Comprehensive Journal of Science
Volume (11), Issue (41), (JUNE, 2026)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد (11) ملحق العدد 41 يونيو 2026
ردمد: 3014-6266

الحوادث المرورية بين مسؤولية الدولة والسائق
دراسة إحصائية للحوادث السنوية على الطريق الساحلي بمدينة جنزور – ليبيا

ربيعة المهدي علي خليل
أستاذ مساعد بقسم تقنيات الهندسة المدنية والمعمارية
المعهد العالي للعلوم والتقنية – الزهراء، ليبيا
Mmfhsh1973@gmai;.com

Traffic Accidents Between Government and Driver Responsibility:
A Statistical Study of Annual Traffic Crashes on the Coastal Road in Janzour, Libya

Rabia Al-Mahdi Ali Khalil
Assistant Professor, Department of Civil and Architectural Engineering Technologies
Higher Institute of Science and Technology – Al-Zahra, Libya

تاريخ الاستلام:2026/07/10 –تاريخ المراجعة:2026/07/18– تاريخ القبول: 2026/07/28– تاريخ للنشر: 2026/8/25

الملخص

تُعد الحوادث المرورية من أبرز المشكلات التي تواجه منظومة النقل، نظرًا لما تسببه من خسائر بشرية ومادية واقتصادية، ولتعدد العوامل المؤثرة في وقوعها. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الحوادث المرورية السنوية على الطريق الساحلي بمدينة جنزور – ليبيا، ودراسة العلاقة بين عدد الحوادث ومجموعة من العوامل المرتبطة بالطريق والسائق والمشاة والبيئة والظروف الجوية ورجل المرور والمخالفات المرورية.

اعتمدت الدراسة على بيانات سنوية للفترة 2012–2025، حيث تم اعتبار عدد الحوادث السنوية متغيرًا تابعًا Y، بينما تمثلت المتغيرات المستقلة في الطريق X1، والسائق X2، والمشاة X3، والبيئة والظروف الجوية X4، ورجل المرور والمخالفات المرورية X5. استخدمت الدراسة عددًا من الأساليب الإحصائية، شملت التحليل الوصفي، ومصفوفة الارتباط، واختبار Phillips–Perron ، واختبار Granger ، ونموذج المربعات الصغرى العادية OLS ، إلى جانب الاختبارات التشخيصية.

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة قوية جدًا بين **X2(السائق)** وعدد الحوادث السنوية، حيث بلغ معامل الارتباط 0.9284 . كما أظهر نموذج OLS أن X2 هو المتغير الأكثر دلالة إحصائية، بمعامل بلغ 1.151507وقيمة احتمالية 0.0001. وبلغ معامل التحديد للنموذج R2=0.898403، بينما بلغ معامل التحديد المعدل 0.853249. وأظهرت الاختبارات التشخيصية عدم وجود دليل إحصائي واضح على الارتباط الذاتي أو عدم ثبات التباين وفق الاختبارات المستخدمة. كما أظهر اختبار Granger عدم وجود دليل كافٍ على السببية الزمنية المباشرة عند عدد التأخيرات المستخدمة.

وتشير النتائج إلى أن عامل السائق يمثل العامل الأكثر وضوحًا من الناحية الإحصائية في البيانات المستخدمة، إلا أن ذلك لا يعني تحميل السائق وحده مسؤولية الحوادث؛ إذ أن السلامة المرورية منظومة متكاملة تشمل الطريق، والسائق، والمشاة، والظروف البيئية والجوية، ورجل المرور والمخالفات المرورية.

الكلمات المفتاحية :الحوادث المرورية، الحوادث السنوية، السلامة المرورية، الطريق، السائق، المشاة، الظروف الجوية، المخالفات المرورية، جنزور، ليبيا.

Abstract

Traffic crashes are among the major problems facing transportation systems because of their human, material, and economic consequences and the interaction of several contributing factors. This study analyzes annual traffic crashes on the coastal road in Janzour, Libya, and examines their relationship with road factors, driver factors, pedestrian factors, environmental and weather conditions, and traffic officers and traffic violations.

Annual data covering the period 2012–2025 were used. The annual number of traffic crashes was considered the dependent variable Y, while road factors X1, driver factors X2, pedestrian factors X3, environmental and weather conditions X4, and traffic officers and traffic violations X5 were considered independent variables. The statistical analysis included descriptive analysis, correlation analysis, the Phillips–Perron test, the Granger causality test, Ordinary Least Squares regression, and diagnostic tests.

