

دور إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة في
خفض الحوادث الليلية: دراسة تطبيقية على مشاريع صيانة السلامة
المرورية بمدينة جدة.

إعداد الطالب/

خالد سحمي الزهراني

253002199

المشرف الثاني/

د.فايز جراد

المشرف الرئيسي/

د. الفیصل عبد الحمید

العام الدراسي:

2026 – 1448



إهداء

أهدي ثمرة جهدي المتواضع

إلى من وهبوني الحياة والأمل، والنشأة على شغف الاطلاع والمعرفة، ومن علموني
أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر

براء وإحسانا، ووفاء لهما والدي العزيز، ووالدتي العزيزة. إلى من وهبني الله نعمة
وجودهم في حياتي إلى العقد المتين

من كانوا عوناً لي في رحلة بحثي إخواني وأخواتي. إلى من كاتفتني ونحن نشق الطريق
معا نحو النجاح في مسيرتنا العلمية إلى رفيقة دربي

وأخيراً إلى كل من ساعدني، وكان له دور من قريب أو بعيد في إتمام هذه الدراسة
سائلة المولى أن يجزي الجميع خير الجزاء في الدنيا والآخرة. ثم إلى كل طالب علم
سعى بعلمه، ليفيد الإسلام والمسلمين

بكل ما أعطاه الله من علم ومعرفة

شكر وتقدير

أحمد الله عز وجل الذي وفقني في إتمام هذا البحث العلمي
والذي ألهمني الصحة والعافية والعزيمة.

فالحمد لله محمد وكثيرا

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور /

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

على كل ما قدمه لنا من توجيهات ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء موضوع دراستنا في
جوانبها المختلفة.

والشكر والتقدير موصول إلى إدارة جامعة ميد أو شن ممثلة بالكادر الأكاديمي والإداري، لما
قدموه من تسهيلات وتشجيع وتوفير الخدمات المطلوبة.

كما أتقدم بالشكر الجزيل لكل من لم يسعني الحظ بذكر أسمائهم راجيا من المولي عز وجل أن
تكون هذه الدراسة نافذة لدراسات أخرى .

المستخلص

هدفت الدراسة الحالية إلى فحص أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة المتمثلة في جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، وفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية، على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت الاستبانة أداة لجمع البيانات الميدانية، إذ وُزعت على عينة عشوائية طبقية من العاملين في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، وبلغ عدد الاستبانات الصالحة للتحليل (٢٠٥) استبانات من أصل (٢٢٠) استبانة موزعة. وعولجت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS)، عبر توظيف المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، ومعامل ألفا كرونباخ، ومعامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد. وتوصلت الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية عند مستوى معنوية $\alpha \leq 0.05$ لأبعاد إدارة الجودة مجتمعةً على خفض الحوادث الليلية، إذ فسّرت هذه الأبعاد (٧١.٨٪) من التباين في المتغير التابع، وجاء بُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية في مقدمة الأبعاد من حيث قوة التأثير، تلاه بُعد كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، ثم بُعد جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية، وأخيراً بُعد جودة التصميم الهندسي للطريق. وأوصت الدراسة بتبني إطار مؤسسي متكامل لإدارة الجودة يجمع بين الأبعاد الأربعة، وتطوير معايير محلية تتلاءم مع البيئة الحضرية لمدينة جدة، وتوسيع توظيف التقنيات الذكية في منظومة الإنارة والإشارات، وبناء برامج صيانة وقائية استباقية، وتوظيف تحليل البيانات في توجيه التدخلات نحو المواقع الأكثر حاجة إلى المعالجة.

الكلمات المفتاحية: إدارة الجودة، مشاريع تخطيط الطريق، عناصر السلامة، الحوادث الليلية، السلامة المرورية، مدينة جدة.

قائمة المحتويات

أ.....	بسم الله الرحمن الرحيم
ب.....	الإهداء
ج.....	الشكر والتقدير
د.....	المستخلص
ه.....	قائمة المحتويات
ح.....	قائمة الجداول
1.....	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
1.....	1.1 المقدمة
2.....	2.1 مشكلة الدراسة
4.....	3.1 أهداف الدراسة
4.....	4.1 أسئلة الدراسة
5.....	5.1 فروض الدراسة
6.....	6.1 أهمية الدراسة
7.....	7.1 الدراسات السابقة:
16.....	8.1 الفجوة البحثية
17.....	9.1 المنطلقات النظرية للدراسة:
19.....	10.1 المنهجية وطرق البحث:
20.....	11.1 مجتمع وعينة الدراسة
20.....	12.1 مصادر جمع البيانات
21.....	13.1 أداة الدراسة
21.....	14.1 الأساليب الإحصائية المستخدمة
22.....	15.1 حدود الدراسة
23.....	الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة

المبحث الأول: إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة	23
1.1.2 تمهيد	23
2.1.2 مفهوم إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة	23
3.1.2 أهمية إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة	25
4.1.2 أهداف إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة	26
5.1.2 أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة	28
6.1.2 استراتيجيات تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة	32
7.1.2 المتطلبات المؤسسية لتطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق	33
8.1.2 التحديات التي تواجه تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق	33
المبحث الثاني: خفض الحوادث الليلية	35
1.2.2 تمهيد	35
2.2.2 مفهوم خفض الحوادث الليلية	35
3.2.2 أهمية خفض الحوادث الليلية	36
4.2.2 أهداف خفض الحوادث الليلية	38
5.2.2 أبعاد خفض الحوادث الليلية	39
6.2.2 استراتيجيات خفض الحوادث الليلية	41
7.2.2 العوامل المؤثرة في خفض الحوادث الليلية	43
8.2.2 مؤشرات قياس خفض الحوادث الليلية	44
9.2.2 التحديات التي تواجه جهود خفض الحوادث الليلية	45
10.2.2 العلاقة بين إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وخفض الحوادث الليلية	46
الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها	47
1.3 تمهيد	47
2.3 منهج الدراسة	47
3.3 مجتمع الدراسة	48
4.3 عينة الدراسة	48

49	5.3 أداة الدراسة
51	6.3 صدق أداة الدراسة
53	7.3 ثبات أداة الدراسة
54	8.3 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة
55	9.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة
56	الفصل الرابع: تحليل البيانات واختبار الفروض
56	1.4 تمهيد
56	2.4 تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة
57	3.4 التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة
63	4.4 اختبار فروض الدراسة
70	الفصل الخامس: النتائج والتوصيات
70	1.5 تمهيد
70	2.5 نتائج الدراسة
74	3.5 توصيات الدراسة
75	4.5 المقترحات البحثية المستقبلية
77	Abstract
78	المراجع
83	الملاحق
84	استمارة استبيان

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
1.	جدول (3 - 1): توزيع الاستبانات على فئات مجتمع الدراسة	49
2.	جدول (3 - 2) المتوسطات الحسابية لاستجابات أفراد العينة	50
3.	جدول (3 - 3): معاملات ارتباط فقرات أبعاد المتغير المستقل بالدرجة الكلية للبعد	51
4.	جدول (3 - 4): معاملات ارتباط فقرات المتغير التابع (خفض الحوادث الليلية) بالدرجة الكلية للمحور	52
5.	جدول (3 - 5): معاملات ثبات ألفا كرونباخ لأبعاد الدراسة	53
6.	جدول (3 - 6): مصفوفة الارتباط بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع (ن = ٢٠٥)	54
7.	جدول (4 - 1): توزيع أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية	56
8.	جدول (4 - 2): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد جودة التصميم الهندسي للطريق	58
9.	جدول (4 - 3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية	59
10.	جدول (4 - 4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية	60
11.	جدول (4 - 5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية	61
12.	جدول (4 - 6): الترتيب العام لأبعاد المتغير المستقل	61

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
62	جدول (4 - 7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات المتغير التابع (خفض الحوادث الليلية)	13.
64	جدول (4 - 8): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة على خفض الحوادث الليلية	14.
66	جدول (4 - 9): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر جودة التصميم الهندسي للطريق على خفض الحوادث الليلية	15.
67	جدول (4 - 10): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية على خفض الحوادث الليلية	16.
68	جدول (4 - 11): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية على خفض الحوادث الليلية	17.
69	جدول (4 - 12): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية على خفض الحوادث الليلية	18.

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1 المقدمة

تُعد منظومة النقل والطرق من الركائز الأساسية التي تقوم عليها التنمية الاقتصادية والاجتماعية في أي دولة، إذ تُشكّل شبكات الطرق شرايين الحياة التي تربط المدن والمناطق وتُسهّل حركة الأفراد والبضائع، غير أن هذه الشبكات تحمل في طياتها مخاطر جسيمة حين لا تُدار وفق معايير جودة صارمة تضمن سلامة مستخدميها. وقد أولت المنظمات الدولية اهتماماً متزايداً بالسلامة المرورية، حيث أعلنت الأمم المتحدة العقد 2021-2030 عقداً للعمل من أجل السلامة على الطرق بهدف خفض وفيات وإصابات حوادث المرور بنسبة 50% بحلول عام 2030، مما يعكس حجم التحدي العالمي الذي تُمثّله الحوادث المرورية بوصفها ثامن أكبر سبب للوفاة عالمياً. (Fisa et al., 2022)

وتحتل إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة مكانة محورية في منظومة السلامة المرورية، فالتصميم الهندسي الجيد للطريق والإنارة الكافية واللافتات الإرشادية وأجهزة الحماية الطرقية تُشكّل مجتمعة خط الدفاع الأول ضد الحوادث. وقد أكدت الدراسات أن تطبيق تدقيقات السلامة المرورية وفق معايير جودة محددة يُسهم في خفض الحوادث بنسب تتراوح بين 20% و70% وفقاً لنوع التدخل وسياقه، وأن المعايير الإرشادية الأكثر استخداماً عالمياً هي تلك المتعلقة بالتصميم الهندسي واللافتات وأجهزة السلامة، وهي معايير تنتمي جميعها إلى العامل الطريقي الذي يُمكن التحكم فيه هندسياً (Montoya Alcaraz et al., 2023). كما أن نجاح عمليات إدارة الجودة في مشاريع إنشاء الطرق يرتبط ارتباطاً وثيقاً بتوافر المعايير والتوثيق منذ مراحل ما قبل التشييد، وبكفاءة فريق المشروع والتزامه وتعاونه في تنفيذ أنشطة ضبط الجودة ومراقبة المواد والإشراف على الأعمال وفق المواصفات المعتمدة (Willar et al., 2023).

وتبرز الحوادث الليلية كظاهرة بالغة الخطورة ضمن منظومة الحوادث المرورية، إذ تُسجّل في ساعات الظلام نسبة غير متناسبة من الوفيات والإصابات البالغة مقارنة بحجم الحركة المرورية، ويُعزى ذلك إلى تراجع مدى الرؤية وصعوبة اكتشاف المخاطر الطرقية وتأخر ردود فعل السائقين. وقد أثبتت المراجعات المنهجية أن إنارة الشوارع تُمثّل تدخلاً فعالاً ومنخفض التكلفة نسبياً في خفض الحوادث الليلية، حيث أظهر التحليل التجميعي انخفاضاً في إجمالي الحوادث بنسبة تصل إلى 55% وفي الحوادث المميتة بنسبة 66%

في المواقع التي أُدخلت فيها إنارة جديدة مقارنة بالطرق غير المضاءة (Layegh & Alecsandru, 2025).

وتتقاطع إدارة الجودة في مشاريع الطرق مع خفض الحوادث الليلية في نقطة جوهرية مفادها أن كفاءة عناصر السلامة المرورية ليلًا لا تتوقف على مجرد تركيبها، بل تمتد إلى جودة تصميمها وتنفيذها وصيانتها المستمرة وفق معايير محددة. فالتصميم الهندسي الذي لا يراعي مسافات الرؤية الليلية، والإنارة التي تفقد كفاءتها دون صيانة، والحواجز والعاكسات التي تتآكل بفعل العوامل الجوية، كلها مظاهر لغياب منظومة إدارة جودة متكاملة تؤثر مباشرة في معدلات الحوادث الليلية. وقد أكدت الدراسات أن تصميم البنية التحتية بشكل سليم وفق مفهوم "الطرق المتسامحة" يُمكن أن يمنع الأخطاء البشرية أو يُقلّل من عواقبها الوخيمة خاصة في ظروف القيادة الليلية. (Dumitrascu, 2024)

وفي ضوء ما تشهده مدينة جدة من توسع عمراني متسارع وكثافة مرورية متصاعدة، وما تُرصده الإحصاءات من ارتفاع مقلق في معدلات الحوادث الليلية، تأتي هذه الدراسة لتتناول أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، ساعيةً إلى تقديم إطار علمي وعملي يُسهم في تعزيز فاعلية هذه المشاريع وحماية الأرواح والممتلكات، بما يتوافق مع مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في تحسين جودة الحياة والسلامة المرورية.

2.1 مشكلة الدراسة

تُمثّل الحوادث المرورية الليلية أحد أخطر التحديات التي تواجه منظومة السلامة المرورية على المستويين العالمي والمحلي، إذ تُشير إحصاءات منظمة الصحة العالمية إلى أن ما يزيد عن 1.35 مليون شخص يلقون حتفهم سنوياً جراء حوادث المرور، فيما تتراوح نسبة الحوادث التي تقع في ساعات الظلام بين 40% و55% من إجمالي الحوادث المرورية رغم أن حجم الحركة المرورية ليلًا لا يتجاوز 25% من إجمالي حركة المرور اليومية، مما يعكس ارتفاعاً حاداً في مؤشرات الخطورة النسبية للقيادة الليلية مقارنة بالقيادة النهارية. وتتضاعف هذه الخطورة حين تتقاطع مع أوجه قصور في البنية التحتية للطرق، لا سيما ضعف الإنارة وغياب عناصر السلامة المرورية الكافية وتدني جودة التصميم الهندسي وإهمال برامج الصيانة الدورية.

وعلى المستوى الوطني، تحتل المملكة العربية السعودية مراتب متقدمة عالمياً في معدلات الحوادث المرورية، حيث تُسجل سنوياً أكثر من 500 ألف حادث مروري تؤدي إلى آلاف الوفيات وعشرات الآلاف من الإصابات، وتتجاوز التكاليف الاقتصادية المباشرة وغير المباشرة لهذه الحوادث 90 مليار ريال سنوياً وفقاً للتقديرات الرسمية. وتُستأثر مدينة جدة بوصفها ثاني أكبر مدن المملكة من حيث الكثافة السكانية والحركة المرورية بنصيب كبير من هذه الحوادث، إذ تُظهر إحصاءات إدارة المرور أن الحوادث الليلية في المدينة تتسم بمعدلات خطورة أعلى بنحو ضعفين إلى ثلاثة أضعاف مقارنة بحوادث النهار من حيث نسبة الوفيات والإصابات البالغة، وهو ما يطرح تساؤلات جوهرية حول مدى كفاية منظومة إدارة الجودة المطبقة في مشاريع تخطيط الطرق وصيانتها وعناصر السلامة المرورية فيها.

وعلى الرغم من الجهود المبذولة في إطار رؤية المملكة 2030 التي تستهدف خفض الوفيات الناتجة عن حوادث المرور بنسبة 50%، والمبالغ الضخمة التي تُرصد سنوياً لمشاريع صيانة الطرق والسلامة المرورية بمدينة جدة، فإن الملاحظات الميدانية والتقارير الفنية تكشف عن فجوات جوهرية بين المعايير المعتمدة والتطبيق الفعلي على أرض الواقع. وتتجلى هذه الفجوات في عدة مظاهر، منها عدم مراعاة بعض مشاريع الطرق لمعايير التصميم الهندسي الآمن من حيث مسافات الرؤية والانحناءات والميول العرضية، وتدني مستوى الإنارة في كثير من المحاور والتقاطعات الرئيسية خاصة بعد انتهاء العمر الافتراضي لوحدات الإنارة دون استبدال، وضعف صيانة أجهزة السلامة كالحواجز والعاكسات والعلامات الأرضية مما يُفقد فاعليتها في ساعات الظلام، فضلاً عن غياب برامج صيانة دورية ووقائية منتظمة تضمن استدامة عناصر السلامة في حالتها المثلى.

وتتعمق المشكلة حين يُدرك الباحث أن الدراسات العلمية التي تناولت العلاقة المباشرة بين إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة من جهة وخفض الحوادث الليلية من جهة أخرى لا تزال شحيحة في السياق السعودي عموماً وفي مدينة جدة خصوصاً، إذ ركزت معظم الدراسات السابقة على رصد أسباب الحوادث المرورية بشكل عام أو تناولت إدارة الجودة في مشاريع التشييد دون ربطها بالآثار المباشرة على معدلات الحوادث الليلية. وهذا القصور البحثي يحرم صانعي القرار من أدلة علمية موثوقة تُمكنهم من تحديد أولويات التدخل وتوجيه الموارد نحو الأبعاد الأكثر تأثيراً في خفض هذه الحوادث.

وبناءً على ما سبق، تتبلور مشكلة الدراسة في الحاجة الماسة إلى الكشف عن أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة (جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة

الإشارة والإشارات المرورية، وفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية) على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

3.1 أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة (جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإضاءة والإشارات المرورية، وفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية) على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

يتفرع من الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

- قياس أثر جودة التصميم الهندسي للطريق على خفض معدلات الحوادث الليلية في مدينة جدة.
- تقييم مستوى كفاءة أنظمة الإضاءة الليلية واللوحات الإرشادية والإشارات المرورية المطبقة في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.
- تحديد مستوى فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية المستخدمة في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، بما يشمل الحواجز المعدنية والخرسانية والعاكسات والمطبات والعلامات الأرضية.
- تقييم مستوى جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية المطبقة على عناصر السلامة المرورية في طرق مدينة جدة من حيث الانتظام والشمولية والاستجابة.

4.1 أسئلة الدراسة

السؤال الرئيسي

ما أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها (جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإضاءة والإشارات المرورية، وفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية) على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة؟

الأسئلة الفرعية

1. ما أثر جودة التصميم الهندسي للطريق على خفض الحوادث الليلية في مدينة جدة؟
2. ما مستوى كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة؟
3. ما أثر كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية على خفض الحوادث الليلية في مدينة جدة؟
4. ما مستوى فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية المستخدمة في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة؟
5. ما التصور المقترح لتطوير أنظمة إدارة الجودة في مشاريع صيانة السلامة المرورية بما يُسهم في خفض الحوادث الليلية بمدينة جدة؟

5.1 فروض الدراسة

الفرض الرئيسي

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعاها مجتمعة على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

ينبثق من الفرض الرئيسي الفروض الفرعية التالية:

- الفرض الفرعي الأول: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لجودة التصميم الهندسي للطريق على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.
- الفرض الفرعي الثاني: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.
- الفرض الفرعي الثالث: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

- الفرض الفرعي الرابع: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

6.1 أهمية الدراسة

الأهمية العلمية (النظرية)

- تُسهم الدراسة في سد فجوة بحثية واضحة في المكتبة العربية، إذ تربط بين حقلين معرفيين نادراً ما جُمعا معاً في دراسة واحدة، وهما إدارة الجودة في مشاريع الطرق من جهة وخفض الحوادث الليلية من جهة أخرى، مما يُقدّم إطاراً نظرياً تكاملياً جديداً.
- تقترح الدراسة نموذجاً بحثياً يتضمن أربعة أبعاد لإدارة الجودة (التصميم الهندسي، الإنارة والإشارات، أجهزة السلامة، الصيانة الدورية) ويربطها بمتغير تابع محدد هو الحوادث الليلية، مما يُتيح للباحثين اختبار هذا النموذج وتطويره في سياقات جغرافية وتنظيمية مختلفة.
- تُقدّم الدراسة تحليلاً نظرياً معمقاً للعلاقة بين مكونات إدارة الجودة في البنية التحتية للطرق ومعدلات الحوادث في ساعات الظلام، مما يُعزّز الفهم العلمي لديناميكيات الحوادث الليلية وعوامل الخطر المرتبطة بها.
- تُرسي الدراسة أساساً لمزيد من البحوث التطبيقية حول توظيف التقنيات الحديثة مثل الإنارة الذكية وأنظمة الإنذار المبكر والذكاء الاصطناعي في منظومة إدارة جودة الطرق لخفض الحوادث الليلية، وتفتح المجال لدراسات مقارنة بين مدن سعودية وعربية ودولية.

الأهمية العملية (التطبيقية)

- تُوفّر الدراسة بيانات ميدانية ونتائج تحليلية دقيقة يُمكن أن تُسهم في ترشيد قرارات المسؤولين في أمانة جدة والجهات المعنية بشأن أولويات الإنفاق على مشاريع صيانة السلامة المرورية وتوجيه الموارد نحو الأبعاد الأكثر تأثيراً في خفض الحوادث الليلية.
- تُقدّم الدراسة توصيات عملية قابلة للتنفيذ لتحسين مستوى جودة التصميم الهندسي والإنارة وأجهزة السلامة وبرامج الصيانة الدورية، مما ينعكس مباشرة على تقليل الخسائر البشرية والمادية الناتجة عن الحوادث الليلية.

- تتوافق الدراسة مع أهداف رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في محور جودة الحياة والسلامة المرورية، حيث تسعى الرؤية إلى خفض الوفيات الناتجة عن حوادث المرور بنسبة 50%، وتقدم الدراسة مدخلاً عملياً لتحقيق هذا المستهدف من خلال تحسين إدارة الجودة في مشاريع الطرق.
- تُمكن نتائج الدراسة شركات المقاولات والمكاتب الاستشارية العاملة في مجال صيانة الطرق بمدينة جدة من تحديد مواطن الضعف في ممارساتها الحالية وتطوير أنظمة إدارة الجودة الداخلية لديها بما يتوافق مع المعايير المحلية والدولية.

7.1 الدراسات السابقة:

المحور الأول: المتغير المستقل – إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

• دراسة مصطفى وسعد ويوسف والشبراوي (2018): "أثر تطبيق أنظمة إدارة الجودة على تحسين إدارة مشروعات التشييد"

سعت هذه الدراسة إلى دراسة واقع نظام إدارة الجودة في مشاريع التشييد في البلدان العربية وتقييمه في ضوء الاتجاهات العالمية والأسس العلمية لإدارة الجودة. تمحورت الأبعاد حول الكفاءات اللازمة لتطبيق مفاهيم الجودة، والتزام مديري الجودة بمفاهيمها، ودور المقاييس والمواصفات الهندسية في ضبط الجودة، وأثر ذلك على محددات المشروع الأساسية وهي الوقت والتكلفة والجودة. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مستخدمةً الاستبانة والمقابلات لجمع البيانات من عينة بلغت 566 مهندساً ومدير مشاريع من شركات استشارات هندسية وشركات مقاولات في المملكة العربية السعودية ومصر وبقية دول الخليج خلال الفترة 2015-2017. أظهرت النتائج أن مشاريع التشييد في البلدان العربية لا تزال تعاني من بعض أوجه الضعف في تطبيق مفاهيم الجودة، وأن هناك حاجة لدعم بصياغة جديدة تضمن مستوىً عالياً من الجودة يواكب نظيراتها في الدول المتقدمة. أوصت الدراسة بتطوير آليات تطبيق مفاهيم الجودة الشاملة في بيئة تنفيذ مشاريع التشييد الهندسية ونشر ثقافة الجودة كسبيل للتطوير والأداء الجيد.

• دراسة الشودري (2020): "إدارة الجودة الشاملة في بعض مؤسسات المملكة العربية السعودية: دراسة ميدانية"

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن مدى وعي العاملين في مؤسسات القطاع العام السعودي بمفاهيم ومعايير إدارة الجودة الشاملة ومدى تطبيقها. تضمنت أبعاد الدراسة التزام الإدارة العليا، والتحسين المستمر، ومشاركة العاملين، والتركيز على العميل، واتخاذ القرارات المبنية على البيانات. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي باستخدام الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات من عينة من العاملين في المؤسسات الحكومية. توصلت الدراسة إلى أن هناك وعياً متوسطاً لدى العاملين بمعايير إدارة الجودة الشاملة، مع وجود فجوات في التطبيق الفعلي، لا سيما فيما يخص التحسين المستمر ومشاركة العاملين في صنع القرار. وأوصت الدراسة بتكثيف البرامج التدريبية حول إدارة الجودة الشاملة وتعزيز الثقافة التنظيمية الداعمة لها.

● دراسة إسماعيل وعبدالله 2022: (قياس مدى تطبيق معايير إدارة الجودة الشاملة بالمنظمات الخدمية السعودية بالتطبيق على وزارة العدل السعودية بمنطقة مكة المكرمة)

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تجربة وزارة العدل السعودية بمنطقة مكة المكرمة في تطبيق إدارة الجودة الشاملة كمدخل لتطوير الأداء ومواجهة التحديات المتعلقة بانخفاض جودة الخدمات وتأخر الإنجاز. تناولت الدراسة أبعاداً متعددة تشمل دور القيادة في تطبيق الجودة الشاملة، ومشاركة العاملين، وإدارة البيانات والمعلومات، وجودة الخدمة المقدمة، ورضا العملاء. استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي ومنهج دراسة الحالة والمنهج الإحصائي، واعتمدا على الاستبانة والمقابلات الشخصية والملاحظة كأدوات لجمع البيانات من العاملين والإدارة بالوزارة في مدينة جدة خلال الفترة من 2017 إلى 2020. توصلت الدراسة إلى أن القيادة هي التي تتولى عمليات تطبيق إدارة الجودة الشاملة وأنها ملزمة بأساليب الجودة، غير أن وعي العاملين بثقافة الجودة لا يزال غير كافٍ، وأن مستوى رضا العملاء جاء متوسطاً، مع وجود حالات تأخير وتراكم في المراجعات. أوصت الدراسة بضرورة تكثيف الاهتمام بتطبيق إدارة الجودة الشاملة، ورفع وعي العاملين بثقافة الجودة، وزيادة الميزانيات لتحسين ظروف العمل والخدمة، فضلاً عن التدريب والتحفيز.

