من المورد إلى المصنع ثم إلى الموزع فبائع التجزئة وصولاً إلى العميل النهائي، يتم توليد كم هائل من البيانات عند كل مرحلة. هذه البيانات تغطي تفاصيل التنقل والشحن، مستويات المخزون، طلبات الزبائن، معلومات الموردين، بالإضافة إلى البيانات المالية والقانونية المرتبطة بعملية الإمداد.

إن فهم السياق اللوجستي للبيانات يعني إدراك كيف تعكس هذه المعلومات واقع العمليات المادية في الشبكة اللوجستية، وتمثل نسخة رقمية لما يحدث على أرض الواقع. وتعدّ البيانات الدقيقة والشاملة حجر الأساس لاتخاذ قرارات مدروسة في إدارة سلاسل الإمداد. بدون البيانات، ستواجه الشركات صعوبة في رصد الطلب والتخطيط له، أو متابعة الشحنات والمخزون، أو تحسين الأداء وتجنب الاختناقات في الشبكة.

إن أهمية البيانات اللوجستية تنبع من قدرتها على تحويل العمليات التقليدية إلى عمليات مدعومة بالمعلومات. فعندما تتوفر لدينا بيانات موثوقة حول مستويات المخزون أو أوقات التسليم أو أنماط طلب العملاء، يصبح بالإمكان التنبؤ بالتغيرات المستقبلية واتخاذ قرارات استباقية بدلاً من ردود الفعل المتأخرة. في الواقع، البيانات هي ما يمنح سلاسل الإمداد الحديثة شفافية ووضوحًا، حيث تمكّن المدراء من رؤية سلسلة التوريد كوحدة متكاملة وفهم العلاقات بين مختلف عناصرها. باختصار، البيانات في اللوجستيات هي لغة سلسلة الإمداد: إنها تصف لنا ما يحدث، ولماذا يحدث، وماذا يمكن أن يحدث تاليًا.

تتولد في سلاسل الإمداد عدة أنواع من البيانات التي تساعد في إدارة الشبكة اللوجستية بكفاءة. فيما يلي أهم أنواع البيانات اللوجستية المتوفرة، مع أمثلة لكل منها:

**بيانات الطلب:** تشمل معلومات الطلبات والمبيعات والتنبؤ بالطلب المستقبلي. هذه البيانات تأتي من طلبات العملاء التاريخية والحالية عبر قنوات البيع المختلفة. على سبيل المثال، عدد الوحدات المطلوبة من منتج معين يوميًا أو شهريًا. بيانات الطلب مهمة للتنبؤ بالتوجهات الموسمية وضبط خطة الإنتاج والتوريد وفقًا لذلك.

**بيانات المخزون:** تتعلق بكميات المنتجات المخزنة في المخازن أو مراكز التوزيع أو على الرفوف. تشمل مستوى المخزون الحالي لكل صنف، ومعدلات دوران المخزون (معدل بيع وتبديل المخزون) وأماكن التخزين. هذه البيانات تساعد على متابعة المخزون لحظيًا وتفادي كل من نقص المخزون (النفاد) أو فائضه، مما يضمن توازنًا بين توفر المنتجات وتكاليف التخزين.

**بيانات النقل والشحن:** تغطي معلومات حركة البضائع عبر وسائل النقل المختلفة (شاحنات، سفن، طائرات... إلخ). تتضمن أوقات مغادرة ووصول الشحنات، ومسارات النقل المستخدمة، وحالة الشحنات أثناء الطريق (مثل درجات الحرارة في نقل البضائع المبردة)، بالإضافة إلى تكاليف النقل. تساعد هذه البيانات في تتبع الشحنات) تتبع tracking وتحليل أداء شبكة التوزيع، مثل معدلات التسليم في الوقت المحدد.