The results revealed a very strong positive correlation between driver factors X2 and annual traffic crashes, with a correlation coefficient of 0.9284. The OLS model indicated that X2 was the most statistically significant variable, with a coefficient of 1.151507 and a p-value of 0.0001. The coefficient of determination was $R2=0.898403$, while the adjusted R2 was 0.853249. The diagnostic tests provided no clear statistical evidence of serial correlation or heteroscedasticity according to the tests applied. The Granger causality test did not provide sufficient evidence of direct temporal causality at the lags used.

The findings indicate that driver-related factors are the most statistically evident factor in the available data. However, this does not imply that drivers alone are responsible for traffic crashes, since road safety is a system involving road conditions, drivers, pedestrians, environmental and weather conditions, and traffic enforcement.

Keywords: Traffic crashes; Annual traffic crashes; Road safety; Road factors; Driver factors; Pedestrian factors; Weather conditions; Traffic violations; Janzour; Libya.

1.المقدمة:

تشكل الحوادث المرورية هاجساً و قلقا لكافة أفراد المجتمع و عقبة في طريق الصحة و التنمية و تشكل حربا غير معلنه تزهق أرواح الأبرياء سنويا.

و تعد الحوادث المرورية مشكلة معقدة تتطلب التعاون بين الجهات المعنية لتحسين السلامة على الطرق و تكمن مسؤولية الدولة في بناء طرق آمنة وتوفير ظروف مرورية جيدة ، ووضع قوانين مرورية صارمة وتطبيقها بجدية ، و إعداد برامج لتوعية السائقين بأهمية السلامة المرورية و كذلك توفير خدمات طبية متمكنة و عاجلة في حالات الطوارئ ، و رصد الطرق وتوفير أنظمة مراقبة، بينما تكمن مسؤولية السائق في الالتزام بالقوانين المرورية و تجنب السرعة الزائدة و عدم استخدام الهاتف النقال و الشاشات أثناء القيادة ، و ارتداء حزام الأمان واستخدام مقاعد الأطفال ، والحفاظ على مركبة آمنة بإجراء الفحوصات الدورية و اتمام الأوراق الرسمية.

و الحوادث المرورية تعتبر أحد أهم التحديات التي تواجه أنظمة النقل، لما يترتب عليها من خسائر بشرية ومادية واقتصادية، فضلًا عن تأثيرها في كفاءة الحركة المرورية ومستوى السلامة على شبكة الطرق.

ولا تنتج الحوادث المرورية عادة عن عامل منفرد، وإنما قد تكون نتيجة تفاعل مجموعة من العوامل، تشمل سلوك السائق، وخصائص الطريق الهندسية، وحالة الرصف، والصيانة، والظروف الجوية، وإدارة الحركة، ومستوى الرقابة المرورية.

وفي ليبيا تناولت دراسات سابقة الحوادث المرورية في عدد من المدن، وأظهرت أهمية العوامل البشرية وخصائص الطريق في تفسير الحوادث. كما تناولت دراسات أخرى البنية التحتية والتحكم المروري في منطقة جنزور.

وتزداد أهمية دراسة الحوادث خلال فصل الشتاء نتيجة تغير ظروف القيادة وظهور الأمطار وابتلال سطح الطريق وانخفاض الرؤية في بعض الحالات.

ومن هنا تركز الدراسة الحالية على **الطريق الساحلي بمدينة جنزور**، وتحاول تحديد العلاقة بين عدد الحوادث السنوية وكل من العامل البشري والعوامل الهندسية والتشغيلية والجوية والرقابية.

2.مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في استمرار وقوع الحوادث المرورية على الطريق الساحلي بمدينة جنزور، مع تعدد العوامل المحتملة المرتبطة بها.

وعليه يتمثل السؤال الرئيسي في:

ما طبيعة العلاقة بين عدد الحوادث السنوية والعوامل المرتبطة بالطريق والسائق والمشاة والبيئة والظروف الجوية ورجل المرور والمخالفات المرورية؟

ويتفرع من ذلك:

1. ما طبيعة العلاقة بين الطريق والحوادث؟
2. ما طبيعة العلاقة بين السائق والحوادث؟
3. ما طبيعة العلاقة بين المشاة والحوادث؟
4. ما دور البيئة والظروف الجوية؟
5. ما دور رجل المرور والمخالفات المرورية؟
6. أي المتغيرات أكثر ارتباطًا بعدد الحوادث؟

3.أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

1. تحليل تطور عدد الحوادث السنوية خلال 2012–2025 .
2. دراسة العلاقة بين الطريق والحوادث .
3. دراسة العلاقة بين السائق والحوادث .
4. دراسة العلاقة بين المشاة والحوادث .
5. دراسة العلاقة بين البيئة والظروف الجوية والحوادث .
6. دراسة العلاقة بين رجل المرور والمخالفات المرورية والحوادث .
7. تحديد المتغير الأكثر دلالة إحصائية .
8. استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لتحليل بيانات الحوادث .
9. تقييم صلاحية النموذج من خلال الاختبارات التشخيصية .