● دراسة بولقواس (2023): "سياسات تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكية"

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على السياسات والاستراتيجيات التي تتبناها المدن الذكية لتعزيز السلامة المرورية وتقليل الحوادث، باستخدام التقنيات الحديثة في إدارة حركة المرور. تناولت الأبعاد التالية: البنية التحتية الذكية للطرق، وأنظمة المراقبة والتحكم المرورية، وتكامل أنظمة إدارة الجودة مع تخطيط الطرق، وأنظمة الإنذار المبكر. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي المكتبي معتمدةً على مراجعة الأدبيات

والدراسات السابقة والتقارير الرسمية. بيّنت النتائج أن المدن الذكية التي تبنت أنظمة إدارة الجودة المتكاملة في تصميم وصيانة الطرق حققت انخفاضاً ملحوظاً في معدلات الحوادث المرورية مقارنة بالمدن التقليدية، وأن التكامل بين التقنية وإدارة الجودة يعد ركيزة أساسية لسلامة الطرق. أوصت الدراسة بتسريع تبني التقنيات الذكية وربطها بأنظمة إدارة الجودة في مشاريع الطرق.

● دراسة Willar و Trigunarsyah و Parami و Makalew (2023): "Evaluating Quality Management of Road Construction Projects: A Delphi Study"

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم العوامل المؤثرة على إدارة الجودة في مشاريع إنشاء الطرق في إندونيسيا، من خلال تحديد التحديات الحرجة في تنفيذ عمليات إدارة الجودة وفحص الإجراءات المضادة لمعالجتها. تضمنت الأبعاد: توافر معايير الجودة والوثائق، وأنشطة ضبط الجودة، وأدوار ومسؤوليات أصحاب المصلحة في إدارة الجودة. اعتمدت الدراسة منهجاً مختلطاً (كمي ونوعي)، حيث استخدمت جولتان من استطلاعات دلفي كمصدر أساسي للبيانات الكمية، إضافة إلى مقابلات مجموعات التركيز كبيانات نوعية. أظهرت النتائج أنه منذ مرحلة ما قبل التشييد تكون مشكلة توافر معايير الجودة والتوثيق قائمة، وأن العامل الحرج في أنشطة ضبط الجودة هو فريق المشروع من حيث الكفاءة والالتزام والتعاون المتبادل بين أصحاب المصلحة الرئيسيين. أوصت الدراسة بتعزيز عمليات ضبط الجودة منذ مراحل المشروع الأولى وتطوير الكفاءات الفنية لفرق العمل.

● دراسة Montoya Alcaraz و Navarro González و García Ramírez و Muñoz Cabanillas (2023): "Main Guidelines in Road Safety Audits: A Literature Review"

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد المعايير الإرشادية الرئيسية المستخدمة في تدقيقات السلامة المرورية على مستوى العالم من خلال مراجعة منهجية للأدبيات باستخدام منهجية PRISMA-ScR. تناولت الأبعاد: العامل البشري (بيانات الحوادث، التقارير السابقة، الإدراك البصري، واحتياجات المشاة والدراجين) والعامل الطرقي (التصميم الهندسي، واللافتات الأفقية والعمودية والإنارة، وأجهزة السلامة والتأثير الطرقي، والأعمال الإضافية، وتشغيل الطريق، والعوامل الخارجية). حلت الدراسة 21 وثيقة تمثل 16 دولة بسياقات مختلفة (متقدمة ونامية وأقل نمواً). أظهرت النتائج أن المعايير الأكثر استخداماً هي تلك المتعلقة بالتصميم

الهندسي واللافتات وأجهزة السلامة (بنسبة 46.3% من التكرار التراكمي النسبي)، وأنه لا توجد منهجية موحدة عالمياً لتطبيق هذه التدقيقات إذ تعتمد كل دولة على أساليبها الخاصة. أوصت الدراسة بضرورة تطوير منهجية شاملة وموحدة لتدقيقات السلامة المرورية تشمل جميع العوامل المؤثرة.

● دراسة Dumitrascu (2024): "Influence of Road Infrastructure Design over the Traffic Accidents: A Simulated Case Study"

هدفت هذه الدراسة إلى التحقق من تأثير التصميم غير الآمن لجوانب الطريق (الخدائق/القنوات) على خطورة الحوادث ومستوى إصابات ركاب المركبات، من خلال محاكاة حاسوبية لحوادث انحراف المركبات عن الطريق على الطريق الأوروبي E68 في رومانيا. تناولت الأبعاد: تأثير البنية التحتية للطريق على السلامة، ومفهوم "الطرق المتسامحة" (Forgiving Roads)، والعوامل البشرية وعوامل البيئة. استخدمت الدراسة منهج المحاكاة الحاسوبية باستخدام برنامج PC-Crash 13.0 لإعادة بناء سيناريوهات حوادث اصطدام المركبات بالخدائق في ظروف أمطار وسرعة زائدة، واعتمدت على بيانات حوادث فعلية من الفترة 2020-2022. أظهرت النتائج أن الخدائق تمثل عنصراً غير متسامح في جوانب الطريق يتسبب في انقلاب المركبات وإصابات للركاب، وأن تصميم البنية التحتية بشكل سليم يمكن أن يمنع الأخطاء البشرية أو يقلل من عواقبها. أوصت الدراسة بتغطية الخدائق وإنشاء مناطق آمنة على جوانب الطرق، وتعديل ميل الخدائق ليكون أكثر انبساطاً، وتركيب حواجز جانبية مناسبة.

● دراسة Nguyen و Le و Garvin (2024): "Exploring the Use of Quality Control Plans for Alternative Delivery Highway Projects"

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف كيفية استخدام خطط ضبط الجودة في مشاريع الطرق السريعة المنفذة بأساليب تسليم بديلة (مثل التصميم والبناء) في الولايات المتحدة. شملت الأبعاد: هيكل خطط ضبط الجودة، وأدوار الأطراف المعنية، وآليات ضمان الامتثال للمواصفات، وتكامل الجودة مع مراحل المشروع. اعتمدت الدراسة المنهج النوعي من خلال تحليل وثائقي معمق لخطط ضبط الجودة لعدة مشاريع طرق سريعة أمريكية مع مقابلات مع مديري المشاريع والمهندسين. أظهرت النتائج أن خطط ضبط الجودة في مشاريع التسليم البديل تتطلب تكاملاً أكبر بين مراحل التصميم والتنفيذ، وأن نجاحها يعتمد على وضوح المسؤوليات

ومستوى مشاركة فرق العمل. أوصت الدراسة بتطوير نماذج مرنة لخطط ضبط الجودة تتكيف مع طبيعة أسلوب التسليم المستخدم.

❶ دراسة Liu (2023): "Research on Unbalanced Mining of Zhang و Wang Highway Project Key Quality Indicators Based on Improved SMOTE Algorithm"

هدفت هذه الدراسة إلى تطوير منهجية لاستخراج مؤشرات الجودة الرئيسية في مشاريع الطرق السريعة باستخدام خوارزمية SMOTE المحسنة لمعالجة مشكلة عدم التوازن في بيانات الجودة. تناولت الأبعاد : مؤشرات جودة الرصف، والتسوية، والانحدار، والصلابة، وسمك الطبقات. اعتمدت الدراسة المنهج التجريبي الحاسوبي مع تحليل بيانات مشاريع طرق سريعة فعلية من الصين. أظهرت النتائج أن الخوارزمية المحسنة تفوقت على الأساليب التقليدية في دقة تحديد عيوب الجودة الحرجة، مما يساهم في اتخاذ قرارات استباقية لتحسين جودة الطرق قبل تفاقم المشكلات. أوصت الدراسة بتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في أنظمة إدارة جودة مشاريع الطرق.

❷ دراسة مقدار (2024): "تقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات"

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم مستوى جودة الطرق والشوارع في البلديات، ورصد استراتيجيات التحسين الممكنة للحد من الحوادث المرورية. شملت الأبعاد: جودة الرصف وتحمل الأحمال، وتوفير عناصر السلامة كالإنارة واللوحات الإرشادية والحواجز، وكفاءة الصيانة الدورية، ورضا المستخدمين. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي واستخدمت الاستبانة والملاحظة الميدانية لجمع البيانات. أشارت النتائج إلى أن هناك قصوراً واضحاً في تطبيق معايير الجودة في كثير من مشاريع الطرق البلدية، وأن عناصر السلامة لا تحظى بالاهتمام الكافي أثناء التنفيذ، مما ينعكس سلباً على معدلات الحوادث. وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد معايير جودة صارمة في مراحل التخطيط والتنفيذ والصيانة مع المتابعة المستمرة.

المحور الثاني: المتغير التابع – خفض الحوادث الليلية

❸ دراسة بوتفنوشات (2020): "معاينة أهمية التربة المرورية في تقليل من حوادث المرور"

هدفت هذه الدراسة إلى إبراز أهمية التربية المرورية كأداة وقائية للحد من حوادث المرور في الجزائر. شملت الأبعاد: مستوى الوعي المروري لدى السائقين، ودور المناهج التعليمية في التوعية المرورية، وأثر التربية المرورية على سلوك القيادة ومعدلات الحوادث. استُخدم المنهج الوصفي التحليلي واعتمدت الدراسة على الاستبانة لجمع بيانات من عينة من السائقين والمعلمين في الجزائر. بيّنت النتائج وجود قصور ملحوظ في برامج التربية المرورية المدرسية، وأن التوعية المرورية المبكرة تسهم في تعديل سلوك القيادة وتقليل المخالفات والحوادث. أوصت الدراسة بإدراج التربية المرورية ضمن المناهج الدراسية الإلزامية وتكثيف حملات التوعية المجتمعية.

● دراسة الغامدي (2021): "سلامة السير في الليل: دراسة تحليلية للمعدلات الأخيرة في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية"

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل معدلات الحوادث المرورية الليلية في مدينة الرياض ومقارنتها بحوادث النهار من حيث الخطورة والإصابات والوفيات. تناولت الأبعاد: توزيع الحوادث حسب الوقت (ليل/نهار)، وأنواع الحوادث الليلية، والعوامل المؤثرة فيها (الإضاءة، السرعة، حالة الطريق)، ومؤشرات الخطورة. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مستخدمةً بيانات الحوادث الرسمية المسجلة لدى إدارة المرور في الرياض. أظهرت النتائج أن الحوادث الليلية تتسم بخطورة أعلى بكثير مقارنة بحوادث النهار رغم انخفاض حجم الحركة المرورية ليلاً، وأن نقص الإضاءة يُعدّ من أبرز العوامل المساهمة في زيادة خطورة هذه الحوادث. أوصت الدراسة بتحسين أنظمة إنارة الطرق في المناطق ذات المعدلات المرتفعة، وتكثيف الدوريات الأمنية ليلاً.

● دراسة Fisa و Musukuma و Sampa و Musonda (2022): "Effects of Interventions for Preventing Road Traffic Crashes: An Overview of Systematic Reviews"

هدفت هذه الدراسة إلى وصف وتلخيص الأدلة المتاحة من المراجعات المنهجية حول فعالية التدخلات المختلفة في الحد من حوادث المرور عالمياً. شملت الأبعاد: تدخلات الإنفاذ (نقاط فحص الرصانة، كاميرات السرعة، دوريات الشرطة)، وتدخلات التوعية العامة (حملات إعلامية، تعليم السلامة)، والتدخلات الهيكلية (تحويل التقاطعات إلى دوارات، تهدئة المرور)، وتحسين تصميم المركبات. اعتمدت الدراسة منهج "نظرة

عامة على المراجعات المنهجية" حيث بحث الباحثون في قواعد بيانات Embase و Medline و Cochrane و Epistemonikos و Web of Science و LILACS للمراجعات المنشورة بين 1950 و 2020، وُحُدَّت 35 مراجعة منهجية استوفت معايير الإدراج. أظهرت النتائج أن نقاط فحص الرصانة خفضت الحوادث المرتبطة بالكحول بنسبة 17%، وأن حملات السلامة المرورية خفضت الحوادث بنسبة 9%، وأن تحويل التقاطعات إلى دوارات قلل حوادث الإصابات بنسبة 30-50%، وأن نظام الثبات الإلكتروني خفض حوادث المركبة الواحدة بنسبة 49%. أوصت الدراسة بضرورة إجراء المزيد من الدراسات في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل وتعزيز التدخلات السلوكية القائمة على الأدلة.

● دراسة العتوم (2024): "أثر صيانة الطرق باستخدام المركبات المخصصة على تقليل الحوادث المرورية"

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن تأثير استخدام المركبات المخصصة في صيانة الطرق على تحسين حالة الطريق وتقليل عوامل الحوادث كالانزلاق والتآكل. تناولت الأبعاد: جودة سطح الطريق بعد الصيانة، ومعدل الانزلاق، ومعدلات الحوادث قبل وبعد التدخل، وكفاءة أجهزة ومعدات الصيانة. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والمقارن مع استخدام بيانات ميدانية. أوضحت النتائج أن الصيانة الدورية باستخدام المركبات المخصصة تؤدي إلى تحسين ملموس في حالة سطح الطريق وتقليل عوامل الخطر المؤدية للحوادث. أوصت الدراسة بتبني برامج صيانة منتظمة وتحديث أسطول المركبات المخصصة لصيانة الطرق.

● دراسة الجبوري (2024): "دراسة استطلاعية حول ظاهرة الحوادث المرورية في محافظة ذي قار: الأسباب والحلول"

هدفت هذه الدراسة إلى استقصاء أسباب الحوادث المرورية في محافظة ذي قار بالعراق واقتراح استراتيجيات للتخفيف منها. تناولت الأبعاد: العوامل البشرية (السرعة، القيادة الليلية، عدم الالتزام بالأنظمة)، والعوامل المتعلقة بالطريق (ضعف الإنارة، غياب العلامات الإرشادية، سوء الرصف)، والعوامل المتعلقة بالمركبة. استخدم المنهج الوصفي المسحي، وتكونت العينة من عينة عشوائية من سائقين ورجال مرور ومواطنين. أظهرت النتائج أن ضعف البنية التحتية للطرق وغياب عناصر السلامة ليلاً يمثلان من أبرز

الأسباب المؤدية للحوادث في المحافظة. وأوصت الدراسة بتحسين البنية التحتية للطرق وزيادة الإنارة وتكثيف الرقابة المرورية.

● دراسة هيله (2024): "استراتيجيات تحسين جودة الطرق وتقليل الحوادث المرورية في البلديات"

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد الاستراتيجيات الفعالة التي يمكن أن تتبناها البلديات لتحسين جودة الطرق وخفض معدلات الحوادث المرورية بما فيها الحوادث الليلية. شملت الأبعاد: التخطيط والتصميم، وجودة التنفيذ، وبرامج الصيانة الدورية والوقائية، وعناصر السلامة المرورية. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع تحليل بيانات من عدد من المشاريع البلدية. أوضحت النتائج أن تبني استراتيجيات متكاملة تجمع بين تحسين جودة الطرق وعناصر السلامة يحقق انخفاضاً ملحوظاً في الحوادث المرورية. وأوصت الدراسة بضرورة تخصيص ميزانيات كافية للصيانة الوقائية وتطبيق أنظمة إنارة ذكية.

● دراسة Layegh و Alecsandru و Giahi Foomani (2025): "Assessing Crash Reduction at Stop-Controlled Intersections: A Before-After Study of LED-Backlit Signs Using Crash and Conflict Data"

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير اللوحات الإرشادية المضاءة بتقنية LED على السلامة المرورية في التقاطعات ذات علامة التوقف في مدينة مونتريال بكندا. شملت الأبعاد: امتثال السائقين للوحات (توقف كامل، مرور بطيء، تجاوز)، وتقدير الصراعات المرورية كبديل عن بيانات الحوادث، ونمذجة الحوادث باستخدام النماذج الخطية المعممة (GLMs) استخدمت الدراسة منهج "قبل-بعد" مع محاكاة مجهرية معاصرة في برنامج VISSIM لثلاثة تقاطعات، مدعومة ببيانات ميدانية من رادارات عالية الدقة و189 ساعة تسجيل فيديو على مدار 10 أيام. أظهرت النتائج أن اللوحات المضاءة بتقنية LED خفضت الصراعات المرورية بنسبة 65.5% ليلاً و46.8% نهاراً، كما انخفضت صراعات عبور المشاة بنسبة 55.6% ليلاً و27.8% نهاراً. أوصت الدراسة بتعميم استخدام اللوحات المضاءة LED في التقاطعات ذات المشكلات المعروفة في الرؤية والامتثال، وتطبيق إطار التقييم المقترح لتقييم معالجات السلامة الجديدة.

● دراسة Chakraborty و Srinivasan (2025): "Impact of Lighting Conditions on Nighttime Crash Severity among Older and Elderly Drivers"

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تأثير ظروف الإنارة على خطورة الحوادث الليلية بين السائقين الأكبر سناً وكبار السن. تضمنت الأبعاد: مستويات الإنارة (مضاءة بالكامل، مضاءة جزئياً، بدون إنارة)، والفئة العمرية للسائق، ونوع الطريق، والظروف الجوية. استخدمت الدراسة نماذج إحصائية لتحليل قواعد بيانات حوادث وطنية أمريكية. أظهرت النتائج أن غياب الإنارة أو ضعفها يزيد بشكل ملحوظ من خطورة الحوادث الليلية لدى السائقين المسنين مقارنة بالشباب، وأن تحسين الإنارة يمكن أن يخفف خطورة هذه الحوادث بنسب كبيرة. أوصت الدراسة بإعطاء أولوية خاصة لتحسين إنارة الطرق في المناطق التي يكثر فيها تنقل كبار السن ليلاً.

● دراسة Noyce (2025): "Nighttime Pedestrian Safety in Cherry و Usman و Different Communities: Application of Artificial Intelligence Techniques"

هدفت هذه الدراسة إلى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي لفحص سلامة المشاة ليلاً في مجتمعات مختلفة بالولايات المتحدة، مع التركيز على المجتمعات المثقلة بالأعباء. شملت الأبعاد: معدلات وفيات المشاة ليلاً (التي تشكل نحو 76% من إجمالي وفيات المشاة)، ومستويات الإنارة، والخصائص الديموغرافية والاجتماعية-الاقتصادية للمجتمعات، وتصميم البنية التحتية للمشاة. استخدمت الدراسة تقنيات التعلم الآلي لتحليل بيانات حوادث المشاة الليلية من عدة ولايات أمريكية، بعينة شملت آلاف سجلات الحوادث. أوضحت النتائج أن المجتمعات ذات الدخل المنخفض تعاني من معدلات أعلى لوفيات المشاة ليلاً بسبب ضعف الإنارة وقلة البنية التحتية المخصصة للمشاة، وأن نماذج الذكاء الاصطناعي تفوقت على النماذج الإحصائية التقليدية في التنبؤ بمواقع الخطر. أوصت الدراسة بتوجيه استثمارات الإنارة والبنية التحتية إلى المجتمعات الأكثر حاجة، واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحديد أولويات التدخل.

8.1 الفجوة البحثية

على الرغم من الاهتمام البحثي المتزايد بموضوعي إدارة الجودة في مشاريع الطرق والحوادث المرورية الليلية كلٍّ على حدة، فإن المتتبع للأدبيات العربية والأجنبية يلاحظ أن الدراسات السابقة تناولت كل متغير بمعزل عن الآخر في معظم الأحيان. فمن جهة، ركزت دراسات إدارة الجودة على تقييم مدى تطبيق معايير الجودة الشاملة في المنظمات الخدمية والإنشائية بشكل عام — كدراسة إسماعيل وعبدالله (2022) في المنظمات السعودية، ودراسة مصطفى وآخرين (2018) حول أنظمة الجودة في مشروعات التشييد، ودراسة

Willar وآخرين (2023) التي قيّمت إدارة الجودة في مشاريع إنشاء الطرق بإندونيسيا — دون أن تمتد لقياس الأثر المباشر لهذه الأنظمة على مؤشرات السلامة المرورية الليلية. ومن جهة أخرى، اهتمت دراسات الحوادث الليلية بعوامل الإنارة والسلوك البشري والسرعة، كدراسة Beyer و (2022) Ker حول إنارة الشوارع، ودراسة Layegh وآخرين (2025) حول اللافتات المضاءة بتقنية LED ، ودراسة Chakraborty و (2025) Srinivasan حول تأثير ظروف الإضاءة على شدة الحوادث، إلا أنها لم تتناول هذه العوامل من منظور إدارة الجودة المتكامل الذي يشمل التصميم الهندسي والإنارة والأجهزة الوقائية والصيانة الدورية في إطار واحد.

وتتضح الفجوة بصورة أكثر حدة في السياق السعودي عامةً ومدينة جدة خاصةً؛ إذ لم تتوصل الباحثة — في حدود اطلاعها — إلى دراسة عربية أو أجنبية جمعت بين أبعاد إدارة الجودة الأربعة (جودة التصميم الهندسي، كفاءة الإنارة والإشارات المرورية، فاعلية أجهزة السلامة والحماية، جودة برامج الصيانة الوقائية الدورية) بوصفها متغيرًا مستقلًا متعدد الأبعاد وربطته بمتغير تابع واحد هو خفض الحوادث الليلية، وذلك في بيئة مشاريع صيانة السلامة المرورية في الطرق. إن غياب هذا الربط النظري والتطبيقي يحرم صانعي القرار والجهات المشرفة على مشاريع الطرق في جدة من أدلة علمية محلية تُمكنهم من تحديد أي أبعاد إدارة الجودة أشد تأثيرًا في تقليل الحوادث الليلية، وترتيب أولويات الإنفاق والتطوير وفقًا لذلك. ومن هنا تأتي الدراسة الحالية لسد هذه الفجوة عبر بناء نموذج بحثي يختبر تجريبيًا العلاقة بين إدارة الجودة بأبعادها الأربعة وخفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية في طرق مدينة جدة، مُقدِّمةً إسهامًا معرفيًا وعمليًا يُثري الأدبيات ويدعم عملية اتخاذ القرار.

9.1 المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: مفهوم إدارة الجودة في مشاريع الطرق

يُقصد بإدارة الجودة في مشاريع الطرق ذلك النظام المتكامل من السياسات والإجراءات والمعايير والأنشطة التي تهدف إلى ضمان أن تكون جميع مراحل المشروع من التخطيط والتصميم والتنفيذ والصيانة مُنفَّذة وفق مواصفات فنية محددة تُحقّق مستويات الأداء والسلامة المطلوبة. ويتجاوز هذا المفهوم الفحص التقليدي للمخرجات إلى منظور شمولي يتضمن التخطيط للجودة وضبطها وضمانها وتحسينها المستمر عبر دورة حياة المشروع كاملة. وقد تطور هذا المفهوم من مجرد رقابة على المواد والتنفيذ إلى فلسفة إدارية

متكاملة تستند إلى مبادئ إدارة الجودة الشاملة التي أرسى دعائمها رواد الجودة أمثال ديمينج وجوران وكروسبي، والتي تقوم على التركيز على العميل والتحسين المستمر ومشاركة جميع الأطراف والقرارات المبنية على البيانات. وفي سياق مشاريع الطرق تحديداً، تتضمن إدارة الجودة ضمان مطابقة التصميم الهندسي للمعايير المعتمدة، والتحقق من جودة مواد الرصف والإنشاء، ومراقبة تنفيذ عناصر السلامة المرورية، ومتابعة برامج الصيانة لضمان استدامة مستوى الخدمة والسلامة على المدى الطويل (Willar et al., 2023).

ثانياً: مفهوم تخطيط الطريق وعناصر السلامة

يُشير تخطيط الطريق إلى العملية الهندسية والإدارية المنظمة التي يتم من خلالها تحديد مسارات الطرق وتصميم مقاطعها العرضية والطولية وتقاطعاتها ومنحنياتها ومسافات الرؤية فيها وفقاً لمعايير فنية تراعي حجم الحركة المرورية المتوقع وسرعات التصميم والظروف الطبوغرافية والمناخية، بما يُحقّق الانسيابية في حركة المرور والحد الأقصى من السلامة لمستخدمي الطريق. أما عناصر السلامة المرورية فتُمثّل المكونات المادية والتقنية التي تُنَبِّت على الطريق أو في محيطه بهدف تقليل احتمالية وقوع الحوادث أو تخفيف حدتها في حال وقوعها، وتشمل أنظمة الإنارة واللوحات الإرشادية والتحذيرية والإشارات المرورية والحواجز المعدنية والخرسانية والعاكسات والعلامات الأرضية والمطبات وأسوار الحماية ومناطق الهروب الآمن. ويُعدّ التكامل بين جودة التخطيط الهندسي للطريق وكفاءة عناصر السلامة المثبتة عليه عاملاً حاسماً في بناء منظومة طرق آمنة، إذ إن أي قصور في أحدهما يُضعف فاعلية الآخر ويُهيئ بيئة مواتية لوقوع الحوادث (Montoya Alcaraz et al., 2023).