**بيانات العملاء:** تشمل معلومات عن العملاء والطلبات الخاصة بهم. مثلًا، تاريخ الطلبات لكل عميل، تفضيلات العملاء، مواقع التسليم، وردود أفعالهم (مثل تقييمات الخدمة أو شكاوى). هذه البيانات تمكن الشركات من تحسين مستوى الخدمة عبر فهم احتياجات العملاء بشكل أعمق، كما تدعم برامج إدارة علاقات العملاء في السياق اللوجستي لضمان رضی العملاء وتكرار تعاملهم.

**بيانات الموردين:** تتعلق بالموردين الذين يزودون الشركة بالمواد الخام أو المكونات. تتضمن أوقات التوريد والتسليم من كل مورد، مستوى جودة المواد المستلمة، كميات التوريد، وأسعارها، بالإضافة إلى أداء المورد في الالتزام بالمواعيد. تمكن هذه البيانات قسم المشتريات وسلسلة الإمداد من تقييم أداء الموردين واختيار أفضلهم، وكذلك التخطيط لبدائل في حال حدوث خلل أو تأخير من أحد الموردين.

**بيانات مالية وتنظيمية:** تشمل التكاليف المرتبطة بالعمليات اللوجستية (مثل تكاليف النقل والتخزين)، والبيانات المالية كالفواتير والمدفوعات. كما تشمل البيانات التنظيمية والتشريعية مثل وثائق الجمارك، ومتطلبات الامتثال للقوانين (على سبيل المثال شهادات الجودة أو معايير السلامة). هذه البيانات ضرورية لضمان الالتزام التنظيمي ولسيطرة أفضل على تكاليف سلسلة الإمداد وإدارة المخاطر المرتبطة بها.

وللمقارنة بشكل منظم بين هذه الأنواع المختلفة من البيانات اللوجستية، يوضح الجدول التالي أمثلة ومحتوى كل نوع من البيانات:

نوع البيانات	أمثلة ومحتوى البيانات
بيانات الطلب	أرقام المبيعات والطلبات التاريخية والحالية، توقعات الطلب المستقبلي، اتجاهات السوق الموسمية.
بيانات المخزون	مستويات المخزون المتاحة في المخازن، معدل دوران المخزون، مواقع التخزين لكل صنف.
بيانات النقل والشحن	أوقات وتواريخ انطلاق ووصول الشحنات، مسارات الشحن، حالة الشحنة (حرارة، رطوبة)، تكاليف الشحن.
بيانات العملاء	سجلات طلبات العملاء، معلومات الاتصال والتسليم، تفضيلات العملاء، ملاحظات أو شكاوى الخدمة.
بيانات الموردين	مواعيد وكميات التوريد من كل مورد، أوقات التسليم الفعلية مقابل المجدولة، جودة الشحنات المستلمة، أسعار المواد.
البيانات المالية والتنظيمية	تكاليف النقل والتخزين، الفواتير والمدفوعات، وثائق الجمارك، شهادات الامتثال (مثل شهادات الجودة والمعايير البيئية).

تتفاعل هذه الأنواع المختلفة من البيانات معًا لتشكّل الصورة الشاملة لسلسلة الإمداد. على سبيل المثال، بيانات الطلب المتنبأ بها تؤثر على خطط المخزون والإنتاج، والتي بدورها تتطلب تنسيقًا عبر بيانات الموردين لضمان توفر المواد، وكذلك ضبط خطط النقل بناءً على حجم وتوقيت الشحنات. كما أن بيانات العملاء (كطلبات عاجلة أو ملاحظات حول التأخير) يمكن أن تدفع إلى إعادة ترتيب أولويات جداول النقل أو تعديل المخزون في مواقع معينة. لذلك فإن تكامل هذه البيانات معًا يتيح رؤية متكاملة لسلسلة الإمداد تمكن من اتخاذ قرارات مدروسة وزيادة كفاءة العمليات.