10.تقديم توصيات عملية لتحسين السلامة المرورية .

4.فرضيات الدراسة:

الفرضية الرئيسية

H0: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين عدد الحوادث السنوية والمتغيرات المستقلة.

H1: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين عدد الحوادث السنوية وواحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة.

الفرضيات الفرعية

H1a: توجد علاقة بين الطريق X1 وعدد الحوادث.

H1b: توجد علاقة بين السائق X2 وعدد الحوادث.

H1c: توجد علاقة بين المشاة X3 وعدد الحوادث.

H1d: توجد علاقة بين البيئة والظروف الجوية X4 وعدد الحوادث.

H1e: توجد علاقة بين رجل المرور والمخالفات المرورية X5 وعدد الحوادث.

5. الدراسات السابقة:

Bodalal et al. (2012) :

هدفت الدراسة إلى تحليل الحوادث المرورية في مدينة بنغازي خلال الفترة 2001– 2010 . وأظهرت أهمية مشكلة الحوادث المرورية والحاجة إلى تعزيز الوقاية والتوعية وتحسين التعامل مع آثار الحوادث.

DOI: 10.1371/journal.pone.0040454

Al Feki and Neji (2024) :

هدفت الدراسة إلى تحليل العوامل المرتبطة بالحوادث المرورية في مدينة طرابلس باستخدام أساليب إحصائية. أظهرت النتائج أهمية بعض العوامل المرتبطة بالسائق، مثل السرعة والإهمال وعدم الانتباه وعدم إعطاء الأولوية واستخدام الهاتف، إضافة إلى بعض خصائص الطريق.

DOI: 10.1016/j.jer.2023.09.021

Papadimitriou et al. (2019):

هدفت الدراسة إلى مراجعة وتصنيف عوامل خطر الحوادث المرتبطة بالبنية التحتية للطريق . أظهرت النتائج أهمية المحاذاة والمقطع العرضي وسطح الطريق والتقاطعات والتحكم المروري في السلامة.

DOI: 10.1016/j.aap.2019.01.002

Theofilatos and Yannis (2013):

هدفت الدراسة إلى مراجعة تأثير خصائص الطريق وحركة المرور على السلامة المرورية، وأكدت أهمية دمج خصائص الطريق وحركة المرور عند تحليل مخاطر الحوادث.

DOI: 10.1016/j.ssci.2013.02.012

Becker et al. (2022):

هدفت الدراسة إلى قياس تأثير الظروف الجوية في أنواع مختلفة من الحوادث المرورية باستخدام أساليب إحصائية. وأظهرت النتائج أن تأثير الطقس يختلف حسب نوع الحادث والظروف المرورية.

DOI: 10.1186/s12544-022-00561-2

Billot et al. (2009):

هدفت الدراسة إلى تحليل تأثير الأمطار في سلوك السائقين أثناء القيادة، وأظهرت أن تغير الظروف الجوية يمكن أن يؤثر في سلوك القيادة والسلامة المرورية.

DOI: 10.3141/2107-14

Ma et al. (2017):

هدفت الدراسة إلى تطوير نموذج إحصائي للتنبؤ بتكرار الحوادث باستخدام نموذج Negative Binomial ، وأكدت أهمية استخدام نماذج مناسبة لطبيعة بيانات الحوادث.

DOI: 10.1016/j.aap.2016.10.012

Wang et al. (2024):

هدفت الدراسة إلى تطوير نموذج متقدم لتكرار الحوادث مع مراعاة التأثيرات الزمنية والمكانية، وأكدت أهمية الخصائص الزمنية والمكانية في نمذجة الحوادث.

DOI: 10.1016/j.aap.2024.107741

الفجوة البحثية:

على الرغم من وجود دراسات تناولت الحوادث المرورية في ليبيا، فإن الدراسة الحالية تتميز بتركيزها على الطريق الساحلي بمدينة جنزور، ودراسة الحوادث السنوية خلال الفترة 2012– 2025، مع الجمع بين العوامل المتعلقة بالطريق والسائق والمشاة والبيئة والظروف الجوية ورجل المرور والمخالفات المرورية ضمن نموذج إحصائي واحد.

6 .متغيرات الدراسة:

جدول (1). تعريف متغيرات الدراسة

المتغير	الرمز
عدد الحوادث السنوية	**Y**
الطريق	**X1**
السائق	**X2**
المشاة	**X3**
البيئة والظروف الجوية	**X4**
رجل المرور والمخالفات المرورية	**X5**

7.النموذج الرياضي:

تم اعتماد النموذج العام الآتي:

$$Y=\beta 0+\beta 1X1+\beta 2X2+\beta 3X3+\beta 4X4+\beta 5X5+\varepsilon$$

حيث:

Y = عدد الحوادث السنوية.