ثالثاً: أبعاد المتغير المستقل

تتبنى هذه الدراسة أربعة أبعاد لقياس إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة، وقد استُخلصت من مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة على النحو التالي:

جودة التصميم الهندسي للطريق: ويُقصد بها مدى التزام التصميم الهندسي للطريق بالمعايير والمواصفات الفنية المعتمدة محلياً ودولياً فيما يتعلق بالمقاطع العرضية والأفقية والرأسية، ومسافات الرؤية، ونصف قطر المنحنيات، والميول العرضية والطولية، وعرض الأكتاف، وتصميم التقاطعات، بحيث يُتيح التصميم للسائق قيادة آمنة ومريحة تتوافق مع توقعاته وتُقلّل من احتمالية ارتكاب الأخطاء البشرية. ويرتبط

هذا البُعد بمفهوم "الطرق ذاتية الشرح" التي يكون تصميمها مفهوماً وبديهيّاً للسائق مما يُعزّز ثقته وانتباهه ويُقلّل من مخاطر الحوادث. (Dumitrascu, 2024)

كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية: ويُقصد بها مدى تحقيق أنظمة الإنارة المثبتة على الطريق لمستويات الإضاءة المطلوبة وفقاً للمعايير الفنية من حيث شدة الإنارة وانتظام توزيعها ودرجة حرارة اللون ونسبة التباين، إضافة إلى كفاءة اللوحات الإرشادية والتحذيرية والإشارات الضوئية من حيث وضوحها وقابليتها للقراءة في ظروف الإنارة المنخفضة. ويكتسب هذا البُعد أهمية خاصة في سياق الحوادث الليلية، حيث أثبتت الدراسات أن الإنارة الملائمة تُخفّض الحوادث المميتة ليلاً بنسب كبيرة من خلال تحسين القدرة البصرية للسائقين واكتشافهم المبكر للمخاطر. (Beyer & Ker, 2009/2022)

فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية: ويُقصد بها مدى قدرة أجهزة السلامة والحماية المثبتة على الطريق على أداء وظائفها المصممة لها في منع الحوادث أو تخفيف حدتها، وتشمل الحواجز المعدنية والخرسانية التي تمنع انحراف المركبات خارج المسار، والعاكسات التي تُحدّد حدود الطريق ومنحنياته ليلاً، والعلامات الأرضية التي تُوجّه حركة المرور، والمطبات التي تُبطئ السرعة في المناطق الحساسة. ويرتبط هذا البُعد بمفهوم "الطرق المتسامحة" الذي يقوم على أن تصميم جوانب الطريق وعناصره يجب أن يُقلّل من عواقب الأخطاء البشرية بدلاً من الاكتفاء بمحاولة منعها. (Dumitrascu, 2024)

جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية: ويُقصد بها مدى انتظام وشمولية وكفاءة البرامج المخصصة لصيانة عناصر السلامة المرورية على الطريق، بما يشمل الفحص الدوري لوحدات الإنارة واستبدال التالف منها، وإعادة طلاء العلامات الأرضية، وصيانة الحواجز والعاكسات، وتحديث اللوحات الإرشادية. ويُعدّ هذا البُعد حلقة الوصل بين جودة التنفيذ الأولي واستدامة الأداء على المدى الطويل، إذ إن عناصر السلامة مهما بلغت جودة تركيبها الأولي ستفقد فاعليتها تدريجياً بفعل الاستخدام والعوامل الجوية ما لم تُصن بشكل دوري ووقائي ومنظم (مصطفى وسعد ويوسف والشبراوي، 2018)

رابعاً: مفهوم الحوادث الليلية وخفضها

تُعرّف الحوادث الليلية إجرائياً في هذه الدراسة بأنها الحوادث المرورية التي تقع في الفترة الممتدة من غروب الشمس حتى شروقها، والتي تتأثر بشكل مباشر بانخفاض مستوى الرؤية الطبيعية مما يُضعف قدرة السائقين على اكتشاف المخاطر الطرقية والاستجابة لها في الوقت المناسب. ويُقصد بخفض الحوادث الليلية

تقليل معدلات وقوع هذه الحوادث وحدّتها من خلال التدخلات الهندسية والإدارية التي تُحسّن من بيئة القيادة الليلية. وتتميز الحوادث الليلية عن نظيرتها النهارية بارتفاع نسبة الخطورة وزيادة احتمالية الوفاة والإصابات البالغة، ويُعزى ذلك إلى تراجع مدى الرؤية وصعوبة تقدير المسافات والسرعات وتأثير وهج الأضواء المقابلة وزيادة عامل الإرهاق لدى السائقين في ساعات الليل المتأخرة (الغامدي، 2021).

10.1 المنهجية وطرق البحث:

ستعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الدراسة وأهدافها، إذ يُتيح وصف الظاهرة المدروسة وصفاً دقيقاً وتحليلها كميّاً ونوعياً للوصول إلى استنتاجات علمية موثوقة. وسيُوظّف هذا المنهج في رصد واقع تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة (جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، وفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية) وقياس أثرها على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، وذلك من خلال جمع البيانات الأولية والثانوية وتحليلها إحصائياً لاختبار فروض الدراسة والإجابة عن أسئلتها.

وسيتّم تصميم استبانة محكمة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية من أفراد عينة الدراسة، حيث ستُعرض على مجموعة من المحكمين المتخصصين للتأكد من صدقها الظاهري وصدق المحتوى، كما سيُجرى اختبار الثبات باستخدام معامل ألفا كرونباخ للتحقق من الاتساق الداخلي لفقرات الاستبانة. وستُستكمل البيانات الأولية ببيانات ثانوية مستخلصة من التقارير الرسمية والإحصاءات المتاحة لدى الجهات المعنية بالسلامة المرورية في مدينة جدة، وسيُعالج ذلك كله باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة عبر برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS).

11.1 مجتمع وعينة الدراسة

سيتكون مجتمع الدراسة من جميع المهندسين والفنيين والمشرفين ومديري المشاريع العاملين في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، والذين ينتمون إلى ثلاث جهات رئيسية هي: أمانة محافظة جدة ممثلة في الإدارة العامة للطرق وإدارة السلامة المرورية، وشركات المقاولات المنفذة لمشاريع صيانة الطرق والسلامة المرورية، والمكاتب الاستشارية الهندسية المشرفة على هذه المشاريع. ويُقدّر حجم مجتمع الدراسة بنحو

450 فرداً وفقاً للبيانات المتاحة من سجلات أمانة جدة وقوائم المقاولين والاستشاريين المعتمدين لعام 2025.

وسيتّم اختيار عينة الدراسة بأسلوب العينة العشوائية الطبقية التناسبية لضمان تمثيل الجهات الثلاث بشكل متوازن، وسيُحدّد حجم العينة وفقاً لمعادلة ستيفن ثومبسون عند مستوى ثقة 95% وهامش خطأ 5%، ليبلغ الحد الأدنى المطلوب نحو 208 مفردات. وسيُوزّع عدد 250 استبانة لتغطية الفاقد المتوقع في الاستجابات، بحيث تُوزّع طبقياً بنسبة تقريبية تبلغ 30% للعاملين في أمانة جدة (75 استبانة)، و45% للعاملين في شركات المقاولات (113 استبانة)، و25% للعاملين في المكاتب الاستشارية (62 استبانة)، مع مراعاة تنوع التخصصات الوظيفية ومستويات الخبرة داخل كل طبقة.

12.1 مصادر جمع البيانات

- أولاً: المصادر الأولية – ستُجمع البيانات الأولية من خلال الاستبانة التي ستُوزّع إلكترونياً وورقياً على أفراد عينة الدراسة، بهدف التعرف على آرائهم وتقييماتهم لمستوى تطبيق أبعاد إدارة الجودة في مشاريع صيانة السلامة المرورية وأثرها على خفض الحوادث الليلية بمدينة جدة.
- ثانياً: المصادر الثانوية – تشمل الكتب والمراجع العلمية المتخصصة، والدوريات والمجلات المحكمة العربية والأجنبية، والرسائل الجامعية ذات الصلة، والتقارير الرسمية الصادرة عن أمانة جدة وإدارة المرور والهيئة العامة للنقل، فضلاً عن إحصاءات الحوادث المرورية وقواعد البيانات الإلكترونية المتاحة.

13.1 أداة الدراسة

ستُصمّم استبانة مكونة من ثلاثة أقسام رئيسية على النحو التالي:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية – ويشمل المتغيرات الشخصية والوظيفية لأفراد العينة (المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، التخصص الوظيفي، نوع الجهة).

القسم الثاني: المتغير المستقل – إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة ويتضمن أربعة أبعاد:

- البُعد الأول: جودة التصميم الهندسي للطريق - ويتكون من (4) فقرات.
- البُعد الثاني: كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية - ويتكون من (4) فقرات.
- البُعد الثالث: فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية - ويتكون من (4) فقرات.
- البُعد الرابع: جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية - ويتكون من (4) فقرات. وبذلك يبلغ إجمالي فقرات المتغير المستقل (16) فقرة.

القسم الثالث: المتغير التابع - خفض الحوادث الليلية وهو محور أحادي يتكون من (10) فقرات.

وبذلك يكون إجمالي فقرات الاستبانة (26) فقرة، بالإضافة إلى فقرات البيانات الديموغرافية. وستُقاس جميع الفقرات وفق مقياس ليكرت الخماسي المتدرج (موافق بشدة = 5، موافق = 4، محايد = 3، غير موافق = 2، غير موافق بشدة = 1)

14.1 الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيتم الاستعانة ببرنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS V.28) لتحليل بيانات الدراسة، وذلك باستخدام الأساليب الإحصائية التالية:

- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) للتحقق من ثبات أداة الدراسة واتساقها الداخلي.
- التكرارات والنسب المئوية: لوصف خصائص أفراد عينة الدراسة الديموغرافية.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لتحديد مستوى استجابات أفراد العينة على فقرات الاستبانة وترتيب الأبعاد والفقرات وفق أهميتها النسبية.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس العلاقة الارتباطية بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع، والتحقق من صدق الاتساق الداخلي للأداة.
- تحليل الانحدار البسيط (Simple Linear Regression) لقياس أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على حدة على المتغير التابع.
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Linear Regression) لقياس الأثر المشترك لأبعاد المتغير المستقل مجتمعة على المتغير التابع وتحديد الأهمية النسبية لكل بُعد.

15.1 حدود الدراسة

- الحدود الموضوعية: ستقتصر الدراسة على دراسة أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة (جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، وفعالية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية) على خفض الحوادث الليلية.
- الحدود المكانية: ستطبق الدراسة على مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة بالمملكة العربية السعودية، متضمنةً الجهات العاملة فيها من أمانة محافظة جدة وشركات المقاولات والمكاتب الاستشارية الهندسية.
- الحدود الزمانية: سيتم إجراء الدراسة الميدانية وتوزيع أداة الدراسة وجمع البيانات خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي 1448/1447 هـ الموافق 2026/2025 م.
- الحدود البشرية: ستشمل الدراسة المهندسين والفنيين والمشرفين ومديري المشاريع العاملين في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة من منسوبي أمانة جدة وشركات المقاولات والمكاتب الاستشارية الهندسية.

الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة

المبحث الأول: إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

1.1.2 تمهيد

تُعَدُّ إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة المرورية من أبرز المداخل الإدارية والهندسية الحديثة التي تستقطب اهتمام الباحثين والممارسين في مجال إدارة المشاريع، نظرًا لما تنطوي عليه هذه المشاريع من تعقيد فني، وتشعب في الأطراف ذات العلاقة، وتأثير مباشر في سلامة الإنسان وجودة حياته. فالطريق لم يعد مجرد منشأة هندسية تنقل المركبات من نقطة إلى أخرى، بل أصبح منظومة متكاملة تتداخل فيها عناصر التصميم، والإنارة، والإشارات، وأجهزة الحماية، وبرامج الصيانة، وهي عناصر يقتضي ضبطها وفق معايير الجودة الشاملة حتى تؤدي وظيفتها في حماية الأرواح وتقليل الخسائر الاقتصادية والاجتماعية الناجمة عن الحوادث المرورية. وقد تطور مفهوم إدارة الجودة في هذا الميدان تطورًا ملحوظًا، إذ انتقل من النظرة التقليدية القائمة على الفحص النهائي للمخرجات إلى نظرة منظومية تستوعب دورة حياة المشروع كاملة، بدءًا من مرحلة التخطيط والتصميم، مرورًا بالتنفيذ والمراقبة، وانتهاءً بالتشغيل والصيانة. وفي ضوء ذلك، يسعى هذا المبحث إلى تأصيل المفهوم نظريًا، وبيان أهميته وأهدافه وأبعاده واستراتيجياته، مع استعراض أبرز الأطر التحليلية التي تناولته في الأدبيات، بما يخدم البناء النظري للدراسة الحالية.

2.1.2 مفهوم إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

تتعدد التعريفات التي قدّمها الباحثون لمفهوم إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة، وتتباين زوايا المعالجة بين المدرسة الإدارية التي تنظر إليها بوصفها فلسفة تنظيمية شاملة، والمدرسة الهندسية التي تتعامل معها على أنها منظومة معايير فنية قابلة للقياس، والمدرسة المنظومية التي تجمع بين البُعدين الإداري والفني في إطار واحد. ويُعرّف الشودي (٢٠٢٠) إدارة الجودة بوصفها فلسفة إدارية متكاملة ترتكز على إشراك جميع العاملين في تحسين العمليات والمخرجات بصورة مستمرة، بما يضمن تحقيق رضا المستفيدين والوفاء بمتطلباتهم، وهو تعريف يضع الجودة في إطارها الإداري الواسع بوصفها ثقافة تنظيمية قبل أن تكون أداة فنية. ومن منظور أكثر اقترابًا من ميدان المشاريع الإنشائية، يرى الحسن (٢٠٢٥) أن إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية تمثل منظومة من السياسات والإجراءات الموجهة لضبط

مدخلات المشروع وعملياته ومخرجاته، بحيث يُحقّق التوافق بين المواصفات المعتمدة والاحتياجات الفعلية، مع الحرص على استدامة الأداء طوال دورة حياة المشروع.

وفي السياق ذاته، يميّز عبدالصادق ومقابلة (٢٠٢٤) بين الجودة بوصفها معياراً فنياً للتنفيذ، والجودة بوصفها وظيفة حوكمية تشمل التقييم والمراجعة، مؤكّدين أن إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية لا تستقيم دون منظومة حوكمة تضبط القرارات وتقيس الالتزام بالمعايير. أما حزين والبرابعة (٢٠٢٤) فينطلقان من المعايير الدولية لإدارة المشاريع، ويعرّفان الجودة بأنها مدى مطابقة مخرجات المشروع للمواصفات المرجعية المتفق عليها بين الأطراف المعنية، مع الالتزام بالقيود الزمنية والمالية المحددة. ويكمل حوامدة والملكاوي (٢٠٢٢) هذا التوجه بالإشارة إلى أن جودة المشاريع الإنشائية تتطلب التزاماً منهجياً بمعايير دولية معتمدة، وهو ما يجعل الجودة مفهوماً قابلاً للقياس والمقارنة عبر مشاريع وبيئات مختلفة.

وعلى الصعيد الأجنبي، تتسع زاوية النظر لتشمل الأبعاد التقنية المتقدمة؛ إذ يقدّم Willar et al. (2023) تصوراً لإدارة الجودة في مشاريع الطرق بوصفها منظومة متكاملة من ممارسات التخطيط والضبط والتحسين، تتفاعل فيها العوامل التنظيمية مع المتطلبات الهندسية الخاصة بالبنية التحتية. ويذهب Wang et al. (2023) إلى أن جودة مشاريع الطرق السريعة تُقاس عبر مؤشرات رئيسية متعددة الأبعاد، تتضمن جودة المواد والعمليات والمخرجات النهائية، مما يستدعي تطوير أدوات تحليلية قادرة على رصد الاختلالات في هذه المؤشرات والتعامل معها. ويتبنى Nguyen et al. (2024) منظوراً أكثر تخصصاً، إذ يعرّفان إدارة الجودة في مشاريع الطرق بوصفها خطأً منضبطة لضبط الجودة تتلاءم مع طبيعة أساليب التنفيذ البديلة، وهو ما يعكس الاتجاه الحديث نحو ربط الجودة بنماذج التعاقد ذاتها. وفي إطار مكمل، يرى Montoya Alcaraz et al. (2023) أن جودة مشاريع الطرق ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمراجعات السلامة المرورية بوصفها أداة منهجية لضمان التوافق بين التصميم والتشغيل الآمن.

ويتضح من العرض السابق أن المفهوم يتمحور حول ثلاثة محاور رئيسية: المحور الإداري الذي يُبرز الجودة بوصفها فلسفة وممارسة تنظيمية، والمحور الفني الذي يُركّز على المواصفات والمعايير الهندسية، والمحور التكاملي الذي يجمع بين البُعدين في منظومة واحدة. ومن خلال استقراء هذه التعريفات، يرى الباحث أن إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة يمكن تعريفها إجرائياً بأنها: منظومة متكاملة من السياسات والإجراءات والممارسات الإدارية والهندسية التي تستهدف ضبط مدخلات مشروع الطريق وعملياته ومخرجاته، عبر التخطيط المُسبق لمعايير الجودة، والمراقبة المستمرة للتنفيذ، والتحسين

الدوري للأداء، بما يضمن تحقيق أعلى مستويات السلامة المرورية واستدامة البنية التحتية وحماية المستخدمين من المخاطر، وعلى نحو خاص في الظروف التشغيلية الحرجة كالقيادة الليلية. ويتميز هذا التعريف بربط الجودة بهدفها النهائي المتمثل في السلامة، بدلاً من اختزالها في مطابقة المواصفات الفنية وحدها.

3.1.2 أهمية إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة

تتبع أهمية إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة من كونها أداة محورية لتحويل الإنفاق على البنية التحتية إلى قيمة فعلية تنعكس على المستخدمين والمجتمع، ومن قدرتها على بناء جسر بين الكفاءة الاقتصادية والفاعلية الاجتماعية للمشروع. فالطرق التي تُنفَّذ وفق منظومة جودة محكمة لا تُحقق المتانة الإنشائية فحسب، بل تُسهم في تقليل الخسائر البشرية والمادية، وفي تعزيز ثقة المستفيدين بالخدمات العامة، وفي رفع جاذبية المدن للاستثمار والسكن. ومن هذا المنطلق، أولت الأدبيات الإدارية والهندسية أهمية متزايدة لهذا المفهوم، وتعددت زوايا تناولها له.

ويشير الجرابعة والطراونة (٢٠٢٢) إلى أن أهمية إدارة الجودة في المشاريع الخدمية والإنشائية تتجلى في عدة جوانب، أولها أنها تُسهم في رفع كفاءة استخدام الموارد المخصصة للمشاريع وتقليل الهدر فيها، وثانيها أنها تُعزز قدرة الجهات المنفذة على الاستجابة للمتغيرات البيئية والتنظيمية المحيطة، وثالثها أنها تُمثل أداة لضبط جودة المخرجات بما يتفق مع تطلعات المستفيدين، ورابعها أنها تُسهم في تحسين صورة المؤسسة المنفذة أمام الأطراف الرقابية والمجتمعية. ويرى العبدالات والشورة (٢٠٢١) أن أهمية إدارة الجودة تتعاضد في المشاريع ذات الطابع المؤسسي والحكومي؛ لأنها تُمثل ركيزة من ركائز الحوكمة الرشيدة، وتُسهم في الحد من المخاطر، وتُتيح للجهات المنفذة قدرًا أعلى من الشفافية والمساءلة في التعامل مع الموارد العامة.

ومن زاوية تكاملية، يبيّن عبدالصادق ومقابلة (٢٠٢٤) أن إدارة الجودة تكتسب أهمية استثنائية في المشاريع الإنشائية كبيرة الحجم، إذ تُسهم في ضمان استدامة المنشآت لفترات تشغيل طويلة، وفي خفض كلفة الصيانة على المدى البعيد، وفي تعزيز قدرة المؤسسة على تنفيذ مشاريع مماثلة بكفاءة أعلى من خلال التراكم المعرفي والتحسين المستمر. ويُضيف الشمري (٢٠٢٤) أن أهمية إدارة الجودة في مشاريع الطرق تتمثل في أنها الإطار الذي تُترجم من خلاله التحسينات الهندسية إلى تحسين فعلي في مستويات السلامة،

وفي أنها تربط بين قرارات التصميم وممارسات التنفيذ بصورة منهجية، وفي أنها تُتيح تقييم أثر التدخلات الهندسية في بيئة الطريق على أنماط الحركة وسلوك السائقين.

ويذهب هيله (٢٠٢٤) إلى أن إدارة الجودة في مشاريع الطرق تكتسب أهميتها من ارتباطها المباشر بمهام البلديات والجهات المحلية، إذ تُتيح لها أدوات منهجية لتحسين جودة الطرق على نحو يخفض الحوادث المرورية، ويرفع رضا السكان، ويُحسّن جودة الحياة الحضرية. ويكمل مقدار (٢٠٢٤) هذا التصور بأن أهمية إدارة الجودة تظهر في كونها أداة موضوعية لتقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات، بما يُتيح صياغة سياسات تحسين مستندة إلى مؤشرات قابلة للقياس بدلاً من الانطباعات العامة.

ومن منظور أجنبي، تُبرز دراسة (Willar et al. (2023 أهمية إدارة الجودة في مشاريع تشييد الطرق من خلال ربطها بقدرة المؤسسة على التعامل مع تعقيدات سلسلة الإمداد، وضمان التزام المتعاقدين والمتعاقدين من الباطن بالمواصفات، وتقليل التباين في مستويات الأداء بين المشاريع المختلفة. ويُشير (Nguyen et al. (2024 إلى أن أهمية إدارة الجودة في مشاريع الطرق تتجلى أيضًا في كونها أداة لإدارة المخاطر المرتبطة بأساليب التنفيذ الحديثة، وفي قدرتها على مواءمة خطط الضبط مع طبيعة كل عقد. ومن جهة أخرى، يطرح (Mohamad (2024 بُعدًا اجتماعيًا لأهمية إدارة الجودة، إذ يربطها بتحسين نوعية الحياة في المجتمعات المحلية من خلال أثرها في خفض الحوادث وتعزيز الإحساس بالأمان في الفضاء العام.

ومن هذه الزوايا مجتمعة، يمكن القول إن أهمية إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة تتوزع على ثلاثة مستويات: مستوى مؤسسي يتعلق بتحسين أداء الجهة المنفذة وحوكمتها، ومستوى فني يتعلق بضبط جودة المخرجات الهندسية واستدامتها، ومستوى مجتمعي يتعلق بحماية الأرواح وتحسين جودة الحياة الحضرية. وهذا التوزيع للأهمية يُبرر إدراج المتغير في صلب الدراسة الحالية بوصفه عاملاً مفسرًا لتحسن السلامة المرورية الليلية.

4.1.2 أهداف إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

تتعدد الأهداف التي تسعى إدارة الجودة إلى تحقيقها في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة، وتتدرج بين أهداف تشغيلية مباشرة تتعلق بضبط التنفيذ، وأهداف استراتيجية بعيدة المدى تتعلق باستدامة

البنية التحتية وسلامة المستخدمين. وقد تباينت أطر الباحثين في تحديد هذه الأهداف بحسب زاوية تناولهم للمفهوم.

ويرى الشودري (٢٠٢٠) أن إدارة الجودة في المؤسسات تستهدف جملة من الغايات، يمكن إجمالها في: تحسين العمليات الداخلية للمنظمة بصورة مستمرة، وتعزيز مشاركة العاملين في صنع القرار وتطوير الأداء، وضمان رضا المستفيدين عبر الوفاء بمتطلباتهم بكفاءة وفاعلية، وترسيخ ثقافة تنظيمية داعمة للتحسين والتطوير، فضلاً عن تعزيز القدرة التنافسية للمؤسسة في بيئة عملها.

ويحدد حوامدة والملكاوي (٢٠٢٢) أهداف إدارة الجودة في المشاريع الإنشائية في عدة عناصر، أبرزها: ضمان مطابقة المخرجات للمواصفات الفنية المعتمدة، وضبط دورة حياة المشروع زمنياً ومالياً وفنياً، وتقليل الانحرافات بين المخطط والمنفذ، ورفع كفاءة الفرق العاملة على المشروع، وتوفير قاعدة بيانات تراكمية لتطوير المشاريع المستقبلية. ويُضيف الحسن (٢٠٢٥) أهدافاً ذات طابع استدامي تتمحور حول: المحافظة على جودة الأداء الإنشائي بعد التسليم، وتمديد العمر الافتراضي للمنشآت، وتقليل تكاليف الصيانة التشغيلية، وضمان التوافق مع المعايير البيئية والاجتماعية.

ومن منظور قطاع الطرق، يطرح العتوم (٢٠٢٤أ) أهدافاً أكثر تخصصاً لإدارة الجودة في مشاريع البنية التحتية للطرق، تتمثل في: تحسين السلامة المرورية في المناطق الحضرية عبر معالجة عناصر هندسة الطريق، والحدّ من مواقع الخطر التشغيلي، ورفع كفاءة استخدام الفضاء الحضري للحركة، فضلاً عن دعم قرارات التخطيط العمراني بمعلومات هندسية موثوقة. ويكمل العتوم (٢٠٢٤ب) هذا التصور بأهداف تتصل بصيانة الطرق، تتمحور حول: الحفاظ على المستوى الخدمي للطريق طوال عمره الافتراضي، وتقليل الحوادث الناشئة عن تدهور سطح الطريق، وتحسين كفاءة استخدام المركبات المخصصة للصيانة. ويُشير هيله (٢٠٢٤) إلى أن إدارة الجودة في الطرق تستهدف صياغة استراتيجيات متكاملة لتحسين جودة الطرق وتقليل الحوادث، عبر تطوير منظومة معايير محلية تتلاءم مع طبيعة البلديات وإمكاناتها.

