**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**

**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**

**جامعة– ميلة –**

**المحاضرة السادسة لمادة: تصميم شبكات اللوجستيك بالذكاء الاصطناعي**

**موجّهة لطلبة الماستر مالية و تجارة دوليّة**

**عنوان المحاضرة: التعلم الآلي في تحسين الشبكات اللوجستية**

## مقدمة:

تلعب الشبكات اللوجستية دورًا حيويًا في حركة وتوزيع السلع عبر العالم. في السنوات الأخيرة، ظهر التعلم الآلي (Machine Learning) كأداة ثورية لتحسين كفاءة هذه الشبكات وسرعة ودقة القرارات فيها. فقد شهدنا نموًا هائلًا في اعتماد الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في قطاع اللوجستيات، حيث بلغت قيمة سوق الذكاء الاصطناعي في الخدمات اللوجستية عالميًا حوالي 20.8 مليار دولار عام 2025 مع معدل نمو سنوي مركب 45.6% منذ عام 2020. والأهم من ذلك، أن 78% من قادة سلاسل التوريد أفادوا بتحسينات تشغيلية كبيرة بعد تطبيق حلول لوجستية مدعومة بالذكاء الاصطناعي

يأتي هذا التطور استجابةً لتحديات متزايدة؛ فمع ارتفاع توقعات العملاء للتسليم في نفس اليوم وتتبع الشحنات لحظيًا وخدمات مخصصة، أصبحت الشركات التي لا تستفيد من قدرات الذكاء الاصطناعي مهددة بفقدان قدرتها التنافسية

تهدف هذه المحاضرة إلى استعراض كيفية توظيف التعلم الآلي – أحد فروع الذكاء الاصطناعي – في تحسين أداء الشبكات اللوجستية. سنبدأ بشرح مبسّط لمفهوم التعلم الآلي وأنواعه الأساسية، ثم نوضّح سبل استخدامه لرفع كفاءة القرارات اللوجستية وتسريعها وزيادة دقتها. سنستعرض أيضًا أمثلة واقعية من شركات عالمية رائدة ، توضح الأثر الإيجابي للتعلم الآلي في تقليل التكاليف وتحسين التنبؤ والتوزيع. كما سنتطرق إلى إحصائيات حديثة تدعم هذا الأثر الإيجابي (مثل نسب خفض التكلفة وتقليص أوقات التسليم وتحسين دقة التنبؤ)، وأخيرًا نناقش أبرز التحديات التي قد تواجه تبنّي تقنيات التعلم الآلي في قطاع اللوجستيات. سنحرص على تقديم المعلومات بلغة علمية مبسطة تناسب طلبة الماستر، مدعمةً بالجداول والرسوم البيانية عند الإمكان لتوضيح الأفكار.

## مفهوم التعلم الآلي و أنواعه الأساسية:

التعلم الآلي هو فرع من فروع الذكاء الاصطناعي يركز على تطوير خوارزميات تسمح للحواسيب بالتعلم من البيانات وتحسين أدائها تلقائيًا مع التجربة، دون أن تكون مبرمجة بشكل صريح لكل حالة. بعبارة مبسطة، يتعلم نظام التعلم الآلي من البيانات التاريخية (خبراته السابقة) ثم يستخدم ما تعلّمه للتنبؤ أو اتخاذ قرارات

عندما يواجه بيانات جديدة. **على سبيل المثال**، يمكن لنظام تعلم آلي أن يتدرّب على سجلات الطلبات السابقة في شركة شحن، بحيث يتعلم الأنماط الموسمية لحجم الطلب، ثم يتنبأ بالطلب المستقبلي بشكل أكثر دقة. يتميز التعلم الآلي بقدرته على تحسين أدائه باستمرار كلما توفر له المزيد من البيانات، مما يجعله مناسبًا جدًا لمجال اللوجستيات الذي يتسم بتوليد كميات ضخمة من البيانات اليومية.

## الأنواع الرئيسية للتعلم الآلي:

هناك أنواع رئيسية لأساليب التعلم الآلي، أبرزها التعلم المراقَب والتعلم غير المراقَب. لكل من هذين النوعين دور مهم في تطبيقات اللوجستيات:

**التعلم المُراقَب(Supervised Learning)** في هذا النوع، يتم تدريب النموذج باستخدام بيانات تتضمن مدخلات ومخرجات معروفة سلفًا (أي بيانات مُصنَّفة). يقدم للبرنامج أمثلة صحيحة لكي "يتعلم" العلاقة بينها. على سبيل المثال، يمكن تدريب نموذج مراقب على مجموعة من الشحنات السابقة مع معرفة زمن التسليم الفعلي لكل شحنة، ليتعلم التنبؤ بزمن التسليم لشحنات جديدة. بمرور الوقت ومع وجود بيانات كافية، سيتعرّف النموذج على الأنماط والخصائص (Features) التي تؤثر على زمن التسليم. يعد التعلم المراقب من أكثر أساليب التعلم الآلي شيوعًا، ويشمل عدة خوارزميات مثل خوارزميات الانحدار (Regression) وأشجار القرار (Decision Trees) والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks) وغيرها. – الانحدار يستخدم بشكل رئيسي للتنبؤ بالقيم الرقمية مثل التنبؤ بالتكاليف أو الطلب المستقبلي. أشجار القرار هي نماذج تشجيرية تتخذ قرارات عبر تقسيم البيانات وفق شروط معينة، وتُستعمل في التصنيف (مثل تصنيف نوع الخدمة المناسبة لطلب معين) أو التنبؤ. أما الشبكات العصبية الاصطناعية فهي نماذج مستوحاة من تركيبة الدماغ البشري مكوّنة من طبقات من الخلايا الاصطناعية (العقد)؛ تمتاز بقدرتها على نمذجة الأنماط المعقدة جدًا، وتستخدم في مجالات مثل التعرف على الصور (كقراءة عناوين الطرود آليًا) أو تحسين جداول النقل.