X1 = الطريق.

X2= السائق.

X3= المشاة.

X4= البيئة والظروف الجوية.

X5= رجل المرور والمخالفات المرورية.

ε= حد الخطأ العشوائي.

8. منطقة الدراسة:

تقع جنزور غرب مدينة طرابلس على الساحل الليبي، ويعد الطريق الساحلي أحد المحاور الرئيسية للحركة المرورية في المنطقة.

الشكل (1). الموقع الجغرافي للطريق الساحلي بمنطقة جنزور

[المصدر :إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الموقع ونظم المعلومات الجغرافية].

9. البيانات السنوية:

جدول (1) يوضح البيانات المستخدمة في التحليل الإحصائي، 2012–2025[المصدر إدارة المرور جنزور]

السنة	Y	X2	X3	(%) X5
2012	58	44	23.55	4760
2013	42	31	22.47	4760
2014	21	24	78.37	4760
2015	24	25	30.88	4760
2016	25	23	47.19	4760
2017	9	6	39.06	4760
2018	22	20	39.72	4760
2019	18	21	31.88	4760
2020	21	32	58.62	4760

السنة	Y	X2	X3	(%)	X5
2021	21	19		71.88	4760
2022	43	53		43.88	4760
2023	65	55		44.44	7963
2024	78	65		31.89	4861
2025	32	25		40.30	1456

ملاحظة : وفق قاعدة البيانات المستخدمة في التحليل، كان X1 و X4 ثابتين خلال الفترة، ولذلك يجب الحذر عند تفسير تأثيرهما في النماذج الزمنية.

و بناء على على الإعلان الذي يفيد بانطلاق أعمال تحسين و توسعة الطريق بين جسر 27 و الغيران تحت اشراف مصلحة الطرق و الجسور [ليبيا الأحرار 2019/10/5] . عليه تم معالجة X1 على أساس متغير صوري وهمي حيث اعتبرت القيمة قبل الصيانة (0) و بعد الصيانة (1) و ذلك لبيان الأثر الحاصل على الطرقات بعد إجراء الصيانة .

و هناك قيم مقدرة لقيمة **X3** لعدم توفر البيانات من إدارة المرور فتم حسابها كالتالي:

الاصابات للمشاة 2012 = (40+ 58)/2 = 49 **قيمة مقدرة.**

الاصابات للمشاة 2020 = (46+22)/2 = 34

الاصابات البشرية 2012 تم حسابها من:

اجمالي الاصابات / اجمالي الحوادث x 100

208/157 x 100 = 0.755

إصابات الطريق الساحلي = 0.755 x 58 = 44 **قيمة مقدرة .**

10. المسح الميداني للطريق الساحلي:

أُجري المسح الميداني للطريق الساحلي بمدينة جنزور بهدف التعرف على **حالة الطريق وعناصر السلامة المرورية والمشكلات القائمة** التي قد ترتبط بوقوع الحوادث. وشمل المسح ملاحظة عدد من خصائص الطريق، مثل حالة سطح الطريق، والعلامات والإشارات المرورية، وتصريف مياه الأمطار، والإنارة، وحركة المشاة، وغيرها من العناصر المؤثرة في السلامة المرورية. وقد تم الاستفادة من نتائج المسح في توصيف **المتغير X1 (الطريق)** ودعم تفسير النتائج الإحصائية للدراسة.

جدول (2) يوضح نتائج المسح الميداني للطريق الساحلي بمنطقة جنزور[المصدر: إعداد الباحثة]

درجة الخطورة	نوع المشكلة	أهم النقاط الحرجة	المقطع
5	تجمع مياه + هبوط بالطريق	جزيرة الغيران	0–1
4	هبوط بالطريق + تشققات	بعد دوار الغيران مباشرة	1–2
4	دخول وخروج غير منظم	مداخل الأحياء السكنية بجانب السكان	2–3
4	تجمع مياه أمام المحلات	منطقة ليبيا صغيرة	3–4

درجة الخطورة	نوع المشكلة	أهم النقاط الحرجة	المقطع
3	ضعف العلامات المرورية + هبوط بسيط	دوران فرعي جزيرة (14(	4–5
4	ميل عرضي غير منتظم	المقطع الواقع بين دوار 14 و17	5–6
5	تجمع مياه + ازدحام حركة	دوار 17	6–7
3	هبوط طفيف	بعد دوار 17	7–8
4	دخول وخروج غير منظم	مقطع ... قبل جسر المطار	8–9
4	تجمع مياه عند المداخل	المحلات في جانب الطريق	9–10
5	تجمع مياه كبير + تشققات	منتصف قبل جسر 27	10–11
5	تجمع مياه شديد+ ضعف إنارة	تحت جسر 27	11–12
4	هبوط بالطريق + تشققات	بعد جسر 27	12–13
3	دخول وخروج غير منظم	مداخل محلات إضافية	13–14
4	تجمع مياه عند المنخفضات	نهاية المقطع قبل منطقة مفتوحة	14–15