### جمع البيانات ومعالجتها:

تُعد عملية جمع البيانات ومعالجتها الأساس الذي تُبنى عليه تحليلات سلسلة الإمداد. تبدأ هذه العملية من مصادر البيانات الأولية في الميدان اللوجستي، مثل الماسحات الضوئية (لقراءة الباركود على المنتجات وتبويبها)، وأجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء (IoT) التي تراقب ظروف الشحن وتحدد الموقع الجغرافي للشاحنات لحظيًا، بالإضافة إلى أنظمة برمجية مثل نظام إدارة المخزون (WMS) ونظام إدارة النقل (TMS) التي تسجل كل معاملة أو حدث في السلسلة. على سبيل المثال، عند استلام شحنة في المستودع، تقوم أجهزة المسح وقواعد البيانات بتسجيل وقت الوصول، وكميات الأصناف المستلمة، وحالة كل صنف. يتم تجميع هذه البيانات تلقائيًا في أنظمة رقمية بدلاً من التسجيل اليدوي، مما يضمن سرعة وموثوقية أعلى.

بعد جمع البيانات الأولية، تأتي مرحلة معالجة البيانات والتي تتضمن عدة خطوات أساسية. أولاً، تنظيف البيانات والتأكد من جودتها عن طريق إزالة الأخطاء والتكرارات والتناقضات. يجب التحقق من صحة البيانات المدخلة ومقارنتها بالمصادر للتأكد من دقتها – فمثلاً، التأكد أن كل شحنة تم تسجيل وزنها وحجمها بشكل صحيح وتطابق المواصفات. ثانيًا، يجري دمج البيانات من مصادر مختلفة في مستودع بيانات مركزي أو قاعدة

بيانات شاملة لسلسلة الإمداد. كثيرًا ما تواجه الشركات مشكلة تجزؤ البيانات في أنظمة متفرقة أو معزولة ظاهرة "جزر المعلومات" أو silos ، لذا يعد توحيد البيانات ودمجها في منصة موحدة أمرًا بالغ الأهمية

عندما تُزال الحواجز بين أنظمة الأقسام المختلفة (المخازن، النقل، المبيعات، خدمة العملاء... إلخ) وتُخزن البيانات في مكان مركزي، يصبح لدى جميع أصحاب القرار رؤية واحدة وموثوقة للوضع الحالي، مما يسهل اتخاذ قرارات أسرع وأكثر دقة.

مخطط مبسط لتدفق البيانات عبر سلسلة الإمداد يوضح كيفية انتقال المعلومات بين مختلف الأطراف: الموردين، والمصنعين، والموزعين، وتجار التجزئة، والعملاء. كما يُظهر المخطط تدفق المواد فعليًا من اليسار إلى اليمين (السهم الأسود يمثل حركة السلع من المورد إلى العميل النهائي)، وفي المقابل تدفق المعلومات (البيانات) من اليمين إلى اليسار (السهم الأحمر يمثل تدفق بيانات الطلب والتغذية الراجعة من العميل عائدًا إلى المورد). تجمع الشركات البيانات في كل نقطة: فمثلاً يقوم تاجر التجزئة بتسجيل مبيعاته وإرسال بيانات الطلب إلى الموزع أو المصنع لإعادة الإمداد، بينما يرسل المصنع بيانات الإنتاج وجدول التسليم إلى المورد لتأمين المواد الخام. هذا التدفق المستمر للمعلومات ذهابًا وإيابًا عبر السلسلة يحقق تنسيقًا عاليًا ويضمن أن القرارات في أي مرحلة (كإعادة الطلب أو تعديل خطة الإنتاج أو تغيير مسار الشحن) تستند إلى معلومات حديثة من بقية المراحل. إن المخطط يبين أهمية التكامل المعلوماتي؛ حيث أن انسياب البيانات بشكل سلس بين الجميع يتيح رؤية موحدة ويمنع انعزال كل جزء ببياناته الخاصة.