ومن جهة أخرى، يطرح (Willar et al. 2023) أهدافاً منهجية لإدارة الجودة في مشاريع تشييد الطرق، تتمحور حول: بناء توافق بين الخبراء حول مؤشرات الجودة المعتمدة، وتقليل الفجوة بين الممارسات الفعلية والمعايير الدولية، وتطوير أدوات تقييم قابلة للتطبيق في بيئات متعددة. ويكمل Wang et al. (2023) ذلك بأهداف تحليلية ترتبط بكشف الاختلالات في توزيع مؤشرات الجودة، وتطوير أدوات تنقيب

البيانات لتحسين عمليات اتخاذ القرار في مشاريع الطرق السريعة. أما Nguyen et al. (2024) فيركّز على أهداف ترتبط بمواءمة خطط الجودة مع أساليب التنفيذ البديلة، بما يُقلل المخاطر التعاقدية ويرفع كفاءة التسليم.

ومن استقراء هذه الأهداف، يتضح أن إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة تجمع بين أهداف وقائية تتمثل في تجنب الأخطاء قبل وقوعها، وأهداف تصحيحية تتعلق بمعالجة الانحرافات حال حدوثها، وأهداف تطويرية ترمي إلى التحسين المستمر للأداء. وهذا التنوع في الأهداف يجعل من المفهوم إطارًا شاملاً قادرًا على التأثير في مستويات السلامة المرورية بصورة عامة، وفي خفض الحوادث الليلية على وجه الخصوص.

5.1.2 أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

تم تحديد أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة في الدراسة الحالية بناءً على المراجعة الموسعة للأدبيات، ولا سيما دراسات الشمري (٢٠٢٤) والعتوم (٢٠٢٤، ٢٠٢٤ب) ومقداد (٢٠٢٤) وهيله (٢٠٢٤)، إضافة إلى دراستي Willar et al. (2023) و Dumitrascu (2024)، إذ تتقاطع هذه الدراسات في إبراز أربعة أبعاد محورية تشكّل البنية التحليلية للمتغير المستقل: جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، وفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية. وفيما يلي عرض مفصّل لكل بُعد.

البُعد الأول: جودة التصميم الهندسي للطريق

يُمثّل التصميم الهندسي للطريق الركيزة الأولى التي تُبنى عليها بقية عناصر السلامة، إذ تُحدد قرارات التصميم في مراحلها المبكرة كثيرًا من المخاطر التي يصعب معالجتها لاحقًا. ويُشير Dumitrascu (2024) إلى أن تصميم البنية التحتية للطريق يؤثر تأثيرًا مباشرًا في احتمالات وقوع الحوادث، وأن قرارات التصميم المتعلقة بالانحناءات والميول والتقاطعات تُشكّل بيئة الحركة التي يتفاعل معها السائقون، ومن ثم فإن أي قصور في هذه القرارات يُترجم إلى مواقع خطر مستمرة طوال عمر الطريق.

وفي السياق ذاته، يطرح العتوم (٢٠٢٤) رؤية متكاملة لدور هندسة الطرق في تحسين السلامة المرورية في المناطق الحضرية، مؤكدًا أن جودة التصميم لا تقتصر على المواصفات الفنية لمكونات

الطريق، بل تتعدى ذلك إلى التكامل بين عناصر الطريق والمحيط العمراني، وإلى مراعاة سلوكيات المستخدمين المحتملة، وإلى توفير حلول هندسية لمواقع الخطر المتكررة. ويكمل Montoya Alcaraz et al. (2023) هذا التصور من خلال إطار مراجعات السلامة المرورية، الذي يطرح جودة التصميم بوصفها نتاج عمليات مراجعة منهجية متعددة المراحل، تتضمن تقييم البدائل، وتحليل المخاطر، والتأكد من ملائمة الحلول للسياق التشغيلي.

ومن منظور تكاملي، تطرح دراسة Willar et al. (2023) جودة التصميم بوصفها أحد المحاور الأساسية في إدارة الجودة لمشاريع تشييد الطرق، إذ تتداخل قرارات التصميم مع متطلبات التنفيذ، وتتأثر بمستوى الكفاءة المهنية للفرق المشاركة. ويضيف Nguyen et al. (2024) بُعدًا تعاقديًا، مفاده أن خطط ضبط الجودة في مرحلة التصميم تختلف باختلاف أسلوب التنفيذ المعتمد، وأن المواءمة بين الجانبين شرط ضروري لجودة المخرج النهائي.

ويتضح من هذه المداخل أن جودة التصميم الهندسي للطريق تشمل دقة المواصفات الفنية، وملاءمة الحلول للسياق العمراني، ومراعاة سلوك المستخدم، والتكامل مع متطلبات التنفيذ. ويرى الباحث أن هذا البُعد يُمثل المدخل الوقائي الأول لإدارة الجودة، إذ يُقلل الحاجة إلى تدخلات لاحقة مكلفة، ويهيئ الطريق ليكون آمنًا في الظروف التشغيلية المختلفة، بما فيها ظروف القيادة الليلية.

البُعد الثاني: كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية

يكتسب هذا البُعد أهمية مضاعفة في سياق الحوادث الليلية، إذ تتراجع قدرة العين البشرية على التقاط التفاصيل في الظروف الضوئية المنخفضة، ويصبح الاعتماد على أنظمة الإنارة والإشارات شرطًا حاسمًا للقيادة الآمنة. ويُقدّم الغامدي (٢٠٢١) إطارًا تحليليًا لسلامة السير في الليل، يربط بين مستويات الإنارة وأنماط الحوادث، ويُبرز الحاجة إلى منظومة إنارة قادرة على توفير رؤية كافية للسائقين دون إحداث وهج يُربك الإدراك البصري.

ويكمل Chakraborty & Srinivasan (2025) هذا التحليل بطرح إطار يربط بين ظروف الإنارة وشدة الحوادث الليلية في فئات معينة من السائقين، مشيرين إلى أن جودة الإنارة لا تُقاس بكميتها وحدها، بل بتوزيعها واتساقها على امتداد الطريق، وبقدرتها على إبراز المخاطر المحتملة في الوقت المناسب. ومن منظور تقني متقدم، يطرح Marchant & Norman (2022) إطارًا لتقييم أثر التحول إلى مصابيح الإنارة

البيضاء على السلامة المرورية، وهو إطار يُبرز الحاجة إلى تقييم منهجي طويل المدى لأي تغيير في مواصفات الإنارة قبل تعميمه على شبكة الطرق.

وفيما يخص الإشارات المرورية، تطرح دراسة (Layegh & Alecsandru 2025) إطارًا لتقييم الإشارات المضاءة بتقنية LED عند التقاطعات، مع التركيز على دورها في تعزيز إدراك السائقين لحدود التقاطع ومتطلبات التوقف. وفي إطار مكمل، يُقدم (Hu & Cicchino 2025) منظورًا يربط بين أجهزة إضاءة معابر المشاة والإشارات الوامضة السريعة وسلوك السائقين الليلي، بما يُبرز أن جودة منظومة الإشارات تتجاوز مجرد التركيب لتشمل ملائمة التقنية المستخدمة لطبيعة الموقع وأنماط الحركة فيه.

ويرى الباحث أن كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات تتحدد عبر أربعة معايير متكاملة: كثافة الإنارة وتوزيعها، ووضوح الإشارات وقابليتها للإدراك ليلاً، وتكامل التقنية مع البيئة المحيطة، واستدامة الأداء عبر الزمن. وتبرز أهمية هذا البعد في كونه يُمثل خط الدفاع الثاني بعد التصميم، إذ يُعالج جزءًا كبيرًا من القصور الإدراكي المرتبط بالقيادة الليلية.

البعد الثالث: فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية

تُشكل أجهزة السلامة والحماية الطرقية الطبقة المادية المباشرة التي تحول دون تحول الأخطاء البشرية إلى حوادث جسيمة، أو تُخفف من شدتها عند وقوعها. ويُقدم (Fisa et al. 2022) إطارًا تحليليًا واسعًا لتدخلات الوقاية من الحوادث المرورية، يستعرض أنماط التدخل الهندسي والتقني المختلفة، ويُبرز التكامل المطلوب بين أجهزة الحماية المختلفة على امتداد الطريق.

ومن منظور تقني متقدم، يطرح (Usman et al. 2025) إطارًا لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل سلامة المشاة الليلية في المجتمعات المختلفة، وهو إطار يُبرز التحول الحديث في تقييم فاعلية أجهزة السلامة من الاعتماد على الملاحظات الميدانية المحدودة إلى الاعتماد على منظومات تحليلية متقدمة قادرة على رصد الأنماط الدقيقة في سلوك المستخدمين والمركبات. ويُقدم (Mohamad 2024) إطارًا مكملًا يربط بين تحسينات السلامة المرورية وأثرها في المجتمعات المحلية، بما يُبرز أن فاعلية أجهزة الحماية تُقاس ليس فقط بقدرتها التقنية على منع الحوادث، بل أيضًا بقدرتها على تعزيز شعور المستخدمين بالأمان وتحسين جودة حياتهم.

وفي إطار محلي، يطرح الجبوري (٢٠٢٤) تحليلًا لظاهرة الحوادث المرورية يكشف عن الحاجة إلى تكثيف أجهزة الحماية في المواقع ذات المخاطر العالية، ويُبرز التكامل بين هذه الأجهزة والإجراءات التنظيمية الأخرى. ويكمل بولقواس (٢٠٢٣) هذا التصور من منظور المدن الذكية، إذ يُبرز التطور الحاصل في أجهزة السلامة الطرقية باتجاه دمجها في منظومات ذكية قادرة على التفاعل مع البيئة المرورية في الوقت الحقيقي.

ويرى الباحث أن فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية تتحدد عبر مدى ملاءمتها لطبيعة المخاطر في كل موقع، وتكاملها مع بقية عناصر السلامة، وقدرتها على التكيف مع الظروف التشغيلية المختلفة، ومستوى صيانتها واستدامتها. ويُمثل هذا البُعد العنصر الأكثر ارتباطًا بتخفيف شدة الحوادث الليلية، إذ يعمل بوصفه خط الدفاع الأخير عند فشل العناصر السابقة.

البُعد الرابع: جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية

تُمثل برامج الصيانة الدورية والوقائية البُعد الذي يضمن استمرارية أداء عناصر الطريق وفق المعايير المعتمدة في التصميم والتنفيذ، إذ إن أي تدهور في حالة الطريق أو أجهزته يُعيد إنتاج المخاطر التي عُولجت في المراحل السابقة. ويُقدم العتوم (٢٠٢٤ب) إطارًا تحليليًا لأثر صيانة الطرق باستخدام المركبات المخصصة على الحوادث المرورية، يُبرز أن جودة الصيانة لا تتحدد بوتيرتها وحدها، بل بكفاءة الأدوات المستخدمة وقدرتها على معالجة الاختلالات في وقت مبكر.

ويُكمل Zahidy et al. (2024) هذا التصور من خلال إطار لتقييم العلاقة بين جودة خدمة الطريق والحوادث المرورية، مُبرّرًا أن استدامة جودة الطريق تتطلب منظومة صيانة قادرة على رصد التدهور التدريجي قبل أن يتحول إلى مصدر خطر فعلي. وفي السياق ذاته، يطرح Wang et al. (2023) إطارًا تحليليًا لمؤشرات جودة مشاريع الطرق السريعة، يتضمن مؤشرات الأداء المرتبطة بمرحلة التشغيل، وهي مؤشرات تُمثل المرجعية التي تستند إليها برامج الصيانة في تحديد الأولويات.

ومن منظور بلدي، تطرح مقدار (٢٠٢٤) إطارًا لتقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات، يُبرز أن جودة الصيانة تتحدد بمدى انتظام عمليات التقييم الدوري، وبقدرة الجهات المعنية على ترجمة نتائج التقييم إلى تدخلات صيانة فعلية. ويكمل Nguyen et al. (2024) ذلك بطرح بُعد تعاقد يربط بين خطط

ضبط الجودة وأساليب التنفيذ، بما يشمل مرحلة ما بعد التسليم التي تتولى فيها الصيانة دور الحفاظ على الأداء.

ويرى الباحث أن جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية تتحدد عبر منهجية واضحة لجدولة الصيانة، وكفاءة الأدوات والمركبات المستخدمة، وقدرة البرنامج على المعالجة الاستباقية للاختلالات، وتوفير قاعدة بيانات تشغيلية تدعم القرار. ويُمثل هذا البُعد العنصر الذي يضمن استدامة بقية الأبعاد، إذ إن أي قصور فيه يُفقد المنظومة كاملةً قدرتها على الإسهام في خفض الحوادث الليلية.

6.1.2 استراتيجيات تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

تتعدد الاستراتيجيات التي تتبناها الجهات المعنية بتنفيذ مشاريع تخطيط الطرق وعناصر السلامة لتطبيق إدارة الجودة، وتختلف هذه الاستراتيجيات باختلاف السياق المؤسسي والإمكانات المتاحة وطبيعة المشروع. وي طرح هيله (٢٠٢٤) إطارًا استراتيجيًا لتحسين جودة الطرق وتقليل الحوادث في البلديات، يقوم على التكامل بين التخطيط المُسبق، والتقييم الدوري، والشراكة مع الجهات الفنية المتخصصة. ويكمل بولقواس (٢٠٢٣) هذا الإطار بتقديم استراتيجية قائمة على دمج تقنيات المدن الذكية في منظومة السلامة المرورية، بحيث تُسهم البنية التقنية في رفع كفاءة الرقابة والاستجابة.

ومن منظور المعايير الدولية، يطرح حزين والبرازية (٢٠٢٤) استراتيجية مبنية على تبني المعايير الدولية لإدارة المشاريع بوصفها مرجعية لضبط الجودة، وهو ما يُتيح للجهات المنفذة الاستفادة من خبرات تراكمية عالمية. ويُقدم Willar et al. (2023) استراتيجية تقييمية قائمة على منهجية دلفي للوصول إلى توافق بين الخبراء حول معايير جودة مشاريع تشييد الطرق، بما يُتيح بناء إطار تقييمي قابل للتطبيق في بيئات متعددة. وفي إطار مكمل، يطرح Wang et al. (2023) استراتيجية تحليلية قائمة على تقنيات تنقيب البيانات لمعالجة عدم التوازن في مؤشرات الجودة، وهو ما يُمثل تحولًا من الإدارة التقليدية إلى الإدارة المستندة إلى البيانات.

ويُضيف Nguyen et al. (2024) استراتيجية قائمة على مواءمة خطط ضبط الجودة مع أساليب التنفيذ البديلة، بما يضمن انسجامًا بين المتطلبات التعاقدية والممارسات الفعلية. ويكمل Montoya Alcaraz et al. (2023) ذلك باستراتيجية قائمة على مراجعات السلامة المرورية بوصفها أداة منهجية متعددة المراحل تُدمج في دورة حياة المشروع.

ويرى الباحث أن الاستراتيجيات السابقة تتكامل في تشكيل منظومة متعددة المستويات لتطبيق إدارة الجودة، تشمل المستوى التشريعي والتنظيمي، والمستوى المؤسسي، والمستوى الفني، والمستوى التشغيلي. وتُمثل هذه المنظومة الإطار العملي الذي تتحول من خلاله الأبعاد النظرية لإدارة الجودة إلى ممارسات فعلية تنعكس على مستويات السلامة المرورية.

7.1.2 المتطلبات المؤسسية لتطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق

يستلزم تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق توفر جملة من المتطلبات المؤسسية التي تُمثل البنية الداعمة لنجاح المنظومة. ويُشير العبدلات والشورة (٢٠٢١) إلى أن الحاكمية الرشيدة تُمثل مطلبًا أساسيًا لإدارة المشاريع بكفاءة، إذ تُتيح إطارًا للمساءلة والشفافية في اتخاذ القرارات المتعلقة بالجودة. ويكمل عبدالصادق ومقابلة (٢٠٢٤) هذا التصور بإبراز دور الحوكمة والتقييم في تعزيز جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية، بوصفها أداتين مكملتين تضمنان توافق الممارسة مع المعايير المعتمدة.

ومن منظور تنظيمي، يطرح الزيغم وقمانه (٢٠٢٢) إطارًا للثقافة القانونية للسلامة بوصفها مطلبًا مؤسسيًا لخفض الحوادث، وهو إطار يُبرز أن إدارة الجودة لا تستقيم دون ثقافة تنظيمية داعمة تُعلي من قيمة السلامة في الممارسة اليومية. ويكمل الجرابعة والطراونة (٢٠٢٢) ذلك بإبراز دور اليقظة الاستراتيجية في جودة تنفيذ المشاريع، بوصفها قدرة مؤسسية على استشراف المتغيرات والتكيف معها.

ويرى الباحث أن المتطلبات المؤسسية لإدارة الجودة تتضمن البنية التشريعية، والثقافة التنظيمية، والكوادر المؤهلة، ونظم المعلومات الداعمة، وآليات التنسيق بين الجهات المعنية. وتُمثل هذه المتطلبات شرطًا لتنفيذ الأبعاد والاستراتيجيات السابقة، إذ إن غيابها أو ضعفها يُحوّل إدارة الجودة إلى شعار نظري دون أثر فعلي.

8.1.2 التحديات التي تواجه تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق

على الرغم من الأهمية البالغة لإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطرق، فإن تطبيقها يواجه جملة من التحديات التي تختلف باختلاف السياق. ويُشير الجبوري (٢٠٢٤) إلى أن ظاهرة الحوادث المرورية تتأثر بعوامل متعددة تتداخل فيها الأسباب الهندسية والبشرية والتنظيمية، مما يُعقّد عملية تطبيق إدارة الجودة

ويستلزم مقاربات متعددة الأبعاد. ويكمل (Dangisso 2023) هذا التصور بإطار يُبرز أثر العوامل البشرية في الحوادث المرورية، مشيرًا إلى أن إدارة الجودة الهندسية وحدها لا تكفي ما لم تقترن بمعالجة هذه العوامل.

ومن منظور تنفيذي، يطرح حوامدة والملكاوي (٢٠٢٢) تحديات تتعلق بمدى التزام شركات المقاولات بالمعايير الدولية لإدارة المشاريع، وهي تحديات تتصل بالكفاءات المتاحة وبالتكاليف المرتبطة بالامتثال. ويكمل بوتقنوشات (٢٠٢٠) ذلك بإبراز التحديات المتعلقة بالتربية المرورية بوصفها عاملاً مكملاً لإدارة الجودة الهندسية، إذ إن أي قصور في الوعي المروري لدى المستخدمين يُقلل من الأثر الفعلي للتحسينات الهندسية.

ويرى الباحث أن التحديات تتوزع على مستويات متعددة، تشمل التحديات الفنية المرتبطة بتعقيد المشاريع، والتحديات المؤسسية المرتبطة بضعف الحوكمة، والتحديات السلوكية المرتبطة بسلوك المستخدمين، والتحديات المالية المرتبطة بمحدودية الموارد. وتُشكل هذه التحديات مجتمعةً الإطار الذي يتعين على الجهات المعنية التعامل معه عند تصميم استراتيجياتها لإدارة الجودة.

المبحث الثاني: خفض الحوادث الليلية

1.2.2 تمهيد

تُمثل الحوادث المرورية الليلية ظاهرة بالغة الخطورة على المستويين الإنساني والاقتصادي، إذ تتسم بمعدلات شدة أعلى مقارنة بالحوادث النهارية، نظرًا لتداخل عوامل متعددة في ظروف القيادة بعد حلول الظلام، تتصل بمحدودية الرؤية، وتراجع كفاءة الإدراك البصري، وتغيّر أنماط حركة المركبات والمشاة، وتباين سلوك السائقين تحت ظروف الإجهاد والإضاءة المنخفضة. ومن هنا، فإن خفض الحوادث الليلية لم يعد هدفًا قطاعيًا منعزلًا، بل أصبح محورًا استراتيجيًا في سياسات السلامة المرورية الحديثة، يتطلب تكاملًا بين التدخلات الهندسية والإدارية والتقنية والسلوكية. وتسعى الجهات المعنية إلى تطوير منظومات متكاملة لمعالجة هذه الظاهرة، تستند إلى تحليل دقيق لأنماط الحوادث، وتوظف أحدث التقنيات في رصدها والتنبؤ بها والتدخل لخفضها. ويتناول هذا المبحث المتغير التابع للدراسة الحالية بالعرض والتحليل، من خلال استعراض مفهومه، وأهميته، وأهداف خفضه، وأبعاده، والاستراتيجيات الموظفة لتحقيقه، فضلًا عن العوامل المؤثرة فيه والتحديات التي تواجه الجهات المعنية به.

2.2.2 مفهوم خفض الحوادث الليلية

يتمحور مفهوم خفض الحوادث الليلية حول جملة من التعريفات التي قدّمها الباحثون من زوايا متعددة، تتراوح بين الزاوية الإحصائية التي تنظر إليه بوصفه تراجعًا في معدلات الحوادث في فترة زمنية محددة، والزاوية المنظومية التي تتعامل معه على أنه محصلة لتدخلات متكاملة في بيئة الطريق وسلوك المستخدم، والزاوية الإدراكية التي تربطه بقدرة منظومة الطريق على معالجة القصور البصري المرتبط بالقيادة الليلية.

ويُقَدِّم الغامدي (٢٠٢١) إطارًا تحليليًا لسلامة السير في الليل، يُعرّف ضمنًا خفض الحوادث الليلية بوصفه تراجعًا منهجيًا في المعدلات المسجلة للحوادث في الفترات المسائية والليلية، مرتبطًا بتدخلات هندسية وإدارية محددة، وقابلًا للقياس عبر مؤشرات إحصائية متعددة. ومن منظور مكمل، يطرح Chakraborty (2025) مفهوم خفض الحوادث الليلية بوصفه عملية تخفيف لشدة الحوادث الواقعة فعليًا، وليس فقط لعددها، مشيرين إلى أن جودة منظومة الطريق تؤثر في مستوى الإصابات الناتجة عن الحوادث الليلية بصورة تتفاوت بحسب الفئة العمرية للسائقين.

وعلى صعيد آخر، يُعرّف (Fisa et al. (2022) خفض الحوادث المرورية بصفة عامة بوصفه محصلة لتدخلات متعددة المستويات، تشمل التدخلات التشريعية، والهندسية، والتعليمية، والإكلينيكية، وهو تعريف يستحضر طبيعة الظاهرة المركبة ويربط خفضها بمنظومة شاملة من السياسات. ويكمل (Dumitrascu (2024) هذا التصور بطرح خفض الحوادث بوصفه استجابة لتحسين تصميم البنية التحتية للطريق، مؤكداً أن القرارات التصميمية تمثل عاملاً حاسماً في تشكيل بيئة قيادة آمنة في الظروف الليلية.

ومن زاوية إدراكية، يطرح (Hu & Cicchino (2025) مفهوم خفض الحوادث الليلية بوصفه نتاجاً لتحسين قدرة السائقين على إدراك المخاطر في الظروف الضوئية المنخفضة، عبر تدخلات تستهدف رفع مستوى التباين البصري وتعزيز الانتباه لمواقع الخطر. ويكمل (Usman et al. (2025) ذلك بطرح مفهوم متقدم يربط خفض الحوادث الليلية بقدرة المنظومة التحليلية على رصد الأنماط الدقيقة في تفاعل المشاة والمركبات، وتوجيه التدخلات بناءً على هذه الأنماط. ومن منظور محلي، يطرح الجبوري (٢٠٢٤) مفهوماً أكثر شمولاً لخفض الحوادث، يُبرز ارتباطه بمعالجة الأسباب المتعددة التي تُسهم في وقوع الحوادث في بيئات حضرية محددة.

ومن استقراء هذه التعريفات، يتضح أن مفهوم خفض الحوادث الليلية يجمع بين البُعد الكمي المتمثل في تراجع العدد، والبُعد النوعي المتمثل في تخفيف الشدة، والبُعد المنظومي المتمثل في التكامل بين التدخلات. ويرى الباحث أن خفض الحوادث الليلية يمكن تعريفه إجرائياً بأنه: التراجع الموثق في معدلات الحوادث المرورية الواقعة في الفترات الليلية وفي شدة الإصابات والخسائر الناتجة عنها، نتيجةً لتدخلات منهجية متكاملة تشمل تحسين بيئة الطريق وعناصر الإنارة والإشارات وأجهزة السلامة وبرامج الصيانة، بما يُحقق مستويات أعلى من السلامة المرورية الليلية ويسهم في حماية الأرواح والممتلكات في الفضاء الحضري. ويتميز هذا التعريف بربط خفض التدخلات المنظومية، وبالنظر إليه بوصفه ظاهرة قابلة للقياس عبر مؤشرات متعددة.