يتضح من نتائج المسح الميداني وجود عدد من النقاط الحرجة على امتداد الطريق محل الدراسة، تمثلت بصورة رئيسية في تجمعات مياه الأمطار، وهبوط سطح الطريق، والتشققات، وضعف بعض عناصر التحكم المروري، إضافة إلى عدم انتظام الدخول والخروج من بعض المواقع. وتراوحت درجات الخطورة المرصودة بين 3 و5، مع ارتفاع مستوى الخطورة في عدد من المقاطع، ولا سيما المناطق التي تجمع بين مشكلات سطح الطريق وتجمع المياه أو الازدحام المروري. وتستخدم هذه النتائج في توصيف عامل الطريق (X1) ودعم تفسير النتائج الإحصائية للحوادث السنوية.

تم تحديد مؤشر حالة الطريق (X1) من خلال مسح ميداني للطريق الساحلي جنزور بطول 15 كم، حيث تم تقييم درجة الخطورة لكل مقطع، ثم حساب المتوسط العام لمؤشر الخطورة.

مجموع قيم درجة الخطورة(4 ، 4 ، 4 ، 3 ، 4 ، 5 ، 3 ، 4 ، 4 ، 5 ، 5 ، 4 ، 3 ، 4،5)=61

عدد المقاطع= 15 مقطع

نحسب المتوسط

X1=61/15=4.07

X1 ≈ 4.1

مؤشر العوامل البيئية (تجمع المياه)X4 :

عدد المقاطع التي فيها تجمع مياه ≈6 مقاطع

X4=6÷15

X4=0.40

القيمة المعتمدة:

X4 = 0.40

أظهر المسح الميداني للطريق الساحلي بمنطقة جنزور بطول 15 كم وجود عدة مشاكل هندسية مثل الهبوط والتشققات والمداخل غير المنظمة، حيث بلغ متوسط مؤشر حالة الطريق (X1) حوالي **4.1**. كما تم تسجيل

عدد من مواقع تجمع المياه نتيجة ضعف التصريف، حيث بلغت نسبة هذه المواقع **0.40** من إجمالي المقاطع المدروسة، وهو ما يمثل المتغير البيئي(X4) .

المخالفات المرورية:

- 2023=7963 مخالفة
- 2024=4861 مخالفة
- 2025=1456 مخالفة

بما أنه**(2012–2022)** لا توجد بيانات، نعتمد **المتوسط** لهذه السنوات.

X5=37963+4861+1456 X5=14280÷3=4760

القيمة المعتمدة للسنوات التي لا توجد لها بيانات = 4760 مخالفة

جدول (3) يوضح حساب قيمة المخالفات المرورية بناء على البيانات المتحصل عليها من إدارة المرور جنزور

السنة	عدد المخالفات (X5)
2012	4760
2013	4760
2014	4760
2015	4760
2016	4760
2017	4760
2018	4760
2019	4760
2020	4760
2021	4760
2022	4760
2023	7963
2024	4861
2025	1456

تم اعتماد عدد المخالفات المرورية كمؤشر لمستوى الرقابة المرورية (X5) . وبسبب عدم توفر البيانات لبعض السنوات، تم تقديرها باستخدام المتوسط الحسابي للسنوات المتاحة.

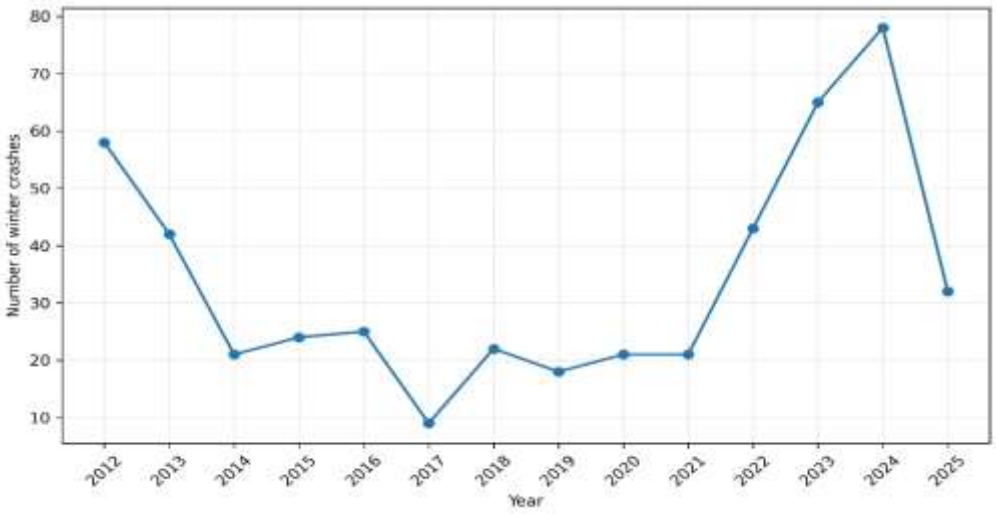
11 .البيانات والمنهجية :

