Studying the Effect of Skid Resistance on Safety Movement of Vehicles on Central Roads in Lattakia

Dr. Shaza Ebrahim Assaad*
Alaa Ahmad Mahfoud**

(Received 7 / 8 / 2019. Accepted 22 / 10 / 2019)

□ ABSTRACT □

Traffic accidents are a serious negative phenomenon associated with different transport systems. Despite the relative recency of traffic accidents in societies, the inevitabile negative consequences of this phenomenon has led to intensifying efforts to study them in order to reduce their risks or to reduce their development.

This study is an important step to study the effect of Skid-resistance factor on traffic accidents on central roads in Lattakia city in the absence of this measurement.

This study was based on statistical method which examines the correlation between Skid-resistance and the number of fatalities, serious injuries and physical damage, which showed that the greatest effect of resistance to slip on the number of death Fuzzylogic was used to model traffic accidents and compare them with actual accidents.

A Spatial analysis of traffic accidents on the road of "Alsahel.Alghab" was carried out by using GIS program to determine the intensity of accidents on the mentioned road ,Thus determining the most dangerous locations on this road.

Keywords: Skid resistance, Traffic accidents, Spatial analysis, Fuzzylogic.

*Associate Professor- Transportation Engineering Department – Faculty of Civil Engineering - Tishreen University – Lattakia – Syria.

**Postgraduate Student (Master) - Transportation Engineering Department – Faculty of Civil Engineering - Tishreen University – Lattakia – Syria. E-mail: AlaaMahfoud5@gmail.com

دراسة تأثير عامل مقاومة الانزلاق على سلامة حركة العربات على الطرق المركزية في محافظة اللاذقية

د. شذى إبراهيم أسعد*

علاء احمد محفوض**

(تاريخ الإيداع 7 / 8 / 2019. قُبِل للنشر في 22/ 10 / 2019)

□ ملخّص □

تعد الحوادث المرورية ظاهرة سلبية خطيرة تترافق مع نظم النقل المختلفة، وتتميز بكثير من العوامل المؤدية لوقوعها، وبرغم الحداثة النسبية لظاهرة حوادث المرور في المجتمعات فإن حتمية النتائج السلبية لهذه الظاهرة قد أدت إلى تكثيف الجهود لدراستها بهدف تخفيف مخاطرها، أو للتقليل من تطورها.

تشكل هذه الدراسة خطوة مهمة لدراسة تأثير عامل مقاومة الانزلاق على الحوادث المرورية على الطرق المركزية في محافظة اللاذقية في ظل غياب كامل لهذا القياس.

تم الاعتماد في هذه الدراسة على الطريقة الإحصائية التي درست الارتباط ما بين مقاومة الانزلاق و ما بين كل من عدد الحوادث، وعدد الوفيات والإصابات الجسيمة والأضرار المادية، والتي أظهرت أن أكبر تأثير لمقاومة الانزلاق كان على عدد الوفيات.

كما تم استخدام المنطق الضبابي لنمذجة الحوادث المرورية ومقارنتها مع الحوادث الحقيقية.

وتم إجراء تحليل مكاني للحوادث المرورية على طريق الساحل الغاب باستخدام برنامج GIS لتحديد كثافة الحوادث على الطريق المذكور، وبالتالي تحديد أكثر المواقع خطورة على هذا الطريق.

الكلمات المفتاحية: مقاومة الانزلاق، الحوادث المرورية، التحليل المكاني، المنطق الضبابي.

* أستاذ مساعد ـ قسم هندسة المواصلات والنقل ـ كلية الهندسة المدنية ـ جامعة تشرين ـ اللاذقية ـ سورية.

** طالب دراسات عليا (ماجستير) ـ قسم هندسة المواصلات والنقل ـ كلية الهندسة المدنية ـ جامعة تشرين ـ اللاذقية ـ سورية. البريد الالكتروني: AlaaMahfoud5@gmail.com

مقدمة:

نشأت إدارة السلامة الطرقية بما يتعلق بقطاع النقل في كثير من بلدان العالم نتيجة التدهور الذي وصلت إليه السلامة المرورية، والواضحة في أرقام ضحايا أنظمة النقل، لذلك أنشئت برامج شاملة على المستوى الوطني في مختلف بلدان العالم، حيث رُفعت شعارات محددة، واستُنفرت الجهود المتواصلة لعدد من الهيئات والمؤسسات الوطنية في هذه البلدان لتحقيق معايير محددة في مختلف أوجه التعامل مع السلامة المرورية، حيث أن السلامة الطرقية هي مسؤولية مشتركة لكل الهيئات الحكومية المركزية والمحلية، والهيئات غير الحكومية التطوعية والخاصة.