علاوة على الدمج، تشمل معالجة البيانات أيضًا تخزينها بشكل منظم يسهل استرجاعها، ثم تحليلها باستخدام أدوات تقنية مثل لوحات المعلومات (Dashboards) أو برامج التحليلات المتقدمة. قد يكون التحليل في الزمن الحقيقي (Real-time analytics) لبعض التطبيقات الحرجة مثل تتبع الشحنات الفورية، أو على شكل تقارير دورية (يومية/أسبوعية) لأغراض التخطيط الاستراتيجي. في كلتا الحالتين، التصور البياني مهم لتحويل أرقام البيانات إلى معلومات مفهومة يمكن التفاعل معها

على سبيل المثال، بدلاً من قراءة آلاف السجلات حول أوقات التسليم، يمكن إنشاء لوحة تظهر نسبة التسليم في الموعد المحدد شهريًا مع رسم بياني، مما يبرز الاتجاهات ويسهل فهم الأداء. وبعد التحليل، تأتي خطوة اتخاذ القرار المبني على النتائج – إعادة تخصيص الموارد، أو تعديل سياسات المخزون، أو تحسين مسارات النقل بناءً على ما كُشف من أنماط في البيانات.

لضمان جمع ومعالجة البيانات بشكل فعال، هناك مجموعة من الممارسات المثلى التي يُنصح باتباعها:

**توحيد معايير جمع البيانات:** وضع إجراءات موحدة لتسجيل البيانات عبر جميع الأقسام (مثلًا تنسيق موحد لأرقام المنتجات، وآلية موحدة لإدخال بيانات الشحنات) يضمن اتساق المعلومات وسهولة دمجها.

تكامل الأنظمة وتبادل البيانات: ربط أنظمة إدارة المخزون والمستودعات والنقل ونظم تخطيط الموارد ERP ببعضها بحيث تتدفق البيانات تلقائيًا بينها دون تدخل يدوي. هذا التكامل يزيل العوائق بين الأقسام ويخلق منصة بيانات مركزية مشتركة.

**التحقق المنتظم من جودة البيانات:** إجراء تدقيقات دورية للبيانات لرصد أي أخطاء أو قيم شاذة وتصحيحها. كما يمكن استخدام أدوات برمجية لمراجعة البيانات تلقائيًا والتنبيه عن الحالات غير الاعتيادية (مثل أرقام طلبات خارج النطاق المتوقع).

**الاستفادة من التقنيات الذكية:** تطبيق خوارزميات التعلم الآلي للكشف عن الأنماط الشاذة في البيانات أو سد الثغرات الناقصة تلقائيًا

على سبيل المثال، يمكن لخوارزمية ذكاء اصطناعي مخصصة التعرف على إدخال غير منطقي (ككمية طلب كبيرة جدًا بالخطأ) وإبلاغ الفرق المعنية للتحقق.

**تأمين البيانات وتحديثها:** الحفاظ على سرية البيانات وحقوق الوصول المناسبة، وضمان تحديث البيانات باستمرار حتى تعكس أحدث الأوضاع في الميدان. البيانات القديمة أو غير المحدثة قد تؤدي إلى قرارات خاطئة، لذلك يجب أن يكون تدفق البيانات أنياً قدر الإمكان (مثلاً تحديث المخزون فور عملية البيع).

باتباع هذه الممارسات، يمكن للشركات الاعتماد بثقة على بياناتها في تخطيط العمليات واتخاذ القرارات. وعندما تكون البيانات المجمعة دقيقة ومتكاملة، يصبح بالإمكان تطبيق أدوات التحليل والذكاء الاصطناعي عليها لتحقيق أقصى استفادة ممكنة.

