

جامعة ميدأوشن



كلية الإدارة

تخصص إدارة مشاريع

أثر استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية على تحسين إدارة مشاريع

النقل المدرسي بالتطبيق على شركات نقل الطلاب بالرياض

إعداد الطالب/عبدالعزیز محمد غراب

الرقم الاكاديمي /٢٤٣٠٠١١٤٦

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي:

1447 - 2025





بفضل من الله ودعمه، أقدم هذا البحث بكل فخر واعتزاز، اهداءً
لذكرى والدي الغالي المتوفى، الذين كانوا دائماً مصدر الإلهام والدافع
لي في رحلتي العلمية. كانوا يؤمنون بقدراتي ويشجعوني دائماً على
تحقيق النجاح.

كما أهدي هذا العمل لوالدتي الحبيبة، التي لطالما كانت الركيزة
القوية والداعمة لي طيلة حياتي الأكاديمية. بفضل صبرها وحنانها،
استطعت تخطي كل التحديات والوصول إلى هذه المرحلة.

وبهدفى لمواصلة مسيرتي الأكاديمية وتحقيق طموحاتي
الشخصية، أتطلع إلى النهوض بمسيرتي للوصول إلى درجة الدكتوراه،
داعياً الله أن يمن علي بقوة وإرادة لاستكمال طريق العلم والمعرفة.

في الختام، أتوجه بالشكر الجزيل لكل من ساهم ودعمني في هذه
الرحلة، وأدعو الله أن يجعل هذا العمل خيراً مفيداً ومساهمة صغيرة في
المجال العلمي.

شُكْرٌ وَتَقْدِيرٌ

الحمد لله الذي وفقني وأعاني على إتمام هذا العمل، والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى والديّ العزيزين، اللذين كانا لي النبراس والموجه. إن دعمهما المتواصل وتشجيعهما الدائم كانا الدافع الأكبر لي لتحقيق هذا الإنجاز.

كما أعبر عن عميق امتناني لزوجتي الغالية، التي كانت لي الشريك والسند في هذه الرحلة الطويلة. كان لصبرها وتفهمها ودعمها المستمر أثر بالغ في إنجاح هذا العمل.

أود أن أشكر أساتذتي الكرام، وخاصة مشرف رسالتي، الذين لم ييخلوا عليّ بوقتهم وخبرتهم. لقد كان لإرشاداتهم العلمية ونصائحهم القيمة الأثر الكبير في إتمام هذا البحث.

د. الفیصل عبد الحمید محمد حسن

د. فايز جراد

أشكر زملائي وأصدقائي، الذين كانوا لي عوناً وسنداً، وكان لتشجيعهم ودعمهم دور كبير في تجاوز الصعاب والوصول إلى هذا النجاح.

وأخيراً، أتقدم بالشكر والامتنان لكل من ساهم بأي شكل في إنجاز هذا العمل، سائلاً الله أن يجعل هذا الجهد خالصاً لوجهه الكريم، وأن يوفقنا جميعاً لما فيه الخير والصلاح.

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل مدى إسهام استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها المختلفة في تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي، وذلك من خلال دراسة العلاقة بين تطبيقات هذه الأنظمة ومستوى الكفاءة التشغيلية والتنظيمية لشركات نقل الطلاب بمدينة الرياض ، و استندت الدراسة إلى جمع البيانات من عينة مكونة من 350 أفراد من العاملين في الشركة، وتم تحليل البيانات باستخدام أساليب إحصائية متعددة ، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي..

كشفت نتائج الدراسة وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05

بناء على هذه النتائج توصي الدراسة بضرورة الاعتماد الكامل على أنظمة تتبع الحافلات الذكية كجزء أساسي من البنية التشغيلية لإدارة النقل المدرسي، لما لها من دور في تحسين المتابعة اللحظية وكفاءة التشغيل ، تفعيل التكامل بين أنظمة التتبع والمنصات الإدارية الأخرى) مثل الموارد البشرية والمالية (لضمان تدفق البيانات وسرعة اتخاذ القرار.

الكلمات المفتاحية: الحافلات الذكية – إدارة مشاريع النقل – شركات نقل الطلاب بالرياض

قائمة المحتويات

أ	بسم الله الرحمن الرحيم.....
ب	الإهداء.....
ج	الشكر والتقدير.....
د	المستخلص.....
هـ	قائمة المحتويات.....
ط	قائمة الجداول.....
1	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة.....
1.1	المقدمة.....
2.1	المشكلة البحثية:.....
3.1	أهمية البحث:.....
3	أولاً: الأهمية العلمية.....
4	ثانياً: الأهمية العملية.....
4.1	أهداف البحث.....
5.1	تساؤلات البحث.....
6.1	فرضيات البحث.....
7.1	الدراسات السابقة:.....
6	أولاً: الدراسات العربية.....
8	ثانياً: الدراسات الأجنبية.....
8.1	أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية:.....
9.1	المنطلقات النظرية للبحث:.....
10.1	منهج البحث:.....
11.1	مصادر البيانات في الدراسة:.....

12.1 أدوات الدراسة والأساليب الإحصائية:.....	17
13.1 نموذج الدراسة:.....	18
14.1 حدود البحث:	18
الفصل الثاني: الإطار النظري.....	20
المبحث الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية.....	20
1.1.2 تمهيد.....	20
2.1.2 التطور التاريخي لحلول التتبع ودوافع التحول الرقمي.....	24
3.1.2 البنية التحتية التقنية: العمود الفقري للعمليات.....	24
4.1.2 دمج المستشعرات الذكية والإحصاءات المتقدمة.....	25
5.1.2 دور التطبيقات الهاتفية في تمكين الراكب وتعزيز التفاعل.....	25
6.1.2 التحديات المالية واللوجستية لبدء التشغيل.....	27
7.1.2 أثرها على التصميم الحضري واستجابة المدن الذكية.....	27
8.1.2 مستقبل النقل العام في ظل تنامي حلول الذكاء الاصطناعي.....	28
9.1.2 التحول من الجداول الثابتة إلى الإدارة المرورية التكيفية.....	28
10.1.2 التعاون البيئي بين القطاعين العام والخاص.....	31
11.1.2 التفاعل مع المواصلات الأخرى ودمج الخيارات في تطبيق واحد.....	32
12.1.2 الأدوات التحليلية لرصد سلوك السائق وتحسين الأداء.....	32
المبحث الثاني: إدارة مشاريع النقل المدرسي.....	34
1.2.2 المقدمة.....	34
2.2.2 أساس نجاح مشاريع النقل المدرسي.....	34
3.2.2 ركائز جوهرية لإدارة النقل المدرسي.....	35
4.2.2 أسس جوهرية لنجاح مشاريع النقل المدرسي.....	37
5.2.2 البعد المالي والاقتصادي للمشروع.....	41
6.2.2 أحد التحديات الكبرى التي تواجه مديري مشاريع النقل المدرسي.....	42

44	7.2.2 عامل التواصل الفعال مع أولياء الأمور
48	8.2.2 تطورات حاسبة في النقل المدرسي
50	الفصل الثالث: منهجية وإجراءات الدراسة.....
50	1.3 مقدمة.....
50	2.3 منهجية البحث:.....
50	3.3 مجتمع وعينة الدراسة
50	4.3 مصادر جمع البيانات والمعلومات:.....
51	5.3 الأساليب الإحصائية:.....
51	6.3 أداة الدراسة
52	7.3 صدق أداة الدراسة.....
53	المحور الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية
54	المحور الثاني: إدارة مشاريع النقل المدرسي.....
55	8.3 ثبات أداة الدراسة:.....
57	الفصل الرابع: تحليل النتائج
57	1.4 مقدمة.....
57	2.4 خصائص عينة الدراسة
58	3.4 تحليل استمارة الاستبيان.....
58	المحور الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية
61	المحور الثاني: إدارة مشاريع النقل المدرسي.....
63	3.4 اختبار فروض الدراسة.....
67	الفصل الخامس: النتائج والتوصيات والمقترحات.....
67	1.5 مقدمة.....
67	2.5 نتائج الدراسة
69	3.5 التوصيات

70	المقترحات 4.5
72	 Abstract
73	 قائمة المراجع
73	أولا: المراجع العربية
74	ثانيا: المراجع الأجنبية
78	 الملاحق
79	استمارة استبيان

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
1.	جدول (1) مستويات موافقة عينة الدراسة على عبارات أداة الدراسة	51
2.	جدول (2) معاملات الارتباط لعبارات المحور الاول	52
3.	جدول (3) معاملات الارتباط لعبارات المحور الثاني	53
4.	جدول (4) معامل الثبات لمجاور استمارة الاستبيان	55
5.	جدول (5) توزيع عينة الدراسة وفقا لخصائصها	56
6.	جدول (6) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات المراقبة اللحظية	57
7.	جدول (7) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات الإشعارات الذكية	58
8.	جدول (8) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات التكامل مع أنظمة الإدارة	60
9.	جدول (9) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات إدارة مشاريع النقل المدرسي	61
10.	جدول (10) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر أنظمة تتبع الحافلات الذكية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض	63

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
64	جدول (11) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر المراقبة اللحظية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض	11.
64	جدول (12) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر الإشعارات الذكية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض	12.
65	جدول (13) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر التكامل مع أنظمة الإدارة على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض	13.

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1 المقدمة

في ظل التحولات المتسارعة التي تشهدها المدن الحديثة وتزايد الطلب على خدمات النقل الآمن والمنظم، باتت مشاريع النقل المدرسي أحد المكونات الحيوية في المنظومة التعليمية، لا سيما في البيئات الحضرية الكبرى مثل مدينة الرياض. ويُعد النقل المدرسي عنصرًا أساسيًا لضمان انتظام العملية التعليمية، وتحقيق السلامة والانضباط الزمني للطلاب، إلا أن إدارة هذا القطاع لا تزال تواجه تحديات متعلقة بالكفاءة التشغيلية، وتدني مستويات المتابعة الميدانية، والتأخر في الاستجابة للطوارئ أو الأعطال. وتبرز هذه التحديات في ظل الاعتماد على الأساليب التقليدية في الإشراف والإدارة، مما يجعل الحاجة ملحة لتبني الحلول التقنية الذكية التي تسهم في تطوير مستوى الخدمات المقدمة وتعزيز كفاءة الأداء المؤسسي في هذا القطاع الحيوي (قطب، 2022).

ومع التطور التقني المتسارع، برزت أنظمة تتبع الحافلات الذكية كأحد أبرز أدوات التحول الرقمي في مجال النقل، حيث توفر هذه الأنظمة تقنيات دقيقة لتحديد المواقع لحظيًا، وتتيح تتبع حركة الحافلات طوال رحلتها، إضافة إلى إرسال التنبيهات الآلية في حال وجود أعطال أو تجاوزات تشغيلية، فضلًا عن قدرتها على دعم متخذي القرار بمعلومات لحظية حول التوزيع الجغرافي، وسلوك القيادة، وحالة الطرق. وتُعد هذه الأنظمة نقطة تحول في إدارة مشاريع النقل المدرسي، إذ تمكّن من رفع مستوى المتابعة الميدانية، وتحسين التخطيط الزمني للرحلات، وتقليل معدلات المخاطر المرتبطة بالحوادث أو الأعطال، وتوفير تقارير دقيقة تدعم التخطيط الاستراتيجي للجهات المشغلة (Sivakumar et al., 2024).

ومن هنا تنبع أهمية هذا البحث، الذي يسعى إلى تحليل أثر استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية على تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي بالتطبيق على شركات نقل الطلاب في مدينة الرياض، وهي بيئة تشهد توسعًا ملحوظًا في أعداد المدارس والمستفيدين من خدمات النقل المدرسي، مما يجعل الحاجة إلى أدوات ذكية لمراقبة الأداء وتحسين جودة الخدمة أمرًا حتميًا. ويمثل هذا البحث محاولة للإجابة عن

تساؤلات جوهرية تتعلق بمدى فاعلية هذه الأنظمة، وقدرتها على معالجة أوجه القصور في الإدارة التشغيلية للنقل المدرسي، كما يسعى إلى قياس مدى تأثير أبعاد هذه الأنظمة، مثل التتبع اللحظي، ورصد الأداء الزمني، والتنبيهات الذكية، على المؤشرات الإدارية ذات الصلة بجودة النقل، وكفاءة الاستجابة، ومدى الالتزام بخطط التشغيل.

ويستند البحث إلى مدخل تحليلي يجمع بين الوصف الدقيق للواقع القائم والتحليل الإحصائي لتقييم العلاقة بين استخدام التقنية الذكية ونتائج الإدارة التشغيلية، ما يتيح الخروج بنتائج علمية دقيقة وتوصيات قابلة للتطبيق، يمكن أن تسهم في تحسين فعالية منظومة النقل المدرسي، وتعزيز مستويات السلامة والانضباط، ورفع الكفاءة التشغيلية في ضوء مستهدفات التحول الرقمي ورؤية المملكة 2030.

2.1 المشكلة البحثية:

تُعدّ إدارة النقل المدرسي من أبرز التحديات التي تواجه الجهات التعليمية والإدارية في المملكة العربية السعودية، ولا سيما في المدن الكبرى كمدينة الرياض، التي تشهد كثافة سكانية عالية وتوسعاً مستمراً في نطاق التعليم الأهلي والحكومي. وتكمن جوهر المشكلة في الاعتماد شبه الكامل على الأساليب التقليدية في متابعة سير الحافلات المدرسية، سواء من حيث تتبع مواقعها أو تقييم أدائها أو التعامل مع الحوادث والتأخير، ما يؤدي إلى قصور واضح في جوانب السلامة، والالتزام بالخطط التشغيلية، والاستجابة الفورية للحالات الطارئة، ويؤثر في نهاية المطاف على جودة الخدمة التعليمية التي تبدأ منذ خروج الطالب من منزله وتنتهي بعودته إليه.

ومع ازدياد تعقيد عمليات النقل وكثرة المتغيرات المؤثرة فيها - كالازدحام المروري، وتفاوت المسافات، وتنوع الجداول الدراسية - فإن غياب الوسائل التكنولوجية الحديثة في إدارة مشاريع النقل المدرسي أدى إلى ظهور مشكلات متكررة تمس أمن الطلاب وراحة أولياء الأمور وكفاءة الأداء المؤسسي، مثل التأخر اليومي، فقدان الاتصال مع السائقين، وتكرار الأعطال دون رصد مسبق. ويُفترض أن أنظمة تتبع الحافلات الذكية، بما تتضمنه من خصائص التتبع اللحظي، والتقارير الذكية، والإشعارات الفورية، تقدم حلولاً عملية تساهم في تجاوز تلك الإشكالات، لكن الواقع يشير إلى محدودية توظيف هذه الأنظمة بالشكل الأمثل في قطاع النقل المدرسي، وغياب إطار تقويحي واضح لمدى تأثيرها على كفاءة الإدارة التشغيلية.

وتكمن الفجوة البحثية في هذا المجال في ندرة الدراسات التطبيقية التي تناولت العلاقة بين استخدام أنظمة التتبع الذكية وتحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي على مستوى الشركات المشغلة في المملكة، حيث ركزت معظم الأدبيات المتوفرة إما على الجوانب الفنية لتقنيات التتبع، أو على التحولات العامة في النقل الذكي داخل المدن، دون أن تقدم تحليلاً منهجياً شاملاً يربط هذه الأنظمة بأبعاد الإدارة الفعالة في سياق النقل التعليمي. كما أن أغلب الأبحاث لم تتناول تأثير هذه الأنظمة على مؤشرات إدارية محددة، مثل الالتزام الزمني، وجودة التقارير التشغيلية، والاستجابة الفورية للمشكلات.

من هنا، جاءت هذه الدراسة لتسد تلك الفجوة من خلال دراسة ميدانية تسعى إلى تقييم فعالية استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية في تحسين إدارة النقل المدرسي بشركات نقل الطلاب في الرياض، مستندة إلى أبعاد علمية واضحة، ومقاربة إحصائية دقيقة، ما يجعلها إضافة حقيقية للمعرفة التطبيقية في مجال إدارة الخدمات التعليمية والتحول الرقمي في المملكة.

3.1 أهمية البحث:

أولاً: الأهمية العلمية

- تسهم هذه الدراسة في إثراء المعرفة العلمية في مجال التحول الرقمي في قطاع النقل المدرسي، من خلال تحليل العلاقة بين تطبيق أنظمة تتبع الحافلات الذكية وتحسين فعالية إدارة المشاريع الخدمية، وهو مجال لا يزال يشهد قلة في الدراسات التطبيقية، خصوصاً في البيئة السعودية، رغم أهمية هذا القطاع في العملية التعليمية والتنموية.
- تنبع الأهمية العلمية من تركيز الدراسة على الدمج بين المفاهيم التقنية الحديثة في أنظمة التتبع الذكية والنظريات الإدارية المعاصرة في إدارة المشاريع، مما يساهم في تطوير الفهم العلمي لكيفية الاستفادة من الحلول التكنولوجية في مواجهة تحديات النقل المدرسي.
- تقدم الدراسة إطاراً معرفياً يساعد في تحليل أثر استخدام أدوات التتبع المتقدمة (مثل تحديد الأني للمواقع، مراقبة الأداء، تقارير الوقت) على رفع كفاءة المتابعة التشغيلية واتخاذ القرارات في الوقت

المناسب، وهو ما يفتح المجال أمام تطوير نماذج إدارية قابلة للتطبيق في مؤسسات النقل ذات الطابع الخدمي.

- تضيف هذه الدراسة بعداً نظرياً حول العلاقة التكاملية بين التقنية والإدارة، وتسלט الضوء على الدور الجديد الذي باتت تلعبه أدوات التتبع الذكية في تعزيز الحوكمة، وتقليل المخاطر التشغيلية، وزيادة الشفافية في تنفيذ المهام اليومية داخل المؤسسات الخدمية.
- تشجع هذه الدراسة الباحثين على توسيع نطاق الاهتمام بدراسة تطبيقات التقنية الذكية في قطاع النقل المدرسي، والربط بينها وبين مؤشرات الكفاءة الإدارية، ضمن إطار يراعي المتغيرات الديموغرافية والجغرافية في المدن الكبرى مثل الرياض.

ثانيًا: الأهمية العملية

- توفر هذه الدراسة أداة تحليلية يمكن أن تستفيد منها شركات نقل الطلاب والجهات التنظيمية ذات العلاقة، في تقييم مدى فاعلية استخدام أنظمة التتبع الذكية، وتحديد آليات تطوير استخدامها بما يضمن تحسين كفاءة المشاريع التشغيلية للنقل المدرسي.
- تساهم الدراسة في الكشف عن أوجه القصور في أساليب الإدارة التقليدية للنقل المدرسي، وتقترح من خلال نتائجها حلولاً عملية قائمة على التكنولوجيا، تعزز من جودة الخدمة وسلامة الطلاب، وتقلل من الهدر الزمني والبشري.
- تقدم نموذجاً تطبيقياً لقياس أثر أنظمة التتبع على أداء فرق العمل، والقدرة على التعامل مع التغيرات الطارئة، مما يساعد الإدارات المعنية في اتخاذ قرارات مبنية على بيانات لحظية ودقيقة.
- تدعم الدراسة صناع القرار في شركات النقل المدرسي بالرياض في تطوير سياسات تشغيلية وتقنية متكاملة، توظف إمكانات التتبع الذكي في تحسين جودة الخدمة والالتزام بالمواعيد وتقليل شكاوى أولياء الأمور.
- تواكب هذه الدراسة توجهات رؤية المملكة 2030 في تعزيز الكفاءة التشغيلية ورفع جودة الخدمات المقدمة في القطاعين العام والخاص، وتحديدًا في مجالات النقل والخدمات اللوجستية والتعليمية.

- تساهم الدراسة في إرساء نموذج تشغيلي يعتمد على الشفافية، والتخطيط الاستباقي، والمساءلة في أداء فرق النقل المدرسي، مما يعزز من قدرة الشركات على المنافسة، ويقلل من المخاطر المرتبطة بتأخير الخدمة أو ضعف التواصل مع الأطراف المعنية.

4.1 أهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيسي لهذا البحث في تحليل مدى إسهام استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها المختلفة في تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي، وذلك من خلال دراسة العلاقة بين تطبيقات هذه الأنظمة ومستوى الكفاءة التشغيلية والتنظيمية لشركات نقل الطلاب بمدينة الرياض.

ويمكن تحديد الأهداف الفرعية على النحو الآتي:

1. بيان أثر المراقبة اللحظية وتتبع موقع الحافلة في تحسين الإشراف الميداني على سير عمليات النقل المدرسي.
2. بيان أثر أنظمة الإشعارات والتقارير الذكية في تعزيز كفاءة اتخاذ القرار داخل إدارات النقل المدرسي.
3. بيان أثر تكامل أنظمة التتبع مع أنظمة إدارة النقل في رفع كفاءة إدارة الموارد وتحقيق الانسيابية التشغيلية.

5.1 تساؤلات البحث

السؤال الرئيسي:

إلى أي مدى يساهم استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها المختلفة في تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي في شركات نقل الطلاب بالرياض؟

الأسئلة الفرعية:

- 1) ما أثر استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية في تحسين الإشراف والمتابعة الميدانية؟

- (2) ما أثر الإشعارات والتقارير الذكية على اتخاذ القرار في إدارة النقل المدرسي؟
- (3) ما أثر تكامل أنظمة التتبع مع نظم الإدارة في رفع كفاءة العمليات التشغيلية في مشاريع النقل المدرسي؟

6.1 فرضيات البحث

الفرضية الرئيسية:

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لاستخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي في شركات نقل الطلاب بالرياض.

الفرضيات الفرعية:

1. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لاستخدام المراقبة اللحظية وتتبع الموقع في تحسين الإشراف الميداني على النقل المدرسي.
2. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لأنظمة الإشعارات والتقارير الذكية في دعم اتخاذ القرار داخل إدارات النقل المدرسي.
3. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتكامل أنظمة التتبع مع أنظمة إدارة النقل في رفع كفاءة إدارة المشاريع التشغيلية.