**التعلم غير المُراقَب :(Unsupervised Learning)** يختلف عن السابق في أنه يعمل على بيانات غير مصنفة ولا توفر للنظام أمثلة بنتائج صحيحة مسبقًا. يهدف هذا الأسلوب إلى اكتشاف الأنماط والتجمعات المخفية في البيانات تلقائيًا. من أمثلة تطبيقاته في اللوجستيات خوارزميات التجميع (Clustering) التي يمكنها تحليل بيانات الشحنات وتقسيم العملاء إلى مجموعات متشابهة في السلوك (مثل مجموعة عملاء يتركزون في منطقة جغرافية معينة بطلبات متشابهة، مما يساعد على تخطيط توزيع مخصص لكل مجموعة). كذلك قد يستخدم التعلم غير المراقب في اكتشاف الشذوذ؛ **على سبيل المثال**، يمكن لنموذج غير مراقب تحليل سجلات سلسلة التوريد ورصد حوادث أو طلبات شاذة (ربما تشير إلى خلل أو عملية احتيال) عبر التعرف على ما يعتبر "طبيعيًا"

وما هو خارج عن المألوف. هذا النوع من التعلم يساعد الشركات على إيجاد رؤى جديدة في البيانات دون حاجة لتوفر مخرجات محددة سلفًا.

.

**ملاحظة:** هناك نوع ثالث يعرف **بالتعلم التعزيزي(Reinforcement Learning)** ، حيث يتعلم الوكيل (Agent)من خلال التفاعل مع بيئة معينة وتجربة استراتيجيات مختلفة للحصول على أعلى مكافأة ممكنة. هذا النوع يستخدم في بعض تطبيقات اللوجستيات المتقدمة، مثل تخطيط المسار الديناميكي للشاحنات أو الروبوتات ذاتية القيادة، حيث يتعلم النظام تحسين قراراته (كاختيار الطريق الأمثل) عبر التجربة والتغذية الراجعة المستمرة. على الرغم من أهميته، سنركّز في هذه المحاضرة على التطبيقات الأكثر شيوعًا للتعلم المراقب وغير المراقب في مجال الشبكات اللوجستية.

## دورالتعلم الآلي في تحسين أداء الشبكات اللوجستية:

يتيح التعلم الآلي تحويل العمليات اللوجستية التقليدية إلى عمليات أكثر ذكاءً واستباقية. بدمج الخوارزميات الذكية في أنظمة إدارة سلاسل الإمداد، يمكن رفع الكفاءة والسرعة والدقة بشكل ملموس عبر مختلف جوانب الشبكة اللوجستية. فيما يلي نستعرض أهم المجالات التي يُحدث فيها التعلم الآلي فرقًا نوعيًا:

**التنبؤ بالطلب والتخطيط المسبق:** يعد التنبؤ الدقيق بالطلب أحد أهم عوامل نجاح الشبكات اللوجستية. باستخدام نماذج التعلم الآلي المراقب (مثل نماذج الانحدار والشبكات العصبية)، تستطيع الشركات تحليل بيانات الطلب التاريخية إلى جانب العوامل المؤثرة (مواسم، اتجاهات سوقية، عروض ترويجية، بيانات اقتصادية...) للتنبؤ بمستويات الطلب المستقبلية على المنتجات في كل منطقة. هذا يمكن مديري اللوجستيات من تخطيط الشحنات وجدولة المخزون مسبقًا بشكل أفضل، مما يؤدي إلى تقليل حالات نقص المخزون أو فائضه. **على سبيل المثال**، تستخدم وولمارت (Walmart) خوارزميات ذكاء اصطناعي تحلل أكثر من 200 متغير لكل منتج من أجل تحسين إعادة التوريد، وقد أسهم ذلك في الحفاظ على مستوى توافر مخزون يصل إلى 99.2% في متاجرها. بشكل عام، تؤدي تقنيات التنبؤ المدعومة بالتعلم الآلي إلى رفع دقة التنبؤات وخفض الخطأ بشكل كبير يصل إلى 50% في بعض الحالات، مما ينعكس على انخفاض الفاقد والطلبات المفقودة بنحو 65%

**تحسين التخزين وإدارة المخزون:** يمكن للتعلم الآلي تحليل بيانات المخزون وحركة المنتجات داخل المستودعات للوصول إلى إستراتيجيات تخزين مثلى. على سبيل المثال، عبر تحليل تاريخ الطلبات، تستطيع خوارزمية غير مراقبة تجميع المنتجات التي يتم طلبها معًا بشكل متكرر وتوجيه تخزينها قرب بعضها، مما يقلل

من زمن التجهيز. كما يمكن لتقنيات الرؤية الحاسوبية (المعتمدة على تعلم عميق ضمن الشبكات العصبية) مراقبة مستويات الرفوف في الوقت الحقيقي في المستودعات الضخمة، والتعرف تلقائيًا على المنتجات التي تحتاج لإعادة تعبئة. في شركة أمازون (Amazon) يتم استخدام منظومة متقدمة من الروبوتات المزودة برؤية حاسوبية لإدارة المخزون وجلب الطلبات؛ وقد أدى ذلك إلى زيادة معدل معالجة الطلبات بحوالي 40% وتحسين دقة اختيار المنتجات إلى 99.8% مما قلّل بشكل هائل من الأخطاء في تجهيز الطلبات،مثل هذه الأنظمة الذكية رفعت كفاءة المستودعات إلى مستويات غير مسبوقة مع تخفيض تكاليف التخزين والتجهيز.

**تخطيط المسارات وتحسين التوزيع:** يمثل تخطيط مسارات الشحن والتوزيع واحدًا من أكثر المجالات تأثيرًا في التكلفة والوقت بشبكات النقل. خوارزميات التعلم الآلي (خاصة التعلم المعزز والتعلم المراقب على بيانات الخرائط وحركة المرور) قادرة على ابتكار مسارات ديناميكية تأخذ بالاعتبار عوامل لحظية مثل حركة المرور والطقس وحتى الطلبات الواردة أثناء السير. هذه المرونة غير ممكنة في الأنظمة التقليدية ذات المسارات المحددة مسبقًا. **على سبيل المثال**، طورت شركة يو بي إس (UPS) نظامًا شهيرًا للتخطيط الديناميكي للمسارات يسمى ORION، يستخدم خوارزميات ذكاء اصطناعي لحساب أفضل المسارات لحظيًا لكل سائق توصيل. يعالج النظام 30 ألف خيار مسار في الدقيقة ليوازن بين أقصر الطرق وأقلها ازدحامًا وأكفأها تكلفة، مما أدى إلى نتائج مذهلة مثل توفير 38 مليون لتر من الوقود سنويًا وتقليص الانبعاثات الكربونية بحوالي 100 ألف طن سنويًا. عمومًا، أظهرت الدراسات أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في التوزيع يمكن أن يحقق خفضًا للتكاليف بنسبة 15-20% عبر تقليل المسافات المقطوعة والوقود المهدر، وفي جانب آخر رفع نسبة التسليم في الوقت المحدد إلى نحو 95% مما يحسّن رضى العملاء.