## دور الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات اللوجستية:

أحدث الذكاء الاصطناعي (AI) ثورة في طريقة تحليل البيانات واتخاذ القرارات في مجال اللوجستيات. بفضل قدرة تقنيات الذكاء الاصطناعي على معالجة كميات هائلة من البيانات والبحث عن الأنماط بسرعة، بات بالإمكان استنباط رؤى لم تكن ممكنة بالطرق التقليدية

يستخدم الذكاء الاصطناعي في الخدمات اللوجستية لتوقع الأحداث المستقبلية وتحسين كفاءة العمليات عبر التعلم من البيانات التاريخية والتكيف مع المتغيرات في الوقت الحقيقي. فيما يلي بعض الأدوار والتقنيات الأساسية للذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات اللوجستية:

**التنبؤ بالطلب والمبيعات (Forecasting):** تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي، وخاصة خوارزميات التعلم الآلي (Machine Learning)، على بناء نماذج تنبؤ دقيقة للطلب المستقبلي. تقوم هذه النماذج بتحليل البيانات التاريخية للمبيعات جنبًا إلى جنب مع بيانات أخرى مثل التوجهات الموسمية والأحداث الخاصة وحتى بيانات خارجية كأحوال الطقس أو نشاط وسائل التواصل الاجتماعي. النتيجة هي توقعات أكثر دقة بكثير مما يتيح الطرق التقليدية. على سبيل المثال، تمكنت إحدى الشركات (مثل يونيليفر Unilever) عبر منصة تنبؤ مدعومة

بالذكاء الاصطناعي من دمج عشرات المصادر الخارجية (كمشاعر المستهلكين على الشبكات الاجتماعية ونماذج الطقس والأحداث المحلية) لتحسين دقة توقع الطلب من 67% إلى 92%

هذا النوع من التنبؤ يساعد الشركات على تقليل مستويات المخزون الاحتياطي بنسبة كبيرة (توفير مئات الملايين من الدولارات) مع ضمان تلبية الطلب وعدم نفاذ المنتجات

بشكل عام، يمكن للذكاء الاصطناعي التنبؤ باتجاهات السوق واستشراف التغيرات في تفضيلات العملاء قبل حدوثها بفضل قدرته على اكتشاف الأنماط الخفية في البيانات

**تحسين العمليات والمسارات (Optimization) :** مجال آخر يتفوق فيه الذكاء الاصطناعي هو حل مشاكل التحسين المعقدة في اللوجستيات التي يصعب على البشر حلها بسرعة. مثلاً، مسألة إيجاد أفضل مسار لأسطول سيارات التوزيع التي يجب أن تزور مئات المواقع هي مسألة معقدة جداً، لكن خوارزميات تحسين المسار المدعومة بالذكاء الاصطناعي تستطيع معالجتها وأخذ عوامل متعددة بالاعتبار (حركة المرور، الطقس، متطلبات العملاء، قيود الوقت). لقد قامت شركة UPS العالمية لخدمات الشحن بتطوير نظام ذكاء اصطناعي مشهور يسمى ORION لتخطيط مسارات مركبات التسليم. هذا النظام يحلل آلاف الخيارات الممكنة للمسارات في أجزاء من الثانية ويحسب أفضل طريق لكل سائق. وقد نجح ORION في توفير ملايين الدولارات عبر تقليل مسافات الرحلات وتوفير الوقود - حيث يعالج حوالي 30 ألف مسار في الدقيقة ونحو 38 مليون لتر من الوقود سنوياً بفضل اختيار الطرق المثلى.

أيضاً، يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحسين جداول الإنتاج والتوريد بحيث يحدد أفضل توقيت لإعادة التوريد من الموردين وأفضل توزيع للمخزون بين المستودعات، مما يقلل التكاليف ويضمن توفر البضائع في المواقع الصحيحة دون تأخير.