7.1 الدراسات السابقة:

أولاً: الدراسات العربية

- دراسة قطب (2022)

هدفت الدراسة إلى إجراء مراجعة تحليلية منهجية للدراسات السابقة التي تناولت موضوع أنظمة النقل الذكية (ITS)، بهدف تصنيف وتحليل الاتجاهات البحثية العالمية المتعلقة بتلك الأنظمة. وقد ركزت

الدراسة بشكل خاص على التقدم التقني في مجالات نظم النقل الذكية، نظم المعلومات الجغرافية، الاتصالات في المركبات، والأنظمة المدمجة لتعزيز كفاءة النقل الحضري وسلامته.

اعتمد الباحث على المنهج التحليلي الوصفي من خلال مراجعة مجموعة كبيرة من الأدبيات العلمية المنشورة في مجلات علمية محكمة، مع التركيز على المقالات التي تتناول مفاهيم أنظمة النقل الذكية. وتم تصنيف هذه الدراسات بحسب التخصصات والقطاعات التي طبقت فيها أنظمة النقل الذكي، إلى جانب تحليل الأدوات والمنهجيات المستخدمة في كل دراسة. وقد مكن هذا المنهج الباحث من استخلاص مؤشرات دقيقة حول التطور العلمي والتقني في المجال، والتوجهات المستقبلية في الأبحاث ذات الصلة.

أظهرت الدراسة أن أنظمة النقل الذكية شهدت تطوراً ملحوظاً خلال العقد الأخير، وخاصة في استخدام تقنيات الاتصالات اللاسلكية، ونظم تحديد المواقع GPS، والبيانات الضخمة (Big Data) في تحليل الحركة المرورية وتوجيه المركبات. كما أشارت النتائج إلى أن أكثر الأبحاث تأثيراً كانت تركز على السلامة المرورية، تقليل الحوادث، تحسين كفاءة إدارة الأسطول، وتقديم حلول ذكية لمشكلات الازدحام. وبرز استخدام إنترنت الأشياء (IoT) كأحد المحاور الجديدة التي نالت اهتماماً متزايداً في التطبيقات الحديثة للنقل الذكي.

أوصت الدراسة بضرورة تبني المدن الكبرى لسياسات تعتمد على نظم النقل الذكي ضمن خططها الإستراتيجية للنقل الحضري. كما دعت إلى دمج هذه الأنظمة مع البنية التحتية التقنية، وتوسيع استخدام تقنيات التتبع الذكي وتحليل البيانات لتعزيز القرارات التشغيلية في إدارة النقل العام.

• دراسة المخرج (2020)

هدفت إلى تقديم مقترحات تساهم في تطوير إدارة خدمات النقل المدرسي في إدارات التعليم بالمملكة العربية السعودية، سعت الباحثة إلى تشخيص الواقع الفعلي لإدارة هذه الخدمات، وتبسيط الضوء على أبرز التحديات والصعوبات التي تواجه إدارات التعليم بعد إسناد مهمة النقل المدرسي إلى القطاع الخاص. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي المسحي كإطار منهجي لتحليل البيانات، حيث تم بناء استبانة علمية تحقق من صدقها وثباتها، ووزعت على جميع مشرفي النقل المدرسي العاملين في إدارات التعليم خلال الفصل الدراسي الأول من العام الجامعي 1440/1439هـ، وبلغ عدد المشاركين (60) مشرفاً.

وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج المهمة، من أبرزها أن مستوى كفاءة إدارة خدمات النقل المدرسي بعد إسنادها للقطاع الخاص جاء بدرجة متوسطة من وجهة نظر المشرفين، في حين أظهرت النتائج وجود صعوبات بدرجة كبيرة تواجه هذه الإدارات في أداء مهامها المتعلقة بإدارة خدمات النقل، الأمر الذي يعكس الحاجة إلى تدخلات تطويرية لتحسين منظومة العمل.

وأوصت الدراسة بضرورة تقديم حوافز مادية ومعنوية للعاملين في إدارة خدمات النقل المدرسي، وزيادة عدد البرامج التدريبية التي تُعنى بتأهيل الكوادر الإدارية والميدانية، فضلاً عن توفير السائقين المؤهلين والمُدرَّبين بما يضمن تحقيق معايير الأمن والسلامة، كما شددت على أهمية تعزيز أعداد المشرفين التربويين في الإدارات التعليمية المختصة بخدمات النقل.

ثانيًا: الدراسات الأجنبية

• دراسة Suryawanshi (2023)

هدفت هذه الدراسة إلى تصميم وتطوير نظام ذكي يعتمد على تقنيات إنترنت الأشياء لمراقبة الحافلات المدرسية في الوقت الفعلي، وذلك بهدف تحسين مستوى الأمان والكفاءة في عمليات نقل الطلاب، حيث المتغير المستقل هو أنظمة تتبع الحافلات الذكية ويتضمن ثلاثة أبعاد رئيسية: استخدام الحساسات الذكية داخل الحافلة، تتبع موقع الحافلة عبر GPS، وتكامل النظام مع التطبيقات الذكية، أما المتغير التابع فهو تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي، استخدم الباحثان منهج التصميم التقني التطبيقي من خلال تطوير نموذج أولي لنظام التتبع الذكي باستخدام أدوات IOT كـ GPS Module، Arduino، و GSM Module، وقد تم اختبار النظام في بيئة محاكاة رقمية.

وتوصلت الدراسة إلى أن النظام المطور يوفر مراقبة فعالة في الوقت الفعلي ويساعد في تقليل زمن الاستجابة للحوادث أو الأعطال، كما يساهم في طمأننة أولياء الأمور من خلال التحديثات اللحظية، وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد مثل هذه الأنظمة في النقل المدرسي على نطاق واسع خاصة في المدن الكبيرة، وأكدت على أهمية تطوير واجهات استخدام أكثر سهولة وربط النظام بقاعدة بيانات مركزية لتسجيل الحالات المختلفة.

• دراسة Malathy (2021)

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل دور التقنيات الذكية في تحسين سلامة الأطفال أثناء تنقلهم بالحافلات المدرسية من خلال مشروع "الحافلة الذكية"، حيث المتغير المستقل هو النظام الذكي للحافلات ويتضمن أبعاداً هي: نظام التعرف على الوجه لضمان صعود الطالب الصحيح، نظام التنبيه التلقائي لأولياء الأمور، ونظام تحديد الموقع الجغرافي الدقيق، أما المتغير التابع فهو تحسين إدارة وسلامة النقل المدرسي، استخدم الباحثون منهجاً تجريبياً يعتمد على بناء نموذج أولي وتجريبه في بيئة تعليمية محددة.

وقد بيّنت النتائج أن النظام قادر على رصد حالة الطالب داخل الحافلة، والتواصل بشكل مباشر مع أولياء الأمور عند أي تأخير أو حالة طارئة، كما ساعد النظام في تحسين جودة البيانات التشغيلية، وأوصت الدراسة بتعميم النموذج في المدارس ذات الكثافة العالية، مع العمل على دعم هذا النظام من خلال بروتوكولات أمنية لحماية بيانات الطلاب والمواقع.

• دراسة Gull (2021)

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد المتطلبات الفنية والتشغيلية لتصميم نظام تتبع ذكي قائم على تقنيات IOT للحافلات المدرسية، حيث تمثل المتغير المستقل في أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها التالية: البنية التحتية التكنولوجية، نظام تحديد الموقع العالمي، ونظام الاتصالات اللاسلكية، أما المتغير التابع فهو تحسين فعالية النقل المدرسي، اتبع الباحثون منهجاً نوعياً تحليلياً قائماً على مراجعة الأنظمة الحالية وتصميم نظام مقترح يتناسب مع المتطلبات المحلية.

وأظهرت النتائج أن النظام المقترح قادر على توفير بيانات دقيقة وفعالة عن موقع الحافلة وسرعتها وتوقفاتها، كما أن النظام يحسّن التنسيق بين الإدارة المدرسية والسائق وأولياء الأمور، وأوصت الدراسة بضرورة تدريب الكوادر الفنية على استخدام هذه الأنظمة، وأكدت على أهمية التكامل مع تطبيقات الهواتف المحمولة لتحقيق أعلى مستوى من التفاعل.

• دراسة Naik (2019)

هدفت هذه الدراسة إلى تصميم نظام مراقبة ذكي يعتمد على تقنيات IOT يربط بين الحافلة المدرسية والجهات المعنية لضمان أمن الطفل، حيث المتغير المستقل هو نظام المراقبة الذكي ويتضمن أبعادًا هي: مراقبة الدخول والخروج من الحافلة، تتبع الموقع الجغرافي، والتنبيهات الذكية، والمتغير التابع هو تحسين جودة إدارة خدمات النقل المدرسي، استخدم الباحثون منهجًا عمليًا من خلال تطوير تطبيق نموذجي وتجريبه على عينة محدودة من الطلاب.

وأوضحت النتائج أن النظام المقترح يساعد في منع حالات فقدان أو نسيان الطلاب داخل الحافلة، كما يوفر قاعدة بيانات لحركة الطلاب، وأوصت الدراسة بتوسيع نطاق التجربة لتشمل جميع المدارس، وتحديث النظام ليتضمن خصائص الذكاء الاصطناعي لتعزيز دقة التنبؤ بالمشكلات.

• دراسة Nivaan (2021)

هدفت الدراسة إلى تطبيق مفهوم النقل الذكي في السياق الإندونيسي من خلال تطوير نظام تتبع لحافلات الطلاب يحسن من كفاءة إدارة النقل المدرسي، حيث المتغير المستقل هو أنظمة التتبع الذكية ويتضمن أبعادًا تشمل: الاتصال عبر الإنترنت، التتبع اللحظي للحافلة، وتخزين البيانات على السحابة، بينما المتغير التابع هو فعالية إدارة النقل، استخدم الباحثان منهج دراسة حالة، وتم تحليل أداء النظام في بيئة واقعية.

وقد بينت النتائج أن النظام يساعد في تقليل زمن الانتظار وتحسين التواصل بين المدرسة والسائق وولي الأمر، وأوصت الدراسة بتطبيق النظام في المناطق الريفية أيضًا، وتوفير البنية التحتية اللازمة من إنترنت وأجهزة تتبع لضمان نجاح التطبيق.

• دراسة Sobhana (2023)

هدفت الدراسة إلى تطوير نظام تنبيه لحظي يعتمد على GPS لمراقبة الحافلات الجامعية في الحرم الجامعي ضمن مشروع الحافلة الذكية، حيث المتغير المستقل هو نظام التتبع الذكي ويشمل: تحديد الموقع

في الزمن الحقيقي، إشعارات الدخول والخروج، والتحكم في المسار، والمتغير التابع هو تحسين إدارة حركة الحافلات، اعتمدت الدراسة على منهج تقني تطبيقي، وتم تصميم النظام واختباره على حافلة واحدة داخل الحرم الجامعي.

وقد أظهرت النتائج أن النظام ساهم في تقليل زمن الانتظار وتجنب الازدحام، كما عزز من ثقة الطلاب بالنظام، وأوصت الدراسة بتعميم التجربة وتحديث النظام ليشمل خصائص الذكاء الاصطناعي للتحكم الذاتي بالحافلات مستقبلاً.

• دراسة Hassain (2024)

هدفت الدراسة إلى بناء نظام متكامل للمراقبة اللحظية للطلاب أثناء تنقلهم في الحافلة باستخدام أدوات إنترنت الأشياء، حيث المتغير المستقل هو نظام المراقبة الذكي ويشمل: تتبع الطالب من خلال بطاقة ذكية، مراقبة الحالة عبر الكاميرات، وإشعارات للمدرسة وولي الأمر، أما المتغير التابع فهو تحسين أمان إدارة النقل المدرسي، اتبعت الدراسة المنهج التجريبي التطبيقي، حيث تم تطوير نموذج عملي وتم اختباره على نطاق صغير، وتوصلت الدراسة إلى أن النظام يرفع مستوى الأمان بشكل كبير، خاصة في حالات فقدان الطلاب أو التأخر غير المتوقع، وأوصت بتوسيع المشروع ليشمل كل مراحل التعليم وربطه بنظام تحكم مركزي يشمل المدارس والجهات الأمنية.

8.1 أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية:

أولاً: أوجه التشابه

- تشترك الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في استخدام تقنيات إنترنت الأشياء مثل أنظمة التتبع الذكية لتطوير خدمات النقل المدرسي.
- تتفق جميع الدراسات في التركيز على تعزيز مستوى الأمان وتحسين جودة الإدارة من خلال حلول تقنية متقدمة.

- تعتمد الدراسات السابقة والدراسة الحالية على مناهج ميدانية وتحليل إحصائي لجمع البيانات من البيئة المستهدفة وتحليلها علميًا.

ثانيًا: أوجه الاختلاف

- تتميز الدراسة الحالية بأنها أجريت في سياق محلي داخل المملكة العربية السعودية، بينما تناولت معظم الدراسات السابقة تطبيقات مشابهة في دول آسيوية أو أجنبية.
- تركز الدراسة الحالية على تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي من خلال أنظمة التتبع الذكية، في حين ركزت بعض الدراسات السابقة على النواحي التقنية أو الأمنية فقط.
- تناولت الدراسة الحالية نظام تتبع الحافلات الذكية من خلال أبعاده المتعددة مثل التتبع الزمني والمكاني وتحليل الأداء، بينما ركزت بعض الدراسات السابقة على بعد واحد فقط مثل تحديد الموقع أو تسجيل الحضور.

9.1 المنطلقات النظرية للبحث:

1- أنظمة تتبع الحافلات الذكية

يشير هذا المفهوم إلى مجموعة من التقنيات الرقمية التي تعتمد على تكنولوجيا المعلومات والانصالات في تتبع حركة الحافلات المدرسية في الزمن الحقيقي. يُعد هذا النظام أحد تطبيقات النقل الذكي الذي يستخدم أدوات مثل نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وأجهزة الاستشعار وأدوات الاتصال اللاسلكي لتمكين المراقبة الآنية لحركة الحافلات (Suryawanshi & Dhumale, 2023).

ويتفرع المفهوم إلى عدة أبعاد أساسية، من أبرزها:

- البعد الزمني: يتمثل في القدرة على توفير معلومات لحظية حول موقع الحافلة وسرعتها ومسارها، ما يعزز الرقابة اللحظية على الخدمة.

- **البعد التفاعلي:** ويشمل خاصية الإشعارات التلقائية للجهات الإدارية والسائقين وأولياء الأمور في حال حدوث انحراف أو تأخر أو عطل.
- **البعد التحليلي:** ويتضمن توفير تقارير تحليلية دورية عن الأداء التشغيلي والالتزام بالمسارات والوقت، مما يساعد على اتخاذ قرارات مدروسة لتحسين جودة الخدمة.

2- إدارة مشاريع النقل المدرسي

هذا المفهوم يُقصد به العملية الإدارية التي تُعنى بتخطيط وتنظيم وتنفيذ ومراقبة مختلف أنشطة النقل التي تستهدف نقل الطلاب من وإلى المدارس بطريقة آمنة ومنظمة وفعالة. وتتضمن هذه الإدارة عدة وظائف مترابطة تُمارس من خلال وحدات النقل في المؤسسات التعليمية أو شركات النقل المتخصصة (Malathy et al., 2021).

وتُقسم أبعاد هذا المفهوم إلى ما يلي:

- **البعد التنظيمي:** الذي يعكس مدى فعالية الهياكل الإدارية والإجراءات التشغيلية المتبعة في تنظيم عملية النقل.
- **البعد التشغيلي:** ويعبر عن كفاءة إدارة الأسطول، وجدولة الرحلات، والتوزيع الجغرافي للمسارات.
- **البعد الأمني والرقابي:** الذي يشمل الرقابة على أداء السائقين، وسلامة الحافلات، واستجابة الإدارة للحالات الطارئة خلال نقل الطلاب.

3- الكفاءة التشغيلية في النقل المدرسي

هذا المفهوم يرتبط بمستوى الأداء الذي تحققه إدارة النقل من خلال استخدام الموارد المتاحة بكفاءة عالية لتحقيق الأهداف الخدمية. وتُعد الكفاءة التشغيلية معيارًا حاسمًا في تقييم جودة مشروع النقل المدرسي، حيث إنها تؤثر على سلامة الطلاب ورضا المستفيدين وتكاليف التشغيل (Gull et al., 2021).

وتبرز أبعاده في ثلاث محاور رئيسية:

- كفاءة الوقت: أي تقليل التأخير في مواعيد الانطلاق والوصول من خلال تنظيم الجداول والمسارات باستخدام التقنيات الذكية.
- كفاءة الموارد: والمقصود بها الاستخدام الأمثل لعدد الحافلات والسائقين مع تقليل الهدر في الوقود والتشغيل.
- الاستجابة الميدانية: وتعكس قدرة النظام على التعامل مع التغيرات المفاجئة أو الأعطال في الحافلات، مع سرعة اتخاذ القرار الفوري لتعديل المسار أو الجدول.

10.1 منهج البحث:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، بوصفه الأنسب لدراسة العلاقة بين استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية وأثرها في تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي، وذلك من خلال تحليل مدى إسهام هذه الأنظمة بأبعادها المختلفة (الرصد الآني لموقع الحافلة، تتبع الأداء الزمني، إصدار التنبيهات التلقائية) في رفع كفاءة التخطيط والتنفيذ والمتابعة في خدمات نقل الطلاب داخل مدينة الرياض. ويهدف هذا المنهج إلى تقديم وصف شامل لواقع تطبيق هذه الأنظمة في البيئة التشغيلية، وتحليل انعكاساتها على مؤشرات الأداء الإداري والتنظيمي لشركات النقل المدرسي.

تم جمع البيانات الميدانية من خلال استبانة علمية مصممة بعناية، تم توجيهها إلى عينة من العاملين في شركات نقل الطلاب المعتمدة، وشملت مديري العمليات، مشرفي الحركة، مسؤولي السلامة الميدانية، وفنيي أنظمة التتبع، بهدف قياس مدى تفاعل مختلف مستويات الإدارة مع هذه الأنظمة، وتقدير أثرها على كفاءة إدارة المشاريع، وتقليل نسب الأعطال، وتحسين دقة التوصيل والالتزام بالجدول الزمني.

اعتمدت الاستبانة على مقياس ليكرت الخماسي لقياس مدى موافقة المشاركين على البنود المتعلقة باستخدام أنظمة التتبع الذكي وأثرها على جودة التنفيذ والتنسيق، وتم تصميم بنود الاستبانة بما يغطي الأبعاد التقنية والإدارية المرتبطة بالمتغير المستقل والمتغير التابع. وتمت معالجة البيانات باستخدام

برنامج SPSS، وذلك من خلال أدوات تحليلية تشمل الإحصاء الوصفي، تحليل التباين، والانحدار المتعدد لاختبار الفرضيات وتحديد العلاقة بين المتغيرات.

وفي السياق ذاته، تتضمن الدراسة بُعدًا نوعيًا من خلال إجراء مقابلات شبه منظمة مع عدد من مسؤولي المشاريع والمديرين الفنيين في شركات النقل، لاستقصاء تصوراتهم حول فاعلية أنظمة التتبع الذكية، والمعوقات التقنية والتنظيمية التي تعيق الاستفادة الكاملة منها، والإمكانات المستقبلية لتعزيز كفاءة الإدارة التشغيلية في هذا القطاع الحيوي.

ويُسهم الدمج بين المنهجين الكمي والنوعي في تعميق الفهم النظري والتطبيقي لأثر أنظمة التتبع على تحسين إدارة النقل المدرسي، بما يدعم دقة التوصيات ويسهم في تطوير الممارسات المؤسسية في مجال النقل التعليمي الذكي.

11.1 مصادر البيانات في الدراسة:

أولاً: المصادر الثانوية

تتمثل في مراجعة الأدبيات المتخصصة التي تناولت موضوعات أنظمة التتبع الذكي، الإدارة الذكية للمشاريع، كفاءة التشغيل في قطاع النقل، وتحسين جودة الخدمة في سياقات التعليم والنقل المدرسي، بالإضافة إلى الدراسات السابقة المنشورة في الدوريات العلمية المحكمة التي عالجت العلاقة بين تكنولوجيا تتبع المركبات وجودة الإدارة التشغيلية. كما تم الاستفادة من تقارير رسمية صادرة عن وزارات التعليم والنقل، والشركات التقنية المتخصصة، التي تدعم الإطار النظري لصياغة الفرضيات.

ثانيًا: المصادر الأولية

تمثلت في جمع البيانات الميدانية من خلال استبانة مصممة خصيصًا لتقييم أثر أبعاد أنظمة التتبع الذكي (الرصد الفوري، التحليل الزمني، التنبيهات الوقائية) على جودة إدارة مشاريع النقل المدرسي، وتم توزيعها على عينة مختارة من مديري ومشرفي المشاريع التشغيلية في شركات النقل بمدينة الرياض، من

أجل رصد تصوراتهم وخبراتهم المباشرة في التعامل مع هذه الأنظمة، وقياس تأثيرها على سرعة الاستجابة، سلامة الطلاب، وتحسين التخطيط والتنسيق داخل المشروع.

12.1 أدوات الدراسة والأساليب الإحصائية:

اعتمدت هذه الدراسة على مجموعة من الأدوات والأساليب الإحصائية لتحليل البيانات الميدانية باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، وذلك لقياس أثر استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها المختلفة على تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي، وقد شملت الأدوات المستخدمة ما يلي:

الإحصاء الوصفي:

- التكرارات والنسب المئوية: لتحليل الخصائص الديموغرافية للمستجيبين، مثل المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، مستوى التعرض للتقنيات الحديثة، مما يساعد على فهم خلفياتهم المهنية ومدى اطلاعهم على أنظمة التتبع.
- الوسط الحسابي: لقياس متوسط تقديرات المشاركين حول فاعلية كل بعد من أبعاد أنظمة التتبع الذكية، ومدى انعكاسها على تحسين مؤشرات إدارة النقل المدرسي مثل الالتزام الزمني، الاستجابة للحوادث، وتقليل الأعطال التشغيلية.
- الانحراف المعياري: لقياس مدى التباين في آراء العينة حول فعالية الأنظمة الذكية في تحسين الإدارة التشغيلية لمشاريع النقل المدرسي.