اعتمدت الدراسة على بيانات سنوية للفترة من **2012 – 2025** ، أي 14 مشاهدة.

وشملت المنهجية:

- التحليل الوصفي .
- مصفوفة الارتباط .
- اختبار Phillips–Perron .
- اختبار Granger .
- نموذج OLS.
- اختبارات VIF.
- اختبار Jarque–Bera .
- اختبار Breusch–Godfrey .
- اختبار ARCH.

12.تطور الحوادث السنوية:

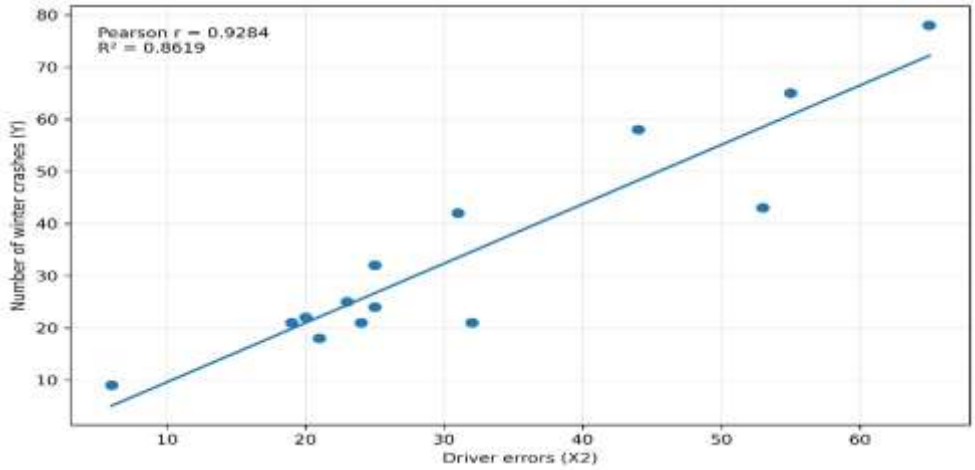


الشكل (2). تطور عدد الحوادث السنوية 2012– 2025

[المصدر :إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الدراسة**].**

يوضح الشكل التغير السنوي في عدد الحوادث خلال الفترة المدروسة، ويبين وجود تذبذب في عدد الحوادث من سنة إلى أخرى.

13. العلاقة بين السائق والحوادث:



الشكل (3). العلاقة بين السائق X2وعدد الحوادث السنوية Y

[المصدر :إعداد الباحثة].

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة قوية جدًا بين X2 وY، حيث بلغ معامل الارتباط:

r=0.928405

وتشير هذه النتيجة إلى قوة العلاقة الإحصائية بين المتغير المرتبط بالسائق وعدد الحوادث السنوية.

14. مصفوفة الارتباط:

جدول (4) يوضح معاملات الارتباط

العلاقة	معامل الارتباط
Y – X1	0.2818
Y – X2	**0.9284**
Y – X3	0.3895
Y – X4	0.3282
Y – X5	0.3282

يتضح أن **السائق(X2)** سجل أقوى علاقة ارتباط معY.

15. نموذجOLS :

أعطى نموذج المربعات الصغرى العادية النتائج الآتية:

$$Y=-3.902603X1+1.151507X2-0.177141X3+19.980117X4-0.000130X5$$

جدول (5) يوضح نتائج نموذج OLS

المتغير	المعامل	p−value
X1الطريق	−3.902603	0.4595
X2السائق	**1.151507**	**0.0001**
X3المشاة	−0.177141	0.2543

المتغير	المعامل	p–value
X4البيئة والظروف الجوية	19.980117	0.4544
X5رجل المرور والمخالفات	−0.000130	0.9467

وبلغ:

R2=0.898403 Adjusted R2=0.853249 DW=2.466859

تفسير النتيجة

يظهر أن **السائق (X2)**هو المتغير الوحيد ذي الدلالة الإحصائية الواضحة عند مستوى 5%.

وبلغ معاملX2 :

β2=1.151507

مع:

p=0.0001

وهذا يعني وجود علاقة موجبة ودالة إحصائيًا بين المتغير المرتبط بالسائق وعدد الحوادث السنوية.