**اكتشاف الأنماط والشذوذ (Pattern Detection) :** تتمتع أنظمة الذكاء الاصطناعي بقدرة فائقة على فرز كميات ضخمة من البيانات بسرعة واكتشاف أنماط مخفية أو حالات شاذة لا يمكن ملاحظتها بسهولة بالتحليل البشري. في اللوجستيات، هذا يعني القدرة على رصد المؤشرات المبكرة للمشكلات أو الفرص. على سبيل المثال، يمكن لنموذج تعلم آلي تحليل بيانات سلسلة التوريد اللحظية - مثل تدفق الطلبات أو بيانات أجهزة الاستشعار في الشحن - وأن يطلق إنذاراً إذا اكتشف نمطاً غير اعتيادي قد يشير إلى احتمال وقوع اضطراب. قد يكون هذا الاضطراب تأخيراً ناشئاً في ميناء شحن، أو تغييراً مفاجئاً في سلوك الشراء لدى العملاء. وقد وجدت إحدى الدراسات أن استخدام الذكاء الاصطناعي لرصد الإشارات التحذيرية مكن مدراء اللوجستيات من الحصول على إشعار مبكر بنسبة 85% من حالات التعطل الكبرى بمتوسط 7 أيام قبل تحقق أثرها فعلياً

وبالمثل، يستطيع الذكاء الاصطناعي فحص سجلات النقل واكتشاف حوادث متكررة (كالتأخيرات في نقطة معينة أو أعطال متكررة في شاحنة معينة) لتنبئ المدراء لاتخاذ إجراء وقائي. هذه القدرة على الاكتشاف المبكر

تعني أن الشركات قادرة على التحرك بشكل استباقي (كإعادة توجيه الشحنات، أو صيانة المعدات قبل تعطلها، أو تأمين موردين احتياط) بدل أن تتفاجأ بالمشاكل بعد وقوعها.

**أتمتة اتخاذ القرار (Automation) :** لا يقتصر دور الذكاء الاصطناعي على التحليل والتنبؤ فحسب، بل يتجاوز ذلك إلى تنفيذ إجراءات تلقائية بناءً على تلك التحليلات. في بيئة سريعة التغير كبيئة الخدمات اللوجستية، الوقت جوهري. أنظمة سلسلة الإمداد المدعومة بالذكاء الاصطناعي تستطيع اتخاذ قرارات في الوقت الحقيقي بناءً على البيانات الواردة.

على سبيل المثال، إذا اكتشف نظام الذكاء الاصطناعي بناءً على بيانات المستودع أن منتجًا ما أوشك على النفاد في مركز توزيع معين بينما يتوفر فائض منه في مركز آخر، فيمكنه تلقائيًا إنشاء أمر تحويل مخزون من المركز الفائض إلى المركز المحتاج دون انتظار تدخل بشري. كذلك، بعض الشاحنات الذكية المزودة بالذكاء الاصطناعي يمكنها إعادة تخطيط مسارها أثناء الرحلة بشكل آلي إذا تلقت تحديثًا عن ازدحام مروري أو حادث على الطريق

هذه القرارات التلقائية والسريعة تؤدي إلى خفض زمن الاستجابة للأحداث غير المتوقعة من أيام إلى مجرد ساعات أو دقائق، مما يحافظ على كفاءة العملية وسمعة الخدمة أمام العملاء. كما أن الأتمتة تشمل مجالات أخرى مثل خدمة العملاء؛ إذ تستخدم بعض الشركات روبوتات المحادثة المدعومة بالذكاء الاصطناعي للرد فورًا على استفسارات العملاء حول تتبع شحناتهم أو أوقات التسليم المتوقعة، مما يخفف العبء عن فرق الدعم ويرفع رضا العملاء

بشكل عام، يوقر الذكاء الاصطناعي ميزة تنافسية في مجال تصميم وإدارة الشبكات اللوجستية. فهو يمكّن الشركات من استغلال بياناتها الضخمة لاتخاذ قرارات مدعومة بالحقائق وبسرعة أعلى من المنافسين. ومع انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطورها (بما في ذلك الذكاء الاصطناعي التوليدي الحديث)، ستستمر قدرات التحليل والتحسين في سلاسل الإمداد بالنمو، مما يؤدي إلى شبكات أكثر كفاءة واستدامة وقادرة على التكيف مع التقلبات