الإحصاء التحليلي:

- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression): لاختبار العلاقة الكلية بين أبعاد أنظمة التتبع الذكية مجتمعة (الرصد الفوري، تتبع الأداء، التنبيهات الآلية) وكفاءة إدارة المشاريع التشغيلية للنقل المدرسي.

- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression): لتحليل أثر كل بعد على حدة في تحسين عناصر محددة مثل جودة التخطيط، فعالية المراقبة الميدانية، أو سرعة معالجة البلاغات.
- اختبارات التوزيع الطبيعي (Kurtosis & Skewness): للتحقق من مدى ملائمة البيانات للتحليل الإحصائي المتقدم، مما يضمن صحة النتائج واستقرارها الإحصائي.

13.1 نموذج الدراسة:

تعتمد هذه الدراسة على تحليل العلاقة بين متغيرين رئيسيين على النحو الآتي:

المتغير المستقل:

- أنظمة تتبع الحافلات الذكية، ويتضمن الأبعاد الآتية: (الرصد الآني لموقع الحافلة، تتبع الأداء الزمني، إصدار التنبيهات التلقائية).

المتغير التابع:

- تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي.

14.1 حدود البحث:

☒ الحدود الزمانية:

تُجرى هذه الدراسة خلال عام 2025، حيث يتم جمع وتحليل البيانات بالتزامن مع توسع تطبيق أنظمة التتبع الذكي في عدد من مشاريع النقل المدرسي، بما يعكس طبيعة الأداء الفعلي في بيئة ميدانية حيوية ومتطورة.

☒ الحدود المكانية:

تتضمن الدراسة على شركات نقل الطلاب المعتمدة في مدينة الرياض، والتي تُعد من أكثر مناطق المملكة نشاطاً في مجال النقل المدرسي، ما يمنح الدراسة فرصة لتقييم التطبيقات التقنية ضمن بيئة تشغيلية واقعية.

☑ الحدود الموضوعية:

تركز الدراسة على قياس أثر استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية على الإدارة التشغيلية لمشاريع النقل المدرسي، دون التوسع في تحليل الجوانب المالية أو القانونية أو تقييم سلوكيات السائقين بشكل فردي، مع الاكتفاء بقياس الأثر العام على الأداء المؤسسي لمشاريع النقل المدرسي.

الفصل الثاني: الإطار النظري

المبحث الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية

1.1.2 تمهيد

تُعدّ أنظمة تتبع الحافلات الذكية بمثابة ثورة تقنية في قطاع النقل العام، إذ أضحت ركائز أساسية تتيح إدارة أكثر شفافية وكفاءة لحركة الحافلات وعمليات نقل الركاب. يتركز جوهر هذه الأنظمة على ربط الحافلات بواسطة وحدات اتصالات رقمية ومنظومات تحديد المواقع (GPS)، بحيث يتاح لها بث الإشارات في الزمن الحقيقي إلى مراكز تحكم أو تطبيقات للمستخدمين النهائيين. وفي المقابل، تتلقى تلك الحافلات تحديثات فورية عن أحوال المرور وخطط المسارات، ما يخلق شبكة نقل مترابطة ومتفاعلة. إنّ وجود قاعدة تحكم مركزية يمكّن الجهات المشغلة من التعرف على مكان كل حافلة والسرعة التي تتحرك بها، إلى جانب معلومات إضافية عن الازدحام الحالي وحالة المحطات التالية. وبذلك، تنتفي العشوائية المعهودة في مواعيد الوصول والمغادرة، ويحلّ بدلاً منها انتظام دقيق يضمن للمسافرين وضوحاً أكبر وقدرة على تخطيط أوقات التنقل بمرونة. (حماد وأبو تينة، 2020)

من الناحية التقنية، تُزرع أجهزة الاستشعار ووحدات الملاحة في الحافلة نفسها، ثم يتم توصيلها بشبكة بيانات سحابية أو خادم محلي متصل بالإنترنت. وبمجرد إدخال وجهة الحافلة أو خط السير، يتولى نظام التتبع تزويد السائق بالاتجاهات الأفضل وخيارات الطرق المختلفة حسب الأحوال المرورية، مع ترجيح مسارات بديلة عند وقوع حوادث أو ازدحامات خانقة. وفي حال تعطل مركبة أو تأخرها لأي سبب، يقوم المركز الذكي بتحليل البيانات فوراً لإصدار تنبيهات للركاب على اللوحات الذكية المنتشرة في المحطات أو عبر التطبيقات الإلكترونية في هواتفهم المحمولة. إضافةً إلى ذلك، تؤمن هذه البيانات قناةً هائلةً للجهات المختصة لإعادة برمجة الخطوط أو تعديل جداول التشغيل وفق الطلب المتغير على مدار اليوم، ما يعزز كفاءة استخدام الأسطول ويقلل من زمن الانتظار في المحطات المزدحمة. (البرنس، 2020)

لا تنحصر فوائد أنظمة التتبع الذكية في الجوانب التشغيلية البحتة، بل تتخطاها إلى الارتقاء بتجربة المستخدم وتحسين راحته. فالمسافر الذي ينتظر حافلته في محطة ما يمكنه الاطلاع بسهولة عبر تطبيق على الجوّال على مكان الحافلة الفعلي، والوقت المتوقع لوصولها، بل وحتى عدد المقاعد المتاحة أحياناً إذا كانت المنظومة معدّة لتقديم هذه الميزة. نتيجةً لذلك، تضحّل حالة التوتر الناشئة عن عدم التيقّن، ويتحول الانتظار إلى عملية مدارة يمكن التنبؤ بها. وفي السياق نفسه، يتيح بعض الأنظمة إمكانية استخراج تذاكر إلكترونية متزامنة مع خط سير الحافلة عبر التطبيق، ما يسهم في تقليص الازدحام عند الصعود للحافلة وتجنّب تداول النقود الورقية. بهذا تتعزّز تجربة الركاب وتتوطّد الثقة بينهم وبين مزوّد الخدمة. (ناعس، 2020)

من جانب آخر، يتسم سوق النقل العام بتعدد التحديات التي ترافق عمليات التشغيل، بدءاً من صعوبة إدارة الأسطول الكبير وتوزيعه على المناطق الجغرافية الواسعة، وصولاً إلى مراقبة استهلاك الوقود ومستوى الانبعاثات. هنا يأتي دور أنظمة التتبع الذكية لتمدّ المشغلين بسجل شامل عن أداء الحافلات يومياً: عدد الكيلومترات المقطوعة، معدلات السرعة، كميات الوقود المستهلكة، وفي بعض الأحيان البيانات الخاصة بانبعاثات الكربون. ويمكن توظيف هذه المعلومات في تنفيذ تحسينات دقيقة، مثل تعديل نموذج القيادة لتقليل الوقود واستخلاص نصائح للسائقين حول أفضل أساليب الكبح والتسارع. بالإضافة إلى ذلك، تفيد هذه السجلات في جدولة الصيانة الوقائية على نحو أفضل بدل انتظار حدوث الأعطال، وهو ما يحسن عمر الحافلة الإجمالي ويخفض تكاليف الإصلاح الطارئة. (العبابنة والحبيس، 2022)

من المنظور الأمني، تشكّل أنظمة التتبع الذكية خط الدفاع الأول في حالة وقوع حوادث أو أخطار تهدد سلامة الركاب. فمجرد رصد الحافلة لعطل ميكانيكي أو توقف مفاجئ خارج المسار المخطط، يُفعّل بروتوكول تلقائي يخطر مركز التحكم، وفي بعض الأنظمة يُرسل تنبيهاً للجهات الشرطية أو فرق الطوارئ. كما يمكن تزويد الحافلة بكاميرات مراقبة مرتبطة بشبكة الإنترنت تُرسل بثاً حياً عند وقوع حادث أو محاولة تخريب. بهذا تتحول المنظومة إلى شبكة أمان متكاملة تحمي أصول الشركة المشغلة وأفراد المجتمع في آن واحد. وتُستخدم التقنيات عينها لصيد محاولات العبث أو السرقة عبر تحديد موقع الحافلة بدقة والإبلاغ الفوري عند خروجها عن خط السير أو تعرضها لأي عارض غير متوقع. (المشرفاوي والركابي، 2021)

مع تزايد الاعتماد على هذه الأنظمة وتوسع استخدام وسائل التحليل المتقدم للبيانات، ارتفعت أهمية الجوانب الأخلاقية والقوانين المنظمة لحماية خصوصية الركاب والسائقين. إذ تتعامل بعض المنصّات مع بيانات حساسة حول موقع الأشخاص وتحركاتهم، ما يستلزم التزام المعايير الدولية في قانون حماية البيانات وسريّة المعلومات. تعمل الحكومات والشركات جنباً إلى جنب لوضع قواعد صارمة تمنح المستخدمين ثقة بأن معلوماتهم لن يُساء استغلالها أو مشاركتها مع أطراف ثالثة دون موافقة صريحة. ومع أن توافر البيانات الدقيقة عن الحافلة والراكب يوفر فرصاً ثرية لتحسين كفاءة المنظومات العامة، فإن الانضباط القانوني هو العنصر الأساسي الذي يحافظ على التوازن بين الفائدة والخصوصية. (الزيادي، 2024)

تساهم حلول تتبع الحافلات الذكية أيضاً في تحديد مواقع محطات جديدة أو تحسين ترتيب المحطات القائمة، وذلك باستثمار البيانات الميدانية حول أنماط الركوب والنزول. يمكن على سبيل المثال فحص اللحظات الزمنية التي ترتفع فيها كثافة الركاب في محطة معيّنة وإضافة حافلة جديدة في تلك الساعة أو زيادة التردد في الخط نفسه. إلى جانب ذلك، تتيح البيانات رصد إمكانية توسعة الشبكة إلى مناطق كانت سابقاً خارج نطاق الخدمة التدريجي وفقاً لعوامل الجدوى الاقتصادية والطلب المتوقع. وتتجسد قيمة هذه المرونة التخطيطية في تعزيز دمج الأماكن البعيدة أو الريفية ضمن شبكة النقل العامة، وخلق فرص متساوية للسكان في الوصول إلى المرافق والخدمات الحضرية. (كامل، 2021)

وإذا نظرنا إلى الجانب البيئي، نجد أن أنظمة التتبع الذكية تقدّم أدوات قوية لمراقبة انبعاثات الغازات الدفيئة والتعرّف على أنماط الهدر. فبعض المدن الكبرى تبنت سياسات حثيثة لتقليل البصمة الكربونية، واعتبرت أساطيل الحافلات ركناً جوهرياً للتحكم في جودة الهواء. من خلال تحليل بيانات السرعة وتوقفات الحافلات والازدحام، تسعى الجهات المعنية إلى تصميم مسارات مريحة بيئياً واقتصادياً، فيقلص استهلاك الوقود وتنخفض تكاليف الصيانة. وعند دمج هذه الخوارزميات بالتطبيقات المستخدمة من قبل السائقين، يمكن تقديم إرشادات ميدانية فورية تحثّهم على اعتماد أسلوب قيادة أقل استهلاكاً للطاقة، مثل تقليل التسارع المفاجئ، واختيار سرعة مثالية تمنع الهدر وتتجنب انبعاثات ضارة. (الدحام والزيير، 2022)

من منظور المستخدم النهائي، تلعب الأجهزة المحمولة دوراً رئيساً في الاستفادة من ميزات تتبع الحافلات. إذ طوّرت شركات التقنية تطبيقات شاملة تسمح للراكب بوضع خريطة تفاعلية تضم خطوط الحافلات والوقت المقدر للوصول كل منها إلى المحطة في الزمن الفعلي. وبعض التطبيقات تقدم خيارات تنبيه صوتي يذكر الراكب بضرورة الاستعداد قبل وصول الحافلة، بل وحتى إمكانية شراء تذكرة إلكترونية مسبقاً إن كانت المدينة توفر ذلك. بالنقر على الشاشة فقط، يطلع المسافر على أي تأخير أو عمل صيانة محتمل على امتداد الخط. ولم تعد هناك حاجة للتساؤل طوال الوقت عن وقت الحافلة التالي أو التخوف من عدم توفر مقعد، فالشفافية التي تتيحها هذه الأنظمة تشجع الناس على استعمال وسائل النقل العامة بتفاؤل وثقة. (الدقاق، 2022)

جدير بالذكر أن تطوير وإطلاق أنظمة تتبع الحافلات الذكية لا يتم من دون تحديات. فالمشروع يتطلب بنية تحتية رقمية موثوقة تشمل أجهزة إرسال واستقبال على كل حافلة، وشبكات اتصالات سريعة ومستقرة (كالجيل الخامس أو الألياف الضوئية)، إلى جانب منصات سحابية آمنة لتخزين البيانات. وقد تستلزم هذه التقنيات تكاليف أولية لا يستهان بها، خاصة عند الحاجة إلى تدريب السائقين والمشرفين على آليات التعامل اليومية. ومع ذلك، تُظهر التجارب العالمية أن العائد الاستراتيجي سرعان ما يفوق كلفة الاستثمار الأولى حين تتضح منافع خفض الازدحام وتوفير الوقت والوقود، وتعزيز مستوى الخدمة الذي يستشعره الجمهور. (Azzouz, 2024)

ختاماً، تمثل أنظمة تتبع الحافلات الذكية مثلاً رائداً على كيفية دمج الحلول الرقمية في قطاع النقل العام لتطوير خدمات أكثر مرونة وكفاءة. إذ إنها توفر رؤية لحظية عن سلوك الأسطول وتجربة الركاب، وتسمح بالأتمة الجزئية للكثير من العمليات المعقدة مثل جدولة الحافلات وإدارة أوقات الذروة وتوجيه السائقين. وهو ما يقود في النهاية إلى تكاملية أفضل بين المدن وسكانها، حيث تتحول شبكة النقل من نموذج تقليدي إلى كيان ديناميكي يلاحق التغيرات السريعة ويبني جسور تواصل مبنية على بيانات حية. ومع احتمالات التطور المستمر في مجالات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، يبدو مستقبل وسائل النقل العامة مشرقاً تحت مظلة أنظمة تتبع الحافلات الذكية. (Nijhuis, 2024)

2.1.2 التطور التاريخي لحلول التتبع ودوافع التحول الرقمي

منذ عقود، اعتمدت شركات النقل العام على جداول زمنية جامدة يُعلن عنها في مواقف الحافلات أو تطبع على كتيبات صغيرة، ما جعل الركاب يتعاملون مع قدر من عدم اليقين بشأن دقة المواعيد. لكن مع تطور الأقمار الصناعية وتقنيات الاتصالات، شهدنا بدايات حلول التتبع المباشر التي لم تكن سوى خرائط بدائية تشير إلى خطوط السير. ومع بزوغ عصر البيانات الضخمة وتقدم الهواتف الذكية، أُعيد تصور الفكرة بالكامل، لتصبح أنظمة التتبع الذكية للحافلات ضرورة تشغيلية وتمكينية للراكب، لا مجرد كمالية. (Elkasrawy, 2024)

3.1.2 البنية التحتية التقنية: العمود الفقري للعمليات

جوهر أنظمة التتبع الذكية يتلخص في الجمع بين وحدات GPS عالية الدقة، وشرائح اتصالات لاسلكية قادرة على الاتصال الدائم، ومنصة تحكم مركزية تستقبل الإشارات في الزمن الفعلي. تتطلب هذه المنظومة بنية تحتية متكاملة تشمل أبراجاً خلوية أو أقماراً صناعية، بالإضافة إلى بروتوكولات أمان رقمية تضمن سلامة البيانات وتنقلها من الحافلات إلى الخادم المركزي وبالعكس. وكلما تطورت شبكات الاتصالات—مثل الأجيال الجديدة للإنترنت المتنقل—ازداد استقرار التغذية الراجعة والمعلومات اللحظية التي تغذي مراكز التحليل وصنّاع القرار. (Hassen, 2024)

لا تقتصر مهمة النظام على جمع المواقع الجغرافية فحسب، بل تتعداها إلى عرض المعلومات في واجهات تفاعلية. فشاشة القيادة داخل الحافلة تُبرز للسائق خط السير المخطط والمدة المتوقعة لكل محطة، مع رصد مستمر للزمن المنقضي وزمن التأخر المحتمل. على الجهة الأخرى، يطلع المشغلون في المركز على خريطة بانورامية لجميع الحافلات، وتظهر لكل واحدة دلالات لونية تُبين مدى انحرافها عن الجدول المحدد. هذه المرئيات تجعل اتخاذ القرارات أقرب إلى الزمن الحقيقي، وتوفر للمسؤولين أساساً قوياً لتعديل المسارات أو إرسال دعم فوري لمناطق الازدحام. (Ibrahim & Hamza, 2024)

4.1.2 دمج المستشعرات الذكية والإحصاءات المتقدمة

مع انتشار إنترنت الأشياء (IoT)، ازدادت إمكانية ربط الحافلات بأجهزة استشعار تقيس جوانب متعددة مثل سرعة دوران المحرك، ودرجة حرارة الجو المحيط، وحالة ضغط الهواء في الإطارات، وامتلاء مقاعد الركاب. تُرسل هذه البيانات بصفة مستمرة إلى المنصة الأساسية، حيث يتولى نظام التحليل المتقدم الذي قد يستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي فرز الأرقام واستخلاص أنماط جوهرية. وبهذه الطريقة، لا تقتصر فوائد التتبع على معرفة الموقع فحسب، بل تمتد إلى التنبؤ بالأعطال وتخطيط الصيانة الاستباقية وتعزيز سلامة الركاب من خلال ضبط السرعات أو إصدار تحذيرات مسبقة. (Mouffok, 2023)

واحدة من أبرز خصائص أنظمة التتبع الذكية هي القدرة على تحليل الأنماط الزمنية والحركية للركاب عبر مختلف أيام الأسبوع أو حتى فصول السنة. فعند رصد ازدياد الطلب على خط معين في أوقات بعينها، يستطيع المشغل زيادة تردد الحافلات لتقليص زمن الانتظار. في المقابل، عندما يهدأ الطلب أو يقل عدد الركاب، تختار الإدارة العمل بعدد أقل من المركبات، ما يضمن تقليل الهدر في الوقود وغيرها من التكاليف التشغيلية. هذا التكيف الديناميكي يساعد أيضاً في تقليص التكدس في الخطوط المشهورة، ويقدم مستوى خدمة مقنعاً للركاب. (Belabbes, 2023)

يلاحظ ركاب الحافلات المشغلة بنظام التتبع الذكي farkاً كبيراً في دقة الوصول والانضباط العام. إذ ينخفض التوتر الناتج عن الجهل بتوقيت وصول الحافلة، وتعمق الثقة في وسائل النقل العامة بوصفها موثوقة وشفافة. وهذا ليس مكسباً عابراً، بل يدخل في صميم العملية التنموية، فمن شأن خدمة نقل فعالة أن تشجع مزيداً من المواطنين على التخلي عن نقلهم الخاص واستبداله بالحافلات الجماعية، ما يخفف بدوره الازدحام المروري والتلوث الحضري. (Boufendi & Baouni, 2022)

5.1.2 دور التطبيقات الهاتفية في تمكين الراكب وتعزيز التفاعل

أصبحت التطبيقات الهاتفية الواجهة الأولى للمستخدم، فلا يحتاج الراكب سوى بضع نقرات على الشاشة ليعرف زمان ومكان وصول الحافلة بالضبط. تضيف بعض التطبيقات طبقات معلومات أخرى

مثل إمكانية رؤية عدد الركاب الحاليين على متن الحافلة، أو مسار درج الحرارة وتوصيات بارتداء الملابس المناسبة في فصل الشتاء إن انتظر طويلاً في المحطة. هذا الشكل من "التخصيص" يرفع من قيمة التجربة ويجعل الراكب شريكاً نشطاً في المنظومة، إذ بإمكانه أحياناً تسجيل ملاحظات أو تقييم رحلته، ما يغذي قاعدة بيانات تعزز جودة الخدمة مستقبلاً. (Ibrahim, 2024)

من المشكلات المزمنة التي تواجه النقل العام هو عشوائية الزحام المروري وتراجع السرعات فجأة نتيجة حوادث أو أعمال صيانة. هنا تكمن قوة الأنظمة الذكية في التجاوب الفوري مع الأحداث الطارئة. إذ لدى مركز التحكم رسومات مفصلة تسمح لمسؤول التخطيط بإعادة توجيه الحافلات المتضررة نحو مسارات بديلة، ويصل هذا القرار فوراً إلى جهاز السائق الذي يشاهد الخريطة المعدلة. وبالتوازي، تُرسل إشعارات إلى التطبيقات الهاتفية الخاصة بالركاب، ليكونوا على علم بالتغيرات ويعيدوا النظر في جدولهم زمنياً أو اختيارهم للمحطات المناسبة. (Kherrouf, 2022)

تمثل سلامة الركاب عنصراً لا تنازل عنه في قطاع النقل، وتضيف أنظمة التتبع الذكية بعداً جديداً إلى منظومة الأمان الشامل. فعند وقوع حادث، أو ملاحظة سلوك مشبوه، يستطيع السائق بضغطة زر إرسال استغاثة إلى المركز بصورة لحظية. كما يمكن تفعيل بث حي بالفيديو من الحافلة المصابة بأزمة للتعاطي مع الوضع بالسرعة المطلوبة. علاوة على ذلك، تُخزن كافة المسارات والسرعات المرتبطة بكل رحلة، مما يساعد فرق التحقيق لاحقاً في معرفة إذا ما كانت السرعة الزائدة أو خلل ميكانيكي هو وراء المشكلة. (Akhrouf, Medjamia & Bissau, 2024)

لا يقتصر الاهتمام بأنظمة التتبع على مدير النقل فقط، بل تشترك جهات متنوعة في استخدام هذه البيانات، من أقسام الموارد البشرية والمسؤولين الماليين إلى سلطات المرور وأحياناً السلطات البلدية. لذا تتجه المنصات الحديثة إلى بناء "لوحة قيادة" موحدة تسمح لكل جهة بمشاهدة المؤشرات ذات الصلة بعملها: مثلاً، يستطيع القسم المالي تعقب استهلاك الوقود اليومي أو شهرياً، فيما يراقب قسم المرور مدى انسجام الخطوط مع القيود المرورية المحدثة. هذا الربط المؤسسي يرفع من كفاءة القرارات الجماعية ولا يترك أي طرف معزولاً عن الصورة الكاملة. (Ibrahim & Abdullah, 2024)