**الإدارة اللحظية للشحنات والتتبع الذكي:** بفضل تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) المقترنة بالتعلم الآلي، أصبح ممكنًا تتبع الشحنات والأصول في الوقت الحقيقي وتحليل البيانات الواردة فورًا لاتخاذ قرارات سريعة. أنظمة التتبع المدعومة بالذكاء الاصطناعي لا تكتفي بإعطاء الموقع الحالي للشحنة، بل تتوقع زمن الوصول المقدر (ETA)بدقة عالية من خلال تحليل السرعة الحالية وحالة المرور والظروف الأخرى. فإذا توقع النظام حصول تأخير (مثلاً بسبب ازدحام أو عطل فني)، يقوم تلقائيًا بإشعار الجهات المعنية واقتراح إجراءات بديلة (مثل إعادة توجيه الشحنة عبر مسار آخر أو إرسال مركبة إضافية) قبل حدوث المشكلة.

هذا النوع من الإدارة الاستباقية يقلل بشكل كبير من مفاجآت التأخير ويتيح تحديث توقعات العملاء بشكل فوري. **على سبيل المثال**، لدى دي إتش إل (DHL) منصة ذكاء اصطناعي للتنبؤ تقوم بتحليل بيانات 220 بلدًا لتقدير أوقات التسليم بدقة تصل إلى 95%، وتستخدم خوارزميات تعلم آلي في شاحناتها الذكية لإعادة تخطيط مسار السائقين فورًا عند رصد ازدحام أو ظروف طارئة، مما ساهم في تقليص زمن التسليم بنسبة 25% سنويًا على مستوى شبكتها العالمية.

**الصيانة التنبؤية وإدارة الأصول:** أحد تطبيقات التعلم الآلي المهمة هو الصيانة التنبؤية للمركبات والمعدات. تعتمد هذه الفكرة على جمع بيانات المستشعرات من الشاحنات والسفن والرافعات وغيرها، ثم استخدام خوارزميات تعلم آلي لتحليل أنماط الأعطال والتنبؤ باحتمالية وقوع خلل قبل حدوثه بوقت كافٍ. هذا يمكّن الشركات من جدولة صيانة وقائية وتفادي الأعطال المكلفة التي قد تعطل شبكة الإمداد. **على سبيل المثال**، قامت شركة ميرسك (Maersk) للشحن البحري بنشر نظام ذكاء اصطناعي يقوم يوميًا بتحليل أكثر من ملياري نقطة بيانات من أكثر من 700 سفينة، مما أتاح التنبؤ بالأعطال قبل ما يصل إلى 3 أسابيع من وقوعها بدقة 85%. ونتيجة لذلك، تمكنت ميرسك من تقليل فترة تعطل السفن بنسبة 30% (أي زيادة زمن تشغيلها الفعلي) مما وفر أكثر من 300 مليون دولار سنويًا من تكاليف التشغيل، وكذلك خفض الانبعاثات الكربونية بمقدار 1.5 مليون طن عبر تحسين كفاءة الأسطول. هذا المثال يوضح كيف يرفع التعلم الآلي موثوقية العمليات اللوجستية ويمنع التأخيرات غير المخطط لها.

**خدمة العملاء وأتمتة العمليات:** إلى جانب العمليات المادية، يلعب التعلم الآلي دورًا في تحسين خدمات العملاء المرتبطة باللوجستيات. **على سبيل المثال**، تستخدم بعض الشركات مساعدين افتراضيين (Chatbots) مدعومين بالتعلم الآلي للرد على استفسارات العملاء حول تتبع الشحنة أو المواعيد بشكل فوري وعلى مدار الساعة .شركة ويسترن ديجيتال - (Western Digital) كمثال - تبنّت مساعدًا رقميًا باسم "Logibot" لتقديم المعلومات اللوجستية لشركاء سلسلة التوريد، يرد على الاستفسارات ويجمع التغذية الراجعة من العملاء ليساعد في تحسين العمليات .مثل هذه الأدوات تتيح لموظفي خدمة العملاء التركيز على المشاكل الأكثر تعقيدًا بينما يتولى الذكاء الاصطناعي المهام الروتينية. بشكل عام، توفر تقنيات التعلم الآلي في الخدمات اللوجستية قدرة على أتمتة العديد من القرارات والمهام التي كانت يدويّة، ابتداءً من جدولة الشحنات وتنسيق المخازن وصولاً إلى معالجة مطالبات التأخير، مما يسرّع الإجراءات ويقلل الأخطاء البشرية ويضمن الاستجابة بسرعة لمتغيرات الواقع.

لإيضاح التحول الذي يقدمه التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي مقارنةً بالأساليب التقليدية في إدارة اللوجستيات، يوضح الجدول التالي مقارنة بين الشبكات اللوجستية التقليدية وتلك المعززة بالذكاء الاصطناعي:

| الشبكات اللوجستية المعززة بالذكاء الاصطناعي | الشبكات اللوجستية التقليدية |
|---|---|
| اتخاذ قرارات استباقية باستخدام بيانات آنية وتحليلات تنبؤية | اتخاذ قرارات تفاعلية بناءً على بيانات تاريخية فقط |
| تخطيط مؤتمت مع تحسين مستمر بواسطة الخوارزميات | تخطيط يدوي وتنسيق بشري للعمليات |
| شفافية كاملة وتتبع شامل لحظي من المنشأ إلى الوجهة | رؤية محدودة مجزأة عبر مراحل سلسلة الإمداد |
| مسارات وجداول ديناميكية تتكيف تلقائيًا مع الظروف المتغيرة | مسارات وجدولة ثابتة ومحددة مسبقًا |
| منظومة رقمية متكاملة بتدفق بيانات آلي سلس بين جميع الأطراف | أنظمة منفصلة تتطلب إدخال بيانات يدوي |
| تنبؤ مستمر ومتجدد باستخدام نماذج التعلم الآلي بشكل آلي | تنبؤ دوري متباعد بفواصل زمنية طويلة وتدخل بشري كبير |

| | |
|---|---|
| استجابة سريعة تُقاس بالدقائق أو الساعات بفضل المراقبة والتنبؤ اللحظي | استجابة بطيئة تُقاس بالأيام أو الأسابيع لأي حدث طارئ |
| إدارة وقائية ومنعية عبر الكشف المبكر عن المشكلات وتفاديها | إدارة تفاعلية للمشكلات بعد وقوعها (رد فعل) |

**المصدر:** بتصرف من مقارنات DocShipper حول التحول من الأنظمة التقليدية إلى الأنظمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي.

