



جامعة تكريت  
كلية التربية للعلوم الانسانية  
قسم الجغرافية- الدراسات العليا

عنوان المحاضرة

النقل الذكي وتطبيقات التكنولوجيا الحديثة في إدارة الحركة المرورية

المرحلة: الماجستير

مادة: جغرافية النقل

مدرس المادة: أ.م.د. صباح عثمان عبدالله

٢٠٢٦

## أولاً: مفهوم النقل الذكي وأهميته في إدارة الحركة المرورية:

يُعد النقل الذكي من أبرز التطورات التقنية التي شهدتها قطاع النقل خلال العقود الأخيرة، إذ يمثل منظومة متكاملة من التقنيات الحديثة التي تُستخدم لتحسين كفاءة شبكات النقل وإدارة الحركة المرورية بصورة أكثر دقة وفعالية. ويعتمد النقل الذكي على دمج تقنيات الاتصالات والمعلومات والحوسبة الإلكترونية مع البنية التحتية للنقل، بهدف توفير معلومات آنية عن حركة المركبات والطرق والمستخدمين، بما يساهم في اتخاذ قرارات سريعة وفعالة لمعالجة المشكلات المرورية المختلفة. وقد جاء ظهور هذا المفهوم استجابةً للتحديات المتزايدة التي تواجه المدن الحديثة نتيجة النمو السكاني المتسارع والتوسع العمراني وزيادة أعداد المركبات، الأمر الذي أدى إلى تفاقم الازدحامات المرورية وارتفاع معدلات الحوادث واستهلاك الوقود وتلوث البيئة.

ويتميز النقل الذكي بقدرته على تحويل نظم النقل التقليدية إلى نظم أكثر كفاءة من خلال استخدام أجهزة الاستشعار والكاميرات الذكية وشبكات الاتصالات وأنظمة تحديد المواقع العالمية وتقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة. وتعمل هذه التقنيات بصورة مترابطة على جمع البيانات المتعلقة بحركة المرور وتحليلها بشكل فوري، ثم إرسال المعلومات اللازمة إلى مراكز التحكم المروري لاتخاذ الإجراءات المناسبة. فعلى سبيل المثال، يمكن لأنظمة النقل الذكية اكتشاف الاختناقات المرورية وتحديد مواقع الحوادث وتوجيه المركبات نحو طرق بديلة تقلل من زمن الرحلة وتخفف الضغط على الطرق الرئيسية.

وتبرز أهمية النقل الذكي في كونه أحد الحلول الاستراتيجية لمواجهة المشكلات المرورية التي تعاني منها المدن الكبرى. فبدلاً من الاعتماد فقط على إنشاء طرق جديدة أو توسيع الطرق القائمة، وهو ما يتطلب تكاليف مالية مرتفعة ومساحات إضافية قد لا تكون متاحة، يركز النقل الذكي على تحسين استغلال البنية التحتية الحالية ورفع كفاءتها التشغيلية. ومن خلال الإدارة الذكية للحركة المرورية يمكن زيادة الطاقة الاستيعابية للطرق وتحسين مستوى الخدمة المقدمة للمستخدمين دون الحاجة إلى استثمارات ضخمة في مشاريع البنية التحتية.

كما يساهم النقل الذكي في تعزيز مستوى السلامة المرورية من خلال توفير أنظمة مراقبة متطورة قادرة على رصد المخالفات المرورية والكشف المبكر عن الحوادث وإرسال التنبيهات اللازمة للسائقين والجهات المختصة. وتساعد هذه الأنظمة في تقليل زمن الاستجابة للحوادث وتحسين عمليات الإنقاذ والإسعاف، الأمر الذي ينعكس إيجابياً على خفض أعداد الإصابات والخسائر البشرية والمادية. إضافة إلى ذلك، تتيح تقنيات النقل الذكي إمكانية مراقبة السرعات المرورية وإدارة التقاطعات والإشارات الضوئية بصورة آلية تتكيف مع حجم الحركة المرورية في كل وقت.

ومن الجوانب المهمة الأخرى للنقل الذكي دوره في الحد من الآثار البيئية الناجمة عن قطاع النقل. فالازدحامات المرورية تؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود وارتفاع معدلات انبعاث الغازات الملوثة للهواء، في حين تساهم أنظمة النقل الذكية في تحسين انسيابية الحركة وتقليل أوقات التوقف والاختناقات، مما يؤدي إلى خفض الانبعاثات الكربونية وتحسين جودة البيئة الحضرية. كما أن توفير معلومات دقيقة للسائقين حول حالة الطرق وأفضل المسارات يساعد في تقليل المسافات المقطوعة واستهلاك الطاقة.

