

سنة أولى ماستر اللوجستيك والنقل الدولي

مقياس:

تصميم شبكات اللوجستيات باستخدام الذكاء الاصطناعي

المحاضرة رقم 02

مكونات شبكات اللوجستيات

السنة الجامعية: 2026/2025

المحاضرة 02:
مكونات شبكات اللوجستيات

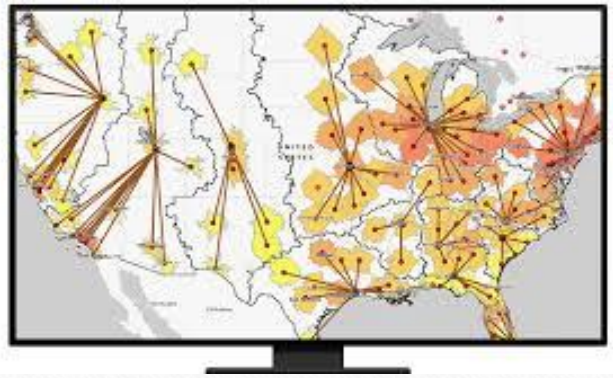
الأهداف التعليمية

- التعرف على المكونات الأساسية لشبكات اللوجستيات وسلاسل الإمداد.
- فهم العلاقة بين العقد Nodesوالروابط Linksفي الشبكة.
- التعرف على مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIsفي اللوجستيات.

مقدمـــــة

شبكة اللوجستيات هي الهيكل الأساسي والمادي لسلسلة التوريد، وهي مجموعة مترابطة من المرافق والأصول التي تستخدمها الشركة لتصميم، وتنفيذ، ومراقبة تدفق وتخزين البضائع والخدمات والمعلومات من نقطة المنشأ إلى نقطة الاستهلاك.

- ببساطة، تُحدد شبكة اللوجستيات **أين ومتى وكيف** يتم نقل وتخزين المنتجات.



تعريف شبكات اللوجستيات (Logistics Network)



. **شبكة اللوجستيات:(Logistics Network)**

تمثل الهيكل الذي يربط بين جميع الكيانات المشاركة في عملية الإمداد — الموردين، المصانع، المستودعات، مراكز التوزيع، والمستهلكين — لتأمين تدفق السلع والمعلومات ورؤوس الأموال.

- شبكة اللوجستيات Logistics Network هي **مجموعة من المواقع والطرق التي تنظم تدفق السلع والخدمات من المنتج إلى المستهلك.**

تشبه شبكة مواصلات: المدن تمثل **العقد** Nodes والطرق تمثل **الروابط** Links

شبكات لوجستية فعّالة تعني:

- ✓ تكلفة أقل.
- ✓ زمن تسليم أقصر.
- ✓ رضا عملاء أعلى.

المكونات الأساسية للشبكة:

العقدNodes

تمثل المواقع المادية التي تحدث فيها أنشطة مختلفة:
الموردون :Suppliersمصدر المواد الخام.
المصانع :Plantsمواقع الإنتاج والتجميع.
مراكز التوزيع :Distribution Centers – DCs
نقاط وسيطة لتخزين وإعادة توزيع البضائع.
مخازن التجزئة (:Warehouses/Retailers)نقاط البيع المباشر للعملاء.
العملاء (:Customers)المستهلك النهائي.

مثال :في سلسلة توريد شركة Zaraللأزياء:
الموردون في آسيا.
مصانع التجميع في أوروبا.
مراكز توزيع مركزية في إسبانيا.
متاجر التجزئة حول العالم.

الروابط Links

تمثل وسائل النقل والتدفقات بين العقد
حيث كل وسيلة لها ةتكلفة،سرعة،سعة :
النقل البري (شاحنات – سيارات).
النقل البحري (سفن – حاويات).
النقل الجوي (طائرات شحن).
النقل بالسكك الحديدية.

مثال :شركة Maerskتستخدم النقل البحري كخيار منخفض التكلفة للشحنات الضخمة، بينما تستخدم DHLالنقل الجوي عند الحاجة للتسليم السريع.

تدفقات البضائع والمعلومات

تدفق البضائع (:Physical Flow)
المواد الخام ← منتجات نصف مصنعة ← منتجات نهائية.
تدفق المعلومات (Information Flow):أوامر شراء، بيانات تتبع الشحنات، جداول التوريد.
تدفق المال (:Financial Flow)
المدفوعات، الفواتير، التحصيل.

مثال :
Amazonتدمج تدفق المعلومات مع البضائع من خلال نظام تتبع لحظي (Real-Time Tracking).