من هذه المقارنة، يتضح أن التعلم الآلي يغيّر قواعد اللعبة في اللوجستيات: فبدلاً من التخطيط القائم على الخبرة والتاريخ فقط أصبح التخطيط استباقيًا؛ وبدلاً من نظم معزولة باتت الأنظمة مترابطة وشفافة؛ وبدلاً من رد الفعل المتأخر على المشاكل أصبح بالإمكان التنبؤ بالمشكلات ومنعها قبل وقوعها. هذا التحول الجذري يؤدي إلى خفض التكاليف التشغيلية وتحسين سرعة الاستجابة وجودة الخدمة بشكل شامل. في الأقسام التالية، سنستعرض بشكل أعمق بعض الأمثلة التطبيقية الواقعية وكذلك النتائج بالأرقام الداعمة لهذا التحسن.

## أمثلة تطبيقية من شركات عالمية:

لقد تبنّت العديد من الشركات الرائدة في العالم حلول التعلم الآلي لتحقيق قفزات نوعية في أداء عملياتها اللوجستية. فيما يلي أربعة أمثلة بارزة توضح كيف ساعد التعلم الآلي هذه الشركات في تقليل التكاليف وتحسين التنبؤ وتسريع التوزيع بشكل فعلي:

### أمازون (Amazon):

تدير شركة أمازون واحدة من أكبر الشبكات اللوجستية عالميًا لتوصيل ملايين الطلبات للعملاء. ولتحقيق ذلك بكفاءة عالية، اعتمدت أمازون بشكل مكثف على تقنيات التعلم الآلي في مراكز التنفيذ (المستودعات) وكذلك في إدارة التوصيل. على سبيل المثال، لدى أمازون الآن أكثر من 520 ألف روبوت مدعم بالذكاء الاصطناعي تعمل جنبًا إلى جنب مع الموظفين في مراكز التنفيذ الخاصة بها .تقوم هذه الروبوتات المزودة بخوارزميات رؤية حاسوبية متقدمة بنقل الرفوف والمنتجات إلى العاملين بدلًا من جعل العامل ينتقل إليها، ما أدى إلى تسريع عملية تجهيز الطلبات بنسبة 40% تقريبًا. نتيجة لهذا التكامل بين البشر والآلات، تمكنت أمازون من خفض تكاليف التنفيذ (المناولة والتجهيز) بحوالي 20%، وفي نفس الوقت ارتفعت كفاءة ودقة العمليات؛ إذ وصلت دقة اختيار الأصناف الصحيحة إلى 99.8% مما قلّص الأخطاء وحالات إرجاع السلع بسبب الشحنات الخاطئة إلى حد شبه معدوم .وإلى جانب إدارة المستودعات، تستخدم أمازون التعلم الآلي في تحسين شبكتها اللوجستية الأوسع، مثل تحسين مسارات مركبات التوصيل وجدولة السائقين بناءً على تحليلات بيانات آنية، وكذلك في التنبؤ بالطلب لنقل المخزون مسبقًا إلى مراكز التوزيع الأقرب للعملاء قبل حتى طلبهم للمنتج (وهي فكرة "الشحن الاستباقي"). هذه الابتكارات مجتمعةً مكّنت أمازون من تلبية توقعات العملاء العالية بالتسليم السريع، وبنت ميزة تنافسية يصعب مجاراتها في سوق التجارة الإلكترونية.

**يو بي إس(UPS):**

شركة UPS عملاق خدمات الشحن السريع عالميًا، واجهت تحديًا مستمرًا في خفض تكاليف التوصيل وتحسين كفاءة أسطولها الضخم من مركبات التوصيل. الحل جاء عبر تبني التعلم الآلي في نظام تخطيط المسارات المعروف باسم .ORION يعمل ORION بواسطة خوارزميات ذكاء اصطناعي تحلل عددًا هائلًا من الاحتمالات للمسارات الممكنة للشحنات، ثم تختار المسار الأمثل لكل سائق بشكل ديناميكي. هذا النظام لا يقوم بالتخطيط المسبق الثابت فحسب، بل يحدث الخطط أثناء اليوم إذا استجد ما يؤثر على الطريق (مثل زحام مفاجئ أو طلب عاجل جديد). ونتيجة لهذا التطوير، تمكنت UPS من تحقيق وفورات كبيرة جدًا: يقدّر أنها توفر سنويًا حوالي 100 مليون ميل قيادة غير ضرورية عبر تحسين مسارات الشاحنات، مما انعكس مباشرةً على توفير نحو 10 ملايين جالون وقود سنويًا (أي ما يعادل 38 مليون لتر) وتقليل الانبعاثات الكربونية بحوالي 100 ألف طن سنويًا .إضافةً لذلك، أدى هذا النظام إلى تسريع عمليات التسليم بسبب تجنب التأخيرات وتقليل الزمن الضائع، مما يحسن مستوى الخدمة للعملاء. تجربة UPS أثبتت أن تطبيق التعلم الآلي في لوجستيات "الميل الأخير" (أي مرحلة التوصيل النهائية للعميل) يمكن أن يحقق توازنًا أفضل بين السرعة والتكلفة، بحيث يتم إيصال المزيد من الطرود في وقت أقل وبتكاليف تشغيلية أقل. تجدر الإشارة إلى أن نجاح ORION شجع UPSعلى الاستثمار أكثر في تقنيات ذكاء اصطناعي أخرى، مثل استخدام خوارزميات لتوقع أحجام الطلب اليومي بشكل أفضل مما يساعد في التخطيط المسبق لعدد المركبات المطلوبة يوميًا وتجنب إرسال موارد زائدة عن الحاجة.