### أمثلة واقعية على استخدام البيانات لتحسين سلاسل الإمداد

لتوضيح أثر البيانات والذكاء الاصطناعي في العالم الحقيقي، نستعرض فيما يلي أمثلة مبسطة لشركات بارزة تمكنت من تحسين سلاسل الإمداد لديها بالاعتماد على التحليلات المتقدمة:

**شركة Amazon (قطاع التجارة الإلكترونية والتوزيع):** تعتبر أمازون رائدة في استخدام البيانات لتحسين عملياتها. تجمع أمازون بيانات ضخمة من منصتها حول طلبات العملاء ومخزون المنتجات في مراكز التنفيذ، وتستخدم الخوارزميات الذكية لتحسين إدارة المخزون وتوجيه الطلبات إلى أقرب مركز للعميل. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم الشركة شبكة واسعة من الروبوتات الذكية في المخازن لتنظيم وفرز المنتجات بكفاءة. أدى هذا النهج القائم على البيانات إلى تسريع عمليات تلبية الطلبات بشكل ملحوظ – يوجد لدى أمازون الآن أكثر من

520 ألف روبوت مدعوم بالذكاء الاصطناعي يعمل جنباً إلى جنب مع البشر، مما قلل تكاليف التنفيذ بنسبة 20% وزاد عدد الطلبات المعالجة في الساعة بنسبة 40%

كما حسّنت أنظمة الرؤية الحاسوبية دقة اختيار المنتجات إلى 99.8% (أي تكاد تقضي تمامًا على الأخطاء في تجهيز الطلبات).

هذا الاستخدام الذكي للبيانات والتقنية مكّن أمازون من تلبية ملايين الطلبات يوميًا بسرعة وفعالية، وجعل سلسلة إمدادها واحدة من الأكفأ في العالم.

**شركة Walmart (قطاع التجزئة وإدارة المخزون):** تعتمد وولمارت على كميات هائلة من البيانات المستمدة من نقاط البيع في متاجرها وكذلك من التسوق الإلكتروني. طوّرت وولمارت نظام تنبؤي للمخزون يستخدم بيانات المبيعات اليومية لكل متجر بالإضافة إلى بيانات خارجية للتنبؤ بالطلب القادم بكل دقة. كما تطبق تحليلات آنية لمراقبة مستويات المخزون على الرفوف وتحديد المنتجات التي تحتاج لإعادة تعبئة فورية. هذا المستوى من الرؤية اللحظية ساعد الشركة في خفض التكاليف وتحسين توافر المنتجات: فقد نشرت وولمارت أنظمة ذكاء اصطناعي لإدارة المخزون عبر 4700 متجرًا، مما أدى إلى تقليل تكاليف المخزون بحوالي 1.5 مليار دولار سنويًا مع الحفاظ على معدل توافر على الرف يصل إلى 99.2%

وتعتمد خوارزميات التنبؤ لدى وولمارت على تحليل أكثر من 200 متغير لكل منتج (مثل المبيعات التاريخية والطقس والأحداث المحلية)، لتحديد الكميات المثلى لإعادة التوريد لكل متجر

النتيجة هي تقليل حالات نقص البضاعة وفي نفس الوقت تقليص الفائض والهدر، وهذا ما عزز كفاءة سلسلة الإمداد لـ وولمارت وجعلها أكثر استجابة لطلبات السوق المتغيرة.

**شركة UPS (قطاع الشحن والخدمات اللوجستية):** تواجه UPS يوميًا تحدي تخطيط مسارات آلاف مركبات التوصيل لتوصيل الشحنات إلى العملاء بأسرع وقت وأقل تكلفة. اعتمدت UPS على نظام ذكاء اصطناعي متقدم يسمى ORION لتحسين مسارات الشاحنات بشكل ديناميكي. يقوم ORION بتحليل بيانات حركة المرور والطرق بشكل مستمر إضافة لبيانات الطقس وجدول الاستلامات والتسليمات، ليعيد ترتيب خط سير كل سائق بحيث يكون هو الأمثل. وقد أثبت هذا النظام فائدته الكبيرة، حيث يُقدر أنه يوفر على UPS حوالي 38 مليون لتر من الوقود سنويًا عبر تقليل المسافات المقطوعة.