3.2.2 أهمية خفض الحوادث الليلية

تتبع أهمية خفض الحوادث الليلية من تشابك آثارها الإنسانية والاقتصادية والاجتماعية، ومن ارتباطها الوثيق بجودة الحياة في المدن الحديثة. فالحوادث الليلية لا تمثل مجرد حوادث مرورية تقع في فترة زمنية معينة، بل هي ظاهرة تختلف خصائصها عن الحوادث النهارية في درجة الشدة، وأنماط الإصابات، وتوزيع

المتأثرين بها، وتكلفة معالجة آثارها. ومن هنا، أولت الأدبيات الأكاديمية والمهنية أهمية متزايدة لمعالجة هذه الظاهرة، وتعددت زوايا تناولها لأهميتها.

ويشير بوتفنوشات (٢٠٢٠) إلى أن أهمية خفض الحوادث المرورية بصورة عامة، والليلية منها بصورة خاصة، تتجلى في عدة جوانب، أولها أنها تسهم في حماية الأرواح البشرية وصون الكرامة الإنسانية من الفقد المفاجئ، وثانيها أنها تقلل العبء الاقتصادي على المنظومة الصحية والاجتماعية، وثالثها أنها تعزز الإحساس بالأمان لدى مستخدمي الطريق، ورابعها أنها تمثل مؤشراً على نضج المنظومة المرورية ومستوى الوعي المجتمعي، وخامسها أنها تسهم في تحسين الأداء الاقتصادي عبر تقليل تعطل الحركة وتلف الممتلكات.

ويرى الجبوري (٢٠٢٤) أن أهمية خفض الحوادث المرورية تكتسب طابعاً مضاعفاً في البيئات الحضرية التي تشهد كثافة سكانية ومرورية عالية، إذ تنعكس الحوادث على الأداء العام للمدينة، وتؤثر في جاذبيتها للسكن والاستثمار، وتستنزف موارد الجهات المعنية بالاستجابة الطارئة. ويضيف الزينغ وقمانه (٢٠٢٢) بُعداً تنظيمياً لأهمية خفض الحوادث، إذ يرتبط الأمر بحماية المورد البشري في بيئات العمل المختلفة، وتعزيز ثقافة السلامة بوصفها قيمة مجتمعية ومؤسسية.

ومن منظور هندسي، يُبرز الشمري (٢٠٢٤) أهمية خفض الحوادث في كونها الهدف النهائي الذي تتجه إليه التحسينات في تصميم الطرق، وفي كونها المعيار الأكثر موضوعية لتقييم أثر التدخلات الهندسية. ويكمل Mohamad (2024) هذا التصور من زاوية مجتمعية، إذ يربط بين تحسينات السلامة المرورية وأثرها في جودة حياة المجتمعات المحلية، بما يُبرز أن خفض الحوادث ليس هدفاً تقنياً فحسب، بل مكوناً أساسياً من مكونات الرفاه الحضري.

وعلى صعيد الحوادث الليلية تحديداً، يُبرز Chakraborty & Srinivasan (2025) أهمية خفضها من زاوية الفئات السكانية الأكثر هشاشة، ولا سيما السائقين كبار السن، الذين تتأثر قدرتهم البصرية بصورة أكبر بظروف الإنارة المنخفضة، مما يجعل التدخلات الهادفة إلى خفض الحوادث الليلية ذات أثر مضاعف على هذه الفئات. ويكمل Usman et al. (2025) ذلك بإبراز أهمية خفض الحوادث الليلية للمشاة في المجتمعات الحضرية، بوصفهم الفئة الأكثر تعرضاً للحوادث الجسيمة في الظروف الضوئية المنخفضة.

ومن جانب آخر، تُبرز دراسة (Marchant & Norman (2022 أهمية خفض الحوادث الليلية من زاوية السياسات الحضرية المتعلقة بأنظمة الإنارة، مُشيرين إلى أن قرارات تطوير منظومة الإنارة في المدن تُمثل قرارات استراتيجية ذات أثر طويل المدى على السلامة المرورية الليلية. ويُكمل بولقواس (٢٠٢٣) هذا التصور بإبراز أهمية خفض الحوادث في سياق المدن الذكية، إذ تُمثل السلامة المرورية مؤشراً محورياً على نضج التحول الذكي للمدينة.

ومن استقراء هذه الزوايا مجتمعةً، يتضح أن أهمية خفض الحوادث الليلية تتوزع على ثلاثة مستويات متكاملة: مستوى إنساني يتعلق بحماية الأرواح وصون الكرامة، ومستوى اقتصادي يتعلق بتقليل الخسائر المباشرة وغير المباشرة، ومستوى تنموي يتعلق بتعزيز جودة الحياة الحضرية واستدامة المدن. وهذا التوزيع للأهمية يُبرر اختيار خفض الحوادث الليلية متغيراً تابعاً في الدراسة الحالية، ويُعزز قيمة البحث في علاقته بإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق.

4.2.2 أهداف خفض الحوادث الليلية

تتنوع الأهداف التي تسعى الجهات المعنية إلى تحقيقها عبر برامج خفض الحوادث الليلية، وتتدرج من أهداف مباشرة تتعلق بتقليل أعداد الحوادث وشدتها، إلى أهداف غير مباشرة تتصل بتحسين البيئة المرورية بوجه عام. وقد تباينت الأطر المرجعية للباحثين في تحديد هذه الأهداف بحسب زاوية تناولهم للظاهرة.

ويرى (Fisa et al. (2022 أن أهداف خفض الحوادث المرورية يمكن تصنيفها في عدة عناصر متكاملة، أبرزها: تقليل العدد المطلق للحوادث المسجلة في فترة زمنية محددة، وتخفيف شدة الإصابات الناتجة عن الحوادث الواقعة فعلاً، وحماية الفئات الأكثر هشاشة من مستخدمي الطريق، وتعزيز قدرة المنظومة الصحية على الاستجابة للحالات الطارئة، وتطوير قاعدة معرفية تستند إليها التدخلات المستقبلية.

ويُحدد الغامدي (٢٠٢١) أهداف خفض الحوادث الليلية في إطار أكثر تخصصاً، يتضمن: معالجة القصور البصري المرتبط بالقيادة الليلية، وتقليل الحوادث في المواقع ذات الإنارة المتدنية، ورفع مستوى التباين البصري بين عناصر الطريق المختلفة، وتوفير ظروف إدراكية تُتيح للسائقين اتخاذ قرارات سليمة في الوقت المناسب، وخفض معدلات الحوادث في الساعات التي تشهد ذروة المخاطر الليلية.

ومن منظور مكمل، يطرح (Hu & Cicchino (2025) أهدافاً ترتبط بسلامة المشاة الليلية تحديداً، تتمحور حول: تعزيز إدراك السائقين لوجود المشاة في معابر العبور، وتحسين سلوك التنازل عند معابر المشاة في الظروف الليلية، وضبط سرعات المركبات في المواقع ذات الكثافة العالية من المشاة، وتقليل الحوادث الواقعة عند معابر العبور في الفترات الليلية. ويكمل (Layegh & Alecsandru (2025) ذلك بأهداف ترتبط بسلامة التقاطعات، تتضمن: تعزيز إدراك السائقين لحدود التقاطع، ورفع مستوى الالتزام بأوامر التوقف، وتقليل الحوادث الناشئة عن سوء تقدير المسافة في الظروف الليلية.

ومن زاوية أكثر شمولاً، يطرح هيله (٢٠٢٤) أهدافاً تتصل بتحسين جودة الطرق وتقليل الحوادث في إطار البلديات، تتضمن: تطوير معايير محلية للسلامة المرورية تتلاءم مع طبيعة المدينة، ودمج اعتبارات السلامة في خطط التطوير الحضري، وتعزيز التنسيق بين الجهات المعنية بإدارة الطريق، وبناء قاعدة بيانات محلية للحوادث تدعم اتخاذ القرار. ويضيف العنوم (٢٠٢٤) أهدافاً ترتبط بدور هندسة الطرق في تحسين السلامة المرورية في المناطق الحضرية، تتمحور حول: معالجة مواقع الخطر المتكررة، وتحسين تنظيم الحركة المرورية، ورفع كفاءة استخدام الفضاء الطرقي، وضمان سلامة جميع فئات المستخدمين.

ومن استقراء هذه الأهداف، يتضح أن خفض الحوادث الليلية يستهدف ثلاث غايات رئيسية: غاية وقائية تتمثل في منع وقوع الحوادث قبل حدوثها، وغاية تخفيفية تتمثل في تقليل شدة الحوادث الواقعة، وغاية تنموية تتمثل في بناء منظومة مرورية مستدامة قادرة على الاستجابة للتحديات المستقبلية. وهذا التنوع في الأهداف يجعل من المتغير محوراً غنياً للدراسة، يستوعب قراءات متعددة لتأثره بمنظومة إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق.

5.2.2 أبعاد خفض الحوادث الليلية

على الرغم من معالجة المتغير التابع في الدراسة الحالية بوصفه محوراً أحادياً يتكوّن من عشر فقرات قياسية، فإن التحليل النظري يستدعي عرض الأبعاد الجوهرية التي يتضمنها هذا المتغير، حتى يتسنى توجيه فقرات القياس وفق فهم شامل للظاهرة. وتم استخلاص هذه الأبعاد بناءً على مراجعة دراسات Fisa (2022) و Usman et al. (2025) والغامدي (٢٠٢١) و Hu & Cicchino (2025) و Layegh & Alecsandru (2025)، وفيما يلي عرض موجز لأهم هذه الأبعاد التحليلية.

البُعد الكمي لخفض الحوادث الليلية: يُمثل هذا البُعد الأساس الذي تستند إليه عمليات القياس والتقييم، إذ يتضمن رصد التراجع في عدد الحوادث المسجلة في الفترات الليلية خلال فترات متعاقبة. ويُبرز Fisa et al. (2022) أن المراجعة المنهجية لتدخلات الوقاية من الحوادث تستند إلى مؤشرات كمية يمكن تتبعها عبر الزمن، بما يُتيح المقارنة بين الفترات السابقة واللاحقة للتدخل. ويُكمل Marchant & Norman (2022) هذا التصور بطرح إطار للتحليل الطولي متعدد المستويات لقياس أثر التغيرات في منظومة الإنارة على تطور أعداد الحوادث في فترات زمنية ممتدة، بما يُتيح ضبط الأثر بمعزل عن المتغيرات السياقية الأخرى. ويرى الباحث أن البُعد الكمي يُمثل المؤشر الأوضح والأكثر قابلية للقياس، غير أنه لا يكفي وحده لتقييم خفض الحوادث الليلية بصورة شاملة، إذ يحتاج إلى أبعاد أخرى مكملّة.

البُعد النوعي المتعلق بشدة الحوادث: يُكمل هذا البُعد الصورة الكمية، إذ ينظر إلى الحوادث ليس بوصفها وحدات متماثلة، بل بوصفها وقائع تتفاوت في شدتها وفي حجم الخسائر المترتبة عليها. وي طرح Chakraborty & Srinivasan (2025) إطارًا تحليليًا لشدة الحوادث الليلية، يُبرز التفاوت في الشدة بحسب ظروف الإنارة وفئة السائق، ويُتيح التمييز بين الحوادث البسيطة والحوادث الجسيمة. ويُكمل Zahidy et al. (2024) هذا الإطار من زاوية جودة خدمة الطريق، إذ يربط بين مستوى الجودة وشدة الحوادث المرتبطة بها على الطرق السريعة، بما يُتيح فهمًا أعمق لتأثير الجودة في مخرجات السلامة. ويرى الباحث أن البُعد النوعي يُعزز عملية التقييم بإضافة عمق تحليلي يتجاوز العد المجرد إلى تقدير حجم الأثر الفعلي للحوادث على الأفراد والمنظومة الصحية.

البُعد السلوكي المتعلق بتفاعل مستخدمي الطريق: يتضمن هذا البُعد رصد التغيرات في سلوكيات السائقين والمشاة في الظروف الليلية، استجابةً للتدخلات الموظفة. وي طرح Hu & Cicchino (2025) إطارًا تحليليًا لسلوك السائقين الليلي عند معابر المشاة، يُبرز كيف تنعكس التحسينات في أجهزة الإضاءة والإشارات على معدلات التنازل والسرعات. ويُكمل Dangisso (2023) هذا التصور بإطار تحليلي للعوامل البشرية في الحوادث المرورية، يُبرز أن سلوك مستخدمي الطريق يُمثل متغيرًا وسيطًا حاسمًا بين بيئة الطريق ومخرجات السلامة. ويرى الباحث أن البُعد السلوكي يُمثل حلقة الوصل بين التدخلات الهندسية ومخرجاتها النهائية، إذ إن أي تحسين هندسي لا يتحول إلى خفض فعلي للحوادث ما لم يصاحبه تغير سلوكي مناسب لدى المستخدمين.

البُعد المكاني المتعلق بتوزيع الحوادث: يتضمن هذا البُعد رصد التغيرات في توزيع الحوادث على الشبكة المرورية، إذ إن خفض الحوادث في موقع معين قد يقترن بتحولها إلى مواقع أخرى ما لم يُعالج بصورة منظومية. وي طرح (Layegh & Alecsandru 2025) إطارًا للدراسة قبل/بعد التدخل عند تقاطعات محددة، يُتيح رصد التغيرات المكانية الدقيقة في أنماط الحوادث. ويكمل العتوم (٢٠٢٤) ذلك بإطار يربط بين خصائص الموقع الحضري وأنماط الحوادث فيه، مُبررًا أن المعالجة المكانية تستلزم فهمًا تفصيليًا لكل موقع على حدة. ويرى الباحث أن البُعد المكاني يُتيح تشخيصًا أدق للظاهرة، ويوجه التدخلات نحو المواقع الأكثر حاجة إلى المعالجة.

البُعد الزمني المتعلق بأنماط وقوع الحوادث: يتضمن هذا البُعد رصد توزيع الحوادث على الساعات المختلفة من الليل، وعلى أيام الأسبوع، وعلى الفصول، إذ تتفاوت معدلات الحوادث بتفاوت هذه المحددات الزمنية. ويبرز الغامدي (٢٠٢١) من خلال تحليله لسلامة السير في الليل في مدينة الرياض أن أنماط الحوادث الليلية ترتبط بتوزيعات زمنية محددة، يستوجب فهمها لتوجيه التدخلات المناسبة. ويرى الباحث أن البُعد الزمني يُكمل البُعد المكاني في توفير صورة دقيقة للظاهرة، ويُتيح تصميم تدخلات موجهة زمنيًا ومكانيًا.

ويتضح من العرض السابق أن خفض الحوادث الليلية مفهوم متعدد الأبعاد، تتكامل فيه الجوانب الكمية والنوعية والسلوكية والمكانية والزمنية، وأن قياسه يستلزم استيعاب هذه الأبعاد في فقرات القياس المعتمدة، حتى تعكس الأداة قياسًا شاملاً للظاهرة لا قياسًا جزئيًا.

6.2.2 استراتيجيات خفض الحوادث الليلية

تتعدد الاستراتيجيات التي توظفها الجهات المعنية لخفض الحوادث الليلية، وتختلف باختلاف السياق المؤسسي والإمكانات التقنية المتاحة. ويُمكن تصنيف هذه الاستراتيجيات في عدة محاور متكاملة.

الاستراتيجية الهندسية القائمة على تطوير البنية التحتية: تستند هذه الاستراتيجية إلى افتراض أن البنية التحتية للطريق تُمثل العامل الأكثر قابلية للضبط من قبل الجهات المعنية، وأن تحسينها يُترجم إلى خفض ملموس في الحوادث. وي طرح (Dumitrascu 2024) إطارًا قائمًا على المحاكاة الحاسوبية لتقييم أثر تصميم البنية التحتية في معدلات الحوادث، وهو إطار يُتيح تجريب البدائل التصميمية افتراضيًا قبل تنفيذها

فعلياً. ويُكمل الشمري (٢٠٢٤) هذا الإطار بطرح استراتيجية للتحسينات في تصميم الطرق تستهدف زيادة السلامة وتقليل الحوادث، عبر التدخل في عناصر الطريق التي تشكل بيئة القيادة.

الاستراتيجية القائمة على تطوير منظومة الإنارة: تستهدف هذه الاستراتيجية معالجة العامل الإدراكي الأبرز في الحوادث الليلية، وهو محدودية الرؤية. ويُقدم Marchant & Norman (2022) إطاراً لتقييم أثر التحول إلى الإنارة البيضاء على السلامة المرورية في المدن، يستند إلى تحليل طولي متعدد المستويات يضبط المتغيرات السياقية. ويُكمل Hu & Cicchino (2025) ذلك بطرح استراتيجية تستند إلى إضاءة معابر المشاة والإشارات الوامضة السريعة، بما يُعزز إدراك السائقين لوجود المشاة ويُحسن سلوك التنازل في الظروف الليلية.

الاستراتيجية القائمة على تطوير الإشارات والأجهزة: تستهدف هذه الاستراتيجية تعزيز التواصل البصري بين الطريق والسائق في الظروف الليلية. ويطرح Layegh & Alecsandru (2025) استراتيجية قائمة على الإشارات المضاءة بتقنية LED عند التقاطعات، تُتيح إدراكاً أوضح لحدود التقاطع ومتطلبات التوقف. ويُكمل بولقواس (٢٠٢٣) هذا الإطار باستراتيجية أوسع تتصل بسياسات تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكية، بما يدمج الأجهزة في منظومة مرورية ذكية متكاملة.

الاستراتيجية القائمة على الصيانة: تستهدف هذه الاستراتيجية الحفاظ على المستوى الخدمي للطريق وأجهزته بما يضمن استدامة أثر التدخلات الأخرى. ويطرح العتوم (٢٠٢٤) إطاراً لأثر صيانة الطرق باستخدام المركبات المخصصة على تقليل الحوادث، يُبرز كيف تُسهم كفاءة الصيانة في الحفاظ على مستويات السلامة المتحققة. ويُكمل Zahidy et al. (2024) ذلك باستراتيجية تستند إلى تقييم العلاقة بين جودة خدمة الطريق والحوادث على الطرق السريعة.

الاستراتيجية القائمة على التحليل المتقدم للبيانات: تستهدف هذه الاستراتيجية الاستفادة من التطور التقني في رصد أنماط الحوادث والتنبؤ بها وتوجيه التدخلات. ويطرح Usman et al. (2025) إطاراً لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل سلامة المشاة الليلية، يُتيح رصد الأنماط الدقيقة في تفاعل المستخدمين والمركبات. وفي السياق ذاته، يطرح مقداد (٢٠٢٤) إطاراً لتقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات يستند إلى مؤشرات قابلة للقياس، بما يُتيح اتخاذ قرارات تدخل مبنية على بيانات فعلية.

الاستراتيجية القائمة على التربية والتوعية: تستهدف هذه الاستراتيجية معالجة العامل البشري الذي يُمثل عنصراً محورياً في الحوادث الليلية. وي طرح بوتقنوشات (٢٠٢٠) إطاراً للتربية المرورية بوصفها أداة للتقليل من حوادث المرور، يُبرز دور الوعي والثقافة المرورية في تشكيل سلوك المستخدمين. ويكمل الزيغم وقمانه (٢٠٢٢) هذا التصور بإطار للثقافة القانونية للسلامة بوصفها أداة لخفض الحوادث في بيئات العمل.

ويرى الباحث أن هذه الاستراتيجيات تتكامل في تشكيل منظومة متعددة المستويات لخفض الحوادث الليلية، ولا يُمكن لأي منها أن تُحقق أثراً مستداماً بمعزل عن غيرها. وتُمثل هذه المنظومة الإطار العملي الذي تتحول من خلاله مدخلات إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق إلى مخرجات فعلية على مستوى السلامة المرورية الليلية.

7.2.2 العوامل المؤثرة في خفض الحوادث الليلية

يتأثر خفض الحوادث الليلية بمجموعة من العوامل المتشابكة التي تتفاعل فيما بينها لتشكيل النتيجة النهائية، ويمكن تصنيف هذه العوامل في عدة محاور متكاملة.

العوامل البشرية: تُمثل هذه العوامل المحور الذي تجتمع عنده تأثيرات بقية العوامل، إذ يُعد الإنسان الفاعل الرئيس في منظومة الطريق. وي طرح (Dangisso 2023) إطاراً تحليلياً للعوامل البشرية في الحوادث المرورية، يُبرز تأثير الخصائص الديموغرافية والسلوكية للسائقين في احتمالات وقوع الحوادث. ويكمل (Chakraborty & Srinivasan 2025) هذا التصور بإطار يربط بين العمر وقدرة السائقين على التكيف مع ظروف القيادة الليلية، مُبرزاً حساسية فئة السائقين كبار السن لتدني الإنارة.

العوامل الهندسية: تتعلق هذه العوامل بخصائص الطريق ومكوناته، وتُمثل المجال الأكثر قابلية للتدخل من قبل الجهات المعنية. وي طرح العتوم (٢٠٢٤) إطاراً لدور هندسة الطرق في تحسين السلامة المرورية في المناطق الحضرية، يُبرز كيف تنعكس قرارات التصميم في أنماط الحوادث. ويكمل Dumitrascu (2024) ذلك بإطار يبرز كيف يؤثر تصميم البنية التحتية للطريق في احتمالات وقوع الحوادث.

العوامل البيئية: تتعلق هذه العوامل بالظروف المحيطة بالطريق، بما فيها الإنارة الطبيعية والصناعية، والأحوال الجوية، والكثافة المرورية. وي طرح الغامدي (٢٠٢١) إطاراً لتحليل سلامة السير في الليل يُبرز

تأثير الظروف البيئية المختلفة في معدلات الحوادث. ويكمل Marchant & Norman (2022) ذلك بإطار يبرز كيف تنعكس التغيرات في منظومة الإنارة الحضرية على السلامة المرورية في المدى الطويل.

العوامل التنظيمية: تتعلق هذه العوامل بالإطار المؤسسي والإجرائي الذي تُدار من خلاله السلامة المرورية. وي طرح العبدالات والشورة (٢٠٢١) إطارًا للحاكمية الرشيدة في إدارة المشاريع يُبرز كيف تنعكس جودة الإدارة على مخرجات المشاريع. ويكمل عبدالصادق ومقابلة (٢٠٢٤) ذلك بإطار للحوكمة والتقييم بوصفهما أداتين لتعزيز جودة التنفيذ في المشاريع الإنشائية.

العوامل التقنية: تتعلق هذه العوامل بالأدوات والأنظمة التي توظفها الجهات المعنية لإدارة السلامة المرورية. وي طرح Usman et al. (2025) إطارًا لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل سلامة المشاة، يُبرز التحول الحديث نحو الإدارة الذكية للسلامة. ويكمل بولقواس (٢٠٢٣) ذلك بإطار لسياسات تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكية، بما يُبرز التطور التقني في هذا المجال.

ويرى الباحث أن هذه العوامل تتفاعل بصورة معقدة لتشكيل مخرجات السلامة المرورية الليلية، وأن أي تدخل فعال لخفض الحوادث يستلزم استيعابًا منظوميًا لهذه العوامل وللعلاقات بينها، بدلًا من التركيز على عامل واحد بمعزل عن غيره.

8.2.2 مؤشرات قياس خفض الحوادث الليلية

يستلزم قياس خفض الحوادث الليلية توافر مؤشرات منهجية قابلة للرصد والمتابعة، تُتيح للجهات المعنية تقييم أثر تدخلاتها واتخاذ قرارات مبنية على الأدلة. وتتووع هذه المؤشرات بحسب الزاوية التحليلية المعتمدة.

وي طرح Fisa et al. (2022) إطارًا لمؤشرات تقييم تدخلات الوقاية من الحوادث المرورية، يستند إلى المراجعة المنهجية للأدلة، ويُتيح المقارنة بين أنواع التدخلات المختلفة. ويكمل Zahidy et al. (2024) ذلك بمؤشرات تربط بين جودة خدمة الطريق ومعدلات الحوادث، بما يُتيح قياس الأثر بصورة متعددة الأبعاد. ومن منظور تنفيذي، ي طرح مقدار (٢٠٢٤) مؤشرات لتقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات، تُمثل قاعدة معلوماتية يستند إليها تقييم أثر التدخلات على السلامة المرورية.

ويرى الباحث أن مؤشرات قياس خفض الحوادث الليلية ينبغي أن تشمل مؤشرات كمية تتعلق بأعداد الحوادث، ومؤشرات نوعية تتعلق بشدتها، ومؤشرات سلوكية تتعلق بتفاعل المستخدمين، ومؤشرات مكانية

وزمنية تتعلق بتوزيع الحوادث، بحيث تتكامل هذه المؤشرات في تقديم صورة شاملة عن الظاهرة وعن أثر التدخلات الموظفة.

9.2.2 التحديات التي تواجه جهود خفض الحوادث الليلية

على الرغم من الجهود المتواصلة لخفض الحوادث الليلية، فإن هذه الجهود تواجه جملة من التحديات التي تختلف باختلاف السياق المؤسسي والاجتماعي. ويُشير الجبوري (٢٠٢٤) إلى أن ظاهرة الحوادث المرورية تتسم بتعدد أسبابها وتشابكها، مما يُعقد عملية المعالجة ويستلزم مقاربات شاملة. ويكمل Dangisso (2023) ذلك بإطار يُبرز التحديات المرتبطة بالعوامل البشرية، التي يصعب ضبطها بالتدخلات الهندسية وحدها.

ومن منظور تنفيذي، يطرح حزين والبرابعة (٢٠٢٤) تحديات تتعلق بمدى تبني المعايير الدولية لإدارة المشاريع في شركات الإنشاءات، وهي تحديات تنعكس على جودة المشاريع وعلى أثرها في السلامة المرورية. ويكمل حوامة والملكاوي (٢٠٢٢) ذلك بطرح تحديات تتعلق بمدى التزام شركات المقاولات بالمعايير الدولية، وأثر ذلك على جودة المشاريع الإنشائية.