**دي إتش إل(DHL):**

تعد شركة دي إتش إل من رواد تبني التقنيات الحديثة في مجال الخدمات اللوجستية وسلسلة التوريد. استفادت دي إتش إل من التعلم الآلي بعدة طرق لتحسين كفاءة شبكتها المنتشرة في أكثر من 220 بلدًا. إحدى أبرز مبادراتها كانت تطوير منصة تنبؤ ذكية تقوم بتحليل بيانات الشحنات التاريخية وأنماط التسليم وظروف كل بلد من أجل توقع أوقات التسليم بدقة عالية. بفضل هذه المنصة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، تمكنت دي إتش إل من رفع دقة تقديرات زمن الوصول إلى حوالي 95% وتقليص متوسط أوقات التسليم بنسبة 25% عالميًا .هذا يعني أن الطرود تصل أسرع مما كانت عليه سابقًا، مع قدرة أعلى على الالتزام بالمواعيد المعلنة. إضافةً لذلك، طبّقت دي إتش إل مفهوم "الشاحنات الذكية(Smart Trucks) "، حيث زُودت مركبات التوصيل بأنظمة تعلم آلي تتلقى باستمرار معلومات عن حركة المرور والطقس وحتّى طلبات الاستلام الجديدة الواردة خلال اليوم. تقوم هذه الأنظمة بإعادة توجيه السائقين آليًا إلى مسارات أفضل في حال حدوث عائق في المسار المخطط أو ظهور فرصة لدمج تسليم جديد بشكل فعّال . وقد أدى ذلك إلى توفير نحو 10 ملايين ميل من مسافات التوصيل سنويًا والتي كانت ستُقطع بلا فائدة . هذه الوفورات الكبيرة في المسافات والزمن تعني توفيرًا

ماليًا مباشرًا في تكاليف الوقود والصيانة، بالإضافة إلى رفع مستوى رضا العملاء عن طريق تقليل التأخيرات. ولم تكتفِ DHL بذلك؛ فهي تستخدم أيضًا حلول تعلم آلي في جوانب أخرى مثل إدارة سلاسل التوريد لعملائها )مثال: منصة DHL Resilience360 التي تحلل المخاطر وتتنبأ بتعطلات محتملة في سلسلة التوريد كالكوارث الطبيعية أو الأزمات السياسية (وأيضًا في التعامل مع البيانات الضخمة لتحسين عمليات التخزين والنقل. لقد جعلت دي إتش إل من التقنيات الذكية جزءًا أساسيًا من استراتيجيتها لمواكبة الطلب العالمي المتزايد على الخدمات اللوجستية السريعة والموثوقة.

**ميرسك(Maersk) :**

شركة ميرسك هي أكبر مشغل لسفن الشحن التجاري في العالم، وتدير شبكة لوجستية بحرية هائلة تشمل مئات السفن وآلاف الحاويات التي تجوب مختلف المحيطات. تواجه ميرسك تحديات فريدة مرتبطة بصيانة الأسطول البحري وتشغيله بكفاءة نظرًا لضخامة عملياتها وتكلفتها العالية. من هنا تبنت ميرسك حلول التعلم الآلي خاصة في مجال الصيانة التنبؤية وإدارة الأسطول. كما ذكرنا سابقًا، قامت ميرسك بنشر منظومة ذكاء اصطناعي تقوم يوميًا بمسح وجمع بيانات تفصيلية من أجهزة الاستشعار الموجودة على السفن (مثل بيانات أداء المحركات، ودرجات الحرارة، وضغط الزيت، وحالة الاهتزازات... إلخ) إضافةً لبيانات البيئات المحيطة كحالة البحر والطقس. تعالج المنظومة أكثر من 2 مليار نقطة بيانات يوميًا لتقييم حالة المعدات والتنبؤ باحتمالية حدوث أعطال أو حاجة للصيانة . وكانت النتيجة أن النظام أصبح قادرًا على التنبؤ بالأعطال قبل أسابيع من وقوعها بدقة تصل إلى 85 . %هذه القدرة مكّنت فرق الصيانة في ميرسك من التخطيط المسبق للصيانات في الموانئ المناسبة بدلاً من التعامل مع أعطال طارئة في عرض البحر. وبالتالي انخفضت حالات التوقف المفاجئ للسفن بنسبة 30%، مما يعني أن السفن تقضي وقتًا أطول في الإبحار ونقل البضائع بدل الوقت الضائع في الإصلاح .هذا التحسن الكبير وفر لميرسك مبالغ طائلة – يقدّر بأكثر من 300 مليون دولار سنويًا من الوفر سواء في تكاليف الإصلاح الطارئ أو الخسائر الناتجة عن التأخير . أضف إلى ذلك المكاسب البيئية؛ حيث أن تشغيل السفن بكفاءة أعلى وتجنب الأعطال يؤدي إلى خفض الانبعاثات بحوالي 1.5 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا نتيجة استهلاك أقل للوقود . ولم تقتصر استخدامات ميرسك للتعلم الآلي على الصيانة، بل تستخدمه أيضًا في تصميم الشبكة اللوجستية ومحاكاة السيناريوهات) ما يُعرف بالتوأم الرقمي (digital twin للتنبؤ بتأثير التغييرات في جداول الإبحار أو سعات الموانئ على الشبكة بالكامل، وذلك بهدف اتخاذ قرارات استراتيجية مبنية على بيانات تنبؤية. تجربة ميرسك تعد مثالًا رائدًا لكيفية اعتماد التعلم الآلي في قطاع الشحن البحري التقليدي لتحقيق تحسينات جوهرية في الأداء التشغيلي وتقليل المخاطر والتكاليف.

هذه الأمثلة العملية تؤكد أن التعلم الآلي لم يعد مجرد مفهوم نظري، بل هو أداة تحقق نتائج فعلية وملموسة في قطاع اللوجستيات. الشركات التي استثمرت في هذه التقنيات استطاعت تعزيز ميزاتها التنافسية عبر توفير الخدمة بشكل أسرع وأرخص وأكثر موثوقية. في القسم التالي سنستعرض بعض الإحصائيات الحديثة العامة التي تلخص تأثير تطبيق التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي على مجال اللوجستيات ككل.