كما أسهم في تجنب انبعاث حوالي 100 ألف طن متري من ثاني أكسيد الكربون سنويًا، مما جعله مفيدًا ليس فقط من ناحية التكلفة بل أيضًا للاستدامة.

نجاح UPS في تطبيق تحليل البيانات بهذا الشكل خفّض أيضاً زمن التسليم وزاد من موثوقية مواعيد الوصول، إذ أصبح بإمكان الشركة التكيف مع الظروف اليومية (مثل ازدحام غير متوقع) لحظياً بدلاً من اتباع جداول ثابتة.

هذه الأمثلة تُظهر كيف يمكن لاستراتيجيات مبنية على البيانات إحداث فرق جوهري في أداء سلاسل الإمداد. سواء كان ذلك لملايين الطلبات اليومية عبر الإنترنت، أو لإدارة مخزون آلاف المتاجر، أو لتوجيه أسطول ضخّم من مركبات التوصيل – المشترك بينها هو استغلال البيانات المتاحة وتحليلها بذكاء لتحقيق تحسينات ملموسة (خفض تكاليف، تسريع توصيل، دقة أعلى، خدمة عملاء أفضل). الجدير بالذكر أن الشركات الصغيرة والمتوسطة أيضاً يمكنها الاستفادة من مبادئ مماثلة على نطاق يناسب حجمها؛ فالأمر لا يتطلب سوى جمع البيانات الصحيحة (مثل مبيعاتها ومخزونها وبيانات عملياتها اليومية)، ثم استخدام أدوات التحليل المناسبة لاستخلاص رؤى قابلة للتنفيذ.

## خاتمة

في ختام هذه المحاضرة، نؤكد أن البيانات باتت تشكل العمود الفقري لشبكات اللوجستك وسلاسل الإمداد الحديثة. فمن خلال الفهم العميق للبيانات بأنواعها المختلفة وكيفية جمعها ومعالجتها، تستطيع المؤسسات الانتقال بعملياتها من نمط تقليدي قائم على رد الفعل إلى نهج استباقي مبني على التنبؤ والتحسين المستمر. وقد رأينا أن الذكاء الاصطناعي يوفر أدوات قوية لتحقيق أقصى استفادة من البيانات – سواء عبر التنبؤ الدقيق بالطلب، أو تحسين مسارات التوزيع، أو أتمتة القرارات الروتينية، مما يؤدي في النهاية إلى سلاسل إمداد أكثر كفاءة ومرونة. ولم تعد هذه المفاهيم حبراً على ورق، بل واقعاً تطبقه كبرى الشركات العالمية لتحصد نتائج ملموسة في خفض التكاليف وتسريع الإنجاز وتحسين رضا العملاء.

ومع استمرار التقدم التقني، ستعاضد القدرة على جمع البيانات من كل جانب (بفضل أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء)، وستصبح تحليلاتها أكثر فطنة بفضل خوارزميات الذكاء الاصطناعي المتطورة. لذلك، فإن الاستثمار في بنية تحتية بيانات قوية وفي مهارات تحليلية لدى فرق العمل أصبح ضرورة ملحة لأي منظمة تطمح إلى المنافسة والتفوق في مجال اللوجستيات. باختصار، من يمتلك القدرة على توظيف البيانات بذكاء ستكون له الريادة في تصميم شبكات لوجستية أكثر تجاوباً واستدامة وقدرة على تلبية متطلبات المستقبل.

د عبد الحق ليفيلف .

جامعة ميله