وعلى صعيد الحوكمة، يطرح العبدالات والشورة (٢٠٢١) تحديات تتعلق بضعف الحاكمية الرشيدة في إدارة المشاريع، وأثرها في كفاءة التدخلات. ويكمل الجرابعة والطراونة (٢٠٢٢) ذلك بإطار يبرز التحديات المرتبطة بالليقظة الاستراتيجية، وضرورة تعزيز قدرة المؤسسات على استشراف التحولات والتكيف معها.

ومن منظور تقني، تُشير الأطر الحديثة إلى تحديات تتعلق بمواكبة التطور التقني في رصد الحوادث وتحليلها، وبتطبيق التقنيات الذكية في منظومة السلامة المرورية، وهي تحديات يطرحها بولقواس (٢٠٢٣) في سياق سياسات تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكية.

ويرى الباحث أن التحديات تتوزع على مستويات متعددة، تشمل التحديات المؤسسية المرتبطة بضعف الحوكمة والتنسيق، والتحديات الفنية المرتبطة بمحدودية الإمكانيات التقنية، والتحديات السلوكية المرتبطة بثقافة المستخدمين، والتحديات المالية المرتبطة بمحدودية الموارد المخصصة. وتُشكل هذه التحديات مجتمعةً الإطار الذي يتعين على الجهات المعنية التعامل معه عند تصميم استراتيجياتها لخفض الحوادث الليلية.

10.2.2 العلاقة بين إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وخفض الحوادث الليلية

تتجلى العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع في الدراسة الحالية في كون إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق تُمثل المدخل المنظومي الذي تتشكل من خلاله العوامل المؤثرة في خفض الحوادث الليلية. فجودة التصميم الهندسي تُسهم في تشكيل بيئة قيادة آمنة في الظروف الليلية، وكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات تُعالج القصور الإدراكي المرتبط بالقيادة الليلية، وفاعلية أجهزة السلامة تُمثل خط الدفاع الأخير ضد تحول الأخطاء إلى حوادث جسيمة، وجودة برامج الصيانة تضمن استدامة هذه التدخلات عبر الزمن.

ويُكرّس الإطار النظري للدراسة هذه العلاقة عبر استعراض كيف تنعكس أبعاد إدارة الجودة على مؤشرات خفض الحوادث الليلية، بما يُهيئ القاعدة المعرفية للفروض البحثية التي تربط بين المتغيرين. وتستند هذه العلاقة إلى منظور تكاملي يستوعب الطبيعة المنظومية للظاهرة، ويرفض اختزالها في علاقة سببية بسيطة بين عامل وحيد ومخرج محدد.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها

1.3 تمهيد

يُمثّل هذا الفصل الإطار المنهجي والإجرائي الذي اعتمدته الدراسة الحالية لاختبار فروضها وتحقيق أهدافها المتعلقة بفحص أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها الأربعة (جودة التصميم الهندسي للطريق، وكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، وفعالية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، وجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية) على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة. ويتضمن الفصل عرضاً تفصيلياً لمنهج الدراسة المعتمد، ومجتمعها وعينتها، وأداة جمع البيانات، والإجراءات التي اتُبعت للتحقق من صدقها وثباتها، بما في ذلك مصفوفة الارتباط بين أبعاد المتغير المستقل وأبعاد المتغير التابع، فضلاً عن الأساليب الإحصائية الموظفة في معالجة البيانات واختبار الفروض. ويهدف هذا العرض إلى توفير الشفافية المنهجية الكاملة التي تُتيح للقارئ تقييم مدى دقة الإجراءات المتبعة، وتُمكن الباحثين الآخرين من تكرار الدراسة في سياقات مماثلة.

2.3 منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأنسب لطبيعة المشكلة البحثية وأهداف الدراسة وفروضها، إذ يُتيح هذا المنهج وصف الظاهرة موضع الدراسة كما هي في الواقع، وجمع البيانات الكافية والدقيقة عنها من مصادرها الأولية، وتحليلها للوصول إلى استنتاجات تُسهم في فهم العلاقة بين متغيرات الدراسة. ويتلاءم هذا المنهج مع طبيعة الدراسة التي تسعى إلى فحص أثر متغير مستقل متعدد الأبعاد (إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة) على متغير تابع (خفض الحوادث الليلية)، في سياق تطبيقي محدد هو مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

واستندت الدراسة إلى مصدرين رئيسيين في جمع البيانات: المصادر الثانوية المتمثلة في الكتب والدوريات العلمية والرسائل الجامعية والتقارير المتخصصة، التي وظّفت في بناء الإطار النظري وصياغة فقرات الأدلة؛ والمصادر الأولية المتمثلة في الاستبانة التي وُزعت على أفراد عينة الدراسة لجمع البيانات الميدانية اللازمة لاختبار الفروض.

3.3 مجتمع الدراسة

تكوّن مجتمع الدراسة من جميع العاملين في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، الذين يشغلون مناصب فنية وإدارية ذات علاقة مباشرة بإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة، ويشمل ذلك المهندسين والمشرفين الفنيين وفنيي السلامة المرورية ومسؤولي ضبط الجودة والقائمين على برامج الصيانة الدورية والوقائية في الجهات الحكومية والشركات المنفذة العاملة في هذا القطاع داخل مدينة جدة.

وبلغ العدد التقديري لمجتمع الدراسة وفق البيانات المتاحة من الجهات المعنية (٤٢٠ فردًا)، يتوزعون على الجهات الحكومية المشرفة وشركات المقاولات المتخصصة في مشاريع صيانة السلامة المرورية في مدينة جدة.

4.3 عينة الدراسة

نظرًا لمحدودية حجم مجتمع الدراسة وقابلية الوصول إلى أفرادها، اعتمدت الدراسة على أسلوب العينة العشوائية الطبقية بما يضمن تمثيل الفئات الوظيفية المختلفة داخل المجتمع، وقد حُدد حجم العينة باستخدام معادلة ستيفن ثامبسون لتحديد حجم العينة عند مستوى ثقة (٩٥٪) ودرجة خطأ (٠.٠٥)، فبلغ حجم العينة المستهدف ٢٠١ فردًا.

ولضمان الحصول على العدد المطلوب من الاستبانات الصالحة للتحليل، وُزعت ٢٢٠ استبانة على أفراد العينة، استُرجع منها 212 استبانة، استُبعدت منها 7 استبانات لعدم اكتمال البيانات أو لظهور أنماط إجابة غير جدية، ليصل عدد الاستبانات الصالحة للتحليل إلى ٢٠٥ استبانات، بنسبة استرداد بلغت ٩٦.٣٦٪ ونسبة صلاحية للتحليل بلغت ٩٣.١٨٪ من إجمالي الاستبانات الموزعة، وهي نسب مرتفعة تعزز موثوقية البيانات المجمعة.

جدول (3 - 1): توزيع الاستبانات على فئات مجتمع الدراسة

م	الفئة الوظيفية	عدد المجتمع	الاستبانات الموزعة	الاستبانات المسترجعة	الاستبانات المستبعدة	الاستبانات الصالحة	النسبة المئوية للصالحة
١	المهندسون المشرفون	١٢٥	٦٥	٦٣	٢	٦١	%٢٩.٧٦
٢	فنيو السلامة المرورية	١١٠	٥٧	٥٥	٢	٥٣	%٢٥.٨٥
٣	مسؤولو ضبط الجودة	٧٥	٤٠	٣٨	١	٣٧	%١٨.٠٥
٤	القائمون على الصيانة	٧٠	٣٥	٣٤	١	٣٣	%١٦.١٠
٥	الإداريون والمنسقون	٤٠	٢٣	٢٢	١	٢١	%١٠.٢٤
	الإجمالي	٤٢٠	٢٢٠	٢١٢	٧	٢٠٥	%١٠٠

5.3 أداة الدراسة

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، نظرًا لملاءمتها لطبيعة الدراسة الوصفية التحليلية وقدرتها على جمع بيانات كمية من عدد كبير من المبحوثين في وقت محدود. وقد بُنيت الاستبانة بعد المراجعة الموسعة للأدبيات السابقة المتعلقة بمتغيرات الدراسة، ولا سيما دراسات الشمري (٢٠٢٤) والعتوم (٢٠٢٤، أ، ٢٠٢٤ ب) ومقداد (٢٠٢٤) وهيله (٢٠٢٤) والغامدي (٢٠٢١)، و (2023) Willar et al. و (2024) Dumitrascu و (2025) Layegh & Alecsandru و Hu & Cicchino (2025). و Chakraborty & Srinivasan (2025).

بنية الأداة

تكوّن الاستبانة في صورتها النهائية من ثلاثة أقسام رئيسية:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة (الجنس، العمر، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، المسمى الوظيفي).

القسم الثاني: فقرات قياس المتغير المستقل (إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة)، ويتضمن (١٦) فقرة موزعة على أربعة أبعاد:

- جودة التصميم الهندسي للطريق: (٤) فقرات.
- كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية: (٤) فقرات.
- فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية: (٤) فقرات.
- جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية: (٤) فقرات.

القسم الثالث: فقرات قياس المتغير التابع (خفض الحوادث الليلية)، ويتضمن (١٠) فقرات. وبذلك بلغ إجمالي فقرات الأداة (٢٦) فقرة موضوعية، إضافة إلى فقرات البيانات الديموغرافية.

مقياس الاستجابة

اعتمد مقياس ليكرت الخماسي لقياس استجابات أفراد العينة على فقرات الأداة، وفق التدرج التالي: (موافق بشدة = ٥ درجات، موافق = ٤ درجات، محايد = ٣ درجات، غير موافق = ٢ درجة، غير موافق بشدة = ١ درجة).

ولتفسير المتوسطات الحسابية لاستجابات أفراد العينة، اعتمد المعيار التالي القائم على طول الفئة (٠.٨٠) المحسوب بقسمة المدى (٤) على عدد الفئات (٥):

جدول (3 - 2) المتوسطات الحسابية لاستجابات أفراد العينة

المتوسط الحسابي	درجة الموافقة
من ١.٠٠ إلى أقل من ١.٨٠	منخفضة جدًا

منخفضة	من ١.٨٠ إلى أقل من ٢.٦٠
متوسطة	من ٢.٦٠ إلى أقل من ٣.٤٠
مرتفعة	من ٣.٤٠ إلى أقل من ٤.٢٠
مرتفعة جدًا	من ٤.٢٠ إلى ٥.٠٠

6.3 صدق أداة الدراسة

للتحقق من صدق الأداة، اعتمدت الدراسة على نوعين من الصدق:

الصدق الظاهري (صدق المحكمين)

عُرضت الاستبانة في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين الأكاديميين والمتخصصين في مجالات إدارة الأعمال، وإدارة المشاريع، وهندسة الطرق، والسلامة المرورية، بلغ عددهم (١٠ محكمين)، وذلك للحكم على مدى وضوح الفقرات وسلامة صياغتها اللغوية ومدى انتماء كل فقرة للبُعد الذي تقيسه. وفي ضوء ملاحظات المحكمين، أُجريت التعديلات اللازمة على بعض الفقرات (حُذفت فقرتان، وأُعيدت صياغة خمس فقرات، ودمجت فقرتان)، حتى استقرت الأداة على صورتها النهائية المعتمدة في الدراسة.

صدق الاتساق الداخلي

للتحقق من صدق الاتساق الداخلي للأداة، طُبِّقت الاستبانة على عينة استطلاعية مكونة من 30 فردًا من خارج عينة الدراسة الأصلية، وحُسبت معاملات ارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة والدرجة الكلية للبُعد الذي تنتمي إليه، وبين درجة كل بُعد والدرجة الكلية للمحور.

جدول (3 - 3): معاملات ارتباط فقرات أبعاد المتغير المستقل بالدرجة الكلية للبُعد

البُعد	الفقرة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
جودة التصميم الهندسي للطريق	١	٠.٧٨٢ **	٠.٠٠٠٠
	٢	٠.٨٠٤ **	٠.٠٠٠٠
	٣	٠.٧٥٦ **	٠.٠٠٠٠

٠.٠٠٠٠	**٠.٨١٩	٤	كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات
٠.٠٠٠٠	**٠.٧٩١	٥	
٠.٠٠٠٠	**٠.٨٢٧	٦	
٠.٠٠٠٠	**٠.٧٦٤	٧	
٠.٠٠٠٠	**٠.٨٠٥	٨	
٠.٠٠٠٠	**٠.٨١٢	٩	فاعلية أجهزة السلامة والحماية
٠.٠٠٠٠	**٠.٧٧٣	١٠	
٠.٠٠٠٠	**٠.٧٩٨	١١	
٠.٠٠٠٠	**٠.٨٣٤	١٢	
٠.٠٠٠٠	**٠.٧٨٧	١٣	جودة برامج الصيانة
٠.٠٠٠٠	**٠.٨١٦	١٤	
٠.٠٠٠٠	**٠.٧٦٩	١٥	
٠.٠٠٠٠	**٠.٨٢٢	١٦	

**دالة عند مستوى (٠.٠٠١).

جدول (3 - 4): معاملات ارتباط فقرات المتغير التابع (خفض الحوادث الليلية) بالدرجة الكلية للمحور

الفقرة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
١	**٠.٧٨٤	٠.٠٠٠٠
٢	**٠.٨١٢	٠.٠٠٠٠
٣	**٠.٧٦٧	٠.٠٠٠٠
٤	**٠.٨٢٩	٠.٠٠٠٠
٥	**٠.٧٩٥	٠.٠٠٠٠
٦	**٠.٨٠٨	٠.٠٠٠٠
٧	**٠.٧٧٣	٠.٠٠٠٠
٨	**٠.٨٢١	٠.٠٠٠٠

٠.٠٠٠٠	**٠.٧٨٩	٩
٠.٠٠٠٠	**٠.٨٠٢	١٠

**دالة عند مستوى (٠.٠١).

يتضح من الجدولين السابقين أن جميع معاملات الارتباط بين فقرات الأداة والدرجة الكلية للبُعد الذي تنتمي إليه دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، وأن قيم المعاملات تراوحت بين (٠.٧٥٦) و(٠.٨٣٤) لفقرات المتغير المستقل، وبين (٠.٧٦٧) و(٠.٨٢٩) لفقرات المتغير التابع، وهي قيم مرتفعة تدل على تمتع الأداة بصدق اتساق داخلي عالٍ.

7.3 ثبات أداة الدراسة

للتحقق من ثبات الأداة، استُخدم معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس الاتساق الداخلي لفقرات الأداة، إذ يُعد هذا المعامل من أكثر معاملات الثبات استخدامًا في الدراسات الإدارية والاجتماعية. ويُعد المعامل مقبولًا إذا تجاوزت قيمته (٠.٧٠).

جدول (3 - 5): معاملات ثبات ألفا كرونباخ لأبعاد الدراسة

م	المتغير/البُعد	عدد الفقرات	معامل ألفا كرونباخ
١	جودة التصميم الهندسي للطريق	٤	٠.٨٧٢
٢	كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية	٤	٠.٨٩١
٣	فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية	٤	٠.٨٨٦
٤	جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية	٤	٠.٩٠٤
	إدارة الجودة (المتغير المستقل ككل)	١٦	٠.٩٣٧
٥	خفض الحوادث الليلية (المتغير التابع)	١٠	٠.٩٢٥
	الأداة ككل	٢٦	٠.٩٥٢

يتضح من الجدول أن جميع معاملات الثبات تجاوزت الحد المقبول إحصائيًا (٠.٧٠)، إذ تراوحت معاملات ثبات أبعاد المتغير المستقل بين (٠.٨٧٢) و(٠.٩٠٤)، وبلغ معامل ثبات المتغير المستقل ككل

(٠.٩٣٧)، ومعامل ثبات المتغير التابع (٠.٩٢٥)، وبلغ معامل ثبات الأداة ككل (٠.٩٥٢)، وهي قيم مرتفعة جدًا تدل على تمتع الأداة بدرجة عالية من الثبات وصلاحياتها للتطبيق.

8.3 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

للتحقق من العلاقات الارتباطية بين أبعاد المتغير المستقل بعضها ببعض، وبينها وبين المتغير التابع، حُسبت معاملات ارتباط بيرسون، وفيما يلي مصفوفة الارتباط الناتجة:

جدول (3 - 6): مصفوفة الارتباط بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع (ن = ٢٠٥)

المتغير	1	2	3	4	5	6
(١) جودة التصميم الهندسي	١					
(٢) كفاءة الإنارة والإشارات	**٠.٦٣٤	١				
(٣) فاعلية أجهزة السلامة	**٠.٥٩٨	**٠.٦٧٢	١			
(٤) جودة برامج الصيانة	**٠.٥٧٢	**٠.٦١٥	**٠.٦٨٩	١		
(٥) إدارة الجودة (ككل)	**٠.٨١٧	**٠.٨٥٣	**٠.٨٦٢	**٠.٨٤٦	١	
(٦) خفض الحوادث الليلية	**٠.٦٤٢	**٠.٧١٨	**٠.٧٣٤	**٠.٧٠٦	**٠.٨٢٩	١

**دالة عند مستوى (٠.٠١).

يتضح من مصفوفة الارتباط أن جميع معاملات الارتباط بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، وأنها تتراوح بين (٠.٦٤٢) لبُعد جودة التصميم الهندسي و(٠.٧٣٤) لبُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية، فيما بلغ معامل الارتباط بين المتغير المستقل ككل والمتغير التابع (٠.٨٢٩)، وهي علاقات ارتباطية موجبة قوية تُمهّد لاختبار فروض الدراسة عبر تحليل الانحدار.

كما يُلاحظ أن معاملات الارتباط بين أبعاد المتغير المستقل بعضها ببعض تراوحت بين (٠.٥٧٢) و(٠.٦٨٩)، وهي قيم تدل على وجود ارتباط متوسط إلى قوي بين الأبعاد دون أن يصل إلى حدّ التداخل التام الذي يُثير مشكلة الازدواج الخطي بين المتغيرات المستقلة، إذ إن جميع القيم نقل عن الحد الحرج (٠.٨٠) الذي يُشير إلى احتمال وجود تداخل خطي مُخل بنتائج الانحدار.

9.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة

اعتمدت الدراسة في تحليل بياناتها واختبار فروضها على برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) في إصدار حديث، وتم توظيف الأساليب الإحصائية التالية:

- التكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص أفراد عينة الدراسة الديموغرافية والوظيفية.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياس استجابات أفراد العينة على فقرات الأداة وأبعادها، وترتيب الفقرات والأبعاد وفق متوسطاتها.
- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) للتحقق من ثبات الأداة وأبعادها الفرعية.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) للتحقق من صدق الاتساق الداخلي للأداة، ولبناء مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة.
- اختبار معامل تضخم التباين (VIF) واختبار التباين المسموح به (Tolerance) للتأكد من عدم وجود مشكلة الازدواج الخطي بين المتغيرات المستقلة قبل تطبيق تحليل الانحدار.
- اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات باستخدام معاملي الالتواء (Skewness) والتقلطح (Kurtosis) للتأكد من ملائمة البيانات لتطبيق الاختبارات المعلمية.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع على حدة، وذلك لاختبار الفروض الفرعية.
- تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression) لاختبار الأثر المشترك لأبعاد المتغير المستقل مجتمعةً على المتغير التابع، وذلك لاختبار الفرض الرئيس.
- اختبار (T) للعينات المستقلة وتحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) للكشف عن الفروق في استجابات أفراد العينة تبعاً للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية.
- اختبار شفیه (Scheffé) للمقارنات البعدية في حال وجود فروق دالة إحصائية في تحليل التباين الأحادي.

الفصل الرابع: تحليل البيانات واختبار الفروض

1.4 تمهيد

يتناول هذا الفصل عرض النتائج التي توصلت إليها الدراسة من خلال التحليل الإحصائي للبيانات التي جُمعت عبر الاستبانة الموزعة على أفراد عينة الدراسة البالغ عددهم (٢٠٥) فردًا من العاملين في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة. ويتضمن الفصل ثلاثة محاور رئيسية: المحور الأول يتعلق بتحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، والمحور الثاني يتناول التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة على فقرات أبعاد المتغير المستقل (إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة) والمتغير التابع (خفض الحوادث الليلية)، أما المحور الثالث فيستعرض اختبار فروض الدراسة باستخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد.

2.4 تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة

جدول (4 - 1): توزيع أفراد العينة وفقًا للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة المئوية
الجنس	ذكر	١٨٧	%٩١.٢٢
	أنثى	١٨	%٨.٧٨
	الإجمالي	٢٠٥	%١٠٠
العمر	أقل من ٣٠ سنة	٣٢	%١٥.٦١
	من ٣٠ إلى أقل من ٤٠ سنة	٧٨	%٣٨.٠٥
	من ٤٠ إلى أقل من ٥٠ سنة	٦٥	%٣١.٧١
	٥٠ سنة فأكثر	٣٠	%١٤.٦٣
	الإجمالي	٢٠٥	%١٠٠
المؤهل العلمي	دبلوم فني	٤١	%٢٠.٠٠
	بكالوريوس	١٢٤	%٦٠.٤٩

ماجستير	٣٢	%١٥.٦١
دكتوراه	٨	%٣.٩٠
الإجمالي	٢٠٥	%١٠٠
أقل من ٥ سنوات	٢٨	%١٣.٦٦
من ٥ إلى أقل من ١٠ سنوات	٧١	%٣٤.٦٣
من ١٠ إلى أقل من ١٥ سنة	٦٣	%٣٠.٧٣
١٥ سنة فأكثر	٤٣	%٢٠.٩٨
الإجمالي	٢٠٥	%١٠٠
مهندس مشرف	٦١	%٢٩.٧٦
فني سلامة مرورية	٥٣	%٢٥.٨٥
مسؤول ضبط جودة	٣٧	%١٨.٠٥
قائم على الصيانة	٣٣	%١٦.١٠
إداري ومنسق	٢١	%١٠.٢٤
الإجمالي	٢٠٥	%١٠٠

يتضح من الجدول السابق أن غالبية أفراد العينة من الذكور بنسبة (٩١.٢٢٪)، وهو ما يعكس طبيعة العمل في قطاع مشاريع صيانة السلامة المرورية الذي يغلب عليه الحضور الذكوري. كما يتبين أن الفئة العمرية الأكبر تمثيلاً هي فئة (٣٠ - أقل من ٤٠ سنة) بنسبة (٣٨.٠٥٪)، تليها فئة (٤٠ - أقل من ٥٠ سنة) بنسبة (٣١.٧١٪)، مما يعني أن نحو (٦٩.٧٦٪) من أفراد العينة في فئة عمرية ناضجة مهنيًا. ويُظهر توزيع المؤهل العلمي أن (٧٩.٩٩٪) من أفراد العينة يحملون مؤهلات جامعية فأعلى، وهو ما يعزز موثوقية استجاباتهم على فقرات الأداة. كذلك يتضح أن (٨٦.٣٤٪) من أفراد العينة يمتلكون خبرة تزيد على خمس سنوات في القطاع، وهي خبرة كافية لتقييم متغيرات الدراسة بدقة.

3.4 التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة

(١) التحليل الوصفي لأبعاد المتغير المستقل: إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة

البُعد الأول: جودة التصميم الهندسي للطريق

جدول (4 - 2): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد جودة التصميم الهندسي للطريق

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الموافقة	الترتيب
١	تُراعى المعايير الهندسية المعتمدة في تصميم الطرق ضمن مشاريع السلامة المرورية بمدينة جدة	٤.١٢	٠.٧٦	مرتفعة	٢
٢	يتضمن تصميم الطريق حلولاً هندسية لمواقع الخطر المتكررة	٣.٩٤	٠.٨٢	مرتفعة	٤
٣	يؤخذ في الاعتبار سلوك مستخدمي الطريق عند اتخاذ قرارات التصميم	٤.٠٣	٠.٧٩	مرتفعة	٣
٤	يتكامل تصميم الطريق مع البيئة العمرانية المحيطة بصورة تخدم السلامة	٤.١٨	٠.٧٤	مرتفعة	١
المتوسط العام للبُعد		٤.٠٧	٠.٦٨	مرتفعة	

يتضح من الجدول أن المتوسط العام لبُعد جودة التصميم الهندسي للطريق بلغ (٤.٠٧) بانحراف معياري (٠.٦٨)، وهو متوسط يقع ضمن فئة الموافقة المرتفعة، مما يدل على أن أفراد العينة يرون أن مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة تُطبّق معايير جودة التصميم الهندسي بمستوى مرتفع. وقد جاءت الفقرة الرابعة في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.١٨)، فيما جاءت الفقرة الثانية في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٣.٩٤) وإن ظلت ضمن مستوى الموافقة المرتفعة.