المكونات الأساسية للشبكة:



العنصر	الوظيفة الرئيسية
الموردون	تزويد المواد الأولية أو المكونات
المصانع	تحويل المواد إلى منتجات جاهزة
مراكز التجميع أو التوزيع	إدارة التدفق والتخزين المؤقت
شبكات النقل	الربط بين العقد(Nodes)
العملاء النهائيون	الاستهلاك أو الاستخدام الفعلي للمنتجات

تصميم الشبكة اللوجستية

- يشير **تصميم شبكة اللوجستيك** إلى التخطيط الهيكلي والإستراتيجي لنظام سلسلة الإمداد للشركة، والذي يهدف إلى **تحسين تدفق المنتجات والخدمات والمعلومات** من نقطة المنشأ (الموردين/المصانع) إلى نقطة الاستهلاك (العملاء)، مع تحقيق التوازن بين مستويات الخدمة والتكاليف.
- ويعد هذا القرار إستراتيجيًا وطويل الأجل ويشمل تحديد المكونات الرئيسية للشبكة:

- **المرافق (Facilities**: تحديد العدد الأمثل والمواقع وحجم المصانع والمستودعات ومراكز التوزيع.
- **التدفقات (Flows:**تحديد مسارات النقل وكميات المنتجات التي تتدفق بين هذه المرافق والعملاء.
- **الاستراتيجية Strategy**: تحديد سياسات المخزون، وطرائق النقل، ومستوى الخدمة المستهدف.

تصميم الشبكةباختصار

- **تصميم الشبكة** يعني تحديد:
  - عدد المرافق ومواقعها (المصانع والمخازن ومراكز التوزيع).
  - تدفقات البضائع بين هذه النقاط.
  - أساليب النقل والتخزين الأنسب.
  - توزيع السعات والإنتاج بما يحقق أقل تكلفة وأعلى خدمة.

مثال توضيحي

شركة تصنيع إلكترونيات في الجزائر ترغب بتوسيع نطاق توزيعها نحو المغرب وتونس. يجب عليها أن:

- ✓ تختار مواقع جديدة لمراكز التوزيع.
- ✓ تحدد أفضل طرق النقل (الطريق، السكك الحديدية، البحر).
- ✓ توازن بين **تكلفة النقل** و**سرعة التوصيل** و **الطلب المتوقع**.

الخطوات الأساسية لتصميم شبكة اللوجستيك

تتضمن عملية تصميم الشبكة عادةً الخطوات التالية:

الخطوة	الوصف	الاعتبارات الرئيسية
1. تحليل الوضع الحالي	فهم الهيكل الحالي للشبكة (إذا كانت موجودة)، وتحليل بيانات الطلب، والتكاليف التشغيلية (المخزون، النقل، المرافق)، ومستويات الخدمة المقدمة للعملاء.	البيانات الضرورية: مواقع العملاء، حجم الطلب، تكاليف النقل الحالية، تكاليف المرافق.
2. تحديد الأهداف والمعايير	وضع الأهداف الإستراتيجية لتصميم الشبكة (مثل: تقليل التكاليف الكلية، تحسين زمن الاستجابة، زيادة سعة التخزين، تقليل الانبعاثات الكربونية).	الموازنة: الموازنة بين تكاليف النقل (تزداد مع عدد المراكز الأقل) وتكاليف المرافق والمخزون (تزداد مع عدد المراكز الأكبر).
3. توليد السيناريوهات البديلة	إنشاء مجموعة من التصميمات المحتملة للشبكة. مثلاً: سيناريو بمركز توزيع إقليمي واحد، وسيناريو بثلاثة مراكز توزيع محلية، وسيناريو بالاعتماد على الشحن المباشر.	الهيكلة: الشحن المباشر، التوزيع عبر مراكز، استخدام التجميع (Cross-docking).
4. نمذجة وتحسين الشبكة	استخدام نماذج رياضية (مثل البرمجة الخطية المختلطة بالأعداد الصحيحة) وبرامج متخصصة لمحاكاة وتقييم كل سيناريو بناءً على الأهداف والمعايير المحددة.	التحسين: تحديد المواقع الأمثل للمرافق، وتخصيص العملاء للمراكز، وتحديد كميات التدفق لتحقيق الأهداف بأقل تكلفة أو أفضل خدمة.
5. اختيار التصميم وتنفيذه	اختيار أفضل سيناريو يلبي الأهداف المحددة والمفاضلة بين الكفاءة (التكلفة) والفعالية (الخدمة). ثم وضع خطة تفصيلية لتنفيذ التصميم الجديد.	المخاطر: تقييم مخاطر كل سيناريو (مثل اضطرابات العرض، تقلبات الطلب).