ومن العوامل المؤثرة في وقوع الحوادث المرورية هي مقاومة الانزلاق، إذ تعتبر مقاومة الانزلاق واحدة من أهم الخصائص المتعلقة بالسلامة على الطرق، حيث أن سطح الطريق يجب أن يوفر مستويات كافية من مقاومة الانزلاق بما يتوافق مع خصائص سطح الطريق الهندسية والمرورية لتسهيل المناورات الآمنة وعمليات الكبح وحركات الإنعطاف للعربات، خصوصاً في الظروف المناخية الرطبة، وعلى هذا النحو يتم اختيار مستويات مقاومة الانزلاق المناسبة من أجل أمان شبكة الطرق[3].

تتأثر مقاومة الانزلاق بمجموعة من العوامل، وتشمل هذه العوامل العمر التصميمي للرصف، الظروف المناخية، حجم حركة المرور، السرعة، خشونة سطح الرصف، وخصائص الحصويات التي استعملت لبناء سطح الطريق، وبالتالي يحتمل أن يلعب كلٌ من هذه العوامل دوراً هاماً في وقوع الحوادث[3]، حيث أن سطوح الرصف ذات مقاومة الانزلاق المنخفضة تشكل خطراً على سلامة مستخدمي الطريق لسببين:

أولاً: لأنه يزيد من مسافة التوقف، والتي هي وظيفة مباشرة لمعامل الاحتكاك، التي يقدمها سطح الرصف.

ثانياً: لأنه يزيد من الانزلاقات في حال السطح الرطب، حيث تتكون طبقة عازلة تفصل بين إطارات العربات وسطح الطريق وتقلل من الاحتكاك فيما بينهما[3].

أهمية البحث وأهدافه:

تتجلى أهمية البحث في تقييم وضع الطرق المركزية، وفي توفير الظروف المناسبة لمقاومة الانزلاق المحتمل بهدف التقليل من الحوادث المرورية عليها، حيث أن تخفيض عدد الحوادث والتقليل من خطورتها سيؤدي حتماً لطرق أكثر أماناً وسيؤمن مدخرات (توفير مالي) رئيسية للمجتمع، وبالتالي ستصبح هذه الطرق عبارة عن بيئات أكثر أماناً، لذلك فإن هذا البحث سيقدم مساهمة في ضبط وتحسين سلامة المرور. كما تكمن أهميته في العمل على إيجاد علاقة تربط بين مقاومة الانزلاق على سطوح الرصف وبين عدد الحوادث المرورية، بهدف التقليل من الأضرار الناتجة عنها، وبهدف تحديد السرعة المناسبة للعربات والمتوافقة مع حالة سطح الطريق.

طرائق البحث ومواده:

للوصول إلى الهدف المطلوب من الدراسة تم الاعتماد على حالة المعرفة من خلال الدراسات السابقة لتحديد الطريقة المناسبة للعمل، حيث تم تقسيم الطريق المدروس إلى قطاعات، وتجميع حوادث المرور وإحصائياتها، كما تم إجراء قياس حقلي للغزارات المرورية على كل قطاع ،إضافةً إلى بيانات السرعة، وتم تحديد قيمة السرعة الوسطية لكل قطاع، وإجراء قياس مقاومة الانزلاق بواسطة جهاز البندول البريطاني ضمن كل قطاع، وهذا الجهاز عبارة عن بندول ذي

طرف مطاطي متدلٍ إلى الأسفل من ارتفاع ثابت، وعند وصوله إلى سطح الرصف فإن الاحتكاك يعرقل مع الرصف، وتحدد قيمة معامل الانزلاق في هذه الحالة بزاوية انحراف البندول بعد اجتيازه لمنطقة التلامس أو الاحتكاك. من ثم قام الباحث بإجراء تحليل مكاني للحوادث باستخدام برنامج ARC-GIS، ودراسة الارتباط بين كل من معامل الانزلاق وعدد الحوادث وعدد الوفيات والإصابات الجسيمة والأضرار المادية، كما تمت نمذجة موديل رياضي ضبابي باستخدام برنامج MATLAB، بإدخال بيانات السرعة والغزارة المرورية ومعامل الانزلاق للتنبؤ بالحوادث، ومقارنته مع عدد الحوادث الحقيقية. والشكل (1) يظهر جهاز مقاومة الانزلاق المستخدم في الدراسة[6].