16. اختبارPhillips–Perron :

أظهرت نتائج اختبار Phillips–Perron استقرارية عدد من المتغيرات بعد أخذ الفروق الأولى، مع اختلاف مستويات الاستقرارية بين المتغيرات.

ويجب تفسير نتائج هذا الاختبار بحذر نظرًا إلى محدودية عدد المشاهدات السنوية.

17. اختبار Granger للسببية:

تم استخدام اختبار Granger لتقييم ما إذا كانت القيم السابقة لأحد المتغيرات تضيف معلومات تساعد في تفسير المتغير الآخر.

وأظهرت النتائج عدم وجود دليل إحصائي كافٍ على السببية الزمنية المباشرة من X2 إلى Y عند **التأخيرات الزمنية المستخدمة في الاختبار**.

وهنا يجب التأكيد على أن:

قوة الارتباط بين X2 و Y لا تعني بالضرورة إثبات السببية الزمنية بينهما.

18. اختبار تعدد خطي:

أظهرت نتائج VIF القيم الآتية:

جدول (6) يوضح نتائج VIF

المتغير	VIF
X1	2.964973
X2	8.830150
X3	10.419790
X4	24.292890
X5	20.140280

وتشير هذه النتائج إلى وجود تعدد خطي مرتفع لبعض المتغيرات، وخاصة X4 وX5 .

وعليه يجب الحذر عند تفسير معاملات المتغيرات الفردية، مع الاحتفاظ بالنتيجة العامة للنموذج.

19. الاختبارات التشخيصية:

جدول (7) يوضح نتائج الاختبارات التشخيصية

الاختبار	p–value	الاستنتاج
Jarque–Bera	0.5540	لا توجد مشكلة واضحة في طبيعية البواقي
Breusch–Godfrey	0.3880	لا يوجد دليل واضح على الارتباط الذاتي
ARCH	0.2848	لا يوجد دليل واضح على عدم ثبات التباين

20. مناقشة النتائج:

أظهرت الدراسة أن المتغير **X2 المرتبط بالسائق** كان الأكثر ارتباطًا بعدد الحوادث السنوية، كما ظهر دالًا إحصائيًا في نموذج.OLS

وتتفق هذه النتيجة مع الأدبيات التي تؤكد أهمية السلوك البشري في السلامة المرورية.

ومع ذلك، فإن عدم ظهور X1 أو X3 أو X4 أو X5 دالًا إحصائيًا في النموذج لا يعني أن الطريق أو المشاة أو الظروف الجوية أو الرقابة المرورية ليس لها أثر واقعي؛ فقد يتأثر ذلك بحجم العينة، وطريقة قياس المتغيرات، والتعدد الخطي بين المتغيرات.

لذلك فإن النتيجة الأساسية لا ينبغي تفسيرها باعتبار أن **السائق هو المسؤول الوحيد عن الحوادث.**

21. المسؤولية بين الدولة والسائق:

يمكن النظر إلى المسؤولية المرورية باعتبارها مسؤولية مشتركة.

عوامل مرتبطة بالسائق

- السرعة .
- عدم الانتباه .
- عدم الالتزام بقواعد المرور .
- السلوكيات الخطرة أثناء القيادة .

عوامل مرتبطة بالجهات المسؤولة

- حالة الطريق .
- التصميم والصيانة .
- تنظيم الحركة .
- التعامل مع الظروف الجوية والبيئية .
- الرقابة المرورية .
- متابعة المخالفات .

عوامل مرتبطة بالمشاة

- عبور الطريق في مواقع غير آمنة .
- عدم الالتزام بقواعد العبور .
- السلوك غير الآمن بالقرب من الطريق .

وبذلك فإن الحادث المروري يمثل نتيجة محتملة لتفاعل عدة عناصر داخل منظومة النقل.

22. الاستنتاجات:

1. توجد تقلبات سنوية واضحة في عدد الحوادث خلال الفترة 2012–2025 .
2. أظهر X2 المرتبط بالسائق أقوى علاقة ارتباط مع Y .
3. بلغ معامل الارتباط بين X2 و Yنحو **0.9284**.
4. ظهر X2 دالًا إحصائيًا في نموذج OLS .
5. بلغ معامل X2 نحو **1.151507**.
6. بلغت قيمة p–value لـ X2نحو **0.0001**.
7. بلغت القوة التفسيرية للنموذج R2=0.898403.
8. أظهرت نتائج VIF وجود تعدد خطي لبعض المتغيرات .
9. لم تظهر الاختبارات التشخيصية مشكلات واضحة في الارتباط الذاتي أو عدم ثبات التباين .
10. لم يثبت اختبار Granger وجود سببية زمنية مباشرة عند التأخيرات المستخدمة .
11. لا يمكن تفسير النتائج باعتبار السائق المسؤول الوحيد عن الحوادث .
12. تتطلب السلامة المرورية تكامل الطريق والسائق والمشاة والبيئة والظروف الجوية والرقابة المرورية .