مثال توضيحي: شركة XYZ لبيع الأجهزة المنزلية

لنفرض أن شركة X تبيع الأجهزة المنزلية في دولة ما. كانت تعتمد في السابق على **مصنع واحد (P)** في الشمال للتصنيع والتوزيع المباشر لجميع عملائها في **ثلاث مناطق رئيسية A, B, C**

1. تحليل الوضع الحالي (الشبكة القديمة)

- **المرافق :** مصنع واحد.(P)
- **التوزيع :** شحن مباشر من (P) إلى مناطق العملاء.(A, B, C)
- **المشكلة :** منطقة (C) بعيدة جدًا، مما يؤدي إلى **ارتفاع تكاليف النقل** و**تأخر في زمن التسليم** (أيام طويلة)، وهذا يؤثر سلبًا على رضا العملاء في.(C)

2. الهدف الإستراتيجي

الهدف هو **تقليل التكلفة اللوجستية الإجمالية** (نقل + مخزون + مرافق) مع **تحسين مستوى الخدمة** في جميع المناطق، خصوصًا في (،(Cبتقليل زمن التسليم إلى يومين على الأكثر.

مثال توضيحي: شركة XYZلبيع الأجهزة المنزلية

3. توليد سيناريوهات التصميم (الشبكة الجديدة)

تقرر الشركة اختبار سيناريوهين رئيسيين:

الاقتراح الأول: مركز توزيع واحد جديد (DC1)

- **الفكرة:** إضافة مركز توزيع رئيسيDC1 في منطقة مركزية بين Aو Bو C لتقليل مسافات الشحن "الميل الأخير".
- **التدفقات:** Pيشحن بكميات كبيرة إلى DC1 وDC1يوزع على A, B, C
- **الميزة المتوقعة:** توفير في تكلفة النقل بالجملة للمسافة الطويلة من Pإلى DC1، وتقليل زمن التسليم للعملاء.

الاقتراح الثاني: مركزي توزيع (DC2وDC3)

- **الفكرة:** إنشاء مركزين أصغر DC2 بالقرب من المنطقة Aو DC3 بالقرب من المنطقة C
- **التدفقات:** Pيشحن بكميات كبيرة إلى كل من DC2وDC3
- DC2 يخدم Aو/B و DC3يخدمC
- **الميزة المتوقعة:** تقليل زمن التسليم بشكل كبير للعملاء في Cومرونة أكبر في الخدمة.

مثال توضيحي: شركة XYZلبيع الأجهزة المنزلية

4. نمذجة وتحليل السيناريوهات

تستخدم الشركة نموذج تحسين لتقدير التكاليف الكلية المتوقعة وزمن التسليم لكل سيناريو:

المؤشر	الشبكة القديمة (مرجع)	السيناريو الأول DC1	السيناريو الثاني DC2 + DC3
التكلفة الكلية السنوية	10 مليون دولار	5.8 مليون دولار (توفير 15%)	2.9 مليون دولار (توفير 8%)
متوسط زمن التسليم	5.4 أيام	5.2 أيام	**8.1 أيام**
تكاليف المرافق والمخزون	منخفضة	متوسطة	**مرتفعة**

مثال توضيحي: شركة Xلبيع الأجهزة المنزلية

5. اختيار التصميم

بناءً على التحليل:

- **الاقتراح الأول** يقدم أكبر توفير في التكلفة (15%) ويحقق الهدف بمتوسط زمن تسليم 5.2 يوم.
- **الاقتراح الثاني** يحقق أفضل خدمة عملاء (8.1 يوم) ولكنه أعلى تكلفة بسبب إنشاء وتشغيل مركزين.

القرار: تقرر شركة اختيار **الاقتراح الأول** (مركز توزيع واحد DC1) لأنه يحقق **توفيرًا كبيرًا في التكلفة** مع **تحسين مقبول في زمن التسليم**، وهو ما يمثل التوازن الأمثل بين التكلفة والخدمة وفقًا لأولوياتها الاستراتيجية.

العوامل المؤثرة في تصميم الشبكات

التأثير	العوامل	الفئة
تحدد جدوى الموقع	تكاليف الأرض، العمالة، النقل، الطاقة	**اقتصادية**
تؤثر على زمن التوصيل	المسافات، الطرق، البنية التحتية	**جغرافية**
تحدد مدى حرية الحركة	القوانين الجمركية، الضرائب، سياسات التجارة	**تنظيمية**
تفرض قيودًا على التصميم	الانبعاثات، النفايات، الموارد الطبيعية	**بيئية**
تحسن دقة القرار والسرعة	التتبع، الرقمنة، الذكاء الاصطناعي	**تكنولوجية**

مؤشرات الأداء في الشبكات اللوجستية(KPIs)
Key Performance Indicators



مؤشرات الأداء الرئيسية في الشبكات اللوجستية هي مقاييس كمية تستخدم لتقييم مدى كفاءة العمليات اللوجستية من الشراء إلى التسليم النهائي، وتشمل مؤشرات متعلقة بالتكاليف، والتسليم، وإدارة المخزون، ورضا العملاء. يتم استخدامها لقياس الأداء، وتحسين العمليات، واتخاذ القرارات الاستراتيجية بناءً على بيانات دقيقة.