**الأثر الإيجابي للتعلم الآلي في اللوجستيات – إحصائيات ودراسات:**

إلى جانب دراسات الحالة الفردية لكل شركة، توجد دراسات واستطلاعات على مستوى الصناعة تظهر بوضوح الأثر الإيجابي الواسع لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في مجالات النقل وسلسلة التوريد. فيما يلي مجموعة من أهم الإحصائيات الحديثة التي تسلط الضوء على ذلك الأثر بالأرقام:

خفض التكاليف وتحسين المخزون: وجدت أبحاث لشركة McKinsey أن الشركات التي كانت من المبكرين في اعتماد الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل التوريد لديها تكاليف لوجستية أقل بحوالي 15% مقارنةً بمنافسيها، كما استطاعت في الوقت ذاته تحسين مستويات المخزون بنحو 35% (بمعنى تقليل المخزون الزائد دون التأثير على تلبية الطلب) . هذا يعني قدرة أعلى على تقديم الخدمة نفسها أو أفضل بتكلفة أقل بكثير، مما ينعكس في زيادة هوامش الربح أو القدرة على تخفيض الأسعار للعملاء .

**تحسين دقة التنبؤ وتقليل الهدر:** أظهرت إحدى الدراسات أن استخدام التعلم الآلي في التنبؤ بالطلب يمكن أن يخفض نسبة الخطأ في التنبؤ بما يصل إلى 50% مقارنة بالطرق التقليدية، وهذا الانخفاض الكبير في أخطاء التنبؤ يؤدي بدوره إلى خفض الفاقد ونقص المخزون بحوالي 65% كما سبقت الإشارة . فالتوقعات الأدق تعني قرارات أكثر صوابًا في التخزين والتوزيع، مما يقلل حالات نفاد المخزون (التي تسبب فقدان مبيعات) وكذلك يقلل من فائض المخزون (الذي يكلف تخزينًا ورأس مال مجمد). بهذه الطريقة يسهم الذكاء الاصطناعي في جعل سلاسل التوريد أكثر رشاقة وكفاءة.

**تحسين سرعة التسليم والخدمات اللوجستية الأخيرة:** حسب التقارير الحديثة، يمثل التوزيع في "الميل الأخير" (أي إيصال المنتج من مركز التوزيع إلى باب المستهلك) أكثر من نصف تكاليف الشحن الكلية، وبالتالي فهو مجال واعد للتحسين .وقد أفادت شركات طبّقت أنظمة ذكاء اصطناعي في الميل الأخير لتحقيق تخطيط ديناميكي للمسارات بأنها تمكنت من تقليل تكاليف التوزيع الأخيرة بنسبة تتراوح بين 25% و35%، وفي نفس الوقت رفع معدل التسليم في الوقت المحدد إلى نطاق 90%-95 . %هذه التحسينات الضخمة في الميل الأخير تعني وصول أسرع وأكثر موثوقية للعملاء مع كلفة توصيل أقل للشركة. ومثال ذلك ما ذكرناه عن نظام UPS الذي وفر ملايين الأميال من الرحلات غير الضرورية. من زاوية أخرى، إحدى دراسات شركة Gartner وجدت

أن 67% من مديري سلاسل التوريد صرّحوا بأن مؤسساتهم إما أتمتت كليًا أو جزئيًا عمليات رئيسية بواسطة الذكاء الاصطناعي بحلول 2025، وهذا يبيّن السرعة المتزايدة في تبنّي هذه التقنيات لتحسين العمليات.

مستوى تبنّي واسع ومتصاعد: لم يعد اعتماد الذكاء الاصطناعي في اللوجستيات حالات متفرقة، بل توجه عام. في استطلاع حديث عام 2024 شمل مدراء تنفيذيين في قطاعي التصنيع واللوجستيات، أفاد 97% منهم أنهم سيستخدمون تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملياتهم خلال العامين القادمين . هذه النسبة تكاد تكون إجماعًا على حتمية التحول نحو الأنظمة الذكية. كما تُظهر توقعات السوق نموًا هائلًا في الإنفاق على هذه التقنيات: إذ يُقدر أن يصل حجم سوق الذكاء الاصطناعي في اللوجستيات وسلاسل الإمداد إلى حوالي 196 مليار دولار بحلول 2034 .هذه الأرقام تعكس إيمان الشركات الكبير بالعائد على الاستثمار من هذه الحلول، حيث يرى المسؤولون التنفيذيون أنها لم تعد كماليات تقنية بل ضرورات استراتيجية للحفاظ على التنافسية.

**نتائج متنوعة عبر مجالات التشغيل:** التأثير الإيجابي شمل مختلف أوجه العمليات. على سبيل المثال، في مجال الصيانة، حقق ميناء روتردام في هولندا باستخدام منصات صيانة تنبؤية انخفاضًا بحوالي 20% في فترات التوقف غير المخطط لها للمعدات، وإطالة لعمر الأصول بنسبة 25% مما وفر ملايين الدولارات سنويًا .وفي إدارة القوى العاملة، تمكنت شركة Kuehne Nagel للخدمات اللوجستية من استخدام منصة تخطيط موارد مدعومة بالذكاء الاصطناعي لتحقيق خفض 15% في تكاليف العمل مع القدرة على مناولة 20% شحنات أكثر بنفس الموارد . مثل هذه الإحصائيات تشير إلى أن التحسينات لا تقتصر على جانب واحد، بل تمتد إلى زيادة الإنتاجية عبر كافة جوانب سلسلة الإمداد وخفض الهدر في الوقت والموارد.

**باختصار،** تؤكد هذه الأرقام والدراسات أن تطبيق التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في اللوجستيات يؤدي إلى مكاسب حقيقية: تكاليف أقل، سرعة أعلى، دقة تنبؤ أفضل، إنتاجية محسّنة، ومرونة أكبر في مواجهة التقلبات. الشركات التي تستثمر في هذه المجالات تحصد النتائج في صورة كفاءة تشغيلية وربحية أعلى، بينما من يتخلف قد يواجه صعوبة في مجاراة مستوى الخدمة والتكلفة الذي يقدمه المنافسون المعتمدون على التقنية . بالطبع، تحقيق هذه المكاسب ليس بالأمر التلقائي السهل، إذ توجد تحديات يجب أخذها بالحسبان عند محاولة اعتماد الحلول المعتمدة على التعلم الآلي. سنناقش أدناه أبرز هذه التحديات وسبل التعامل معها.