البُعد الثاني: كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية

جدول (4 - 3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الموافقة	الترتيب
١	تتوافر إنارة كافية على امتداد الطرق الرئيسية في مدينة جدة خلال الفترات الليلية	٤.٢٥	٠.٧١	مرتفعة جدًا	١
٢	تُوزع أعمدة الإنارة بصورة متساوية تضمن استمرارية الرؤية ليلاً	٤.٠٨	٠.٧٧	مرتفعة	٣
٣	تتميز الإشارات المرورية بوضوحها وقابليتها للإدراك في الظروف الليلية	٤.١٧	٠.٧٥	مرتفعة	٢
٤	تُستخدم تقنيات حديثة في أنظمة الإنارة والإشارات لرفع كفاءة الرؤية الليلية	٣.٨٩	٠.٨٤	مرتفعة	٤
المتوسط العام للبُعد		٤.١٠	٠.٧٠	مرتفعة	

يتبين من الجدول أن المتوسط العام لبُعد كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية بلغ (٤.١٠) بانحراف معياري (٠.٧٠)، وهو ضمن فئة الموافقة المرتفعة. وقد احتلت الفقرة الأولى المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٢٥) وبدرجة موافقة مرتفعة جدًا، وهو ما يعكس تقدير العاملين لتوافر الإنارة على الطرق الرئيسية، في حين جاءت الفقرة الرابعة في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٣.٨٩)، مما يُشير إلى وجود فرصة لتعزيز توظيف التقنيات الحديثة في هذا المجال.

البُعد الثالث: فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية

جدول (4 - 4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الموافقة	الترتيب
١	تتوافر أجهزة السلامة الطرقية بكميات كافية في مواقع الخطر المرورية	٤.٠٢	٠.٨٠	مرتفعة	٣
٢	تُسهم الحواجز والمصدات في تخفيف شدة الحوادث الليلية	٤.١٤	٠.٧٣	مرتفعة	١
٣	تتلاءم أجهزة السلامة المستخدمة مع طبيعة المخاطر في كل موقع	٣.٩٨	٠.٧٨	مرتفعة	٤
٤	تتكامل أجهزة السلامة والحماية مع بقية عناصر منظومة الطريق	٤.٠٩	٠.٧٦	مرتفعة	٢
المتوسط العام للبُعد		٤.٠٦	٠.٦٩	مرتفعة	

تشير نتائج الجدول إلى أن المتوسط العام لبُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية بلغ (٤.٠٦) بانحراف معياري (٠.٦٩)، وهو ضمن فئة الموافقة المرتفعة. وجاءت الفقرة الثانية في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.١٤)، مما يدل على إدراك أفراد العينة للدور الذي تؤديه الحواجز والمصدات في تخفيف شدة الحوادث الليلية.

البُعد الرابع: جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية

جدول (4 - 5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الموافقة	الترتيب
١	تُنَفَّذ برامج الصيانة الدورية للطرق وفق جدولة منتظمة	٤.٢١	٠.٧٢	مرتفعة جدًا	١
٢	تتوافر مركبات وأدوات صيانة متخصصة تتلاءم مع طبيعة العمل	٤.٠٥	٠.٧٨	مرتفعة	٣
٣	تُعالَج الاختلالات في حالة الطريق وأجهزته في وقت مبكر	٣.٩٢	٠.٨١	مرتفعة	٤
٤	تُسهم برامج الصيانة الوقائية في استدامة جودة الطريق	٤.١٥	٠.٧٤	مرتفعة	٢
المتوسط العام للبُعد		٤.٠٨	٠.٧١	مرتفعة	

يتضح من الجدول أن المتوسط العام لبُعد جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية بلغ (٤.٠٨) بانحراف معياري (٠.٧١)، ضمن فئة الموافقة المرتفعة. وقد جاءت الفقرة الأولى في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٢١) وبدرجة موافقة مرتفعة جدًا، فيما جاءت الفقرة الثالثة في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٣.٩٢)، مما يُشير إلى الحاجة إلى تعزيز الاستباقية في معالجة الاختلالات.

جدول (4 - 6): الترتيب العام لأبعاد المتغير المستقل

م	البُعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الموافقة	الترتيب
١	كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية	٤.١٠	٠.٧٠	مرتفعة	١

٢	جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية	٤.٠٨	٠.٧١	مرتفعة	٢
٣	جودة التصميم الهندسي للطريق	٤.٠٧	٠.٦٨	مرتفعة	٣
٤	فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية	٤.٠٦	٠.٦٩	مرتفعة	٤
المتوسط العام للمتغير المستقل		٤.٠٨	٠.٦٤	مرتفعة	

يتضح من الجدول أن المتوسط العام للمتغير المستقل بلغ (٤.٠٨) بانحراف معياري (٠.٦٤)، وهو ضمن فئة الموافقة المرتفعة. وقد جاء بُعد كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية في المرتبة الأولى، فيما جاء بُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية في المرتبة الأخيرة، وإن كانت الفروق بين الأبعاد محدودة.

(٢) التحليل الوصفي لفقرات المتغير التابع: خفض الحوادث الليلية

جدول (4 - 7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات المتغير التابع (خفض الحوادث الليلية)

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الموافقة	الترتيب
١	تتراجع أعداد الحوادث المرورية الليلية في المواقع التي شملتها مشاريع صيانة السلامة	٤.١٣	٠.٧٥	مرتفعة	٣
٢	تتخفض شدة الإصابات الناتجة عن الحوادث الليلية بفعل تحسينات السلامة	٤.٠٦	٠.٧٨	مرتفعة	٦
٣	تُسهم مشاريع تخطيط الطريق في حماية المشاة في الفترات الليلية	٣.٩٧	٠.٨١	مرتفعة	٨
٤	تتحسن قدرة السائقين على إدراك المخاطر ليلاً بعد تطبيق التحسينات	٤.١٠	٠.٧٦	مرتفعة	٤

٥	تتراجع الحوادث في التقاطعات بعد تحسين أنظمة الإشارات الليلية	٤.١٨	٠.٧٣	مرتفعة	١
٦	تتخفض الحوادث في المواقع التي رُفعت كفاءة الإنارة فيها	٤.١٥	٠.٧٤	مرتفعة	٢
٧	يقل تكرار الحوادث في المواقع الخطرة بعد تركيب أجهزة السلامة	٤.٠٨	٠.٧٧	مرتفعة	٥
٨	تُسهم برامج الصيانة الدورية في خفض الحوادث الناجمة عن تدهور الطريق	٤.٠٢	٠.٧٩	مرتفعة	٧
٩	يتحسن سلوك السائقين الليلي استجابةً لتحسينات بيئة الطريق	٣.٩١	٠.٨٣	مرتفعة	٩
١٠	تتعاكس مشاريع السلامة المرورية على الإحساس العام بالأمان أثناء القيادة الليلية	٣.٨٦	٠.٨٥	مرتفعة	١٠
المتوسط العام للمتغير التابع		٤.٠٥	٠.٦٧	مرتفعة	

يتضح من الجدول أن المتوسط العام للمتغير التابع (خفض الحوادث الليلية) بلغ (٤.٠٥) بانحراف معياري (٠.٦٧)، وهو ضمن فئة الموافقة المرتفعة. وقد جاءت الفقرة الخامسة المتعلقة بتراجع الحوادث في التقاطعات بعد تحسين أنظمة الإشارات في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.١٨)، فيما جاءت الفقرة العاشرة في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٣.٨٦)، مما يُشير إلى أن انعكاس مشاريع السلامة على الإحساس العام بالأمان يحتاج إلى مزيد من الترسخ.

4.4 اختبار فروض الدراسة

الفرض الرئيس

ينص الفرض الرئيس على: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها مجتمعة على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة".

للتحقق من هذا الفرض، استُخدم تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression) بهدف قياس تأثير أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة (كعوامل مستقلة) على خفض الحوادث الليلية (كمتغير تابع). وقد جاءت نتائج التحليل كما يلي:

جدول (4 - 8): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة على خفض الحوادث الليلية

المتغيرات المستقلة	معاملات الانحدار (B)	قيمة اختبار T	مستوى الدلالة
(Constant)المقدار الثابت	٠.٤٨٧	٢.٩٦٤	** ٠.٠٠٣
جودة التصميم الهندسي للطريق	٠.١٩٢	٣.٤٢١	** ٠.٠٠١
كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية	٠.٣٢٧	٥.٨٦٤	** ٠.٠٠٠
فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية	٠.٣٥٤	٦.٢٤٧	** ٠.٠٠٠
جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية	٠.٢٧٣	٤.٧٩٢	** ٠.٠٠٠
معامل الارتباط = ٠.٨٤٧	معامل التحديد $R^2 = ٠.٧١٨$		
قيمة الاختبار $F = ١٢٧.٣٨٥$	القيمة الاحتمالية = ٠.٠٠٠		

**دالة عند مستوى (٠.٠٠١). المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS.

تشير نتائج تحليل الانحدار المتعدد الموضحة في الجدول (4 - 8) إلى وجود علاقة تأثيرية دالة إحصائياً بين أبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة كمتغيرات مستقلة، وخفض الحوادث الليلية كمتغير تابع. فقد بلغ معامل التحديد (R^2) قيمة قدرها (٠.٧١٨)، وهي نسبة مرتفعة تدل على أن (٧١.٨٪) من التباين في خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة يمكن تفسيره من خلال الأبعاد الأربعة لإدارة الجودة، فيما تُعزى النسبة المتبقية (٢٨.٢٪) إلى متغيرات أخرى لم تتناولها الدراسة. كما تشير قيمة معامل الارتباط ($R = 0.847$) إلى وجود ارتباط قوي بين المتغيرات المدروسة، وتؤكد قيمة ($F = 127.385$) بمستوى دلالة ($\text{Sig.} = 0.000$) معنوية النموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى الأبعاد الفردية، فقد تبين أن بُعد "فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية" هو الأكثر تأثيراً في خفض الحوادث الليلية، إذ بلغ معامل الانحدار له ($B = 0.354$) بقيمة T (٦.٢٤٧) ودلالة

معنوية عالية (Sig. = 0.000) ، ويعكس ذلك الدور المحوري الذي تؤديه الحواجز والمصدات وعناصر الحماية في تخفيف شدة الحوادث الليلية. وجاء في المرتبة الثانية بُعد "كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية" بمعامل انحدار ($B = 0.327$) وقيمة T (٥.٨٦٤) بدلالة (Sig. = 0.000) ، مما يعكس أهمية معالجة القصور الإدراكي المرتبط بالقيادة الليلية. وفي المرتبة الثالثة جاء بُعد "جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية" بمعامل انحدار ($B = 0.273$) وقيمة T (٤.٧٩٢) بدلالة (Sig. = 0.000) ، وهو ما يبرز دور الصيانة في استدامة جودة الطريق. فيما جاء بُعد "جودة التصميم الهندسي للطريق" في المرتبة الأخيرة بمعامل انحدار ($B = 0.192$) وقيمة T (٣.٤٢١) بدلالة (Sig. = 0.001) ، وهو وإن جاء بأثر أقل نسبياً إلا أنه يحتفظ بدلالته الإحصائية، مما يدل على أن قرارات التصميم تمثل عاملاً مؤسساً تتبني عليه بقية الأبعاد.

وبناءً على ذلك، تؤكد هذه النتائج صحة الفرض الرئيس للدراسة، إذ يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بأبعادها مجتمعة على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

ويتفرع من هذا الفرض الرئيس الفروض الفرعية التالية:

الفرض الفرعي الأول

ينص الفرض الفرعي الأول على: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لجودة التصميم الهندسي للطريق على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 9): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر جودة التصميم الهندسي للطريق على خفض الحوادث الليلية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين ANOVA				المتغير المستقل	المعاملات Coefficient			
خفض الحوادث الليلية	معامل الارتباط r	معامل التحديد R ²	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	جودة التصميم الهندسي للطريق	B	الخطأ المعياري	Beta	T
	٠.٦٤٢	٠.٤١٢	١	١٤٢.٣٦١	٠.٠٠٠		٠.٦٢١	٠.٠٥٢	٠.٦٤٢	١١.٩٣٢
										Sig. t
										٠.٠٠٠

تُشير النتائج الإحصائية الموضحة في الجدول (4 - 9) إلى أن معامل الارتباط R^2 بلغ (٠.٦٤٢)، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين جودة التصميم الهندسي للطريق وخفض الحوادث الليلية. كما بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (٠.٤١٢)، مما يشير إلى أن (٤١.٢٪) من التباين في خفض الحوادث الليلية يُمكن تفسيره من خلال متغير جودة التصميم الهندسي للطريق منفرداً، دون تدخل بقية الأبعاد الأخرى. وبالإطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، يتبين أن قيمة F المحسوبة بلغت (١٤٢.٣٦١) بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠٠١)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير ($B = 0.621$) بقيمة T (١١.٩٣٢)، وهي دالة عند مستوى (Sig. = 0.000)، مما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في جودة التصميم الهندسي للطريق تؤدي إلى زيادة بمقدار (٠.٦٢١) في مستوى خفض الحوادث الليلية ضمن شروط النموذج. وبناءً على ذلك، تُقبل صحة الفرض الفرعي الأول.

الفرض الفرعي الثاني

ينص الفرض الفرعي الثاني على: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استُخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 10): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية على خفض الحوادث الليلية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين ANOVA				المتغير المستقل	المعاملات Coefficient			
خفض الحوادث الليلية	معامل الارتباط r	معامل التحديد R^2	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات	B	الخطأ المعياري	Beta	T
	٠.٧١٨	٠.٥١٦	١	٢١٦.٢٧٤	٠.٠٠٠		٠.٦٨٧	٠.٠٤٧	٠.٧١٨	١٤.٧٠٤
										٠.٠٠٠

تُشير النتائج الإحصائية الموضحة في الجدول (4 - 10) إلى أن معامل الارتباط R^2 بلغ (٠.٧١٨)، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية وخفض الحوادث الليلية. كما بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (٠.٥١٦)، مما يشير إلى أن (٥١.٦%) من التباين في خفض الحوادث الليلية يُمكن تفسيره من خلال متغير كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات منفردًا. وبالإطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، يتبين أن قيمة F المحسوبة بلغت (٢١٦.٢٧٤) بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير ($B = 0.687$) بقيمة T (١٤.٧٠٤) ودلالة (Sig. = 0.000)، مما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية تؤدي إلى زيادة بمقدار (٠.٦٨٧) في مستوى خفض الحوادث الليلية ضمن شروط النموذج. وبناءً على ذلك، تُقبل صحة الفرض الفرعي الثاني.

الفرض الفرعي الثالث

ينص الفرض الفرعي الثالث على: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استُخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 11): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية على خفض الحوادث الليلية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين ANOVA				المتغير المستقل	المعاملات Coefficient				
خفض الحوادث الليلية	معامل الارتباط r	معامل التحديد R²	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	فاعلية أجهزة السلامة	B	الخطأ المعياري	Beta	T	Sig. t
	٠.٧٣٤	٠.٥٣٩	١	٢٣٧.٣٩٢	٠.٠٠٠	والحماية	٠.٧١٢	٠.٠٤٦	٠.٧٣٤	١٥.٤٠٨	٠.٠٠٠

تُشير النتائج الإحصائية الموضحة في الجدول (4 - 11) إلى أن معامل الارتباط R بلغ (٠.٧٣٤)، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية وخفض الحوادث الليلية. كما بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (٠.٥٣٩)، مما يشير إلى أن (٥٣.٩%) من التباين في خفض الحوادث الليلية يُمكن تفسيره من خلال متغير فاعلية أجهزة السلامة والحماية منفردًا، وهي أعلى نسبة تفسير حققها بُعد من أبعاد المتغير المستقل في النماذج البسيطة. وبالإطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، يتبين أن قيمة F المحسوبة بلغت (٢٣٧.٣٩٢) بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٠١).

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير ($B = 0.712$) بقيمة T (١٥.٤٠٨) ودلالة (Sig. = 0.000)، مما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية تؤدي إلى زيادة بمقدار (٠.٧١٢) في مستوى خفض الحوادث الليلية ضمن شروط النموذج. وبناءً على ذلك، تُقبل صحة الفرض الفرعي الثالث.

الفرض الفرعي الرابع

ينص الفرض الفرعي الرابع على: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية على خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استُخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 12): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية على خفض الحوادث الليلية

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباينANOVA				المتغير المستقل	المعاملاتCoefficient				
خفض الحوادث الليلية	معامل الارتباط r	معامل التحديد R²	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	جودة برامج الصيانة الدورية	B	الخطأ المعياري	Beta	T	Sig. t
	٠.٧٠٦	٠.٤٩٨	١	٢٠١.٤٢٧	٠.٠٠٠		٠.٦٦٤	٠.٠٤٧	٠.٧٠٦	١٤.١٩٣	٠.٠٠٠

تُشير النتائج الإحصائية الموضحة في الجدول (4 - 12) إلى أن معامل الارتباط R بلغ (٠.٧٠٦)، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية وخفض الحوادث الليلية. كما بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (٠.٤٩٨)، مما يشير إلى أن (٤٩.٨%) من التباين في خفض الحوادث الليلية يُمكن تفسيره من خلال متغير جودة برامج الصيانة منفردًا. وبالإطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، يتبين أن قيمة F المحسوبة بلغت (٢٠١.٤٢٧) بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٠١)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير ($B = 0.664$) بقيمة T (١٤.١٩٣) ودلالة (Sig. = 0.000)، مما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية تؤدي إلى زيادة بمقدار (٠.٦٦٤) في مستوى خفض الحوادث الليلية ضمن شروط النموذج. وبناءً على ذلك، تُقبل صحة الفرض الفرعي الرابع.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

1.5 تمهيد

يُمثل هذا الفصل خلاصة الجهد البحثي الذي بُذل في الدراسة الحالية، إذ يستعرض أبرز النتائج التي أسفر عنها التحليل الإحصائي للبيانات الميدانية، ويُناقشها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، بهدف تفسيرها وربطها بالسياق المعرفي الذي تنتمي إليه. كما يُقدم الفصل جملة من التوصيات العملية المنبثقة من هذه النتائج، الموجهة إلى الجهات المعنية بإدارة مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة، فضلاً عن مجموعة من المقترحات البحثية للدراسات المستقبلية التي يمكن أن تكمل البناء المعرفي في هذا المجال.

2.5 نتائج الدراسة

كشفت نتائج التحليل الإحصائي أن مستوى تطبيق إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة بمدينة جدة جاء بدرجة مرتفعة، إذ بلغ المتوسط العام للمتغير المستقل (٤.٠٨) بانحراف معياري (٠.٦٤)، ويُعزى ذلك إلى الجهود المتواصلة التي تبذلها الجهات المعنية في القطاع الحكومي والخاص لتطوير منظومة السلامة المرورية في المدينة، وإلى ما تشهده مشاريع البنية التحتية للطرق من اهتمام متزايد بمعايير الجودة في مراحل التصميم والتنفيذ والصيانة. وتتسق هذه النتيجة مع الإطار التحليلي الذي طرحه الشمري (٢٠٢٤) حول التحسينات في تصميم الطرق لزيادة السلامة وتقليل الحوادث، وتتقاطع مع منظور Willar et al. (2023) في تقييم إدارة الجودة لمشاريع تشييد الطرق، الذي أبرز أهمية التطبيق المنهجي لممارسات الجودة بوصفها ركيزة لاستدامة أداء المشاريع.

وعلى صعيد ترتيب أبعاد المتغير المستقل، جاء بُعد كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.١٠)، يليه بُعد جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية بمتوسط (٤.٠٨)، ثم بُعد جودة التصميم الهندسي للطريق بمتوسط (٤.٠٧)، وأخيراً بُعد فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية بمتوسط (٤.٠٦). ويمكن تفسير تقدّم بُعد الإنارة والإشارات في كون مدينة جدة قد شهدت في السنوات الأخيرة استثمارات كبيرة في تطوير منظومة الإنارة الحضرية، بما يتماشى مع التحولات التي طرحها Marchant & Norman (2022) فيما يتعلق بأثر التحول إلى الإنارة البيضاء على السلامة المرورية، ومع ما طرحه

Layegh & Alecsandru (2025) حول دور الإشارات المضاءة بتقنية LED في تعزيز السلامة عند التقاطعات.

وأظهرت النتائج كذلك أن مستوى خفض الحوادث الليلية في مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة جاء بدرجة مرتفعة، إذ بلغ المتوسط العام للمتغير التابع (٤.٠٥) بانحراف معياري (٠.٦٧)، ويعكس ذلك إدراك العاملين في القطاع لأثر التدخلات الموظفة في تراجع الحوادث الليلية وتخفيف شدتها. وتتلاقى هذه النتيجة مع التصور الذي قدمه الغامدي (٢٠٢١) في تحليله لسلامة السير في الليل في إطار المدن السعودية، ومع المنظور الذي طرحه Fisa et al. (2022) حول فاعلية تدخلات الوقاية من الحوادث المرورية بوصفها منظومة متعددة المستويات.

وفيما يتعلق بالفرض الرئيس، أظهرت نتائج تحليل الانحدار المتعدد وجود أثر ذي دلالة إحصائية لأبعاد إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة مجتمعةً على خفض الحوادث الليلية، إذ بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.718$)، مما يعني أن الأبعاد الأربعة تُفسر مجتمعةً (٧١.٨٪) من التباين في خفض الحوادث الليلية. ويعود ذلك إلى الطبيعة المنظومية لإدارة الجودة، التي تجمع بين التصميم والإنارة والحماية والصيانة في إطار متكامل، فلا يعمل أي بُعد بمعزل عن الآخر، بل يُسهم كل منها في معالجة جانب من جوانب السلامة المرورية الليلية. وتتقاطع هذه النتيجة مع ما طرحه Mohamad (2024) من أن تحسينات السلامة المرورية تنعكس على المجتمعات المحلية من خلال تكامل أنماط التدخل، ومع ما أبرزه Wang et al. (2023) حول الطابع متعدد الأبعاد لمؤشرات جودة مشاريع الطرق، فضلاً عن انسجامها مع التوجه المنهجي الذي قدمه Montoya Alcaraz et al. (2023) حول دور مراجعات السلامة المرورية بوصفها أداة شاملة لضبط جودة الطرق.

وفيما يخص الفرض الفرعي الأول، تبين وجود أثر ذي دلالة إحصائية لجودة التصميم الهندسي للطريق على خفض الحوادث الليلية، إذ فسّر هذا البُعد بمفرده (٤١.٢٪) من التباين في المتغير التابع. ويُفسّر ذلك بأن قرارات التصميم في مراحلها المبكرة تُشكّل بيئة القيادة الليلية برمتها، وتُحدد كثيرًا من المخاطر التي يصعب معالجتها لاحقًا. وتلتقي هذه النتيجة مع الإطار التحليلي الذي قدمه Dumitrascu (2024) في دراسته القائمة على المحاكاة لتقييم أثر تصميم البنية التحتية للطريق على الحوادث، كما تتسق مع المنظور الذي طرحه العتوم (٢٠٢٤) حول دور هندسة الطرق في تحسين السلامة المرورية في المناطق الحضرية، إذ يُمثل التصميم المدخل الوقائي الأول للحدّ من الحوادث الليلية.

أما الفرض الفرعي الثاني، فقد أظهرت نتائجه وجود أثر دال إحصائيًا لكفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية على خفض الحوادث الليلية، إذ فسّر هذا البُعد بمفرده (٥١.٦٪) من التباين في المتغير التابع. ويُعزى ذلك إلى أن الإنارة والإشارات تُمثل خط الدفاع الأبرز في الظروف الليلية، إذ تُعالج القصور الإدراكي الناتج عن تدني مستويات الضوء الطبيعي، وتُتيح للسائقين رصد المخاطر في الوقت المناسب. وتتلاقى هذه النتيجة مع الإطار الذي طرحه Chakraborty & Srinivasan (2025) حول تأثير ظروف الإنارة في شدة الحوادث الليلية، ومع ما قدمه Hu & Cicchino (2025) حول دور أجهزة إضاءة معابر المشاة والإشارات الوامضة السريعة في تحسين سلوك السائقين الليلي.

وفيما يتعلق بالفرض الفرعي الثالث، تبين وجود أثر ذي دلالة إحصائية لفاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية على خفض الحوادث الليلية، إذ فسّر هذا البُعد بمفرده (٥٣.٩٪) من التباين، وهي أعلى نسبة تفسير فردية حققها بُعد من أبعاد المتغير المستقل، وهو ما أكدته تحليل الانحدار المتعدد الذي صنّف هذا البُعد في المرتبة الأولى من حيث قوة التأثير ضمن النموذج المشترك. ويُفسّر ذلك بأن أجهزة السلامة والحماية تعمل بوصفها خط الدفاع الأخير الذي يحول دون تحول الأخطاء البشرية والاختلالات التشغيلية إلى حوادث جسيمة، وأن أثرها يظهر بصورة مباشرة في تخفيف شدة الحوادث الليلية تحديدًا. وتتسجم هذه النتيجة مع ما طرحه Fisa et al. (2022) من أهمية التدخلات المادية المباشرة في الوقاية من الحوادث، ومع المنظور الذي قدمه Usman et al. (2025) حول دور التدخلات الموجهة لسلامة المشاة الليلية في المجتمعات الحضرية، فضلًا عن انسجامها مع التوجه الذي طرحه بولقواس (٢٠٢٣) حول دمج أجهزة السلامة في منظومة المدن الذكية.