6.1.2 التحديات المالية واللوجستية لبدء التشغيل

لا يمكن إنكار أن طرح أنظمة التتبع الذكية يتطلب استثمارات اقتصادية ملموسة. إذ تحتاج الشركة أو الجهة المشغلة إلى تركيب أجهزة GPS ووحدات اتصال في كل حافلة، فضلاً عن بناء الواجهة المركزية وأحياناً شراء خدمات استضافة سحابية. قد يشمل ذلك نفقات صيانة دورية للأجهزة وتحديث البرامج. كما يستلزم تدريب السائقين والمشرفين على كيفية استخدام الأجهزة والتعرف على اللوحات التفاعلية. لكن مع مرور الوقت، يتضح أن العائد الاستراتيجي من إدارة أكثر انضباطاً ورضا المستخدمين يقلل الكلفة التشغيلية ويزيد من الإيراد عبر زيادة الإقبال على خدمة النقل العام. (Bouherour & Zebouchi, 2022)

تراكم سجلات مرور الحافلات وبيانات السرعة واستخدام الوقود وبيانات الركاب يعني أن النظام يولد "بيانات ضخمة" باستمرار. وللاستفادة من ذلك يجب على الجهة المشغلة توظيف فرق تحليلية وتقنيات ذكاء اصطناعي قادرة على التنقيب في هذا الكم الهائل من المعلومات، واستخلاص الأنماط والعثور على فرص التحسين. فعلى سبيل المثال، قد يكشف التحليل أن الخط رقم (X) يشهد زيادة مفاجئة في الركاب كل يوم إثنين في الفترة المسائية، ما يشير إلى حدث متكرر أو فعالية محددة تستدعي إعادة ترتيب الأسطول لتجنب الازدحام. (الرفاعي و الرفاعي، 2021)

7.1.2 أثرها على التصميم الحضري واستجابة المدن الذكية

في زمن تبلغ فيه المدن الذكية مكانة متقدمة في التخطيط الاستراتيجي، يمثل ارتباط الحافلات الذكية بالنظام الحضري الشامل حجر زاوية في تحقيق التكامل المروري. إذ يمكن دمج بيانات التتبع مع إشارات المرور الذكية، فيسمح ذلك بإعطاء أولوية مرور للحافلات المكتظة عند الإشارات حتى تصل إلى محطاتها دون تأخير مبالغ فيه. على النحو نفسه، تُستخدم المعلومات المتدفقة لتقييم الحاجة إلى ممرات خاصة بالحافلات في شوارع معينة. وهكذا يصبح للنقل العام دور قيادي في تشكيل المشهد الحضري الأكثر استدامة، لا مجرد خدمة ملحقه. (حماد وأبو تينة، 2020)

أدى التطور السريع في مجال التتبع الذكي إلى تصاعد النقاشات حول حماية بيانات الموقع للركاب، خصوصاً في حال كان متاح للتطبيقات معرفة تحركاتهم الدقيقة. لذا تضع بعض الدول تشريعات تلزم الجهات المشغلة بعدم الاحتفاظ بسجلات مفصلة جداً عن الأفراد، وأن تُشفّر المعلومات حتى لا يمكن لأي جهة ثالثة استغلالها. كما تستدعي اللوائح الكثير من الشفافية في توضيح كيفية استعمال البيانات ومن يحق له الوصول إليها. ومن دون مراعاة هذه المعايير تبقى الابتكارات الجريئة مهددة بالارتياح الشعبي أو العقوبات التنظيمية. (البرنس، 2020)

8.1.2 مستقبل النقل العام في ظل تنامي حلول الذكاء الاصطناعي

تمهد أنظمة التتبع الذكية الطريق أمام رؤى أشمل تتعلق بالمركبات المستقلة التي تتحرك بفضل الذكاء الاصطناعي دون تدخل بشري يُذكر. صحيح أن ذلك لا يزال في طور التجريب في كثير من المدن، لكنه بات قاب قوسين أو أدنى من مواجهة واقع الشوارع بزحامها وتحدياتها. عند اكتمال المنظومة، ستفاعل الحافلات مع إشارات المرور ومع بعضها البعض آلياً، فتتحقق سرعة استجابة فائقة وتقل الحوادث الناجمة عن الأخطاء البشرية. حينئذٍ، قد يتخذ النظام المركزي قرارات توزيع الحركة أو حتى دمج خطوط متشابهة في لحظتها، مستنداً إلى عمليات تحليل معقدة لكميات ضخمة من البيانات. بهذه الرؤية المستقبلية، تتحول وسائل النقل العام برمتها إلى سلسلة مترابطة من الميكانيزمات الذكية، توفر على المجتمع موارد باهظة وتمنحه تجربة نقل آمنة وفعالة ومواكبة للمتغيرات التقنية المحيطة. (ناعس، 2020)

تتعدد زوايا النظر إلى أنظمة تتبع الحافلات الذكية، فهي لم تعد مجرد أدوات لتحديد المواقع وإعلام الركاب بتوقيت الوصول، بل باتت جزءاً من منظومة رقمية أوسع يوظف فيها إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية.

9.1.2 التحول من الجداول الثابتة إلى الإدارة المرورية التكيفية

في النماذج القديمة، كان يُطبع جدول ثابت لانطلاق الحافلات ووصولها، وكثيراً ما منح الركاب إحساساً بالجمود، سواء تأخرت الحافلة أو وصلوا المحطة في وقت متقدم. أما حالياً، فقد غدت هذه

الجدول جزءاً من حلقة مغلقة مدمجة ببيانات التتبع الذكي وحالة الازدحام المروري في الزمن الحقيقي. فتمسي أوقات الانطلاق أكثر مرونة، وتُدرس المعطيات في كل دقيقة لإعادة جدولة انسيابية تضبط عدد الحافلات في كل خط تبعاً لكثافة الركاب. بهذا تتحول الإدارة المرورية من وضع ثابت إلى وضع تفاعلي يُراعي تقلبات الشوارع وتغير أعداد المستخدمين. (العبابنة والحبيس، 2022)

• الجمع بين التحليلات التنبؤية وصيانة الأسطول

لا تنحصر مهام أنظمة التتبع الذكية في تعقب حركة الحافلات فحسب، بل توفر بيانات متواصلة عن درجة حمل المحرك وعوامل مثل درجة الحرارة المتوسطة أثناء التشغيل وفترات التوقف والسرعات القصوى. بفضل هذا السجل الرقمي، يمكن للمنظومة توقع مواعيد الصيانة الدورية قبل حدوث الأعطال الفعلية. فتصد مؤشرات مثل ارتفاع درجة حرارة المكونات أو تضيق مكابح الحافلة، وترسل توصيات فورية لقسم الصيانة يساعدهم في إجراء إصلاحات وقائية. هذا التحول من الترميم اللاحق للأعطال إلى الصيانة الاستباقية يوفر نفقات كبيرة ويقلص فترات خروج المركبات من الخدمة. (المشرفاوي والركابي، 2021)

• تكامل الأنظمة مع الخرائط التفاعلية وتطبيقات الهواتف

يُمثل توافر بيانات التتبع في منصات الخرائط التفاعلية، كخرائط الهواتف الذكية، عاملاً فارقاً لنشر ثقافة "النقل العام أولاً". فالراكب الذي يفتح خرائطه الإلكترونية ويرى موقع الحافلات بالضبط وسيناريوهات الازدحام في الطرقات يصبح قادراً على اتخاذ قرار واعٍ إما باستخدام الحافلة أو اللجوء إلى بدائل أخرى. بعض التطبيقات تتيح حتى خاصية تخطيط رحلة مركبة، حيث يبدأ الشخص باستئجار دراجة صغيرة حتى محطة الحافلة، ثم يستخدم التتبع للوصول بدقة، ويكمل بقطار أو حافلة ثانية بمجرد النزول. هذه التكاملية تجعل وسائل النقل تتناغم ضمن "نظام بيئي" متكامل بدلاً من مكونات معزولة. (الزيادي، 2024)

• التأثير المباشر على البُعد البيئي والاستدامة

تزدحم المدن الكبيرة بانبعاثات السيارات، وتشكل الحافلات التقليدية جزءاً من المشكلة إذا لم تُدار بكفاءة. في المقابل، تُظهر التجارب أن تضمين الحافلات في منظومة التتبع والجدولة الذكية يقلل من

دورات الدوران غير الضرورية ومن السير بلا ركاب. وما إن تدمج خوارزميات العبور السلس التي تمنح الحافلات بعض الأولوية عند الإشارات المرورية، حتى ينخفض متوسط زمن الرحلة، ويتراجع استهلاك الوقود وانبعاث ثاني أكسيد الكربون. على المدى الأبعد، يمكن ربط هذه الأنظمة ببرامج حكومية تستهدف خفض البصمة الكربونية للبلد بأكمله، لتتحول خدمة الحافلات إلى وسيلة نقل صديقة للبيئة يعاد اكتشافها من قبل الجمهور. (كامل، 2021)

• تحسين تجربة ذوي الاحتياجات الخاصة وكبار السن

ينسى البعض في خضم الشغف بالتقنيات الرقمية أن فئات من المجتمع قد تواجه صعوبة في التنقل، كالمرضى وكبار السن وأصحاب الإعاقات الجسدية. تتيح تطبيقات التتبع الذكية عرض مواصفات الحافلات المجهزة بمنصات صعود وسماعات صوتية تشرح للركاب معلومات المحطة القادمة. كما يمكن البعض المستخدم من تفعيل تنبيهات خاصة لتذكير سائق الحافلة بوجود شخص يحتاج وقتاً أطول للصعود. وبذلك يصبح مفهوم التنقل الشامل قابلاً للتطبيق الفعلي، وتتحسن فرص هذه الفئات في استخدام وسائل النقل العام باستقلالية وكرامة. (الدحام والوزير، 2022)

من خلال نظام تتبع ذكي، تمتلك إدارة النقل بيانات دقيقة عن كل رحلة: عدد الركاب المقدر، كمية الوقود المستهلك، الوقت المنقضي، وحتى المعلومات المتعلقة بتحصيل الإيرادات الإلكترونية. إذا استخدمت هذه المعلومات بشكل سليم، يتعدّر التلاعب بالتذاكر أو التهرب من تسجيل رحلة ما. كما يمكن مراقبة أداء الشركة المشغلة ومطابقته مع البنود التعاقدية الموقعة مع الجهات الحكومية، ما يقلل الهدر ويضبط السلوكيات الاستغلالية. وفي بيئات متعددة اللاعبين، يُعدّ التتبع نافذة حيّة توفر إنصافاً بين الشركات والمواطنين على حدّ سواء. (الدقاق، 2022)

تطرح الحوادث المرورية أو التعديّات المختلفة هواجس أمنية، لكن باستخدام تقنية التتبع الآني، تستطيع مراكز التحكم التدخل السريع. فحين تبتعد حافلة عن مسارها فجأة، يُصدر النظام إنذاراً فورياً يتبعه تواصل مع السائق أو تفعيل ميزة إيقاف الطوارئ إن احتاج الأمر. إلى جانب ذلك، يجعل الربط مع الكاميرات أو أجهزة الاستشعار عملية الكشف عن السلوكيات المهددة أسهل بكثير، وبالتالي يتم تجنب

حوادث عدة قبل تفاقمها. وباستطاعة الإدارة تشغيل سجلات الرحلة لمعرفة مواضع توقف الحافلة وأسبابه، وحركة الأبواب، بل ودرجة تسارع المكابح. (Azzouz, 2024)

تمثل منصات التتبع قاعدة بيانات غنية لدارسي الأنثروبولوجيا الحضرية أو مختصي التخطيط الاجتماعي، إذ يمكنهم استخلاص أنماط رحلة المواطن بالطول والعرض؛ من الأحياء البعيدة إلى مراكز التسوق أو الجامعات. بناءً على هذه المعطيات، يُعاد توزيع الموارد الحضرية كالمرافق الصحية والتعليمية لتكون أقرب إلى محطات الحافلات الرئيسية. وهكذا ليست القضية مجرد نقل الأشخاص، بل يتاح للسلطات رسم صورة واضحة عن الحياة اليومية للمجتمع المدني وتطلعاته، ما يمهد لأبعاد تنموية تتعدى نطاق المواصلات. (Nijhuis, 2024)

على الرغم من أن الحافلات الذكية اشتهرت في المدن الكبرى، لكن قيمتها تتجلى أيضاً في المناطق الريفية. هناك تتسم الكثافة السكانية بالتوزع الشاسع، وقد تحتار شركات النقل في جدوى توفير حافلات منتظمة لأن عدد الركاب محدود. بيد أن المنظومة الذكية تساعد في إطلاق خطوط "عند الطلب" حيث تُرسل الحافلة إلى قرية ما إذا تلقى النظام إشعارات حجز من عددٍ كافٍ من السكان. كذلك، تسمح بيانات التتبع بتوقع متى تزداد الحركة الموسمية—كالاجتماعات الزراعية أو موسم المدارس—ما يمكن من تصميم خدمات مرنة تغطي احتياجات أبناء الريف دون إكراهٍ مادي على المشغل. (Elkasrawy, 2024)

10.1.2 التعاون البيئي بين القطاعين العام والخاص

تدرك الحكومات أن عصر الرقمنة يتطلب شراكات مع شركات التقنية العملاقة والمزودين المتخصصين. فتُعقد اتفاقيات يتم فيها توفير حلول تتبع متكاملة—أجهزة وبرمجيات وخدمات دعم—مقابل عقود طويلة الأجل أو نسبة من العوائد. في المقابل، يجد القطاع الخاص فرصة ذهبية لاقتحام السوق بتطبيقات ذكية تلهث خلفها الشركات المشغلة للنقل الراغبة في تميّز خدماتها. هذا التناغم البيئي حين يدار بشكل منضبط يثمر منظومة نقل فائقة الانضباط، يعمّ نفعها المواطنين كافة. (Hassen, 2024)

يبدى العديد من المدن في بقاع مختلفة من العالم اهتماماً متزايداً بتوحيد أنظمة التتبع لتصبح قابلة للتشغيل البيئي عبر الحدود. تخيل حافلات آسيوية تتجول في الدول المجاورة من دون الحاجة إلى

تغيير المنصة الأساسية، أو تجربة محطات أوروبية تتشارك معلوماتها في شبكة واحدة تشجع السياح على التنقل الحر. بالطبع تصطدم هذه الرؤى بواقع تشريعات البيانات ومدى تقبل الحكومات لمشاركة أجزاء من البنية التحتية التقنية، لكن بوادرها تبشر بعصر يكون فيه التنقل بين المدن والدول أكثر مرونة وشمولية. (Ibrahim & Hamza, 2024)

إن أنظمة تتبع الحافلات في شكلها الحالي قد لا تكون سوى خطوة انتقالية صوب تطبيقات أعمق للذكاء الاصطناعي في النقل العام. فقد تفكر السلطات مثلاً بدمج حساسات متطورة تشخص حالة الطرقات اللحظية، وتحلل كيف يمكن تقليل أعداد المركبات الشخصية. علاوةً على ذلك، تُنشأ "خوارزميات التعلم العميق" لمزامنة انطلاقات الحافلات مع أوقات الذروة وتوزيعها على خطوط مرنة استجابة للطلب الفكي (Peak Demand). عندما يلتقي الذكاء الاصطناعي بواقع الأسطول المتعقب في الزمن الفعلي، يغدو التخطيط للنقل العام علماً تتقلص فيه مساحات التخمين، وتتصدّره

11.1.2 التفاعل مع المواصلات الأخرى ودمج الخيارات في تطبيق واحد. (Mouffok, 2023)

تسعى المدن المتطورة حالياً إلى دمج خدمات متعددة في تطبيق واحد يخدم جميع أنماط التنقل المتاحة. ففي إطار أنظمة تتبع الحافلات الذكية، يمكن للمستخدم رؤية خريطة متكاملة تُبين المسارات الحافلات الذاهبة إلى محطة قطار الأنفاق أو خطوط الترام القريبة، مع معلومات آنية عن توافر الدراجات في محطات التأجير العامة. بهذا تبرز فكرة "التذكرة الموحدة (Integrated Ticketing)" التي تسمح بحجز رحلة تجمع بين الحافلة ومetro الأنفاق بسعر مخفض، ويُنظّم الانتقال بينهما بانسيابية تامة. هذه الرؤية تزيد من استخدام وسائل النقل العامة على نحو ملحوظ، إذ يشعر الراكب بالسهولة والمرونة في التحرك دون قلق حول تعدد التطبيقات أو اختلاف منصات الدفع. (Belabbes, 2023)

12.1.2 الأدوات التحليلية لرصد سلوك السائق وتحسين الأداء

إلى جانب تتبع موقع الحافلة، توفر منظومة التتبع أدوات لمراقبة سلوكيات القيادة، مثل قياس عدد مرات الكبح المفاجئ أو التسارع الحاد. وتكون لهذه النقاط انعكاسات مباشرة على راحة الركاب —

خاصةً كبار السن والأطفال—ولكنها تؤثر أيضاً في استهلاك الوقود وصيانة الحافلات. وبعد جمع هذه البيانات، تُحضّر تقارير دورية يمكن أن تُناقش في اجتماعات مع السائقين لتشجيعهم على تحسين أسلوب القيادة. في بعض الأنظمة، تُرتّب مكافآت بسيطة أو شهادات تقدير للسائقين الأكثر التزاماً بمبادئ السلامة والقيادة المتوازنة، ما يخلق تنافساً إيجابياً ويرفع من معايير الجودة العامة. (Boufendi & Baouni, 2022)

كانت أنظمة تتبع الحافلات قبل سنوات قليلة تعتمد على توصيلات سلكية معقدة أو ترددات محدودة النطاق، مما يحدّ من انتشارها في كامل المدينة. لكن الآن، بفضل شبكات الجيل الرابع والخامس (4G/5G) والاتصال الفضائي في بعض المناطق الريفية، يمكن تغطية أماكن واسعة بتكلفة تشغيلية معقولة، ودون الحاجة لبنية تحتية ضخمة من الأسلاك أو أبراج الاتصالات المحلية. يساعد ذلك في نشر الخدمة على خطوط بعيدة أو متباعدة جغرافياً، ويعزز فكرة "الاتصال الدائم" التي تعتمد عليها حلول التتبع في تحديثات بياناتها اللحظية. (Ibrahim, 2024)

ليس من الضروري أن تتولى الحكومات وحدها مسؤولية تطوير وإدارة أنظمة التتبع الذكية، بل يمكنها طرح مناقصات تتولاها شركات خاصة متخصصة توفر المنصة التقنية والخبرة التشغيلية. تُعدّ هذه النماذج المرنة فرصة لكثير من المدن التي تعاني قلة موارد في الميزانية المخصصة للنقل العام؛ فبدلاً من بناء النظام من الصفر، تتعاقد مع مزود يقدم حلاً جاهزاً أو شبه جاهز، ويجري اقتسام الأرباح أو تكاليف التشغيل وفق عقد واضح. هذا يتيح سرعة في الإطلاق واستفادة من التقنيات الأحدث، شريطة تنظيم العقود والرقابة لضمان معايير السلامة والجودة. (Kherrou, 2022)

يظل الراكب أكثر رغبة في الاعتماد على الحافلة إذا علم بدقة موعد وصولها المتوقع وما إذا كانت مكتظة أم شبه فارغة. من هنا يتكامل نظام التتبع مع تطبيقات الإشعارات الذكية التي ترسل تنبيهات للمستخدم عند اقتراب الحافلة مسافة معينة من المحطة، أو تخبره بحدوث تغيير في مسارها نتيجة حادث مروري قريب. بهذه الطريقة، يمكن للشخص التخطيط الدقيق والتوجه إلى المحطة في اللحظة المثلى، دون خسارة وقت كبير في الانتظار أو إمكانية تفويت الحافلة. وتفتح هذه المرونة للركاب أفقاً جديداً يدعم اختيار النقل الجماعي على السيارات الخاصة. (Akhrouf, Medjamia & Bessou, 2024)

المبحث الثاني: إدارة مشاريع النقل المدرسي

1.2.2 المقدمة

تُعدّ إدارة مشاريع النقل المدرسي عنصراً حيوياً في بنية العملية التعليمية المعاصرة، إذ لم تعد مهمة إيصال الطلبة من منازلهم إلى المدارس والعودة بهم هامشية أو ثانوية. بل باتت مشروعاً متكاملًا يستلزم التخطيط الدقيق، وتوفير الموارد البشرية والفنية، وتطبيق أعلى معايير السلامة والجودة. ويتداخل هذا المشروع مع جوانب متعددة، بدءاً من تصميم المسارات وتوزيع الحافلات، وصولاً إلى رسم سياسات التواصل مع أولياء الأمور، إلى جانب ضرورة اعتماد سياسات صارمة لضمان حماية الطلبة من المخاطر المحتملة. (Ibrahim & Abdullah, 2024)

منطلق تحقيق نجاح لافت في مشاريع النقل المدرسي هو فهم طبيعة احتياجات المؤسسات التعليمية وسلوك الطلبة المترتب عليها. فعمر الطالب يلعب دوراً كبيراً في تخصيص مواصفات الحافلة، ومدى توافر الإشراف الملائم، وإمكانية ضبط النظام داخل المركبة. في المراحل الدراسية الابتدائية، تستلزم العملية وجود مشرفين ومشرفات ذوي خبرة في التعامل مع الأطفال، وقنوات تواصل متينة مع الأهالي، في حين قد يتطلب طلبة المراحل الأكبر مرونة أكبر في تحديد مواعيد الانطلاق والتوقف نظراً لالتزاماتهم الإضافية. لهذا ينبغي للمخططين إجراء دراسات إحصائية شاملة لأعداد الطلاب، ومواقع التجمع، وعدد المحطات الأنسب، لتصميم مسارات تضمن أقصى قدر ممكن من الكفاءة والسرعة في الوصول. (Bouherour & Zebouchi, 2022)