مثال

شركات التجارة الإلكترونية تسعى إلى خفض "زمن التسليم" (من أيام إلى ساعات)، مثل خدمة **Amazon Prime Now**.

الهدف	التعريف	المؤشر
تقليل التكلفة الكلية	مجموع نفقات الشحن بين نقاط الشبكة	**تكلفة النقل**
تقليل التأخير	الوقت بين طلب المنتج وتسليمه	**زمن الدورة(Cycle Time)**
تحسين رضا العملاء	نسبة الطلبات الملباة في الوقت المحدد	**معدل الخدمة**
تعزيز الاستدامة	قدرة الشبكة على التكيف مع التغيرات	**المرونة**
دعم اللوجستيات الخضراء	تقليل الانبعاثات واستهلاك الطاقة	**الكفاءة البيئية**



مؤشرات الأداء في الشبكات اللوجستية(KPIs)
Key Performance Indicators

لقياس كفاءة الشبكة:

- ✓ زمن التسليم (Lead Time).
- ✓ نسبة توافر المنتجات (Service Level).
- ✓ تكلفة النقل لكل وحدة (Transportation Cost per Unit).
- ✓ معدل دوران المخزون (Inventory Turnover).

أهمية مؤشرات الأداء الرئيسة (KPIs)

- ✓ **قياس الأداء:** توفر مقياسًا كميًا لمدى تحقيق الأهداف المحددة.
- ✓ **تحسين العمليات:** تساعد في تحديد نقاط الضعف وفرص التحسين في سلسلة التوريد.
- ✓ **دعم اتخاذ القرار:** تساعد على اتخاذ قرارات إدارية مستنيرة بناءً على بيانات واقعية.
- ✓ **تتبع التقدم:** تسمح بتتبع التقدم نحو الأهداف الاستراتيجية مع مرور الوقت

أمثلة على مؤشرات الأداء في اللوجستيات (KPIs)

النقل والتسليم:

النسبة المئوية للتسليم في الوقت المحدد.
النسبة المئوية للأصناف التالفة أو المفقودة أثناء النقل.
متوسط وقت التسليم بالأيام.
النسبة المئوية لعمليات التسليم الدقيقة (المرسلة/المستلمة).

إدارة المخزون:

معدل دوران المخزون (عدد مرات بيع المخزون بالكامل خلال فترة معينة).
فترة المخزون (عدد الأيام اللازمة لبيع المخزون).

التكاليف:

متوسط التكلفة لكل كيلوغرام أو متر مكعب.
متوسط التكلفة لكل كيلومتر.

رضا العملاء:

زمن دورة الطلب (متوسط الوقت لتلبية الطلب من الاستلام).
معدل إتمام الطلبات (نسبة الطلبات المكتملة في الوقت المحدد)

أهمية الشبكات اللوجستية في العصر الحديث

- **العولمة**: ازدياد حجم التجارة الدولية يجعل التصميم الشبكي ضرورة لتقليل التعقيد.
- **التحول الرقمي**: الاعتماد على البيانات الفورية (Real-time Data) لتتبع الشحنات.
- **التنافسية**: الشركات التي تمتلك شبكات مرنة وسريعة تحقق ميزة تنافسية.
- **الاستدامة**: تصميم الشبكات لتقليل الانبعاثات واستهلاك الموارد.

التحديات المعاصرة في الشبكات اللوجستية

- ✓ ارتفاع تكاليف النقل والطاقة.
- ✓ اضطرابات سلاسل التوريد العالمية (مثل الأزمات الجيوسياسية أو الصحية).
- ✓ نقص البيانات الدقيقة لتخطيط العمليات.
- ✓ تعقيد التنبؤ بالطلب.

الأهداف الأساسية لأي تصميم شبكي

- **تقليل التكلفة الكلية**نقل + إنتاج + تخزين
- **تحسين جودة الخدمة** السرعة، الدقة، الاستجابة
- **تحقيق التوازن بين الكفاءة والمرونة.**
- **دعم الاستدامة البيئية والاجتماعية.**

هذه التحديات تمهّد لتطبيق **الذكاء الاصطناعي** في تصميم الشبكات.

الخلاصة

- شبكات اللوجستيات تتكون من عقد وروابط معقدة تتفاعل باستمرار.
- كفاءة الشبكة تعتمد على تصميمها، اختيار مواقع العقد، وتخطيط التدفقات.
- يتم استخدام مؤشرات الأداء لقياس الأداء اللوجستي، وتحسين العمليات، واتخاذ القرارات الاستراتيجية بناءً على بيانات دقيقة.