وعلى المستوى الاقتصادي، يحقق النقل الذكي فوائد كبيرة تتمثل في تقليل الزمن الضائع في الازدحامات المرورية وخفض تكاليف التشغيل والصيانة وتحسين كفاءة حركة البضائع والأفراد. وتؤكد العديد من الدراسات أن تطبيق أنظمة النقل الذكية يساهم في رفع الإنتاجية الاقتصادية وتحسين القدرة التنافسية للمدن من خلال توفير بيئة نقل أكثر كفاءة وأماناً. كما يساعد في دعم الأنشطة التجارية والخدمية والسياحية التي تعتمد بصورة مباشرة على سهولة الحركة والتنقل.

وفي ضوء التطورات المتسارعة في مجالات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والاتصالات الرقمية، أصبح النقل الذكي يمثل أحد أهم الاتجاهات المستقبلية في تخطيط وإدارة المدن الحديثة. وتسعى العديد

من الدول إلى تبني هذه التقنيات ضمن استراتيجيات المدن الذكية لتحقيق التنمية المستدامة وتحسين جودة الحياة للسكان. ومن المتوقع أن يزداد الاعتماد على أنظمة النقل الذكية خلال السنوات المقبلة مع استمرار التطور التكنولوجي وظهور تطبيقات جديدة قادرة على إحداث تحول جذري في أساليب إدارة الحركة المرورية وتقديم خدمات النقل.

## ثانياً: مكونات أنظمة النقل الذكي:

تتكون أنظمة النقل الذكي من مجموعة متكاملة من العناصر التقنية والإدارية التي تعمل معاً لتحقيق إدارة فعالة للحركة المرورية وتحسين أداء شبكات النقل. وتُعد البنية التحتية الذكية الأساس الذي تعتمد عليه هذه الأنظمة، إذ تشمل أجهزة الاستشعار والكاميرات الرقمية والرادارات المثبتة على الطرق والتقاطعات والجسور، والتي تعمل على جمع البيانات المتعلقة بحجم الحركة المرورية وسرعات المركبات وكثافة التدفقات المرورية. وتقوم هذه الأجهزة بإرسال البيانات بصورة مستمرة إلى مراكز التحكم المروري التي تُعد العقل المدبر لمنظومة النقل الذكي.

وتلعب شبكات الاتصالات دوراً محورياً في نقل المعلومات بين مكونات النظام المختلفة، حيث تعتمد أنظمة النقل الذكي على شبكات اتصال متطورة تضمن سرعة تبادل البيانات ودقتها. وتشمل هذه الشبكات الألياف الضوئية وشبكات الهاتف المحمول وتقنيات الاتصال اللاسلكي الحديثة، التي تسمح بتبادل المعلومات بين المركبات والبنية التحتية المرورية ومراكز السيطرة. ويُعد هذا الاتصال المستمر أساساً لنجاح عمليات المراقبة والتحكم واتخاذ القرارات في الوقت المناسب.

ومن العناصر المهمة أيضاً أنظمة تحديد المواقع العالمية التي تتيح تحديد مواقع المركبات بدقة عالية ومتابعة حركتها بصورة مستمرة. وتُستخدم هذه التقنية في إدارة أساطيل النقل العام والشاحنات وخدمات الطوارئ، فضلاً عن توفير معلومات دقيقة للسائقين حول أفضل المسارات المتاحة. كما تساعد هذه الأنظمة في تحليل أنماط الحركة المرورية والتنبؤ بالمشكلات المحتملة قبل حدوثها.

وتعتمد أنظمة النقل الذكي كذلك على البرمجيات المتقدمة التي تقوم بتحليل البيانات الضخمة المستلمة من مختلف المصادر وتحويلها إلى معلومات قابلة للاستخدام. وتستخدم هذه البرمجيات خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي للتنبؤ بحركة المرور وتحديد الاختناقات المرورية واقتراح الحلول المناسبة لمعالجتها. كما تساهم في إدارة الإشارات الضوئية بصورة ديناميكية تتناسب مع حجم الحركة الفعلي في كل اتجاه.

وتشمل مكونات النقل الذكي أيضاً اللوحات الإرشادية الإلكترونية التي تُثبت على الطرق الرئيسية لتزويد السائقين بمعلومات آنية عن حالة المرور والحوادث وأعمال الصيانة والطرق البديلة. وتساعد هذه اللوحات في تحسين اتخاذ القرار من قبل مستخدمي الطريق وتقليل الازدحامات الناتجة عن نقص المعلومات. ومن خلال التكامل بين جميع هذه المكونات تتحقق منظومة متطورة قادرة على رفع كفاءة النقل وتحسين السلامة المرورية وتقديم خدمات نقل أكثر جودة واستدامة.