2.2.2 أساس نجاح مشاريع النقل المدرسي

يحتل عامل السلامة والوقاية مكانة محورية في إدارة مشاريع النقل المدرسي. فمنذ مرحلة التصميم الأولى، ينبغي تحديد ضوابط تتعلق بأهلية السائقين ومستويات الخبرة والحالة الصحية لديهم، بالإضافة إلى تدريبهم المستمر على قواعد السير الآمنة والإسعافات الأولية. كما يجب أن تكون الحافلات نفسها مطابقة لمواصفات تضعها الجهات الرسمية، كتوفير أحزمة الأمان، وأدوات الإطفاء، وأنظمة منع

انغلاق المكايح، وأجهزة التهوية المناسبة. علاوة على ذلك، تسهم عمليات التفتيش الدوري للحافلات في الحفاظ على المستوى الفني الآمن لها، خاصةً في المواسم ذات الظروف الجوية القاسية. ولا يمكن إغفال أهمية بناء خطط طوارئ عاجلة لمواجهة حوادث السير أو الأعطال المفاجئة، مع تزويد كافة الأطقم بإجراءات واضحة لكيفية التصرف والإبلاغ عن الحوادث بأسرع وقت. (الرفاعي و الرفاعي، 2021)

عنصر التقنية الحديثة أخذ يفرض نفسه بقوة في إدارة النقل المدرسي، بغية تحسين الدقة والموثوقية وتيسير الرقابة. إذ تتوافر اليوم أنظمة تتبع للحافلات عبر تقنية GPS مرتبطة بتطبيقات تسمح لأولياء الأمور ومسؤولي النقل بمعرفة مسار الحافلة وموقعها لحظياً. ويساعد وجود خاصية إرسال التنبيهات في الزمن الحقيقي على إخطار ولي الأمر بقرب الحافلة من المنزل أو بوصول ابنه إلى المدرسة. إلى جانب ذلك، يتم جمع بيانات شاملة عن سرعات السير وفترات التوقف كي تتدخل الإدارة في حال خرق إحدى القواعد المحددة أو تأخر السائق عن المسار. ودمج هذه التقنيات مع منصات التواصل الداخلية للمدارس يُصبح من السهل رصد المشكلات مبكراً، وحلّها قبل أن تتفاقم وتؤثر في يوم دراسي كامل. (حماد وأبو تينة، 2020)

لا تنحصر إدارة مشاريع النقل المدرسي في فترة الصباح وقبل انتهاء الدوام فحسب؛ فالأنشطة اللامنهجية التي تجري بعد الظهر أو في العطل الأسبوعية تفرض ضغطاً إضافياً على أسطول النقل. وهنا تتضح أهمية الجدولة المرنة، والتي تسمح بإطلاق مسارات بديلة أو إضافة حافلات احتياطية عند تزايد أعداد الركاب في الفعاليات الرياضية أو الرحلات الترفيهية. ومن المفيد أيضاً وضع خطط متكاملة تتضمن مواعيد ثابتة لدورات الصيانة، بحيث لا يحدث تعارض بين الحاجة الماسة للحافلات وأوقات إخراجها من الخدمة للصيانة الإلزامية. هذا التنسيق المحكم بين أقسام التخطيط والموارد البشرية والتشغيل يدعم جاهزية المشروع واستجابته للمتغيرات الطارئة. (البرنس، 2020)

3.2.2 ركائز جوهرية لإدارة النقل المدرسي

تتطلب إدارة مشاريع النقل المدرسي ثقافة تنظيمية تعزز الانضباط والالتزام بمبادئ المساءلة. إذ لا تكفي مجرد اللوائح والقوانين دون رقابة نشطة تربط الأداء بالمكافأة أو المساءلة. في هذا الصدد، يمكن

وضع نظام تقييم دوري يقيّم أداء السائقين والمشرفين على أساس معايير تتعلق بالالتزام بالمواعيد، والحفاظ على سلامة الطلبة، والتعامل الأخلاقي مع أطفال صغار أو مرافقين، والانضباط على الطريق. ولإضافة عنصر الشفافية، يمكن توفير استبيانات لأولياء الأمور ولقاءات مفتوحة مع الأهالي لسماع اقتراحاتهم أو انتقاداتهم بشكل منظم. هذه الخطوات لا ترفع جودة الخدمة فحسب، بل تدعم أيضاً سمعة المدرسة وتُشعر الأهالي أن أبناءهم بأيدي أمينة. (ناعس، 2020)

لا بدّ من التنبيه إلى البعد الاقتصادي في تشغيل مشاريع النقل المدرسي، إذ قد تشكّل تكاليف تشغيل الحافلات وتأمين الوقود والصيانة والكوادر عبئاً على موازنة المؤسسة التعليمية. ومن هنا تنجم الحاجة إلى دراسة جدوى مالية توازن بين سعر الاشتراك الذي يُطلب من الأهالي، ومستوى الخدمة المتوقعة، دون المساس بجوانب السلامة. وإذا ما اتخذت المدرسة نموذجاً استثمارياً تشارك فيه شركات متخصصة في النقل، تبرز تحديات توزيع العوائد وتحمل المخاطر. بالتالي يصبح التفاوض حول عقود الخدمة وصياغة بنود واضحة لضمان الجودة ومرونة التعديل أمراً محورياً في الحفاظ على علاقات مشتركة تفيد الطرفين والأهالي أيضاً. (العبابنة والحبيس، 2022)

تكتنف إدارة النقل المدرسي تحديات فريدة تتعلق بجوانب اجتماعية ونفسية؛ فالطلاب-خاصة في المراحل الصغيرة-قد يستغرقون وقتاً للتأقلم على الصعود في الحافلة والنزول منها في بيئة منظمة، وعليهم الالتزام بالأدب وعدم توجيه الإزعاج لذويهم أو زملائهم. كما أن المشرفين يواجهون أحياناً اختلافات كبيرة في سلوكيات الطلبة، مما يتطلب وضع قواعد صارمة تحظر التنمر أو الأفعال الخطرة داخل المركبة. لذا تعد تدريبات المشرفين أو المشرفات على المهارات التواصلية والتربوية أمراً لا غنى عنه، جنباً إلى جنب ماسح الأمان للركاب والمشرفين أنفسهم. عندما يلمس الأهالي حرص الطاقم على الجوانب التربوية والأخلاقية، يسود الاطمئنان وتزيد رغبتهم في مواصلة التعاون مع الإدارة المسؤولة عن تلك الخدمة. (المشرفاوي والركابي، 2021)

تشابك المشروع كذلك مع قضايا البنية التحتية للمدارس والمناطق المحيطة بها. فعمليات الوصول والمغادرة إذا لم تُدار بإتقان، قد تتسبب في فوضى مرورية، وتساعد حوادث بسيطة لكن مؤذية.

لا بدّ من التنسيق مع السلطات المحلية لتسهيل مرور الحافلات في اتجاه واحد، وتأمين مواقف آمنة وواسعة عند بوابات المدرسة. وقد يحتاج الأمر إلى تعبيد طرق غير مطروقة مسبقاً أو تركيب إشارة مرورية — خاصة في المدن المكتظة — للحيلولة دون اختناق حركة المرور عند ساعات الصباح الباكر. إن التعامل المرن مع هذه التحديات العمرانية يتيح إنشاء بيئة مناسبة للحافلات، ما يختزل وقت الرحلة ويقلل مخاطر الاصطدام. (الزيادي، 2024)

على المستوى الأوسع، قد تأخذ إدارة النقل المدرسي منحىً استراتيجياً حين تُنظّم على نطاق مجتمعي أكبر. ذلك أن ربط المناطق السكنية بالمدارس الكبرى عبر خطوط حافلات منتظمة، يخفف الازدحام الناجم عن السيارات الخاصة للأهالي، ويعزز اعتماد مفهوم النقل الجماعي الصديق للبيئة. وتمتد الفائدة كذلك إلى تجميع الفوارق الجغرافية، إذ يحصل الطلبة في الأحياء البعيدة على فرصة متكافئة للوصول إلى المدارس من دون معاناة المسافات الطويلة أو ارتفاع تكاليف السيارات الخاصة. وهنا تأتي احتمالية بناء شراكات بين مؤسسات تعليمية متعددة للاستفادة من أسطول مشترك، معتمدةً على تقنيات التتبع الذكية في جدولة المسارات وضبط التكاليف. (كامل، 2021)

يشكّل الجانب التقني الحديث عاملاً فارقاً في إدارة النقل المدرسي، كما تجلّى في استخدام أنظمة تكنولوجية شاملة تراقب الأداء وتضبطه. تتيح هذه الأنظمة إنشاء لوحة معلومات موحدة يظهر فيها وقت خروج الحافلات، وأوقات التوقف، ومساراتها، بالإضافة إلى جمع بيانات لحظية عن درجات الحرارة في المركبة أو أنظمة التكييف، ما يعود بالنفع على صحة الطلبة وراحتهم. وقد تضم تقنيات التعرف على الوجوه أو البطاقات الذكية لدى الطلاب وقت الصعود والنزول، فيمسي من المتاح للأهل متابعة تحركات أبنائهم بأمان وفي الوقت الحقيقي. بدمج هذه الإمكانيات التقنية مع إجراءات دقيقة للمراقبة والمساءلة، يمكن رفع مستوى الخدمة بشكل لافت مع تعزيز الثقة الجماعية بجودة المشروع وفعاليتّه. (الدحام والزيير، 2022)

4.2.2 أسس جوهرية لنجاح مشاريع النقل المدرسي

إن إدارة مشاريع النقل المدرسي عملية تتداخل فيها عناصر السلامة والتخطيط الهندسي والموارد البشرية والتمويل والتقنية الحديثة. وتتسم بأهمية قصوى لدى المؤسسات التعليمية والأهالي، إذ تساهم بشكل مباشر في دعم التفوق الأكاديمي للطلاب عبر توفير بيئة نقل منظمة وأمنة. وعند نجاح تلك الإدارة في تخطيط خطوط السير وتدريب الكوادر وتحسين البنية التشغيلية، تتحول من مجرد خدمة لوجستية مكتملة إلى عنصر رئيس في جودة التعليم ذاته. ففي نهاية المطاف، سلاسة وصول الطالب إلى مدرسته صباحاً، ثم عودته سالمًا في الظهيرة أو المساء، تعكس مدى احترافية المؤسسة التعليمية وحرصها على مستقبل أجيالها وصحتهم النفسية والجسدية. (الدقاق، 2022)

تزداد أهمية إدارة مشاريع النقل المدرسي مع تطور البيئة التعليمية ومتطلبات الحياة اليومية، إذ لم يعد مغادرة الطالب لمنزله في السادسة صباحاً والعودة بعد الظهر عملاً روتينياً يمرُّ بلا ضوابط أو خطط واضحة. في عصرنا الحالي، أصبحت مسألة "كيف يصل الطالب ومتى" ذات انعكاسات مباشرة على مستوى التحصيل الدراسي واستقرار الأسر؛ إذ يقلق الأهل بشأن سلامة أبنائهم، وجودة الوقت الذي يقضونه في الحافلة، وحتى معدل الإرهاق الذي يصيبهم قبل بدء الدوام المدرسي. من هنا، أضحت الاهتمام بإدارة النقل أكثر من مجرد إصدار بطاقات ركوب أو جدولة زمنية؛ بل تحول إلى منظومة عمل منهجية تراعي البعد الإنساني والنفسي للطلاب بجانب الجوانب التشغيلية. (Azzouz, 2024)

يبرز الجانب الصحي في إدارة النقل المدرسي كعامل مهم، خاصة في ضوء الانتشار المتكرر للأمراض موسمية أو حالات حساسية عند بعض الأطفال. قد يستلزم ذلك تدابير مثل تعقيم الحافلات بانتظام، أو تخصيص مقاعد فرعية لمن لديهم احتياجات طبية، أو انتقاء مواد تنظيف خاصة لا تثير الحساسية. كما يتطلب التنسيق مع الكادر الصحي في المدرسة للتعامل الفوري مع أي حالة مرضية تظهر أثناء الرحلة، إضافة إلى توفير حقيبة إسعافات أولية وتدريب السائق والمشرف على الأساسيات. ومع تزايد المخاوف الصحية العالمية، شهدنا مبادرات لإعادة تصميم فضاء الحافلات بهدف تقليل الازدحام وإحداث تهوية مناسبة، وضمان تباعد معقول بين الطلاب عند الضرورة. (Nijhuis, 2024)

لا يمكن إغفال أهمية العلاقة التكاملية بين إدارات المدارس وأولياء الأمور في إنجاح مشروع النقل المدرسي. فالتواصل الفعال هو خط الدفاع الأول ضد المشاكل الطارئة. يمكن تطوير قنوات اتصال مثل مجموعات البريد الإلكتروني أو تطبيقات الهواتف الذكية التي تبعث تنبيهات سريعة في حال تغيير مسار الحافلة أو تعذر المرور بسبب ازدحام أو أحوال جوية سيئة. وحين يشعر الوالد أو الوالدة بالاطمئنان لأن لديهم وسيلة مباشرة لمخاطبة الإدارة عند الشك بوجود أي خلل، يصبح التعاون أكثر سلاسة. إن تعزيز هذه الثقة المتبادلة ينعكس تلقائياً على مدى قبول الأهالي لفكرة الاعتماد على الحافلات الجماعية بدلاً من توصيل الأبناء بالسيارات الخاصة يومياً. (Elkasrawy, 2024)

عامل الاهتمام بالبيئة ومحاربة التكدس المروري يدخل كذلك على خط إدارة مشاريع النقل المدرسي، خصوصاً في المدن الكبرى التي تعاني من اختناقات مرورية حادة في ساعات الذروة. إن نجاح مشروع النقل المدرسي يعني تقليل آلاف السيارات من على الطريق، وبالتالي الانعكاس الإيجابي على جودة الهواء ومستوى الضوضاء في الحي السكني. لكن ذلك يتطلب إدارة محترفة تفكر استراتيجياً: كيف يمكن نشر خطوط حافلات تغطي مختلف الأحياء بطريقة اقتصادية وزمنية ذكية؟ وكيف نجذب أكبر عدد من الطلاب ليستخدموا الحافلات مكان السيارات الخاصة؟ لهذه الغاية، قد تتعاون المدارس مع البلديات في تهيئة مسارات آمنة ومنح حافلات النقل المدرسي أولوية في الإشارات المرورية لتشجيع استخدامها وبناء سمعة جيدة عنها. (Hassen, 2024)

يُعدّ تأهيل السائقين والمشرفين تدريباً مستمراً، لا يقتصر على المعرفة المرورية الأخلاقية فحسب، بل يتسع ليشمل جوانب التواصل الإنساني والثقافة التربوية الأساسية. ذلك أنّ السائق ليس مكلفاً فقط بالقيادة الآمنة، بل هو أيضاً أول من يستقبل الطالب في بدايات يومه. إن أسلوب التعامل الهادئ والإيجابي قد يترك أثراً في الحالة النفسية للطالب من بداية اليوم الدراسي. كما يحتاج المشرف إلى مهارات إدارة السلوك الطلابي في مساحة مغلقة ومحدودة كالحافلة، مع الحفاظ على الانضباط وضبط النزاعات. إن هذه الخلطة الدقيقة من المهارات تحتمّ على إدارة النقل المدرسي وضع برامج تنمية وتدريب متواصل لهؤلاء العاملين، سواءً عبر ورش عمل دورية أو تقييمات عملية في الميدان. (Ibrahim & Hamza, 2024)

لا تغيب العوامل الجغرافية عن المشهد؛ فقد تفرض الطبيعة الطبوغرافية للمدن أو القرى تحديات خاصة على إدارة مشروع النقل المدرسي. الطرق الجبلية الضيقة أو المناطق النائية ترفع مستوى المخاطرة وتحتّم استخدام حافلات بمواصفات معينة، كإضافة محركات قوية وأنظمة فرملة مُحسّنة. وتحتاج المدارس الواقعة في مناطق مناخية صعبة، كمناطق تشهد تساقطاً كثيفاً للثلوج أو ضباباً أو أمطاراً موسمية غزيرة، إلى ترتيب إجراءات طوارئ تعالج مشكلات انغلاق الطرق أو محدودية الرؤية. فلا يكفي معرفة المسار الأمثل على الورق، بل يجب تجربة تشغيل الحافلات بتنسيق مع السلطات المحلية ومراكز الأرصاد، وتخزين خططٍ بديلة يمكن تنفيذها في أي وقت. (Mouffok, 2023)

سلوك الطلبة أنفسهم داخل الحافلة يطرح ملفات لا بد من الالتفات إليها. فقد تشهد بعض الحافلات محاولات للتنمر أو المضايقات بين طلاب المراحل العمرية المختلفة. هنا تبرز احترافية إدارة النقل في تنظيم جلوس الطلاب بشكل يحفظ انضباطهم، كفصل طلاب المرحلة الابتدائية عن الإعدادية والثانوية إذا كان ذلك ممكناً، وتوزيع المقاعد وفقاً لمعايير معينة تضمن سهولة الإشراف. إضافة إلى ذلك، يُراعى وضع مجموعة من القواعد السلوكية المعتمدة رسمياً، تكون معروفة للأهالي والطلبة والمشرفين، وتتضمن عقوبات تدريجية على أي سلوكيات خاطئة. وهكذا تغدو الحافلة بيئة انضباطية موازية لما هو متوقع داخل المدرسة نفسها. (Belabbes, 2023)

يمكن أيضاً توسيع خدمات النقل المدرسي لتشمل أوقات النشاطات الإضافية؛ فالاستفادة من البنية التحتية للحافلات ليكون لديها جدول مسائي أو نهاية الأسبوع لفعاليات رياضية وثقافية لا تحمل فائدة اقتصادية فحسب، بل تقوى بها العلاقة بين المدرسة والمجتمع المحيط. إذ قد تقيم المدرسة أنشطة ما بعد الظهر للأندية الطلابية أو الرحلات الميدانية التعليمية، فتأتي الحافلات المدرسة في مواعيد محددة وتنقل الطلبة المشاركين بأمان إلى منازلهم. ولعل هذا النوع من التكامل يجعل الأهالي يلمسون أن الدفع المادي لخدمة النقل ليس عبئاً بل استثماراً في نشاط تربوي أشمل. (Boufendi & Baouni, 2022)

التكامل مع الجهات الأمنية يعزز كذلك الجانب الوقائي، خصوصاً في المجتمعات التي قد تشهد أزمات أو تهديدات أمنية بين حين وآخر. إذ يفيد إبلاغ أقسام الشرطة عن مسارات الحافلات وأوقات وصولها، ويسر سرعة الاستجابة في حال حصول مكروه مفاجئ أو حادث سير. بعض المشاريع تطور آليات

إنذار مبكر يمكن للسائق أو المشرف تفعيلها عبر جهاز اتصال أو عبر تطبيق مخصص، يرسل فوراً إشارة استغاثة بموقع دقيق للحافلة. وإن ارتبط ذلك بكاميرات مراقبة داخلية، صار بالإمكان الاطلاع على الأحداث وعزل أي سلوك خطير في اللحظة نفسها، ما يزيد مستوى الطمأنينة لدى الأهل والمدرسة. (Ibrahim, 2024)

5.2.2 البعد المالي والاقتصادي للمشروع

قد يدفع إدارة المدرسة إلى ابتكار خيارات متعددة للرسوم، حسب المسافة أو حسب نطاق المناطق. فالطالب الذي يقطن على بعد كبير يستفيد من خدمة النقل والوقت التي توفرها، ومن المنطقي أن تتحمل أسرته جزءاً أكبر من التكاليف. أحياناً تُطبق بعض المدارس سياسات تدعم طلبية الأحياء الفقيرة أو أبناء الأسر المحدودة الدخل بتخفيض الرسوم أو توفير منح جزئية. بهذا تتحقق عدالة اجتماعية، وتمنع انقطاع الطالب عن التعلم لأنه لا يملك قدرة مالية على الوصول إلى المدرسة يومياً. (Kherrou, 2022)

يتضح إذن أن إدارة مشاريع النقل المدرسي ليست مجرد ترتيب عربات أو استئجار حافلات عدة، بل هي رؤية شاملة تزاوج بين متطلبات الأمان والتخطيط الاقتصادي والارتقاء بالوظيفة الاجتماعية للمدرسة. إن الابتكارات التقنية والعناية بالجوانب الإنسانية والنفسية، إلى جانب التنسيق مع الشركاء الحكوميين وآراء المجتمع المحلي، كلها لبنات أساسية في هذا البناء الإداري. ففي النهاية، ينعكس كل تحسن في منظومة النقل المدرسي على راحة الأسرة واستقرارها، وعلى أداء الطلاب الدراسي، وعلى البيئة الحضارية للمنطقة ككل. كتابة مسيرة يومية آمنة ومريحة للطلاب يوفر لهم الطاقة والتوازن اللازمين لخوض رحلة التعليم بمعنويات مرتفعة وطموحات كبيرة. (Akhrouf, Medjamia & Bessou, 2024)

تعدّ إدارة مشاريع النقل المدرسي من أعقد العمليات اللوجستية المساندة للمنظومة التعليمية، إذ يجب أن تراعى فيها جوانب عدة تتقاطع مع بعضها في وقت واحد، تشمل السلامة البدنية، والتخطيط المالي، والاعتبارات التربوية والنفسية للطلاب. من هذا المنطلق، لا يمكن الاكتفاء بالنظرة التقليدية التي تختصر النقل في توفير حافلات وحسب؛ بل تصبح إدارة المشروع عملية متكاملة تُدرج في الخطة الإستراتيجية للمؤسسة التعليمية، وتشمل مراحل التصميم والتنفيذ والتقييم والتنمية المستمرة. (Ibrahim &

(Abdullah, 2024)

في البداية، يبرز الدور المحوري لمرحلة جمع المعلومات وتحليل الحاجة الفعلية للخدمة، فالمدرسة التي تعتزم إطلاق مشروع النقل المدرسي لا بد من أن تُجري دراسة شاملة لعدد الطلاب، وتوزعهم الجغرافي، ومعدلات الازدحام في أوقات الذروة الصباحية وبعد انتهاء الدوام. ويلعب الجانب الديمغرافي دوراً كبيراً في إيجاد حلول مرنة؛ فإذا كان الطلبة يقطنون في مناطق متعددة ومتباعدة، فهذا قد يستلزم خطوطاً متشعبة، وربما جدولة زمنية مختلفة لكي يصل الجميع في الموعد المناسب. (Bouherour & Zebouchi, 2022)