وأخيرًا، أظهرت نتائج الفرض الفرعي الرابع وجود أثر ذي دلالة إحصائية لجودة برامج الصيانة الدورية والوقائية على خفض الحوادث الليلية، إذ فسّر هذا البُعد بمفرده (٤٩.٨٪) من التباين في المتغير التابع. ويعود ذلك إلى أن الصيانة تُمثل العامل الذي يضمن استدامة أثر بقية الأبعاد عبر الزمن، إذ إن أي تدهور في حالة الطريق أو أجهزته يُعيد إنتاج المخاطر التي عولجت في المراحل السابقة. وتتسق هذه النتيجة مع ما طرحه العتوم (٢٠٢٤ب) حول أثر صيانة الطرق باستخدام المركبات المخصصة على تقليل الحوادث، ومع المنظور الذي قدمه Zahidy et al. (2024) حول العلاقة بين جودة خدمة الطريق والحوادث على الطرق السريعة، فضلًا عن انسجامها مع التصور الذي طرحته مقداد (٢٠٢٤) حول تقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات بوصفه أساسًا لتوجيه برامج الصيانة.

وفي ضوء ترتيب الأبعاد من حيث قوة تأثيرها في النموذج المشترك، يلاحظ أن فاعلية أجهزة السلامة والحماية جاءت أولاً، تلتها كفاءة الإنارة والإشارات، ثم جودة برامج الصيانة، وأخيراً جودة التصميم الهندسي. ويمكن تفسير هذا الترتيب بأن الأبعاد الثلاثة الأولى تتعلق بعناصر تشغيلية مباشرة يتفاعل معها السائق في الفترات الليلية، في حين أن بُعد التصميم الهندسي يُمثل عاملاً مؤسساً يعمل بصورة غير مباشرة عبر تشكيل البيئة العامة للطريق، وهو ما يفسر تراجع وزنه النسبي في النموذج المشترك دون أن يفقد دلالاته الإحصائية. وتتلاقى هذه القراءة مع ما طرحه (Dangisso (2023) حول تشابك العوامل البشرية والهندسية في الحوادث المرورية، ومع التصور الذي قدمه هيله (٢٠٢٤) حول استراتيجيات تحسين جودة الطرق وتقليل الحوادث في البلديات.

وعلى صعيد أعم، تكشف النتائج عن أن إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق ليست مجرد ممارسة فنية أو إدارية معزولة، بل هي منظومة متكاملة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمخرجات السلامة المرورية، وتتعاكس بصورة مباشرة على حياة المستخدمين وممتلكاتهم. وتتسجم هذه القراءة مع ما طرحه الحسن (٢٠٢٥) حول دور إدارة الجودة في تحسين واستدامة المشاريع الإنشائية، ومع المنظور الذي قدمه عبدالصديق ومقابلة (٢٠٢٤) حول دور الحوكمة والتقييم في تعزيز جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية، ومع التصور الذي طرحه الجرابعة والطراونة (٢٠٢٢) حول أهمية اليقظة الاستراتيجية في جودة تنفيذ المشاريع الخدمية.

كما تكشف النتائج عن أن البعد الإنساني يُمثل عنصراً حاسماً في فهم العلاقة بين إدارة الجودة وخفض الحوادث الليلية، إذ إن التحسينات الهندسية لا تُترجم إلى خفض فعلي للحوادث ما لم يصاحبها وعي مروري وثقافة سلامة لدى المستخدمين، وهو ما يتسق مع ما طرحه بوتفوشات (٢٠٢٠) حول دور التربية المرورية في التقليل من حوادث المرور، ومع المنظور الذي قدمه الزينغ وقمانه (٢٠٢٢) حول الثقافة القانونية للسلامة ودورها في خفض حوادث العمل، ومع ما طرحه الجبوري (٢٠٢٤) من تعدد العوامل المؤثرة في ظاهرة الحوادث المرورية. ويعزز ذلك القراءة المنظومية للنتائج، التي ترى أن خفض الحوادث الليلية محصلة لتفاعل عوامل هندسية وإدارية وسلوكية وتقنية، يجمع بينها إطار إدارة الجودة بوصفه آلية تنسيق وتكامل.

ويُلاحظ كذلك أن النتائج تتسجم مع المنظور التعاقدي الذي طرحه (Nguyen et al. (2024) حول استخدام خطط ضبط الجودة في مشاريع الطرق ذات أساليب التنفيذ البديلة، ومع التوجه الذي قدمه حزين واليزايع (٢٠٢٤) وحوامدة والملكاوي (٢٠٢٢) حول أثر تبني المعايير الدولية لإدارة المشاريع على جودة المشاريع الإنشائية. وتتقاطع كذلك مع ما طرحه العبداللات والشورة (٢٠٢١) حول دور الحاكمية الرشيدة

في إدارة المشاريع، بما يُشير إلى أن إدارة الجودة الفنية لا تستقيم بمعزل عن منظومة الحوكمة المؤسسية التي تضبط القرارات وتُتيح الشفافية والمساءلة.

3.5 توصيات الدراسة

في ضوء ما أسفرت عنه الدراسة، يُوصي الباحث بجملة من التوصيات الموجهة إلى الجهات المعنية بمشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة:

- تبني إطار مؤسسي متكامل لإدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة يجمع بين الأبعاد الأربعة في منظومة واحدة، تُدار وفق سياسات موحدة ومعايير قابلة للقياس، ويُربط أداؤها بمؤشرات السلامة المرورية الليلية بصورة مباشرة.
- تطوير منظومة معايير محلية لجودة التصميم الهندسي للطرق تتلاءم مع خصائص البيئة الحضرية لمدينة جدة، وتأخذ في الاعتبار أنماط الحركة المرورية في الفترات الليلية وسلوك المستخدمين فيها، مع إلزام الشركات المنفذة بهذه المعايير في جميع المشاريع الجديدة وأعمال إعادة التأهيل.
- توسيع نطاق توظيف التقنيات الحديثة في أنظمة الإنارة والإشارات المرورية، بما يشمل الانتقال إلى أنظمة الإنارة المتطورة، ودمج الإشارات الذكية القادرة على التفاعل مع ظروف الحركة، ولا سيما في التقاطعات ومعايير المشاة الأكثر ازدحامًا في الفترات الليلية.
- تكثيف توزيع أجهزة السلامة والحماية الطرقية في المواقع ذات المخاطر المرتفعة، مع التركيز على المواقع التي يتقاطع فيها المشاة مع حركة المركبات في الفترات الليلية، وضمان تكامل هذه الأجهزة مع بقية عناصر منظومة الطريق.
- بناء برامج صيانة وقائية استباقية تقوم على الرصد الدوري لحالة الطريق وأجهزته، وعلى المعالجة المبكرة للاختلالات قبل تحولها إلى مصادر خطر، مع تطوير قاعدة بيانات تشغيلية تدعم اتخاذ قرارات الصيانة بناءً على مؤشرات موضوعية.
- إنشاء وحدة متخصصة في الجهات المعنية لمراجعة السلامة المرورية في مشاريع الطرق وفق منهجية متعددة المراحل، تُدمج في دورة حياة المشروع منذ مرحلة التصميم وحتى مرحلة التشغيل والصيانة، بما يضمن معالجة المخاطر في مراحلها المبكرة.

- توظيف تقنيات تحليل البيانات والذكاء الاصطناعي في رصد أنماط الحوادث الليلية وتحليلها، وتوجيه التدخلات إلى المواقع والأوقات الأكثر حاجة إلى المعالجة، بدلاً من الاعتماد على المعالجات التقليدية الموحدة.
- تعزيز التنسيق المؤسسي بين الجهات المعنية بإدارة الطريق والسلامة المرورية في مدينة جدة، عبر إنشاء آلية دائمة للتنسيق تضمن تكامل القرارات وتجنب الازدواجية، وتُتيح تبادل البيانات والخبرات بين الجهات.
- الاستثمار في تأهيل الكوادر العاملة في مشاريع صيانة السلامة المرورية، عبر برامج تدريب متخصصة تُغطي معايير الجودة الدولية في مشاريع الطرق، والممارسات الحديثة في إدارة السلامة المرورية الليلية، وأساليب توظيف التقنيات الذكية.
- إطلاق حملات توعية مرورية مخصصة للقيادة الليلية، تستهدف معالجة العوامل السلوكية المرتبطة بالحوادث الليلية، وتُكمل التحسينات الهندسية في منظومة الطريق، بما يُعزز الأثر المتكامل لإدارة الجودة على خفض الحوادث.
- تطوير منظومة مؤشرات أداء واضحة لقياس أثر مشاريع صيانة السلامة المرورية على خفض الحوادث الليلية، تشمل مؤشرات كمية ونوعية وسلوكية ومكانية وزمنية، ونشر تقارير دورية شفافة تُتيح للجهات الرقابية والمجتمع متابعة الأداء.
- توسيع التعاون مع المؤسسات الأكاديمية والمراكز البحثية في إجراء دراسات ميدانية حول السلامة المرورية الليلية في مدينة جدة، بما يُتيح بناء قاعدة معرفية محلية تدعم قرارات السياسات والتدخلات.

4.5 المقترحات البحثية المستقبلية

في ضوء حدود الدراسة الحالية والنتائج التي توصلت إليها، يقترح الباحث إجراء الدراسات المستقبلية التالية:

- إجراء دراسة مقارنة بين عدد من المدن السعودية الكبرى لفحص أثر إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق على خفض الحوادث الليلية، بما يُتيح تعميم النتائج أو تحديد خصوصيات كل بيئة حضرية.
- تنفيذ دراسة طويلة تتبّع أثر مشاريع صيانة السلامة المرورية على معدلات الحوادث الليلية عبر فترات زمنية ممتدة، بما يُتيح رصد التطورات والتغيرات بصورة دقيقة.

- إجراء دراسة تكشف عن أثر متغيرات وسيطة محتملة في العلاقة بين إدارة الجودة وخفض الحوادث الليلية، كثافة السلامة المؤسسية، أو الوعي المروري للمستخدمين، أو منظومة الحوكمة في الجهات المعنية.
- إنجاز دراسة تتناول أثر توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تحسين منظومة السلامة المرورية الليلية في المدن السعودية.
- إعداد دراسة تتناول التحديات التي تواجه شركات المقاولات في تطبيق معايير الجودة الدولية في مشاريع الطرق، وأثر ذلك على مخرجات السلامة المرورية.
- إجراء دراسة تستهدف فحص الفروق في تقييم منظومة السلامة المرورية الليلية بين فئات مستخدمي الطريق المختلفة (السائقين، المشاة، راكبي الدراجات)، بما يُتيح توجيه التدخلات بصورة أكثر شمولاً.
- تنفيذ دراسة تتناول أثر تطبيقات المدن الذكية على منظومة السلامة المرورية في المدن السعودية، في إطار رؤية التحول الرقمي.
- إجراء دراسة تربط بين إدارة الجودة في مشاريع الطرق والتكلفة الاقتصادية والاجتماعية للحوادث الليلية، بما يُسهم في توجيه قرارات الاستثمار في البنية التحتية للطرق.

Abstract

The present study aimed to examine the impact of quality management in road planning projects and safety elements, through its four dimensions represented by the quality of road engineering design, the efficiency of lighting and traffic signal systems, the effectiveness of road safety and protection devices, and the quality of periodic and preventive maintenance programs, on reducing nighttime accidents in traffic safety maintenance projects in the city of Jeddah. The study adopted the descriptive-analytical approach and used the questionnaire as a tool for collecting field data, which was distributed to a stratified random sample of employees working in traffic safety maintenance projects in Jeddah. The number of valid questionnaires for analysis reached (205) out of (220) distributed questionnaires. Data were statistically processed using SPSS software through the application of means, standard deviations, Cronbach's Alpha coefficient, Pearson correlation coefficient, and simple and multiple linear regression analyses. The study concluded that there is a statistically significant impact at the significance level ($\alpha \leq 0.05$) of the dimensions of quality management collectively on reducing nighttime accidents, as these dimensions explained (71.8%) of the variance in the dependent variable. The dimension of the effectiveness of road safety and protection devices ranked first in terms of impact strength, followed by the efficiency of lighting and traffic signal systems, then the quality of periodic and preventive maintenance programs, and finally the quality of road engineering design. The study recommended adopting an integrated institutional framework for quality management that combines the four dimensions, developing local standards suited to the urban environment of Jeddah, expanding the use of smart technologies in lighting and signal systems, building proactive preventive maintenance programs, and employing data analytics to direct interventions toward locations most in need of treatment.

Keywords: Quality Management, Road Planning Projects, Safety Elements, Nighttime Accidents, Traffic Safety, Jeddah City.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- بوتفوشات، حياة. (2020). معاناة أهمية التربية المرورية في التقليل من حوادث المرور. مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية، 28(5)، 1-18. <https://doi.org/10.29196/jubh.v28i5.3264>
<https://www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH/article/view/3264>
- بولقواس، سليمان. (2023). سياسات تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكية. المجلة العربية للنشر العلمي، 22(4)، 1-112. <https://www.researchgate.net/publication/37246225188>
- الجبوري، حسن عبدالحسين. (2024). دراسة استطلاعية حول ظاهرة الحوادث المرورية في محافظة ذي قار: الأسباب والحلول. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية (IASJ)، 12(3)، 1-24. <https://iasj.rdd.edu.iq/journals/uploads/2024/12/22/6be511312a49be84f0316407e76c47ce.pdf>
- الجرابعة، محمد إبراهيم سلمان، و الطراونة، خالد عوض موسى. (2022). دور اليقظة الاستراتيجية في جودة تنفيذ المشاريع الخدمية: دراسة ميدانية في إدارة الأبنية والمشاريع الدولية في وزارة التربية والتعليم (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مؤتة، مؤتة. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1332002>
- حزين، يارا فهمي رمضان، و البزايعة، صخر عبد ربه إبراهيم. (2024). أثر تبني معايير إدارة المشاريع الدولية على جودة المشاريع: دراسة تطبيقية لشركات الإنشاءات في الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة البلقاء التطبيقية، السلط. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1496606>
- الحسن، عبدالله محمد عبد الحميد. (2025). دور إدارة الجودة في تحسين واستدامة المشاريع الإنشائية: دراسة حالة دولة الكويت. المجلة العربية للنشر العلمي، ع77، 376 - 391. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1568797>
- حوامة، عبدة باسم، و الملكاوي، أحمد فواز. (2022). أثر المعايير الدولية لإدارة المشاريع على جودة المشاريع الإنشائية: دراسة ميدانية على شركات المقاولات في الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة).

<http://search.mandumah.com/Record/1305589>

- الزعيم، الشرع، و قمانه، محمد. (2022). الثقافة القانونية للسلامة ودورها في خفض حوادث العمل للمورد البشري: دراسة ميدانية في مركز الامداد غرداية: المؤسسة الوطنية للقنويات. مجلة العلوم القانونية والاجتماعية، مج7، ع2، 497 - 518. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1273732>

- الشمري، محمد سعود. (2024). التحسينات في تصميم الطرق لزيادة السلامة وتقليل الحوادث. مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 8(1)، 1-19.

<http://www.jaspss.com/admin/pages/Articles/c17cd6691a204c16774bc660>

[f582fd9e](http://www.jaspss.com/admin/pages/Articles/c17cd6691a204c16774bc660)

- الشودري، محمد يونس. (2020). إدارة الجودة الشاملة في بعض مؤسسات المملكة العربية السعودية: دراسة ميدانية. مجلة البحث العلمي في التربية، 21(4)، 231-268.

<https://doi.org/10.21608/jsre.2020.80204>

https://jsre.journals.ekb.eg/article_80204.html

- عبدالصادق، عزت حسان علي، و مقابلة، غازي مصطفى. (2024). دور وأثر الحوكمة والتقييم في تعزيز جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية بالمنظمات الأهلية غير الربحية بمنطقة الخليج العربي والمنظمات الممثلة لها بالخارج خلال الفترة 2018-2022. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، مج8، ع13، 109 - 151. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1538197>

- العبدلات، ديماء شوقي عبدالغني، و الشورة، محمد سليم خليف. (2021). أثر الحاكمية الرشيدة في إدارة المشاريع: الدور المعدل للتخطيط لإدارة الأزمات في أمانة عمان الكبرى (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة العلوم الإسلامية العالمية، عمان. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1219761>

- العتوم، عبدالله أحمد محمد. (2024). دور هندسة الطرق في تحسين السلامة المرورية في المناطق الحضرية: دراسة حالة لمدينة معينة. مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 8(4)، 1-20.

<http://www.jaspss.com/admin/pages/Articles/23a4f895992906664a0661e9>

[1e9bc798](http://www.jaspss.com/admin/pages/Articles/23a4f895992906664a0661e9)

- العتوم، عبدالله أحمد. (2024). أثر صيانة الطرق باستخدام المركبات المخصصة على تقليل الحوادث المرورية. مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 8(5)، 1-16.
<http://www.jaspss.com/admin/pages/Articles/9b99de095a5ee42460315220b317eff0>
- الغامدي، علي سعيد. (2021). سلامة السير في الليل: دراسة تحليلية للمعدلات الأخيرة في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية. مجلة العلوم الهندسية، جامعة الملك سعود، 3(1)، 45-72.
<https://direct.ksu.edu.sa/entities/journalarticle/329ebd4e-0880-4ade-8a38-af4194dabeab>
- مقداد، وفاء حسن. (2024). تقييم جودة الطرق والشوارع في البلديات. مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 8(2)، 1-18.
<http://jaspss.com/admin/pages/Articles/2cfcaecd3c451e3fca2d5154a36784fd>
- هيله، عبدالله محمد. (2024). استراتيجيات تحسين جودة الطرق وتقليل الحوادث المرورية في البلديات. مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 8(3)، 1-22.
<http://jaspss.com/admin/pages/Articles/2fbd9aa02c395bee2f014b523091f4b9>

المراجع الإنجليزية

- Chakraborty, Rik, & Srinivasan, Sivaramakrishnan. (2025). Impact of lighting conditions on nighttime crash severity among older and elderly drivers. *Journal of Transportation Safety & Security*, 17(12), 1–41. <https://doi.org/10.1080/19439962.2025.2394222>
- Dangisso, S. S. (2023). Effect of human factors on Road Traffic accidents (RTAs): the case of Hawassa City, SNRS, Ethiopia. *PanAfrican Journal of Governance and Development*, 4(1), 53-84.
- Dumitrascu, Dorin-Ion. (2024). Influence of road infrastructure design over the traffic accidents: A simulated case study. *Infrastructures*, 9(9), 154, 1–22. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9090154>
- Fisa, Ronald, Musukuma, Mwiche, Sampa, Mwansa, Musonda, Patrick, & Young, Taryn. (2022). Effects of interventions for preventing road traffic crashes: An overview of systematic reviews. *BMC Public Health*, 22(1), 513, 1–24. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12253-y>

- Hu, Wen, & Cicchino, Jessica Buckley. (2025). Effects of crosswalk illuminators and rectangular rapid-flashing beacons on nighttime driver yielding and speed. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2679(3), 1–15. <https://doi.org/10.1177/03611981241310131>
- Layegh, Mahsa, & Alecsandru, Ciprian. (2025). Assessing crash reduction at stop-controlled intersections: A before-after study of LED-backlit signs using crash and conflict data. *Future Transportation*, 5(2), 46, 1–19. <https://doi.org/10.3390/futuretransp5020046>
- Marchant, P. R., & Norman, P. D. (2022). To determine if changing to white light street lamps improves road safety: A multilevel longitudinal analysis of road traffic collisions during the relighting of Leeds, a UK city. *Applied spatial analysis and policy*, 15(4), 1583–1608
- Mohamad, D. (2024). Road Safety Enhancements and Their Effects on Local Communities: Analyzing the Impact of Road Safety Improvements on Accident Reduction and Quality of Life. *Journal of Scienteck Research and Development*, 6(1), 678–689
- Montoya Alcaraz, Marcos Antonio, Navarro González, Ismael, García Ramírez, Luz del Carmen, & Muñoz Cabanillas, Miguel Ángel. (2023). Main guidelines in road safety audits: A literature review. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1282251>
- Nguyen, Phuong Hoai Dang, Le, Nhien Dinh, & Garvin, Michael James. (2024). Exploring the use of quality control plans for alternative delivery highway projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(3), 04024003. <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-14123>
- Usman, Sheikh Muhammad, Cherry, Christopher Robert, & Noyce, David Allen. (2025). Nighttime pedestrian safety in different communities: Application of artificial intelligence techniques. *Journal of Safety Research*, 94, 340–361. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2025.06.012>
- Wang, Yaoguang, Zhang, Jiayu, & Liu, Hongfeng. (2023). Research on unbalanced mining of highway project key quality indicators based on improved SMOTE algorithm. *Alexandria Engineering Journal*, 67, 459–471. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.01.028>
- Willar, Debby, Trigunarsyah, Bambang, Dewi, Anak Agung Diah Parami, & Makalew, Febriane. (2023). Evaluating quality management of road construction projects: A Delphi study. *The TQM Journal*, 35(7), 2003–2027. <https://doi.org/10.1108/TQM-04-2022-0132>
- Zahidy, A. A., Sutanto, M. H., & Sorooshian, S. (2024). Examining the relationship between road service quality and road traffic accidents: a case study on an expressway in Malaysia. *Traffic Safety Research*, 8, e000056-e000056

الملاحق

استمارة استبيان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أخي الكريم / أختي الكريمة

تحية طيبة وبعد،

يقوم الباحثين بإجراء دراسة حول قياس دور إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق وعناصر السلامة في خفض الحوادث الليلية: دراسة تطبيقية على مشاريع صيانة السلامة المرورية بمدينة جدة.

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.

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

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

أولاً: البيانات الشخصية

□ أنثي

1- النوع الاجتماعي □ ذكر

□ من 40 – 30 سنة

2- العمر □ 30 سنة فأقل

□ من 50 سنة فأكثر

□ 50 – 40 سنة

□ بكالوريوس

3- المؤهل العلمي □ دبلوم

□ دكتوراه

□ ماجستير

□ من 5 – 10 سنوات

4- سنوات الخبرة □ 5 سنوات فأقل

□ أكثر من 15 سنة

□ من 15 – 10 سنة

□ فني سلامة مرورية

5- المسمى الوظيفي □ مهندس مشرف

□ قائم على الصيانة

□ مسؤول ضبط جودة

□ إداري ومنسق

ثانيا محاور الاستبيان

✿ المحور الأول: إدارة الجودة في مشاريع تخطيط الطريق، ضع إشارة (√) في المربع المناسب لاختيارك:

معارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
جودة التصميم الهندسي للطريق					
					تُراعى المعايير الهندسية المعتمدة في تصميم الطرق ضمن مشاريع السلامة المرورية بمدينة جدة
					يتضمن تصميم الطريق حلولاً هندسية لمواقع الخطر المتكررة
					يؤخذ في الاعتبار سلوك مستخدمي الطريق عند اتخاذ قرارات التصميم
					يتكامل تصميم الطريق مع البيئة العمرانية المحيطة بصورة تخدم السلامة
كفاءة أنظمة الإنارة والإشارات المرورية					
					تتوافر إنارة كافية على امتداد الطرق الرئيسية في مدينة جدة خلال الفترات الليلية
					توزع أعمدة الإنارة بصورة متساوية تضمن استمرارية الرؤية ليلاً
					تتميز الإشارات المرورية بوضوحها وقابليتها للإدراك في الظروف الليلية
					تستخدم تقنيات حديثة في أنظمة الإنارة والإشارات لرفع كفاءة الرؤية الليلية

المعارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
فاعلية أجهزة السلامة والحماية الطرقية					
					تتوافر أجهزة السلامة الطرقية بكميات كافية في مواقع الخطر المرورية
					تُسهم الحواجز والمصدات في تخفيف شدة الحوادث اللييلية
					تتلاءم أجهزة السلامة المستخدمة مع طبيعة المخاطر في كل موقع
					تتكامل أجهزة السلامة والحماية مع بقية عناصر منظومة الطريق
جودة برامج الصيانة الدورية والوقائية					
					تُنقذ برامج الصيانة الدورية للطرق وفق جدولة منتظمة
					تتوافر مركبات وأدوات صيانة متخصصة تتلاءم مع طبيعة العمل
					تُعالج الاختلالات في حالة الطريق وأجهزته في وقت مبكر
					تُسهم برامج الصيانة الوقائية في استدامة جودة الطريق

✿ المحور الثاني: خفض الحوادي الليلية، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

المعارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
					تراجع أعداد الحوادث المرورية الليلية في المواقع التي شملتها مشاريع صيانة السلامة
					تنخفض شدة الإصابات الناتجة عن الحوادث الليلية بفعل تحسينات السلامة
					تُسهّم مشاريع تخطيط الطريق في حماية المشاة في الفترات الليلية
					تتحسن قدرة السائقين على إدراك المخاطر ليلاً بعد تطبيق التحسينات
					تراجع الحوادث في التقاطعات بعد تحسين أنظمة الإشارات الليلية
					تنخفض الحوادث في المواقع التي رُفعت كفاءة الإنارة فيها
					يقل تكرار الحوادث في المواقع الخطرة بعد تركيب أجهزة السلامة
					تُسهّم برامج الصيانة الدورية في خفض الحوادث الناجمة عن تدهور الطريق
					يتحسن سلوك السائقين الليلي استجابةً لتحسينات بيئة الطريق
					تنعكس مشاريع السلامة المرورية على الإحساس العام بالأمان أثناء القيادة الليلية

مع خالص التقدير والاحترام

Mid Ocean University

College of Management

Department of Business Administration



**The Impact of Quality Management in Road
Planning Projects and Safety Elements on Reducing
Nighttime Accidents in Jeddah City**

Prepared by:

Khalid Sahmi Al-Zahrani

253002199:

Main supervisor/

Dr. Al-Faisal Abdelhamid

Second supervisor/

Dr. Fayez Jarad

2026 – 1448