## ثالثاً: دور الذكاء الاصطناعي في إدارة الحركة المرورية:

أصبح الذكاء الاصطناعي أحد أهم التقنيات الحديثة المستخدمة في تطوير أنظمة النقل الذكي وإدارة الحركة المرورية، لما يمتلكه من قدرة كبيرة على تحليل البيانات واتخاذ القرارات بسرعة ودقة تفوق الأساليب التقليدية. ويعتمد الذكاء الاصطناعي على خوارزميات متقدمة قادرة على معالجة كميات هائلة من البيانات المرورية الواردة من الكاميرات وأجهزة الاستشعار وأنظمة تحديد المواقع وغيرها من المصادر المختلفة، ثم تحليلها واستخلاص الأنماط والمؤشرات التي تساعد في فهم طبيعة الحركة المرورية.

وتتمثل إحدى أهم وظائف الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالازدحامات المرورية قبل حدوثها من خلال تحليل البيانات التاريخية والبيانات اللحظية. فعندما يكتشف النظام مؤشرات تدل على احتمال حدوث اختناق مروري في منطقة معينة، يقوم بإرسال تنبيهات إلى مراكز التحكم المروري لاتخاذ الإجراءات المناسبة مثل تعديل توقيت الإشارات الضوئية أو توجيه المركبات نحو مسارات بديلة. ويساعد ذلك في تقليل الازدحام وتحسين انسيابية الحركة.

كما يُستخدم الذكاء الاصطناعي في إدارة التقاطعات المرورية الذكية التي تعتمد على تعديل أوقات الإشارات الضوئية بصورة آلية وفقاً لحجم الحركة الفعلي في كل اتجاه. وبدلاً من الاعتماد على برامج ثابتة قد لا تتناسب مع الظروف المتغيرة، تستطيع الأنظمة الذكية الاستجابة الفورية للتغيرات المرورية وتحقيق توزيع أكثر كفاءة للزمن المخصص لكل اتجاه.

ويؤدي الذكاء الاصطناعي دوراً مهماً في تعزيز السلامة المرورية من خلال تحليل سلوك السائقين ورصد المخالفات المرورية والكشف المبكر عن الحوادث. كما يمكنه التعرف على المركبات المتوقفة بصورة غير قانونية أو القيادة بسرعات مفرطة أو الحركات المرورية الخطرة التي قد تؤدي إلى وقوع الحوادث. وتساعد هذه القدرات في اتخاذ إجراءات وقائية تقلل من المخاطر المرورية وتحسن مستوى الأمان على الطرق.

ومع استمرار تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، يتوقع أن تتوسع تطبيقاته في قطاع النقل لتشمل المركبات ذاتية القيادة وأنظمة التحكم المروري المتكاملة، مما يساهم في إحداث تحول جذري في أساليب إدارة الحركة المرورية وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة والاستدامة في شبكات النقل الحديثة.