## التحديات في تطبيق التعلم الآلي في الشبكات اللوجستية:

على الرغم من الفوائد الكبيرة للتعلم الآلي في مجال اللوجستيات، إلا أن تنفيذ هذه التقنيات عمليًا قد يواجه عددًا من التحديات والصعوبات. فهم هذه التحديات هو الخطوة الأولى لضمان تجاوزها ووضع استراتيجيات ناجحة للتحول الرقمي. فيما يلي أبرز العقبات التي قد تعترض طريق تبنّي التعلم الآلي في الشبكات اللوجستية:

**تكلفة التنفيذ وتأهيل العاملين:** إدخال أنظمة الذكاء الاصطناعي يتطلب استثمارات أولية عالية سواء في البرمجيات أو المعدات أو البنية التحتية التقنية. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي تخصيص موارد لتدريب الموظفين على استخدام الأدوات الجديدة. في كثير من الحالات، قد يشعر العاملون بالقلق أو المقاومة تجاه التقنيات الجديدة خوفًا من التعقيد أو التأثير على وظائفهم . هذا يستلزم من الإدارة التعامل بحكمة عبر توعية الموظفين بفوائد التقنية لهم وللشركة، وإشراكهم في التدريب منذ وقت مبكر. على الشركات أن تخطط لفترات تدريب مكثفة وشرح عملي للموظفين (ربما على دفعات وبجدول زمني واضح) لضمان انتقال سلس. مثال: قد تُجري الشركة ورش عمل للسائقين لتعليمهم كيفية استخدام تطبيقات الملاحة الذكية، وتطمئنهم بأن هذه الأدوات موجودة لمساعدتهم وليس لاستبدالهم. الاستثمار في العنصر البشري وتبديد مخاوفه يعتبر عاملًا حاسمًا لإنجاح أي مشروع ذكاء اصطناعي.

**جودة البيانات وتكامل الأنظمة:** يعتمد التعلم الآلي بشكل جوهري على توفر بيانات ضخمة وموثوقة في الوقت الفعلي. في قطاع اللوجستيات، كثيرًا ما تكون البيانات مشتتة عبر أنظمة مختلفة) نظام إدارة نقلTMS ، نظام إدارة مخزونWMS ، قواعد بيانات العملاء، ملفات جداول في أقسام متفرقة...إلخ(، إضافةً إلى أن بعض الشركات لا تزال تستخدم أنظمة قديمة (Legacy Systems) قد لا تندمج بسهولة مع التقنيات الحديثة. تكامل هذه المصادر المتعددة للبيانات في منصة موحدة يعد تحديًا تقنيًا ولوجستيًا كبيرًا . كما أن جودة البيانات مسألة بالغة الأهمية: أي أخطاء أو عدم دقة في البيانات (مثل معلومات الطلبات أو حالة الشحنات) ستؤدي إلى مخرجات خاطئة من نماذج التعلم الآلي. لذا على المؤسسات قبل الشروع في أي مشروع ذكاء اصطناعي أن تستثمر في بنية تحتية للبيانات تشمل: توحيد صيغ البيانات، وتنظيف البيانات ومراجعتها، ونشر أجهزة الاستشعار اللازمة لجمع البيانات المهمة، بالإضافة إلى تأمين قنوات نقل بيانات آنية من العمليات (كتركيب أجهزة تتبع على المركبات لجمع بيانات الموقع والسرعة بشكل مستمر). هذا الجانب قد يتطلب التعاون مع خبراء تكامل نظم (Systems Integration) لضمان سلاسة الربط بين التقنيات الجديدة والأنظمة العاملة حاليًا.

**الحاجة إلى مهارات متخصصة وثقافة تنظيمية داعمة:** إدخال التعلم الآلي إلى منظومة العمل يعني الحاجة إلى كفاءات بشرية قادرة على فهم هذه التقنيات وتشغيلها. قد يتطلب الأمر توظيف متخصصين جدد مثل علماء بيانات (Data Scientists) أو مهندسي تعلم آلي، أو رفع مهارات الموظفين الحاليين عبر التدريب. إلى جانب المهارات التقنية، هناك حاجة إلى تغيير ثقافة المؤسسة لتصبح مدعومة بالبيانات (Data-driven Culture)

بحيث يثق المدراء والموظفون بمخرجات النماذج التحليلية ويتخذون القرارات بناءً عليها. في بعض الأحيان قد يواجه تبني قرارات أو توصيات النظام الذكي مقاومة من صناع القرار التقليديين الذين اعتادوا على الخبرة الشخصية أو الحدس . لذا من المهم إشراك جميع المستويات الإدارية في رحلة التحول الرقمي، عبر شرح نجاحات ملموسة مبنية على توصيات النظام (على سبيل المثال: كيف أدى تعديل نظام الجدولة الذي اقترحه النموذج إلى تقليل التأخير في التسليم بنسبة معينة). أيضًا يجب إنشاء آليات لفهم مخرجات النماذج (explainability)بحيث يستطيع المدراء فهم سبب توصية الخوارزمية بخيار معين، مما يبني الثقة ويشجع على اعتماد أوسع للذكاء الاصطناعي في القرارات اليومية.

مخاوف الخصوصية وأمان البيانات: تعتمد تطبيقات التعلم الآلي في اللوجستيات على جمع واستعمال كمّ هائل من البيانات، بعضها قد يكون حساسًا (كبيانات العملاء، معلومات الشحنات القيّمة، خطط التوريد... إلخ). هذا يثير مخاوف حول سرية المعلومات وحمايتها من الاختراق أو سوء الاستخدام. الأنظمة السحابية التي تعمل عليها حلول الذكاء الاصطناعي تقدم تحديثات أمنية دورية وتراقب التهديدات، لكنها أيضًا قد تكون مستهدفة من قبل القراصنة نظرًا لأهمية البيانات المخزنة . على الشركات التأكد من أن مورّدي حلول الذكاء الاصطناعي يطبقون معايير أمان صارمة (مثل التشفير القوي للبيانات سواء أثناء التخزين أو أثناء نقلها، وأنظمة تحكم بالوصول تحدد من يمكنه رؤية ماذا من البيانات). كذلك ينبغي الامتثال للتشريعات المتعلقة بحماية البيانات الشخصية إذا ما كانت بيانات العملاء جزءًا من منظومة التحليل. أي اختراق أمني قد لا يضر فقط بسمعة الشركة، بل ربما يؤدي إلى توقف العمليات. من ناحية أخرى، الخصوصية مسألة تهم العملاء أيضًا؛ فبعض العملاء (أفراد أو شركات) قد يتوجسون من معرفة مدى استخدام بياناتهم. لذا الشفافية في سياسات البيانات وطمأنة الشركاء والعملاء حول كيفية استخدام البيانات تعد جزءًا من معالجة هذا التحدي.