6.2.2 أحد التحديات الكبرى التي تواجه مديري مشاريع النقل المدرسي

التعامل مع ظاهرة التغير المستمر في أعداد الطلبة وسكنهم. فقد تنتقل أسرة إلى حي جديد، أو يلتحق بالمدرسة طلاب إضافيون في الفصل الثاني، ما يفرض إعادة تكييف عدد الحافلات أو تغيير مسار إحداها. لذا يكون التخطيط الديناميكي ضرورياً؛ فتُخصَّص حافلة احتياطية لمواجهة الطوارئ، أو يُعتمد استخدام نظام تتبع رقمي قادر على تعديل خط السير حسب المستجدات. (الرفاعي، 2021)

يتطلب الجانب المالي إدارة دقيقة لموازنات النقل المدرسي، إذ ترتبط بالاستثمارات الأولية لشراء الحافلات أو استئجارها، وصيانة المركبات، وأجور السائقين والمشرفين، وتكاليف الوقود، فضلاً عن مصاريف تأمين الركاب والمركبات. يُضاف إلى ذلك البعد الاقتصادي في رسوم النقل المفروضة على أولياء الأمور. إن تحقيق معادلة تضمن تغطية النفقات مع عدم إثقال كاهل الأسر يظل تحدياً متكرراً يستلزم دراسات جدوى مالية معدة بعناية وشفافية في التعامل مع المجتمع المدرسي. (حماد وأبو تينة، 2020)

يحتل عنصر السلامة مكانة مركزية لا غنى عنها في إنجاح مشروع النقل المدرسي، فالأهل لا يريدون التضحية بأمن أبنائهم من أجل اختصار الوقت أو الكلفة. لذا تضع المنظّمات التعليمية سياسات صارمة لاختيار السائقين: يُجرى عليهم فحص طبي للتأكد من لياقتهم، ومراجعة سجلاتهم المرورية للتأكد من خلوها من مخالفات جسيمة. كما تُجرى اختبارات دورية للحافلات للتحقق من صلاحية الفرامل والإطارات وأحزمة الأمان ومعدات الإطفاء، حتى يتوافر بيئة نقل آمنة للطلاب دون تساهل أو تهاون. (البرنس، 2020)

يتعمق دور المشرفين في الحافلات ليتجاوز الجانب الانضباطي، فيصيرون بمثابة عيون وأيدي تحمي الطلاب وتوجههم لما هو سليم تربوياً. إن تدريب المشرف على أساليب التعامل مع الصغار والمراهقين، والفصل بين مشاحنات بسيطة قد تنشأ، هو أمر جوهري ينعكس على التجربة الكلية للنقل. كما يُراعى أن يكون لدى المشرفين خلفية بأساسيات الإسعافات الأولية، للتعامل السريع مع أي طارئ صحي، والاتصال بالجهات المعنية دون تأخير. (ناعس، 2020)

تؤثر التكنولوجيا الحديثة على مشروع النقل المدرسي بشكل واضح، إذ تسمح أنظمة التتبع GPS بمتابعة موقع الحافلة في الزمن الحقيقي، وإصدار تنبيهات عند الانحراف عن المسار أو حدوث تأخر غير متوقع، ما يرفع مستوى الشفافية ويطمئن الأهالي والإدارة. كما أن ظهور تطبيقات الهواتف الذكية بات يتيح للأهل استقبال رسائل قبل وصول الحافلة بدقائق أو وصول الابن أو البنت إلى المدرسة بسلام، فيقلص الإحساس بالقلق والضبابية. (العبانة والحبيس، 2022)

من جهة أخرى، تواجه إدارة النقل المدرسي ضرورة التعامل مع اختلافات ثقافية وسلوكية بين الطلاب، خاصة في المراحل الثانوية حين تتنامى استقلاليتهم وروح التمرد أو الرغبة في الخصوصية. عندها ينبغي الموازنة بين ترك مساحة حرية معقولة لطلاب هذه الفئة العمرية، وضمان عدم نشوب سلوكيات سلبية كتخريب مقاعد الحافلة أو التشاجر. لهذا يضع المديرون نظم رقابة داخل الحافلات، وأحياناً تُزرع كاميرات للمراقبة تسجل الأحداث دون انتهاك مفرط لخصوصية الطلاب، مع وضع ضوابط أخلاقية لإدارة تلك المقاطع أو تسجيلها. (المشرفاوي والركابي، 2021)

تشترك إدارة النقل المدرسي مع الأجهزة البلدية أو المرورية في تنظيم سير الحافلات داخل الشوارع الرئيسية، وقد تحتاج المدرسة إلى الحصول على تصاريح خاصة لاعتماد المسارات أو الوقوف في مناطق مزدحمة. وغالباً ما تُنسّق الجهات الرسمية مع المؤسسات التعليمية لتحديد الأماكن الأنسب لمحطات التوقف على جوانب الطرق، ما يقلل من الاختناقات المرورية ويعزز سلامة صعود الطلبة ونزولهم. (الزيادي، 2024)

لا تقتصر الإدارة على ما يحدث صباحاً والمساء فقط، إذ إن احتياجات النقل قد تمتد إلى أوقات أخرى: فترة النشاطات المسائية، ورحلات نهاية الأسبوع، والزيارات الميدانية التي تنظمها المدرسة، وما إذا

كانت هناك منافسات رياضية تشارك فيها فرق طلابية يتم نقلها إلى مدنٍ أخرى. كل هذه المتطلبات تحتم وجود خطة تشغيلية مرنة تتوفر فيها حافلات احتياطية أو إمكانية إعادة جدولة المركبات خارج أوقات الذروة. (كامل، 2021)

7.2.2 عامل التواصل الفعال مع أولياء الأمور

لا بد من توثيق إجراءات الإبلاغ عن غياب الطالب أو مرضه، لئلا تنتظر الحافلة عبثاً فتصبح محطات بقية الطلاب مهددة بالتأخر. كما يمكن للأهل إبلاغ الإدارة عن ملاحظات حول جودة التكيف أو مدى التزام السائق بالسرعة المحددة. وكلما كان النظام الإداري مستجيباً لشواغل الأسر، تنامت الثقة ومن ثم يقل معدل الشكاوى أو التدخلات الطارئة. (الدحام والوزير، 2022)

برزت أيضاً ضرورة خلق لوحة قياس أداء تتابع مؤشرات رئيسية، مثل معدل الحوادث الشهرية، نسبة التأخير في الوصول، انضباط السائق في الصيانة اليومية، مستوى رضا الأهالي عبر استبيانات، وعدد التدخلات السريعة لحلّ أزمات مفاجئة أو أحداث طارئة. إن الاحتفاظ ببيانات كهذه يتيح للإدارة اتخاذ قرارات تصحيحية وتطويرية بناءً على أرقام إحصائية لا انطباعات عشوائية. (الدقاق، 2022)

من الملاحظ أن إدارة النقل المدرسي قد تتخذ شراكات مع شركات متخصصة في تشغيل أساطيل الحافلات، خاصة لو كانت المدرسة لا تريد تجميد استثمارات ضخمة في شراء مركبات. في هذه الحالة، تُصاغ عقود دقيقة تضمن التزام المقاول بمعايير الجودة والسلامة وأخلاقيات التعامل مع الأطفال. ويُنشر مفتشون من قبل المدرسة للتأكد من الحالة الفنية للحافلات والالتزام السائقين بلباسٍ رسمي وبنود الاتفاق. هذا الأسلوب يُخرج المدرسة من أعباء التشغيل المباشر ويتركز على الجانب التعليمي، لكنه يستلزم رقابة صارمة لضمان عدم التهاون. (Azzouz, 2024)

قد تُعزّز إدارة النقل المدرسي أيضاً مفاهيم الاستدامة البيئية. ففي زمنٍ يَحْتَ على الحد من الانبعاثات الكربونية، تعمل بعض المدارس على دمج حافلات هجينة أو كهربائية ضمن أسطولها، مع وضع لوحات تشجيعية تحفز الطلاب على الاعتزاز بكونهم يساهمون في الحفاظ على البيئة. ورغم أن تكلفة تلك

المركبات قد تكون مرتفعة في البداية، إلا أن بعض الدراسات تشير إلى انخفاض نفقات التشغيل على المدى الطويل، فضلاً عن الفائدة البيئية والاجتماعية العالية. (Nijhuis, 2024)

يتوجب أن يراعي مديرو مشاريع النقل المدرسي طبيعة المدن التي تنتشر فيها المدارس، إذ إن الإشكالات في المدن الكبرى تختلف عنها في المناطق الريفية. ففي الحواضر الضخمة، تغدو إدارة الوقت والاختناقات المرورية التحدي الأبرز، ما يستدعي أساليب جدولة ذكية وتطبيقات تتنبأ بالازدحام عبر الذكاء الاصطناعي. أما في الأرياف، فقد تكون المشكلة في طول المسافة بين القرى وقلة الطرق المعبدة. فيضطر الطاقم للتعامل مع غياب إشارات المرور الرسمية أو ضعف الإضاءة الليلية، ما يجعل قيادة الحافلات أكثر حساسية. (Elkasrawy, 2024)

تمتد الثقافة المدرسية إلى داخل الحافلة، فعندما يجد الطلاب أنفسهم في بيئة لها قواعد ثابتة يسهل عليهم التعامل معها، يحترمون النظام الداخلي. بالمقابل، عندما تشيع الفوضى وتغيب رقابة الإدارة يظهر استهتار بالأرواح وتزيد الحوادث والمشكلات السلوكية. لذلك تحرص بعض المؤسسات على وضع "مدونة سلوك في الحافلة"، تُشرح للطلاب في بداية كل عام دراسي، تعبّر عن الحدود المقبولة، وأساليب معالجة أي شغب يتضمن توجيه إنذارات متدرجة أو إبلاغ ولي الأمر. والهدف النهائي هو جعل الحافلة امتداداً لقيمة الانضباط والاحترام السائدة داخل المدرسة. (Hassen, 2024)

تواجه إدارة النقل المدرسي أحياناً ضغوطاً لزيادة سعة الحافلة لضبط التكلفة، ما قد يتسبب في تكديس داخل المركبة ووقوف الطلاب. لكن الحفاظ على راحة الطالب يتحقق بتحديد حد أقصى للأعداد. بعض المدارس اكتشفت أن زيادة التكلفة التشغيلية في المدى القريب أفضل بكثير من مواجهة مشكلات الحوادث والإصابات في المدى الأبعد. فضلاً عن ذلك، يرتفع رضا الطلاب والأهالي في حالة الجلوس المريح والتهوية الجيدة، ما يدعم سمعة المدرسة ويزيد الطلب على خدماتها. (Ibrahim & Hamza, 2024)

تحسين صورة النقل المدرسي يُعدّ جزءاً من المنافسة بين المدارس في بعض المناطق. إذ تبادر المؤسسات الكبيرة إلى تقديم خدمات إضافية مثل وجود مشرف نفسي على متن الحافلة لمراقبة الحالة المزاجية للأطفال كل صباح، أو تجهيز الحافلات بشاشات عرض تعليمية سريعة. بالتدريج، يتحول النقل من خدمة لوجستية مملة إلى مساحة تفاعلية تسعى المدارس لتطويرها واجتذاب أولياء الأمور عبرها. فيمثل

هذا العنصر قيمة مضافة قد تبرر ارتفاع رسوم الخدمة، طالما يلمس أولياء الأمور مزايا حقيقة. (Mouffok, 2023)

الإعلانات والتسويق للأسر ليست غريبة على مشروع النقل المدرسي، خاصة لدى المدارس الخاصة التي تنشئ الحفاظ على علاقات مثمرة وطويلة الأمد مع الطلبة وعائلاتهم. تُوزَّع رسائل إخبارية تصف التحسينات المجرة، أو تحدّث الأهالي عن قصص نجاح في تعاطي السائق مع أزمة سير. بل قد تُعقد لقاءات تعريفية في بداية العام تستعرض فيها الإدارة آليات النقل وخطة الأمان. هذا النهج يخلق شفافية عالية ويعزز الثقة في الإجراءات المتبعة. (Belabbes, 2023)

ختاماً، إن إدارة مشروع النقل المدرسي شأن متعدد الأبعاد، يحتاج إلى ربط حرص المؤسسة التعليمية على سلامة الطلبة ورخائهم بالمستجدات التقنية واللوجستية من حولها. كل تفصيل—بدءاً بتعيين السائق، مروراً بتهيئة البنية التحتية وانتهاءً بالتواصل مع أولياء الأمور—يشكل حلقة في سلسلة نجاح هذا المشروع. وعندما تُدار هذه السلسلة بوعي منظّم وتخطيط دقيق، تتحول وسيلة المواصلات اليومية إلى تجربة آمنة ومريحة، تسهّل الطريق أمام الطلاب للوصول إلى مقاعد الدراسة بروح نشيطة وجاهزية عالية للتعلّم. (Boufendi & Baouni, 2022)

تتطلّب إدارة مشاريع النقل المدرسي وعياً متواصلاً بالتطوّرات التقنية وبالظروف الاجتماعية والاقتصادية المحيطة بالمدارس والأسر. ففي الماضي كانت الخطط بسيطة، تقتصر على تشغيل حافلات عند نقاط محدّدة، لكن الواقع الحالي يفرض التحول إلى أنظمة معقّدة تتعامل مع متغيرات ديناميكية كالازدحام المروري، وتقلّبات الطقس، وحاجات شرائح عمرية متفاوتة من الطلبة. فإذا أهملت الإدارة أيّ من هذه العوامل، قد تظهر فجوات في الخدمة تُضعف ثقة الأهالي وترهق المدرسة بمشكلات لوجستية لا تنتهي. (Ibrahim, 2024)

أحد التحولات الملموسة أخيراً تمثل في إدخال خوارزميات تحليل المسارات والجدولة (Route Optimization)، وهي تقنيات قد تستعين بالذكاء الاصطناعي لتوقّع المسار الأنسب وتحديد أوقات الوقوف لكل محطة. بهذه الأساليب لا تكفي إدارة المشروع بتخفيض زمن الرحلة، بل تقلّل أيضاً من الكلفة

التشغيلية عبر تقليص استهلاك الوقود وتحجيم احتياجها لأسطول كبير. ويرسم هذا التوجه نظرة جديدة
لمعنى "الاستثمار الفعال" في النقل المدرسي؛ إذ لا يتعلق بزيادة عدد المركبات بقدر ما يرتبط برفع كفاءة
استخدامها. (Akhrouf, Medjamia & Bessou, 2024)

8.2.2- تطورات حاسمة في النقل المدرسي

تضاعف الاهتمام أيضاً بتدريب السائقين على التعامل مع الطلبة من أصحاب الاحتياجات الخاصة، سواء أكانوا يعانون صعوبات في الحركة أم اضطرابات سلوكية. فيتم تجهيز بعض الحافلات بمقاعد خاصة أو منحدرات كهربائية، بينما يُعطى السائق والمشرف أدلة واضحة حول الإجراءات المثلى لضمان راحة وسلامة الجميع. وبقدر ما تُطبّق هذه الاحتياطات بدقة، يشعر أولياء الأمور باهتمام حقيقي تجاه تنوع احتياجات أبنائهم، ما يشكل قيمة مضافة للمدرسة ويعكس وعيها الاجتماعي. (Kherrou, 2022)

عند الحديث عن البيئة والأداء المستدام، يتزايد عدد مشاريع النقل المدرسي التي تدمج مركبات هجينة أو كهربائية تقلّل من الانبعاثات الضارة. وعلى الرغم من أن الكلفة الأولية لهذه التكنولوجيا قد تكون أعلى، فإن بعض المدارس تتبنّى سياسات بيئية صارمة تجعل اعتماد الحافلات الخضراء جزءاً من هويتها المؤسسية. ولا يقتصر الأثر هنا على البيئة وحدها، بل يمتد ليكون عامل جذب للأسر الواعية بالتحديات المناخية، ما يعزّز من سمعة المدرسة ويحفّز ثقة المجتمع المحلي. (Ibrahim & Abdullah, 2024)

مع توسّع المدن وتشعّب أحيائها، برزت فكرة "مواقف التجميع (Park & Ride)" المتصلة بخطوط النقل المدرسي، إذ يمكن لبعض الأسر إيصال أبنائهم إلى نقاط تجمع آمنة ومراقبة، بحيث لا تضطر الحافلات للدخول إلى شوارع ضيقة أو مكتظة. هذا الأسلوب يقلل من زمن الرحلة الإجمالي، ويحسن انسيابية الحركة، ويخفف التلّاق المباشر مع خطوط سير معقدة. وينبغي أن تتشارك سلطات المرور والمدارس في إنجاح هذه الخطة عبر توفير لوحات إرشادية للمواقف وتخصيص أماكن انتظار مناسبة لأولياء الأمور. (Bouherour & Zebouchi, 2022)

على صعيد التواصل المباشر مع الأهالي، ابتكرت بعض إدارات مشاريع النقل المدرسي تطبيقات تفاعلية للهاتف الذكي، تسمح للأهل بمراقبة تحركات الحافلة لحظة بلحظة. ومن خلال أدوات الإشعار الفوري يمكن إبلاغ الأسر بأي تغيير طارئ في الجدول أو تأخير محتمل. والجميل في هذه المنظومات أنها تُسهم في تخفيف القلق لدى أولياء الأمور، كما تحفزهم للالتزام بوقت خروج أبنائهم من المنزل، طالما يعرفون موقع الحافلة بالضبط وعدد الدقائق المتبقية لوصولها. (الرفاعي ، 2021)

ولا يمكن إغفال أن السائق ذاته هو العنصر الأهم في الحلقة التشغيلية اليومية. لذا تُجرى تقييمات متكررة لرصد جودة قيادته ومدى التزامه بالسرعة وحرصه على الحيطة. حتى إن بعض المدارس تعتمد إلى تركيب أدوات لقياس أسلوب القيادة (Telematics) بحيث تسجل معلومات دقيقة عن التسارع والتركيز واستخدام المكابح المفاجئ. بناءً على هذه القراءات تُقدّم تغذية راجعة للسائق وتحديثات متخصصة في التدريب، لضمان سلامة الطلاب والحدّ من الأعطاب الميكانيكية. (حماد وأبو تينة، 2020)

تأتي كذلك مسألة "ضبط السلوك الطلابي" داخل الحافلة في الغاية من الأهمية لتحقيق الاستقرار. فمن المؤلفون أن تشهد بعض الرحلات مشكلات شغب أو إزعاج من قبل عدد قليل من الطلبة، ما يربك السائق ويهدد أمان الركاب. وللتعامل مع هذا التحدي، طوّرت المدارس لوائح تنظيمية داخل الحافلة تشمل عقوبات تدريبية على ممارسات خاطئة كالتهلف المسيء أو الاعتداء الجسدي. ويُحدد المشرف دوره كمسؤول مباشر عن منع تفاقم أي نزاع، مع إمكانية إبلاغ الإدارة العليا لتطبيق عقوبات أشدّ في حال تكرار الخروقات. (البرنس، 2020)

في ظل المنافسة التي تشهدها المدارس الخاصة في بعض الدول، صار مستوى خدمات النقل المدرسي مؤشراً نوعياً لجذب الطلبة والاحتفاظ بهم. فالأهالي قد يستفسرون عن عدد الطلاب في الحافلة، ومدى توفر تكييف فعال، ونقاط الأمان المجهزة مثل أحزمة المقاعد الفردية. لذا تُضخّ المؤسسات التعليمية مواصفات هذه الخدمة ضمن حملاتها الدعائية وتعتزّ بالسياسات الصارمة التي تضعها لحماية الركاب من أي خطر. وعادةً ما تُدعم تلك التصورات بتجارب حية لإجراء يوم مفتوح للأهل ليتفقدوا الحافلات ويتحاوروا مع السائقين. (ناعس، 2020)

على ضوء التجارب الميدانية، يُنصح أن تعتمد المدارس دورة مراجعة شاملة لآليات النقل المدرسي في نهاية كل فصل أو عام دراسي. يتضمن ذلك استطلاع آراء أولياء الأمور والطلبة والسائقين أنفسهم لرصد الأبعاد التي يمكن تطويرها، سواءً بإضافة محطات جديدة، أو تعديل مسارات معينة تشهد تأخراً مستمراً، أو تدريب أكثر عمقاً للمشرفين. وبتطبيق هذه الفلسفة الاستقصائية التي تضع "التعلّم المستمر" نصب عينها، تتحول إدارة النقل المدرسي من حل مؤقت إلى منظومة ناضجة، تدوم وتتجدّد مع احتياجات الطلبة والأسر، وتقدم تجربة نقل متكاملة تُسهم في الارتقاء بالمستوى العام للخدمة التعليمية. (العبانة والحبيس، 2022)

الفصل الثالث: منهجية وإجراءات الدراسة

1.3 مقدمة

يتناول هذا الفصل الدراسة الميدانية وذلك من خلال التعرف على منهجية الدراسة ومجتمع وعينة الدراسة وأداة الدراسة ومصادر جمع البيانات والأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة وحساب الصدق والثبات لأداة الدراسة

2.3 منهجية البحث:

يستند البحث على منهجاً وصفيّاً تحليلياً، حيث يركز على فحص الأسس النظرية المتعلقة بالموضوع من خلال استعراض المراجع العربية والأجنبية ذات الصلة. ويتضمن البحث أيضاً تنفيذ دراسة ميدانية تتمثل في توزيع استبيانات على فئات مختلفة من العينة المختارة.

3.3 مجتمع وعينة الدراسة

تمثل مجتمع الدراسة في العاملين في قسم إدارة الأزمات بوزارة الصحة دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض وقامت الدراسة باستخدام أسلوب العينات العشوائية البسيطة لجمع بيانات الدراسة وذلك عن طريق أداة الدراسة المتمثلة في استمارة الاستبيان وقد بلغ عدد أفراد عينة الدراسة 350 فرد وهم الذين أجابوا على استمارة الاستبيان.