23. التوصيات:

1. تعزيز برامج التوعية المرورية للسائقين .
2. تشديد الرقابة على المخالفات المرورية .
3. دراسة النقاط التي تتكرر فيها الحوادث على الطريق الساحلي .
4. تحسين عناصر السلامة الهندسية للطريق .
5. الاهتمام بتصريف مياه الأمطار وتحسين ظروف الطريق أثناء الأحوال الجوية غير الملائمة .
6. توفير أماكن عبور آمنة للمشاة .
7. تحسين العلامات والإشارات المرورية .
8. إنشاء قاعدة بيانات موحدة للحوادث .
9. تسجيل الموقع والتاريخ والسبب المحتمل لكل حادث .
10. توفير بيانات شهرية أو يومية مستقبلًا بدل الاقتصار على البيانات السنوية .
11. زيادة حجم العينة عند إجراء دراسات مستقبلية .
12. استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لتحديد النقاط السوداء .
13. إعادة اختبار نماذج بيانات العد عند توفر عدد أكبر من المشاهدات .

24. حدود الدراسة:

تتمثل أهم حدود الدراسة في محدودية عدد المشاهدات السنوية، إذ تغطي الفترة 2012–2025 فقط.

كما أن بعض المتغيرات قد تتداخل فيما بينها، وهو ما ظهر من نتائجVIF ، ولذلك ينبغي تفسير النتائج في إطار البيانات المتاحة وعدم تعميمها خارج منطقة الدراسة دون دراسات إضافية.

25. الخاتمة:

خلصت الدراسة إلى أن الحوادث المرورية السنوية على الطريق الساحلي بمدينة جنزور ترتبط بمجموعة من العوامل المتداخلة، وكان المتغير المرتبط بالسائق هو الأكثر وضوحًا من الناحية الإحصائية في البيانات المستخدمة.

إلا أن السلامة المرورية لا يمكن اختزالها في مسؤولية السائق وحده، إذ تتأثر أيضًا بالطريق والمشاة والبيئة والظروف الجوية ورجل المرور والمخالفات المرورية.

وعليه، فإن معالجة الحوادث تتطلب الانتقال من تحميل المسؤولية لطرف واحد إلى **منظومة متكاملة للسلامة المرورية** تجمع بين تحسين الطريق، والرقابة، والتوعية، وتنظيم حركة المشاة، والاستجابة للظروف البيئية والجوية.

26. المراجع:

1. Bodalal, Z., Bendardaf, R., & Ambarek, M. (2012). A study of a decade of road traffic accidents in Benghazi–Libya: 2001 to 2010. *PLoS ONE, 7*(7), e40454. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040454
2. Al Feki, E. A., & Neji, J. (2024). Statistical modelling to assessing and enhancing road traffic safety in Tripoli, Libya: A systematic approach. *Journal of Engineering Research, 12*(4), 659–669. https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.09.021
3. Papadimitriou, E., Filtness, A., Theofilatos, A., Ziakopoulos, A., Quigley, C., & Yannis, G. (2019). Review and ranking of crash risk factors related to the road infrastructure. *Accident Analysis & Prevention, 125*, 85–97. https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.01.002
4. Theofilatos, A., & Yannis, G. (2013). The effect of traffic and road characteristics on road safety: A review and future research direction. *Safety Science, 57*, 264–275. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.02.012
5. Becker, N., Rust, H. W., & Ulbrich, U. (2022). Weather impacts on various types of road crashes: A quantitative analysis using generalized additive models. *European Transport Research Review, 14*, 37. https://doi.org/10.1186/s12544-022-00561-2
6. Billot, R., El Faouzi, N.-E., & De Vuyst, F. (2009). Multilevel assessment of the impact of rain on drivers' behavior: Standardized methodology and empirical analysis. *Transportation Research Record, 2107*(1), 117–125. https://doi.org/10.3141/2107-14
7. Ma, Z., Zhang, H., Chien, S. I.-J., Wang, J., & Dong, C. (2017). Predicting expressway crash frequency using a random effect negative binomial model:

A case study in China. *Accident Analysis & Prevention, 98*, 214–222. https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.10.012

8. Wang, W., Yang, Y., Yang, X., Gayah, V. V., Wang, Y., Tang, J., & Yuan, Z. (2024). A negative binomial Lindley approach considering spatiotemporal effects for modeling traffic crash frequency with excess zeros. *Accident Analysis & Prevention, 207*, 107741. https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107741