**نضج التقنية والتأكد من فعاليتها:** على الرغم من النجاحات العديدة للذكاء الاصطناعي في اللوجستيات، يجب الاعتراف بأن بعض تطبيقات التعلم الآلي ما زالت ناشئة وفي طور التطوير. قد تكون بعض الحلول المتقدمة (مثل الشاحنات ذاتية القيادة بالكامل أو الأتمتة الروبوتية الشاملة للمستودعات) غير جاهزة للنشر الواسع التجاري بعد، أو أنها تعمل بشكل جيد في ظروف معينة فقط. لذلك فإن الاعتماد المفرط على الأنظمة الآلية دون توفر إشراف بشري خبير يمكن أن يؤدي إلى مشكلات غير متوقعة **على سبيل المثال**، إذا اعتمدت شركة ما بشكل كامل على نظام تنبؤ الطلب دون وجود فريق تخطيط يراجع المخرجات، قد تقع في مشكلة إذا واجه النظام حالة استثنائية لم يتدرب عليها. الحل هنا يكون باتباع نهج متدرج: البدء بمشاريع تجريبية صغيرة لاختبار التقنية في نطاق محدود، ومن ثم التوسع التدريجي عند إثبات النجاح. أيضًا يجب الإبقاء على دور التحليل البشري جنبًا إلى جنب مع قرارات الآلة، على الأقل في المراحل الأولى، للتأكد من عقلانية المخرجات

والتعامل مع الحالات الخاصة. ومع نضج التقنيات عبر الزمن وازدياد ثقة المؤسسة بها، يمكن الانتقال إلى مستويات أعلى من الأتمتة بثقة أكبر.

رغم هذه التحديات، تجدر الإشارة إلى أنها ليست عقبات مستحيلة، ويمكن تجاوزها عبر التخطيط السليم والاستثمار الاستراتيجي والتغيير الإداري المدروس. العديد من الشركات التي ذكرناها واجهت هذه الصعوبات في بدايات رحلتها الرقمية، لكنها تمكنت من معالجتها والتمتع بالمزايا الكبيرة للتعلم الآلي. لذا فوجود رؤية واضحة من الإدارة العليا، واستراتيجية مرحلية لتطبيق التقنيات، والحرص على تمكين الكوادر البشرية وتأمين البنية التحتية، كلها عوامل تساعد جدًا في تخفيف أثر التحديات وضمان نجاح مبادرات الذكاء الاصطناعي في مجال اللوجستيات.

## خاتمة

في ختام هذه المحاضرة، يتضح لنا أن التعلم الآلي يمثل نقلة نوعية في تصميم وتشغيل الشبكات اللوجستية. فمن خلال قدرته على التعلم من البيانات الضخمة والتنبؤ المستمر واتخاذ القرارات المثلى في الوقت الحقيقي، استطاع أن يحل مشكلات مزمنة في القطاع اللوجستي ويحقق تحسينات جوهرية في الكلفة والسرعة والدقة. لقد رأينا أمثلة ملموسة لكيفية استخدام شركات عالمية لهذه التقنيات لتحقيق ميزات تنافسية؛ كما استعرضنا بيانات تثبت أن هذه التحسينات ليست حالات معزولة، بل اتجاه عام يتأكد عبر الدراسات والإحصائيات الحديثة.

بطبيعة الحال، يترافق هذا التحول مع تحديات تستوجب اهتمامًا جديًا وإدارة حصيفة للتغيير، لكن التجارب أثبتت أنها تحديات قابلة للحل بالتخطيط والاستثمار المناسبين. ولعل أهم عامل في النجاح هو الإدراك الاستراتيجي من قبل الشركات أن تبني الذكاء الاصطناعي في اللوجستيات لم يعد ترفًا، بل أصبح ضرورة تمليها متطلبات السوق الحديث. من لا يجاري هذا الركب قد يتأخر كثيرًا عن المنافسين.

على مستوى طلبة الماستر المختصين في تصميم الشبكات اللوجستية بالذكاء الاصطناعي، من المهم استيعاب أن المستقبل القريب سيشهد اندماجًا أعمق بين المعرفة اللوجستية التقليدية والأدوات التقنية المتقدمة. سيكون على متخصصي اللوجستيات الغد أن يفهموا خوارزميات التنبؤ والتحسين، ويتقنوا تفسير نتائجها، ويمتلكوا المرونة للتكيف مع نماذج عمل جديدة مدعومة بالبيانات. إن المنهجيات التي تعلمناها عن التخزين والتوزيع والنقل ستزداد قوة وتأثيرًا عندما تمتزج مع قدرات التعلم الآلي. وبالتالي فإن الاستثمار في تطوير مهارات تحليل البيانات والفهم الأساسي لتقنيات الذكاء الاصطناعي سيصبح جزءًا لا يتجزأ من تأهيل أي متخصص لوجستي ناجح.

**باختصار**، يوفر التعلم الآلي فرصًا غير مسبوقة لجعل شبكات الإمداد أكثر كفاءة وسرعة ومرونة من أي وقت مضى. ومع استمرار التطورات التقنية (مثل ظهور التوأم الرقمي لسلاسل التوريد، والمركبات ذاتية القيادة، وتحليلات البيانات الضخمة اللحظية)، يمكننا توقع المزيد من التحولات الإيجابية في قطاع اللوجستيات خلال السنوات القادمة. واجبنا كمتخصصين ودارسين هو أن نكون في طليعة هذا التحول، فهمًا وتطبيقًا ونقدًا، لضمان تصميم شبكات لوجستية ذكية تستفيد لأقصى حد من هذه التقنيات وتعود بالنفع على الشركات والعملاء والمجتمع ككل.

**د عبد الحق لفيلف .**

**جامعة ميلة**