4.3 مصادر جمع البيانات والمعلومات:

تعتمد الدراسة على مصدرين أساسيين في جمع البيانات والمعلومات كما يلي:

المصادر الثانوية: وتتمثل في الكتب والمراجع العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع الدراسة بالإضافة

إلى الاعتماد على الأبحاث والدراسات السابقة والدوريات والمجلات العلمية والمقالات

المصادر الأولية: حيث تعتمد الدراسة على الاستبانة كأداة رئيسية في جمع البيانات من مصادرها والتي

تم تصميمها خصيصاً لهذا الغرض على Google Forms وإرسال رابطها إلى مجتمع الدراسة

5.3 الأساليب الإحصائية:

قام البحث باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS لتحليل بيانات الدراسة باستخدام مجموعة

من الأساليب الإحصائية كما يلي:

- معامل الفاكورنباخ لحساب مستوى ثبات أداة الدراسة
- معامل ارتباط بيرسون لتحديد مستوى الاتساق الداخلي وصدق أداة الدراسة وللتعرف على العلاقة بين متغيرات الدراسة
- النسب والتكرارات لوصف خصائص عينة الدراسة
- الوسط الحسابي والانحراف المعياري لوصف مستوى استجابة افراد عينة الدراسة لعبارات أداة الدراسة
- معادلة الانحدار الخطي البسيط لقياس الأثر بين متغيرات الدراسة

6.3 أداة الدراسة

تم العمل على الاستبانة للتناسب مع متغيرات الدراسة من خلال الاطلاع على الدراسات

السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة، حيث تكونت من قسمين رئيسيين هما:

- القسم الأول: وهو الجزء الخاص بالمتغيرات الديمغرافية لأفراد عينة الدراسة، والمتمثلة ب: النوع الاجتماعي، والعمر، والمؤهل العلمي، والوضع المهني،
- القسم الثاني: اشتمل القسم الثاني على الفقرات والأبعاد التي تقيس متغيرات الدراسة المستقل والتابع. وتضمنت العبارات المتعلقة بالمتغير المستقل (أنظمة تتبع الحافلات الذكية) وتضمن ثلاث ابعاد (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) واشتملت على 15 عبارات

والعبارات المتعلقة بالمتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض واشتملت على 10 عبارة وتم استخدام مقياس ليكرت ذو الخمس درجات الذي يتكون من موافق جدا (5)، موافق (4)، محايد (3)، غير موافق (2)، غير موافق جدا (1) في الإجابة على أسئلة محاور الدراسة.

وقد قامت الدراسة بتقسيم اتجاه موافقة أفراد عينة الدراسة على عبارات محاور الدراسة إلى مستويات من خلال تطبيق ما يلي:

✓ مدي المقياس = أعلى رقم في المقياس (5) – أقل رقم في المقياس (1) = 4

✓ مدي المستوي = مدي المقياس / عدد المستويات (5) = 0.80

جدول (1) مستويات موافقة عينة الدراسة على عبارات أداة الدراسة

الدرجة	المستوي
1.79 – 1	منخفضة جدا
2.59 – 1.80	منخفضة
3.39 – 2.60	متوسطة
4.19 – 3.40	مرتفعة
5.00 – 4.20	مرتفعة جدا

7.3 صدق أداة الدراسة

تم حساب صدق عبارات استمارة الاستبيان عن طريق تحديد مستوي التجانس الداخلي من خلال التعرف على الدلالة الإحصائية لمعاملات الارتباط بيرسون بين درجة العبارة والدرجة الكلية للمحور الذي تنتهي إليه العبارة وجاءت النتائج كما يلي:

✓ المحور الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية

جدول (2) معاملات الارتباط لعبارات المحور الاول

م	العبارة	معامل ارتباط بيرسون	Sig
المراقبة اللحظية			
1	تتيح أنظمة تتبع الحافلات الذكية تحديد موقع الحافلة بشكل دقيق في الوقت الحقيقي.	0.588**	0.000
2	تساعد خاصية المراقبة اللحظية في تحسين الاستجابة السريعة للحوادث الطارئة.	0.687**	0.000
3	تُسهل المراقبة اللحظية في تقليل وقت الانتظار للطلاب وأولياء الأمور.	0.481**	0.000
4	توفر المراقبة اللحظية بيانات يومية يمكن استخدامها في تحسين المسارات.	0.607**	0.000
5	يتم تحديث موقع الحافلة تلقائيًا وبشكل متكرر دون تدخل يدوي.	0.646**	0.000
الإشعارات الذكية			
6	تصل إشعارات لحظية عند اقتراب الحافلة من محطة الطالب.	0.778**	0.000
7	تتيح الإشعارات الذكية متابعة حركة الحافلة من خلال تطبيقات مخصصة.	0.590**	0.000
8	تُستخدم الإشعارات لتنبيه المسؤولين بأي تأخير أو خلل في المسار.	0.782**	0.000
9	تساعد الإشعارات الذكية في تقليل القلق لدى أولياء الأمور بشأن سلامة أبنائهم.	0.795**	0.000
10	نظام الإشعارات مرتبط بشكل فعال بجدول الرحلات اليومية.	0.488**	0.000

م	العبارة	معامل ارتباط بيرسون	Sig
التكامل مع أنظمة الإدارة			
11	يتكامل نظام تتبع الحافلات مع منصة إدارة النقل المدرسي بشكل فعال.	0.721**	0.000
12	تتيح البيانات المجمعة من النظام إعداد تقارير مفصلة عن الأداء اليومي.	0.730**	0.000
13	يسهم تكامل النظام مع إدارة الموارد البشرية في تنظيم دوام السائقين.	0.529**	0.000
14	يساهم النظام في تحسين اتخاذ القرار الإداري من خلال التحليلات الذكية.	0.634**	0.000
15	يدعم النظام إجراءات الصيانة والجدولة عبر منصات الإدارة الرقمية.	0.671**	0.000

** ذات دلالة إحصائية عند 0.01

وتبين أن جميع معاملات الارتباط لجميع عبارات محور أنظمة تتبع الحافلات الذكية كانت ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.01) وهذا يعني أن عبارات محور أنظمة تتبع الحافلات الذكية تتمتع بصدق الاتساق الداخلي وهي صالحة لأغراض الدراسة.

✓ المحور الثاني: إدارة مشاريع النقل المدرسي

جدول (3) معاملات الارتباط لعبارات المحور الثاني

م	العبارة	معامل ارتباط بيرسون	Sig
1	تعتمد إدارة مشاريع النقل المدرسي على بيانات دقيقة من أنظمة التتبع.	0.694**	0.000

0.000	0.709**	تساهم أنظمة التتبع في تسهيل عمليات التخطيط والتنفيذ للمشروعات.	2
0.000	0.649**	يستخدم النظام لتقييم أداء السائقين بشكل دوري.	3
0.000	0.725**	تساعد تقارير التتبع في تحسين جودة الخدمات المقدمة للطلاب.	4
0.000	0.652**	تسهم التقنية في تقليل الأخطاء التشغيلية في المشاريع.	5
0.000	0.750**	تُستخدم بيانات النظام لمراجعة الجدوى التشغيلية للمسارات.	6
0.000	0.448**	تعتمد قرارات توسعة المشروع على معلومات واردة من النظام الذكي.	7
0.000	0.649**	تساهم التقنية في ضمان سلامة الطلاب أثناء الرحلات المدرسية.	8
0.000	0.630**	تسهم أنظمة التتبع في تقليل الهدر المالي عبر تحسين الكفاءة.	9
0.000	0.673**	يُعد النظام أداة مركزية في عمليات المتابعة والتقييم للمشاريع.	10

** ذات دلالة احصائية عند 0.01

وتبين أن جميع معاملات الارتباط لجميع عبارات محور إدارة مشاريع النقل المدرسي كانت ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.01) وهذا يعني أن عبارات محور إدارة مشاريع النقل المدرسي تتمتع بصدق الاتساق الداخلي وهي صالحة لأغراض الدراسة.

8.3 ثبات أداة الدراسة:

تم حساب معامل ألفا كرونباخ لعبارات محاور الاستبيان وكانت النتائج كما يلي:

جدول (4) معامل الثبات لمحاوَر استمارة الاستبيان

المحاوَر	معامل الفا كرو	عدد العِب
أنظمة تتبع الحافلات الذكية	0.850	20
إدارة مشاريع النقل المدرسي	0.898	10
إجمالي استمارة الاستبيان	0.929	30

يتبين أن قيمة معامل الثبات Alpha أكبر من 0.7 لجميع محاوَر استمارة الاستبيان مما يؤكد على صلاحية وارتباط عبارات محاوَر استمارة الاستبيان وارتفاع مستوى ثبات أداة الدراسة مما يسمح باستخدام الأداة لغرض الدراسة.

الفصل الرابع: تحليل النتائج

1.4 مقدمة

سوف نتناول في هذا الفصل تحليل بيانات الدراسة من خلال تحليل استمارة الاستبيان والتعرف على خصائص عينة الدراسة وتحليل محاور الدراسة واختبار فروض الدراسة من أجل تحقيق أهداف الدراسة والوصول إلى نتائج وتوصيات للدراسة.

2.4 خصائص عينة الدراسة

جدول (5) توزيع عينة الدراسة وفقا لخصائصها

الخاصية	الفئات	العدد	%
النوع الاجتماعي	ذكر	250	71.4
	أنثى	100	28.5
العمر	أقل من 25 سنة	60	17.1
	من 25 الى أقل من 35 سنة	100	28.5
	من 35 الى أقل من 45 سنة	100	28.5
	45 سنة فأكثر	90	25.7
المؤهل العلمي	ثانوي	90	25.7
	بكالوريوس	130	37.1
	ماجستير	100	28.5
	دكتوراه	30	8.5
الوضع المهني	مدير	150	42.8
	نائب مدير	120	34.2
	رئيس قسم	80	22.8

3.4 تحليل استمارة الاستبيان

✓ المحور الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية

1- المراقبة اللحظية

جدول (6) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات المراقبة

اللحظية

العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوي الموافقة
تتيح أنظمة تتبع الحافلات الذكية تحديد موقع الحافلة بشكل دقيق في الوقت الحقيقي.	4.253	0.683	4	مرتفع جدا
تساعد خاصية المراقبة اللحظية في تحسين الاستجابة السريعة للحوادث الطارئة.	4.276	0.766	2	مرتفع جدا
تُسهم المراقبة اللحظية في تقليل وقت الانتظار للطلاب وأولياء الأمور.	4.198	0.773	5	مرتفع
توفر المراقبة اللحظية بيانات يومية يمكن استخدامها في تحسين المسارات.	4.372	0.564	1	مرتفع جدا
يتم تحديث موقع الحافلة تلقائيًا وبشكل متكرر دون تدخل يدوي.	4.273	0.775	3	مرتفع جدا
المتوسط	4.274	0.712		مرتفع

تم ترتيب عبارات المراقبة اللحظية من حيث درجة الأهمية النسبية (قيمة المتوسط الحسابي

الأكبر) من وجهة نظر عينة الدراسة تبين أن عبارة (توفر المراقبة اللحظية بيانات يومية يمكن استخدامها

في تحسين المسارات) هي أكثر العبارات أهمية بقيمة 4.372 وانحراف معياري 0.564 وبدرجة موافقة مرتفعة جدا بينما كانت العبارة (تُسهم المراقبة اللحظية في تقليل وقت الانتظار للطلاب وأولياء الأمور) هي أقل العبارات أهمية بقيمة 4.198 وانحراف معياري 0.773 وبدرجة موافقة مرتفعة وعند دراسة عبارات المراقبة اللحظية تبين أن أربع عبارات في مستوى الموافقة المرتفع جدا وعبارة واحدة في مستوى الموافقة المرتفع مما يوضح وجود مستوى مرتفع جدا من المراقبة اللحظية كأحد أبعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.274 بانحراف معياري 0.712

2- الإشعارات الذكية

جدول (7) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوى الموافقة على عبارات الإشعارات

الذكية

العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الموافقة
تصل إشعارات لحظية عند اقتراب الحافلة من محطة الطالب.	4.359	0.709	2	مرتفع جدا
تتيح الإشعارات الذكية متابعة حركة الحافلة من خلال تطبيقات مخصصة.	4.161	0.758	5	مرتفع
تُستخدم الإشعارات لتنبيه المسؤولين بأي تأخير أو خلل في المسار.	4.253	0.659	4	مرتفع جدا
تساعد الإشعارات الذكية في تقليل القلق لدى أولياء الأمور بشأن سلامة أبنائهم.	4.396	0.634	1	مرتفع جدا
نظام الإشعارات مرتبط بشكل فعال بجداول الرحلات اليومية.	4.315	0.615	3	مرتفع جدا
المتوسط	4.297	0.675		مرتفع جدا

تم ترتيب عبارات الإشعارات الذكية من حيث درجة الأهمية النسبية (قيمة المتوسط الحسابي الأكبر) من وجهة نظر عينة الدراسة تبين أن عبارة (تساعد الإشعارات الذكية في تقليل القلق لدى أولياء الأمور بشأن سلامة أبنائهم) هي أكثر العبارات أهمية بقيمة 4.396 وانحراف معياري 0.634 وبدرجة موافقة مرتفعة جدا بينما كانت العبارة (تتيح الإشعارات الذكية متابعة حركة الحافلة من خلال تطبيقات مخصصة) هي أقل العبارات أهمية بقيمة 4.161 وانحراف معياري 0.758 وبدرجة موافقة مرتفعة وعند دراسة عبارات الإشعارات الذكية تبين أن أربع عبارات في مستوى الموافقة المرتفع جدا وعبارة واحدة في مستوى الموافقة المرتفع مما يوضح وجود مستوي مرتفع جدا من الإشعارات الذكية كأحد ابعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.297 بانحراف معياري 0.675

3- التكامل مع أنظمة الإدارة

جدول (8) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات التكامل مع

أنظمة الإدارة

العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوي الموافقة
يتكامل نظام تتبع الحافلات مع منصة إدارة النقل المدرسي بشكل فعال.	4.375	0.564	3	مرتفع جدا
تتيح البيانات المجمعة من النظام إعداد تقارير مفصلة عن الأداء اليومي.	4.453	0.539	1	مرتفع جدا
يسهم تكامل النظام مع إدارة الموارد البشرية في تنظيم دوام السائقين.	4.391	0.633	2	مرتفع جدا
يساهم النظام في تحسين اتخاذ القرار الإداري من خلال التحليلات الذكية.	4.266	0.731	4	مرتفع جدا

مرتفع جدا	5	0.773	4.216	يدعم النظام إجراءات الصيانة والجدولة عبر منصات الإدارة الرقمية.
مرتفع جدا		0.648	4.340	المتوسط

تم ترتيب عبارات التكامل مع أنظمة الإدارة من حيث درجة الأهمية النسبية (قيمة المتوسط الحسابي الأكبر) من وجهة نظر عينة الدراسة تبين أن عبارة (تتيح البيانات المجمعة من النظام إعداد تقارير مفصلة عن الأداء اليومي) هي أكثر العبارات أهمية بقيمة 4.453 وانحراف معياري 0.539 وبدرجة موافقة مرتفعة جدا بينما كانت العبارة (يدعم النظام إجراءات الصيانة والجدولة عبر منصات الإدارة الرقمية) هي أقل العبارات أهمية بقيمة 4.216 وانحراف معياري 0.773 وبدرجة موافقة مرتفعة وعند دراسة عبارات التكامل مع أنظمة الإدارة تبين أن جميع العبارات في مستوى الموافقة المرتفع جدا مما يوضح وجود مستوي مرتفع جدا من التكامل مع أنظمة الإدارة كأحد أبعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.340 بانحراف معياري 0.648

☑ المحور الثاني: إدارة مشاريع النقل المدرسي

جدول (9) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والترتيب ومستوي الموافقة على عبارات إدارة

مشاريع النقل المدرسي

العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوي الموافقة
تعتمد إدارة مشاريع النقل المدرسي على بيانات دقيقة من أنظمة التتبع.	4.169	0.953	3	مرتفع
تساهم أنظمة التتبع في تسهيل عمليات التخطيط والتنفيذ للمشروعات.	4.076	0.796	7	مرتفع

العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوي الموافقة
يستخدم النظام لتقييم أداء السائقين بشكل دوري.	4.091	0.855	5	مرتفع
تساعد تقارير التتبع في تحسين جودة الخدمات المقدمة للطلاب.	4.154	0.678	4	مرتفع
تسهم التقنية في تقليل الأخطاء التشغيلية في المشاريع.	4.010	0.754	8	مرتفع
تستخدم بيانات النظام لمراجعة الجدوى التشغيلية للمسارات.	3.982	0.780	9	مرتفع
تعتمد قرارات توسعة المشروع على معلومات واردة من النظام الذكي.	4.078	0.764	6	مرتفع
تساهم التقنية في ضمان سلامة الطلاب أثناء الرحلات المدرسية.	3.917	0.907	10	مرتفع
تسهم أنظمة التتبع في تقليل الهدر المالي عبر تحسين الكفاءة.	4.221	0.667	2	مرتفع جدا
يُعد النظام أداة مركزية في عمليات المتابعة والتقييم للمشاريع.	4.250	0.596	1	مرتفع جدا
المتوسط	4.095	0.775		مرتفع

تم ترتيب عبارات إدارة مشاريع النقل المدرسي من حيث درجة الأهمية النسبية (قيمة المتوسط الحسابي الأكبر) من وجهة نظر عينة الدراسة تبين أن عبارة (تسهم التقنية في تقليل الأخطاء التشغيلية في المشاريع) هي أكثر العبارات أهمية بقيمة 4.250 وانحراف معياري 0.596 وبدرجة موافقة مرتفعة جدا بينما كانت العبارة (تساهم التقنية في ضمان سلامة الطلاب أثناء الرحلات المدرسية) هي أقل العبارات أهمية

بقیمة 3.917 وانحراف معیاري 0.907 وبدرجة موافقة مرتفعة وعند دراسة عبارات إدارة مشاريع النقل المدرسي تبين أن عبارتين في مستوى الموافقة المرتفع جدا وثمانية عبارات في مستوى الموافقة المرتفع مما يوضح ارتفاع مستوى إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض المحدودة حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.095 بانحراف معیاري 0.775.

3.4 اختبار فروض الدراسة

الفرضية الرئيسية: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$ لأنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

جدول (10) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر أنظمة تتبع الحافلات الذكية على إدارة

مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

P-VALUE	R	R ²	F	T	B
0.000	0.769	0.592	**553.350	**23.523	0.992

المصدر: نتائج التحليل الإحصائي ببرنامج SPSS 23

** ذات دلالة إحصائية عند 0.01

يتبين من الجدول (10) وجود أثر طردي ذي دلالة إحصائية لمستوى أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى 0.05 حيث كانت قيمة $(\text{Sig } F) = 0.000$ وهي قيمة أقل من 0.05 أي أن قيمة F المحسوبة أكبر من قيمة F الجدولية واتضح وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05 واتضح أن المتغير المستقل (أنظمة تتبع الحافلات الذكية)

يفسر 76.9 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى أنظمة تتبع الحافلات الذكية بمقدار 1 % ازداد مستوى أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.446% مما يبين عدم صحة الفرضية الرئيسية للدراسة.

الفرضية الفرعية الاولى: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$) للمراقبة اللحظية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

جدول (11) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر المراقبة اللحظية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

P-VALUE	R	R ²	F	T	B
0.000	0.746	0.557	**480.129	**21.912	0.361

المصدر: نتائج التحليل الإحصائي ببرنامج SPSS 23

** ذات دلالة احصائية عند 0.01

يتبين من الجدول (11) وجود أثر طردي ذي دلالة إحصائية لمستوى المراقبة اللحظية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى 0.05 حيث كانت قيمة (Sig F) = 0.000 وهي قيمة أقل من 0.05 أي أن قيمة F المحسوبة أكبر من قيمة F الجدولية واتضح وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين المراقبة اللحظية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05 واتضح ان المتغير المستقل (المراقبة اللحظية) يفسر 55.7 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى المراقبة اللحظية بمقدار 1 % ازداد مستوى للتخطيط الاستراتيجي على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.361% مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الاولى للدراسة.

الفرضية الفرعية الثانية: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$)

للإشعارات الذكية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب

جدول (12) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر الإشعارات الذكية على إدارة مشاريع النقل

المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

P-VALUE	R	R ²	F	T	B
0.000	0.694	0.481	**354.427	**18.826	0.337

المصدر: نتائج التحليل الإحصائي برنامج SPSS 23

** ذات دلالة إحصائية عند 0.01

يتبين من الجدول (12) وجود أثر طردي ذي دلالة إحصائية لمستوى الإشعارات الذكية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى 0.05 حيث كانت قيمة (Sig F) = 0.000 وهي قيمة أقل من 0.05 أي أن قيمة F المحسوبة أكبر من قيمة F الجدولية واتضح وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين الإشعارات الذكية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05 واتضح أن المتغير المستقل (الإشعارات الذكية) يفسر 48.1 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وأن باقي التغيرات ترجع لمتغيرات أخرى لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى الإشعارات الذكية بمقدار 1 % ازدادت إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.337 % مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الثانية للدراسة.