#### **رابعاً: أنظمة المراقبة المرورية الذكية وأهميتها في تحسين كفاءة النقل:**

تعد أنظمة المراقبة المرورية الذكية من أهم التطبيقات الحديثة المستخدمة في إدارة الحركة المرورية ضمن منظومة النقل الذكي، إذ تعتمد على مجموعة متكاملة من الكاميرات الرقمية وأجهزة الاستشعار والرادارات وتقنيات تحليل الصور والبيانات لمتابعة حركة المركبات بصورة مستمرة وعلى مدار الساعة. وتتمثل الوظيفة الأساسية لهذه الأنظمة في جمع المعلومات المتعلقة بكثافة الحركة المرورية وسرعات المركبات وأنماط التدفق المروري والحوادث والمخالفات التي تحدث على الطرق المختلفة، ومن ثم إرسال هذه المعلومات إلى مراكز السيطرة والتحكم المروري لتحليلها واتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب. وتساعد هذه الأنظمة في توفير صورة شاملة ودقيقة عن واقع الحركة المرورية، الأمر الذي يمكن الجهات المختصة من التعامل السريع مع المشكلات المرورية وتقليل أثارها السلبية على مستخدمي الطرق. كما تساهم أنظمة المراقبة الذكية في الكشف المبكر عن الحوادث المرورية والاختناقات المفاجئة، مما يتيح سرعة توجيه فرق الطوارئ والإسعاف إلى مواقع الحوادث وتقليل زمن الاستجابة. ومن الجوانب المهمة لهذه الأنظمة قدرتها على رصد المخالفات المرورية المختلفة مثل تجاوز السرعة المقررة أو قطع الإشارة الضوئية أو السير بعكس الاتجاه، الأمر الذي يعزز من تطبيق القوانين المرورية ويرفع مستوى الانضباط بين مستخدمي الطريق. وتساعد البيانات التي يتم جمعها من خلال هذه الأنظمة في إعداد قواعد بيانات مرورية متكاملة يمكن الاستفادة منها في الدراسات التخطيطية وتطوير شبكات النقل وتحسين تصميم الطرق والتقاطعات. كما تساهم في تقييم كفاءة البنية التحتية المرورية وتحديد المواقع التي تحتاج إلى تطوير أو توسعة مستقبلاً. وقد أدى التطور في تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى زيادة كفاءة أنظمة المراقبة المرورية، حيث أصبحت قادرة على تحليل الصور والفيديوهات بصورة آلية واستخراج المعلومات المهمة دون الحاجة إلى تدخل بشري مباشر. وتعد هذه الأنظمة من الأدوات الأساسية في المدن الذكية التي تسعى إلى تحقيق إدارة مرورية متقدمة تعتمد على البيانات الدقيقة والمعلومات الفورية، بما يساهم في تقليل الازدحامات وتحسين مستوى السلامة المرورية ورفع كفاءة استخدام شبكات النقل، فضلاً عن دورها في تقليل استهلاك الوقود وخفض الانبعاثات البيئية الناتجة عن الاختناقات المرورية المتكررة. ولذلك أصبحت أنظمة المراقبة الذكية أحد المرتكزات الرئيسية لتطوير قطاع النقل وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في المدن الحديثة.

## خامسا: الإشارات المرورية الذكية ودورها في تنظيم الحركة المرورية:

تُعد الإشارات المرورية الذكية من أبرز تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في مجال النقل الذكي، إذ تمثل نقلة نوعية مقارنة بالإشارات المرورية التقليدية التي تعمل وفق أوقات ثابتة لا تراعي التغيرات المستمرة في حجم الحركة المرورية. وتعتمد الإشارات الذكية على أجهزة استشعار وكاميرات متطورة تقوم برصد أعداد المركبات وسرعاتها واتجاهاتها عند التقاطعات المختلفة، ثم إرسال هذه البيانات إلى أنظمة تحكم إلكترونية تقوم بتحليلها واتخاذ القرار المناسب بشأن مدة الإشارة الخضراء أو الحمراء لكل اتجاه. ويسهم هذا الأسلوب في تحقيق انسيابية أكبر للحركة المرورية وتقليل أوقات الانتظار التي تعاني منها المركبات عند التقاطعات المزدحمة. كما تساعد الإشارات الذكية في التكيف مع الظروف المرورية المتغيرة خلال ساعات الذروة والأوقات الاعتيادية، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام الطرق وتقليل الاختناقات المرورية. وتبرز أهمية هذه الأنظمة بشكل خاص في المدن الكبيرة التي تشهد كثافات مرورية مرتفعة، حيث تعمل على توزيع التدفقات المرورية بصورة متوازنة بين مختلف الاتجاهات وتقليل التوقفات غير الضرورية للمركبات. كما تسهم الإشارات الذكية في إعطاء أولوية المرور لبعض المركبات المهمة مثل سيارات الإسعاف والدفاع المدني والشرطة، من خلال تعديل توقيت الإشارات بشكل آني يسمح لها بالوصول السريع إلى مواقع الطوارئ. ومن الفوائد الأخرى لهذه الأنظمة أنها تساعد على خفض استهلاك الوقود وتقليل الانبعاثات الغازية الناتجة عن التوقف المتكرر للمركبات، مما ينعكس إيجابياً على البيئة والصحة العامة. كما توفر البيانات التي تجمعها الإشارات الذكية معلومات مهمة للجهات المختصة يمكن الاستفادة منها في التخطيط المروري وتطوير شبكات النقل مستقبلاً. وقد أثبتت التجارب العالمية أن تطبيق الإشارات المرورية الذكية يسهم بصورة ملحوظة في تقليل زمن الرحلات ورفع مستوى السلامة المرورية وتقليل معدلات الحوادث عند التقاطعات، الأمر الذي يجعلها من أهم الأدوات المستخدمة في إدارة الحركة المرورية الحديثة وتحقيق أهداف المدن الذكية والتنمية المستدامة.