الفرضية الفرعية الثالثة: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \geq 0.005$) لالتكامل

مع أنظمة الإدارة على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

جدول (13) نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط لأثر التكامل مع أنظمة الإدارة على إدارة مشاريع

النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض

P-VALUE	R	R ²	F	T	B
0.000	0.650	0.422	**279.317	**16.713	0.294

المصدر: نتائج التحليل الإحصائي ببرنامج SPSS 23

** ذات دلالة إحصائية عند 0.01

يتبين من الجدول (13) وجود أثر طردي ذي دلالة إحصائية لمستوى التكامل مع أنظمة الإدارة على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى 0.05 حيث كانت قيمة (Sig F) = 0.000 وهي قيمة أقل من 0.05 أي أن قيمة F المحسوبة أكبر من قيمة F الجدولية واتضح وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين التكامل مع أنظمة الإدارة على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05 واتضح أن المتغير المستقل (التكامل مع أنظمة الإدارة) يفسر 42.2% من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وأن باقي التغيرات ترجع لمتغيرات أخرى لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى التكامل مع أنظمة الإدارة بمقدار 1% ازداد مستوى إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.294% مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الثالثة للدراسة.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات والمقترحات

1.5 مقدمة

سوف نتناول في هذا الفصل النتائج التي توصلت إليها الدراسة من خلال تحليل البيانات المتعلقة بمحاور الدراسة والتي تم الحصول عليها عن طريق أداة الاستبيان المتمثلة في استمارة الاستبيان واختبار فروض الدراسة من أجل تحقيق أهداف الدراسة وكذلك يتناول الفصل مجموعة من التوصيات التي توصي بها الدراسة ومجموعة من المقترحات لدراسات وابحاث يمكن اجراؤها في المستقبل

2.5 نتائج الدراسة

- ✓ وجود مستوي مرتفع جدا من المراقبة اللحظية كأحد ابعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.274 بانحراف معياري 0.712
- ✓ وجود مستوي مرتفع جدا من الإشعارات الذكية كأحد ابعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.297 بانحراف معياري 0.675
- ✓ وجود مستوي مرتفع جدا من التكامل مع أنظمة الإدارة كأحد ابعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.340 بانحراف معياري 0.648
- ✓ وجود مستوي مرتفع جدا من كأحد ابعاد أنظمة تتبع الحافلات الذكية حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.297 بانحراف معياري 0.675
- ✓ ارتفاع مستوى إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض المحدودة حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي 4.095 بانحراف معياري 0.775.
- ✓ وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05 واتضح ان المتغير المستقل (أنظمة تتبع الحافلات الذكية) يفسر 76.9 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة

مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى أنظمة تتبع الحافلات الذكية بمقدار 1 % ازداد مستوى أنظمة تتبع الحافلات الذكية بأبعادها (المراقبة اللحظية، الإشعارات الذكية، التكامل مع أنظمة الإدارة) على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.446% مما يبين عدم صحة الفرضية الرئيسية للدراسة.

✓ وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين المراقبة اللحظية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوي معنوية 0.05 واتضح ان المتغير المستقل (المراقبة اللحظية) يفسر 55.7 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى المراقبة اللحظية بمقدار 1 % ازداد مستوى للتخطيط الاستراتيجي على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.361% مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الاولى للدراسة.

✓ وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين الإشعارات الذكية على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوي معنوية 0.05 واتضح ان المتغير المستقل (الإشعارات الذكية) يفسر 48.1 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى الإشعارات الذكية بمقدار 1 % ازدادت إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.337 % مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الثانية للدراسة.

✓ وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين التكامل مع أنظمة الإدارة على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوي معنوية 0.05 واتضح ان المتغير المستقل (التكامل مع أنظمة الإدارة) يفسر 42.2 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى التكامل مع أنظمة الإدارة بمقدار 1 % ازداد مستوى إدارة مشاريع النقل المدرسي

دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.294 % مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الثالثة للدراسة.

✓ وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين على إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض عند مستوى معنوية 0.05 واتضح ان المتغير المستقل (أنظمة تتبع الحافلات الذكية) يفسر 48.1 % من التغيرات التي تحدث في المتغير التابع (إدارة مشاريع النقل المدرسي) وان باقي التغيرات ترجع لمتغيرات اخري لم تدخل في النموذج وتبين أن كلما ازداد مستوى بمقدار 1 % ازداد مستوى إدارة مشاريع النقل المدرسي دراسة تطبيقية على شركات نقل الطلاب بالرياض بمقدار 0.337 % مما يبين عدم صحة الفرضية الفرعية الرابعة للدراسة.

3.5 التوصيات

- ✓ الاعتماد الكامل على أنظمة تتبع الحافلات الذكية كجزء أساسي من البنية التشغيلية لإدارة النقل المدرسي، لما لها من دور في تحسين المتابعة اللحظية وكفاءة التشغيل.
- ✓ تفعيل التكامل بين أنظمة التتبع والمنصات الإدارية الأخرى) مثل الموارد البشرية والمالية (الضمان تدفق البيانات وسرعة اتخاذ القرار.
- ✓ تدريب العاملين في شركات النقل المدرسي على استخدام أنظمة التتبع وفهم تقاريرها لضمان الاستخدام الأمثل للتكنولوجيا.
- ✓ إلزام شركات النقل المدرسي الخاصة التي تقدم خدماتها للمدارس باستخدام أنظمة تتبع معتمدة وموثوقة، لضمان سلامة الطلاب.
- ✓ تطوير آليات الإشعارات الذكية لأولياء الأمور والإدارات المدرسية بشأن وصول الحافلات أو تأخرها أو أي طارئ.
- ✓ الاستفادة من تحليلات البيانات المستخرجة من أنظمة التتبع لتحديد المسارات الأكثر كفاءة وتقليل التكاليف.
- ✓ استخدام تقارير الأداء من أنظمة التتبع لتقييم السائقين ومكافأة المتميزين ومحاسبة المقصرين.

- ✓ ربط أنظمة التتبع بإجراءات السلامة والوقاية لتحديد السلوكيات الخطرة مثل السرعة الزائدة أو التوقف المفاجئ.
- ✓ تنفيذ خطط صيانة دورية استباقية للحافلات استنادًا إلى البيانات التشغيلية التي توفرها أنظمة التتبع.
- ✓ تعزيز ثقة أولياء الأمور من خلال توفير تطبيقات ذكية تتيح لهم تتبع حركة الحافلة لحظياً، مما يقلل من المخاوف بشأن سلامة أبنائهم.

4.5 المقترحات

- إجراء دراسة مقارنة بين أداء شركات النقل المدرسي التي تطبق أنظمة تتبع متقدمة وتلك التي لا تستخدمها.
- تطوير نموذج وطني موحد لأنظمة التتبع الذكية ليكون مرجعًا لشركات النقل المدرسي في جميع مناطق المملكة.
- إدراج مؤشرات الأداء المرتبطة بالتتبع الذكي ضمن معايير تقييم جودة خدمات النقل المدرسي في القطاعين العام والخاص.
- تصميم برامج تأهيل أكاديمية ومهنية للسائقين تشمل التدريب على استخدام أنظمة التتبع وإدارة الطوارئ.
- تطوير أداة ذكاء اصطناعي للتنبؤ بالمشكلات التشغيلية في الحافلات استنادًا إلى البيانات التاريخية من أنظمة التتبع.
- إطلاق مشروع تجريبي بالتعاون مع وزارة التعليم لتعميم أنظمة التتبع في المدارس الحكومية وربطها مباشرة بمنصات الوزارة.
- تشجيع الاستثمار في البنية التحتية الرقمية للنقل المدرسي، لا سيما شبكات الاتصال التي تعتمد عليها أنظمة التتبع.

- إجراء تحليل اقتصادي لقياس العائد المالي والتشغيلي من تطبيق أنظمة التتبع مقارنة بالتكاليف التشغيلية التقليدية.
- تضمين الوعي التقني بالأنظمة الذكية ضمن حملات التوعية في المدارس لتعريف الطلاب وأولياء الأمور بمزايا النظام.
- دعم البحث العلمي في مجال النقل الذكي المدرسي من خلال تمويل مشاريع جامعية وتطبيقية ترتبط بأنظمة التتبع الذكية.

Abstract

This study aims to analyze the extent to which the use of smart bus tracking systems, with their various dimensions, contributes to improving the management of school transportation projects. It investigates the relationship between the application of these systems and the level of operational and organizational efficiency of student transportation companies in Riyadh. The study was based on data collected from a sample of 350 employees working in the company, and the data were analyzed using various statistical methods. The study adopted the descriptive-analytical approach.

The results revealed a strong, statistically significant positive correlation between smart bus tracking systems—across their dimensions (real-time monitoring, smart notifications, and integration with management systems)—and the management of school transportation projects. This applied study focused on student transportation companies in Riyadh, at a significance level of 0.05.

Based on these findings, the study recommends the full adoption of smart bus tracking systems as an essential part of the operational infrastructure for managing school transportation, due to their role in enhancing real-time monitoring and operational efficiency. It also recommends activating the integration between tracking systems and other administrative platforms (such as human resources and finance) to ensure smooth data flow and rapid decision-making.

Keywords: Smart Buses — School Transportation Project Management — Student

Transportation Companies in Riyadh

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

- (1) البرنس، إيهاب لطفي. (2020). الأبعاد الجغرافية لخدمات النقل الذكي التشاركي في مدينة المنصورة: دراسة في جغرافية النقل. مجلة كلية الآداب، ع16، 647 - 719.
 - (2) حماد، نجلاء، و أبو تينة، إسماعيل أحمد. (2020). الآثار الاقتصادية والاجتماعية للنقل الذكي: دراسة لشركة أوبر في محافظة العاصمة "عمان". مجلة رماح للبحوث والدراسات، ع44، 93 - 108.
 - (3) الدحام، سليمان بن راشد بن إبراهيم، و الزير، ناصر مرشد. (2022). دراسة إحصائية تحليلية لتقييم جودة خدمات النقل الجامعي: دراسة حالة طالبات جامعة الملك سعود بالرياض. مجلة الآداب، ع142، 331 - 358.
 - (4) الدقاق، روان فواز. (2022). استخدام أنظمة النقل الذكية كأدوات لتطوير كفاءة منظومة النقل العام في الأردن. مجلة رماح للبحوث والدراسات، ع74، 121 - 170.
 - (5) الزيايدي، بسنت عادل رمضان. (2024). تأثير ممارسات إدارة الموارد البشرية الخوارزمية كمتغير وسيط في العلاقة بين استشراف المستقبل والحيوية التنظيمية: دراسة ميدانية على شركات النقل الذكي بجمهورية مصر العربية. مجلة التجارة والتمويل، ع4، 447 - 490.
 - (6) العبابنة، موفق محمد علي محمد، و الحبيس، محمود عبدالله محمد. (2022). أثر جودة الخدمة على الاحتفاظ بالزبائن غي مشاريع النقل الذكي للركاب في الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة البلقاء التطبيقية، السلط.
 - (7) قطب، أحمد أبو اليزيد. (2022). تقييم دراسات النقل الذكي في العالم مع التطبيق على مصر. كلية الآداب، جامعة طنطا. المجلد. مجلة المجمع العلمي المصري. المجلد 97.
- https://jfnile.journals.ekb.eg/article_223033_918b3029a701df7739e0c8a2d07b5767.

[pdf](#)

(8) كامل، كامل مصطفى. (2021). سوق النقل التشاركي الجماعي في القاهرة الكبرى: حالة أوبر باص: دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS. مجلة كلية الآداب، مج13، ع2، 1915 - 2000.

(9) المحرج، عبد الكريم عبد العزيز. (2020). واقع إدارة خدمات النقل المدرسي في إدارات التعليم بالمملكة العربية السعودية. كلية التربية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
https://maed.journals.ekb.eg/article_132478_90f360432a41a6323d1d66f5c6cf557c.p

[df](#)

(10) المشرفاوي، أسامة جاسم محمد، و الركابي، ندى خليفة محمد علي. (2021). التطبيقات الرقمية للنقل الذكي ودورها في تعزيز رقمنة المجتمعات والتحول نحو المدن الذكية: مدينة الكوفة حالة دراسة. مجلة البحوث الجغرافية، ع33، 47 - 82.

(11) ناعس، هيثم هاشم. (2020). إمكانية تطبيق نظام النقل الذكي في مدينة دمشق: دراسة في جغرافية النقل الحضري. مجلة المجمع العلمي المصري، مج95، 325 - 334.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- 12) Akhrouf, M., Medjamia, H., and Bessou, M. (2024). Application of a Multi-Criteria Analysis Method for the Selection of a Priority Public Transport Mode for Investment: Case of the West Algiers Region. Journal of Economics and Sustainable Development, Vol. 7, No. 1, 8-30.
- 13) Al-Rifai, Abeer, and Al-Rifai, Adel. (2021). The Extent of Including Service-Learning Projects in Jordanian EFL Textbooks. Jordanian Journal of Educational Sciences, Vol. 17, No. 1, 153-168.
- 14) Azzouz, M. (2024). Smart Transportation Applications and Social Change in Algeria: Reshaping Social Relationships through the "Yassir" Application. Journal of Social Sciences and Humanities, Vol. 17, No. 2, 138-151.

- 15) Belabbes, F. (2023). The Use of Factor Analysis in Determining the Factors Affecting School Failure: A Field Study of a Sample of Secondary School Students in Oran. *Journal of the Researcher in Humanities and Social Sciences*, Vol. 14, No. 2, 35-46.
- 16) Boufendi, H., and Baouni, T. (2022). Development of an Evaluation Tool after the Sustainable Urban Transport Project: Constantine Tramway Case. *Journal of Humanities*, Vol. 9, No. 2, 142-167.
- 17) Bouherour, N. E., and Zebouchi, M. A. (2022). Evaluation of Public-Private Partnership (PPP) Projects in the Algerian Context: An Overview of Seven Joint Ventures Active in Particular Sectors. *Algerian Journal of Economic Development*, Vol. 9, No. 1, 429-450.
- 18) Elkasrawy, S. (2024). Integrating Smart City Features into Non-Smart Urban Environments to Enhance Tourist Experiences and Foster Community Development: The Case of Alexandria, Egypt. *Scientific Journal of the Faculty of Tourism and Hotels*, Vol. 21, Issue 1, 1-13.
- 19) Gull, H., Aljohar, D., Alutaibi, R., Alqahtani, D., Alarfaj, M., & Alqahtani, R. (2021). Smart School Bus Tracking: Requirements and Design of an IoT based School Bus Tracking System. 388–394. <https://doi.org/10.1109/ICOEI51242.2021.9452818>
- 20) Hassain, M. M., Hasan, M. J., Rahman, Md. A., Fahim, A., & Uddin, M. M. (2024). Real Time Student Monitoring Smart School Bus with an IoT Based Security System. 93–98. <https://doi.org/10.1109/ijcc64742.2024.10847285>
- 21) Hassen, M. M. S. (2024). Orientation towards Using Smart Technical Solutions in New Cities, Case Study: Noor-City, New Administrative Capital in Egypt. *International Journal of Design*, Vol. 14, No. 2, 185-193.
- 22) Ibrahim, M. A. O., and Hamza, A. A. M. (2024). Strategic Integration of Technology into Oil Company Logistics through Enhanced Transport, Storage and Distribution Processes

- to Improve Efficiency and Sustainability. *The Arab Journal of Humanities and Social Sciences*, Vol. 26, 1-25.
- 23) Ibrahim, Mohamed Adel Hashem. (2024). The Impact of Transportation Development on Investment in Egypt. *Contemporary Egypt Journal*, Vol. 115, No. 556, 7-29.
 - 24) Ibrahim, Wisal Ahmed, and Abdullah, Iman Ibrahim. (2024). The Relationship between Rural-to-Urban Migration and its Relationship to the Quality of Health Services – Education and Transportation: A Local Case Study of Umm Bedda – Khartoum State 1995–2022 AD. *Al-Qalzam Scientific Journal*, Issue 40, pp. 209-224.
 - 25) Kherrou, L. (2022). The Role of Collective Transport Services in Cities: Case of the City of Biskra. *Journal of Development Research and Studies*, Vol. 9, No. 2, 371-387.
 - 26) Malathy, S., Ambarish, P., Dinesh Kumar, S., & Gokul Prashanth, G. A. (2021). Smart School Bus: To Ensure the Safety of Children. *International Conference on Advanced Computing*, 1, 923–927. <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9442044>
 - 27) Mouffok, S. (2023). Contribution of Emerging Technologies "Artificial Intelligence, Big Data" in the Development of Intelligent Public Transportation Systems: A Case Study of YASSIR Company in Algeria. *Contemporary Economic Research*, Vol. 6, No. 2, 453-473.
 - 28) Naik, S. S., Harshitha, T. G., Spoorthy, H. D., Vedashree, B. S., Taj, G. S. S., & Vetrivelan, P. (2019). IOT Based School Bus Monitoring System With Child Security (pp. 668–678). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37051-0_75
 - 29) Nijhuis, Stephen. (2024). Advancements in Smart Cities, Internet of Things and Internet of Nature: A Brief Overview of Applications and Best Practices in the Netherlands. *Administrative*, Vol. 44, No. 169, 13-34.
 - 30) Nivaan, G. V., & Tomasila, G. (2021). Smart bus transportation for tracking system: A study case in Indonesia. 729(1), 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/729/1/012036>

- 31) Sivakumar, G., Abinayasri, B., Jayaprakash, M., & Kannan, M. (2024). Automated Transport Management System: Route Optimization and Attendance Tracking for Institutions. Deleted Journal, 2(12), 2707–2714.
<https://doi.org/10.47392/irjaeh.2024.0374>
- 32) Sobhana, M., Venkatesh, M., & Devendra, K. (2023). Smart Campus Bus Tracking Alert System Using Real-Time GPS. 1, 1777–1781.
<https://doi.org/10.1109/ICACCS57279.2023.10112757>
- 33) Suryawanshi, A. S., & Dhumale, N. R. (2023). IOT Monitoring Smart School Bus. International Journal For Science Technology And Engineering, 11(5), 5984–5987.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.53101>

الملاحق

استمارة استبيان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أخي الكريم / أختي الكريمة

تحية طيبة وبعد،

يقوم الباحثين بإجراء دراسة حول قياس أثر استخدام أنظمة تتبع الحافلات الذكية على تحسين إدارة مشاريع النقل المدرسي بالتطبيق على شركات نقل الطلاب بالرياض

ونظراً لما لديكم من المعرفة العلمية والخبرة العملية ذات الصلة بموضوع البحث، نأمل الحصول منكم على العون والمساعدة في توفير المعلومات المناسبة لأغراض البحث، من خلال التكرم بإبداء رأيكم بالتأشير على الإجابة المناسبة من وجهة نظركم.

وأقدم لحضراتكم بجزيل الشكر والتقدير للمساهمة في جهودكم في تعبئة هذا الاستبيان علماً أن جميع البيانات التي سيتم الحصول عليها منكم ستعامل بسرية تامة، ولن تستخدم لغير أغراض هذا البحث، وسوف أزدكم بنتائج هذه الدراسة حال اكتمالها إن شاء الله.

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

أولاً: البيانات الشخصية

1- النوع الاجتماعي ☐ ذكر ☐ أنثى

2- العمر ☐ 25 سنة فأقل ☐ من 25 – 35 سنة
☐ 35 – 45 سنة ☐ من 45 سنة فأكثر

3- المؤهل العلمي ☐ ثانوي ☐ بكالوريوس
☐ ماجستير ☐ دكتورة

4- المسمى الوظيفي ☐ مدير ☐ نائب مدير
☐ رئيس قسم

ثانيا محاور الاستبيان

✿ المحور الأول: أنظمة تتبع الحافلات الذكية ، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

المبعد	أو افق بشدة	أو افق	محايد	معارض	معارض بشدة
المراقبة اللحظية					
تتيح أنظمة تتبع الحافلات الذكية تحديد موقع الحافلة بشكل دقيق في الوقت الحقيقي.					
تساعد خاصية المراقبة اللحظية في تحسين الاستجابة السريعة للحوادث الطارئة.					
تُسهّم المراقبة اللحظية في تقليل وقت الانتظار للطلاب وأولياء الأمور.					
توفر المراقبة اللحظية بيانات يومية يمكن استخدامها في تحسين المسارات.					
يتم تحديث موقع الحافلة تلقائيًا وبشكل متكرر دون تدخل يدوي.					
الإشعارات الذكية					
تصل إشعارات لحظية عند اقتراب الحافلة من محطة الطالب.					
تتيح الإشعارات الذكية متابعة حركة الحافلة من خلال تطبيقات مخصصة.					
تُستخدم الإشعارات لتنبيه المسؤولين بأي تأخير أو خلل في المسار.					

معارض بشدة	معارض	محايد	أو افق	أو افق بشدة	البعد
					تساعد الإشعارات الذكية في تقليل القلق لدى أولياء الأمور بشأن سلامة أبنائهم.
					نظام الإشعارات مرتبط بشكل فعال بجداول الرحلات اليومية.
التكامل مع أنظمة الإدارة					
					يتكامل نظام تتبع الحافلات مع منصة إدارة النقل المدرسي بشكل فعال.
					تتيح البيانات المجمعة من النظام إعداد تقارير مفصلة عن الأداء اليومي.
					يسهم تكامل النظام مع إدارة الموارد البشرية في تنظيم دوام السائقين.
					يساهم النظام في تحسين اتخاذ القرار الإداري من خلال التحليلات الذكية.
					يدعم النظام إجراءات الصيانة والجدولة عبر منصات الإدارة الرقمية.

✿ المحور الأول: إدارة مشاريع النقل المدرسي ، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

معارض بشدة	معارض	محايد	أو افق بشدة	أو افق بشدة	البعد
					تعتمد إدارة مشاريع النقل المدرسي على بيانات دقيقة من أنظمة التتبع.
					تساهم أنظمة التتبع في تسهيل عمليات التخطيط والتنفيذ للمشروعات.
					يُستخدم النظام لتقييم أداء السائقين بشكل دوري.
					تساعد تقارير التتبع في تحسين جودة الخدمات المقدمة للطلاب.
					تسهم التقنية في تقليل الأخطاء التشغيلية في المشاريع.
					تُستخدم بيانات النظام لمراجعة الجدوى التشغيلية للمسارات.
					تعتمد قرارات توسعة المشروع على معلومات واردة من النظام الذكي.
					تساهم التقنية في ضمان سلامة الطلاب أثناء الرحلات المدرسية.
					تسهم أنظمة التتبع في تقليل الهدر المالي عبر تحسين الكفاءة.
					يُعد النظام أداة مركزية في عمليات المتابعة والتقييم للمشاريع.

MidOcean University



College of Management

Project Management Major

**The Impact of Using Smart Bus Tracking Systems on
Improving the Management of School Transportation
Projects: An Applied Study on Student Transportation Companies
in Riyadh**

Prepared by the Student: Abdulaziz mohammed Ghurab

Academic No : 243001146

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohammed Hassan

Dr.fayz aljarad

2025 – 1447