الشكل(1): جهاز البندول البريطاني

موقع منطقة الدراسة:

شملت منطقة الدراسة جزءاً بطول 17 Km من طريق الساحل الغاب تم تقسيمه إلى تسع قطاعات، وهو طريق ذو أهميته كبيرة كطريق مركزي رئيسي بسرعات عالية يصل بين محافظتي اللاذقية وحماه، وهو طريق بطول 28 Km وبعرض وسطي 13 m، ويبلغ عدد حاراته 3 حارات وبعرض 3m لكل حارة، أما عرض البانكيت فهو 2m، ويوضح الشكل (2) الطريق المدروس كخريطة من الغوغل، كما يوضح الجدول (1) مواصفات الطريق المدروس.

الشكل(2): خريطة الغوغل لطريق الساحل الغاب

الجدول (1): مواصفات طريق الساحل الغاب

طريق الساحل – الغاب	
المنطقة	ريفية – جبلية
التصنيف الوظيفي و الإداري	رئيسي يصل بين مراكز المحافظات
التصنيف الوظيفي التصميمي	درجة أولى
عرض القارعة وسطياً (م)	9
عرض البانكيت وسطياً (م)	2
بداية ونهاية الطريق	عقدة رأس العين حتى الحدود الإدارية لمحافظة اللاذقية
الطول الكلي (كم)	28
السرعة التصميمية (كم/سا)	70 للاستقامات، 60 للمنعطفات الأفقية
السرعة الأعظمية المسموحة (كم/سا)	80
حدود الجزء المدروس من الطريق	من عقدة رأس العين حتى قرية كرم غصونة
الطول الكلي المدروس (كم)	17

تقسيم الطريق إلى قطاعات:

تم تقسيم الطريق إلى تسع قطاعات موضحة بإحداثياتها في بدايتها ونهايتها مع أطوالها، وذلك وفق الجدول(2):

الجدول(2): أبعاد القطاعات

رقم القطاع	نقطة بداية القطاع	نقطة نهاية القطاع	طول القطاع(Km)	إحداثيات نقطة البداية		إحداثيات نقطة النهاية	
				X_1	Y_2	X_2	Y_2
1	0	2.35	2.35	226173	3912690	228464	3913000
2	2.35	3.95	1.6	228464	3913000	229876	3913709
3	3.95	6.4	2.45	229876	3913709	232283	3913751
4	6.4	7.95	1.55	232283	3913751	233824	3913595
5	7.95	9.95	2	233824	3913595	235756	3913698
6	9.95	11.5	1.55	235756	3913698	237181	3913239
7	11.5	12.8	1.3	237181	3913239	237524	3912527
8	12.8	14.8	2	237524	3912527	238989	3911570
9	14.8	17	2.2	238989	3911570	241112	3911887

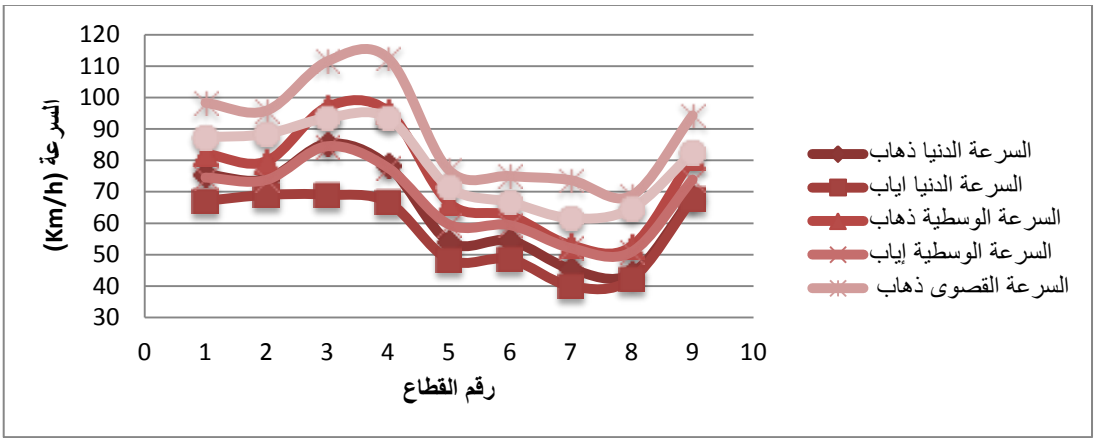
جمع البيانات:

تم جمع البيانات الضرورية من خلال مجموعة كبيرة من القياسات الحقلية والإحصاءات اليدوية والآلية، وهي عبارة عن بيانات للسرعة وبيانات للغزارة المرورية وبيانات عن حوادث المرور، إضافة إلى بيانات مقاومة الانزلاق.

الجدول (3): السرعة لكل قطاع

رقم القطاع	السرعة الدنيا (Km/h)		السرعة الوسطية (Km/h)		السرعة القصوى (Km/h)	
	ذهاب	إياب	ذهاب	إياب	ذهاب	إياب
القطاع 1	75.56	67.14	82.1	75.3	98.33	87.36
القطاع 2	74	69	79.7	73.8	95.81	88.4
القطاع 3	85.3	69.1	97	84.5	111.5	93.5
القطاع 4	78.3	66.7	95.55	77.6	112.5	93.5
القطاع 5	54.1	48.4	66.4	59.6	76.9	71.4
القطاع 6	54.5	48.6	62.5	59.4	75	66.7
القطاع 7	45.45	40	53	52.1	73.7	61.61
القطاع 8	44	42.3	52.7	50.9	68.8	64.7
القطاع 9	68.3	67.7	80.8	73.9	94.3	82.5

والذي يظهر سرعات عالية جداً لكل من القطاعين الثالث والرابع، كما يظهر المخطط التالي في الشكل(3) تغير السرعة على كامل الطريق المدروس.

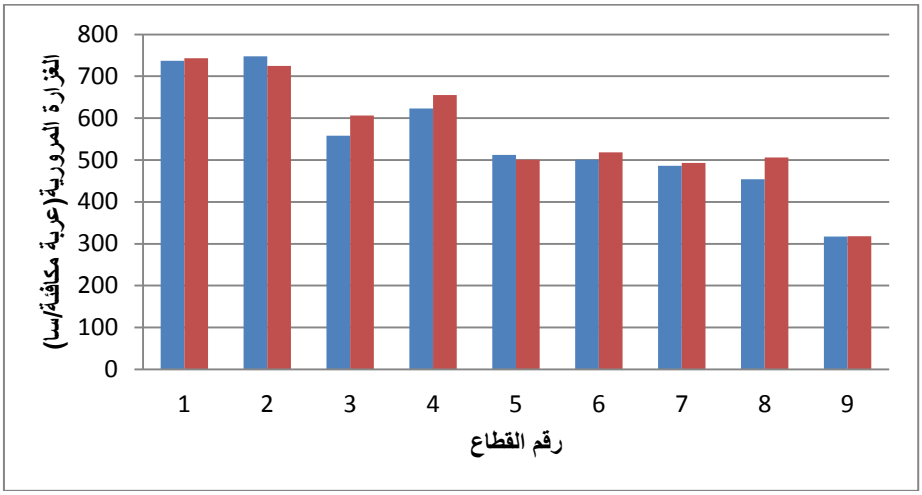


الشكل (3): مخطط تغير السرعة على الطريق المدروس

كما تم تجميع بيانات حجم حركة المرور من خلال قياسات حقلية لكل قطاع، وتم تحديد نوع المركبة وجهة حركتها، ثم تحويل المركبات إلى مركبة حسابية، و يوضح الجدول(4) التالي الغزارة الأعظمية وساعة الذروة لكل قطاع، كما يظهر الشكل (4) الغزارات المرورية الأعظمية لكل قطاع .

الجدول (4): الغزارة الأعظمية وساعة الذروة لكل قطاع

رقم القطاع	الغزارة المرورية الأعظمية (مركبة حسابية/سا)	ساعة الذروة (h)
1	743	2-1
2	748	2-1
3	606	2-1
4	655	2-1
5	512	2-1
6	518	2-1
7	493	3-2
8	506	9-8
9	317	12-11



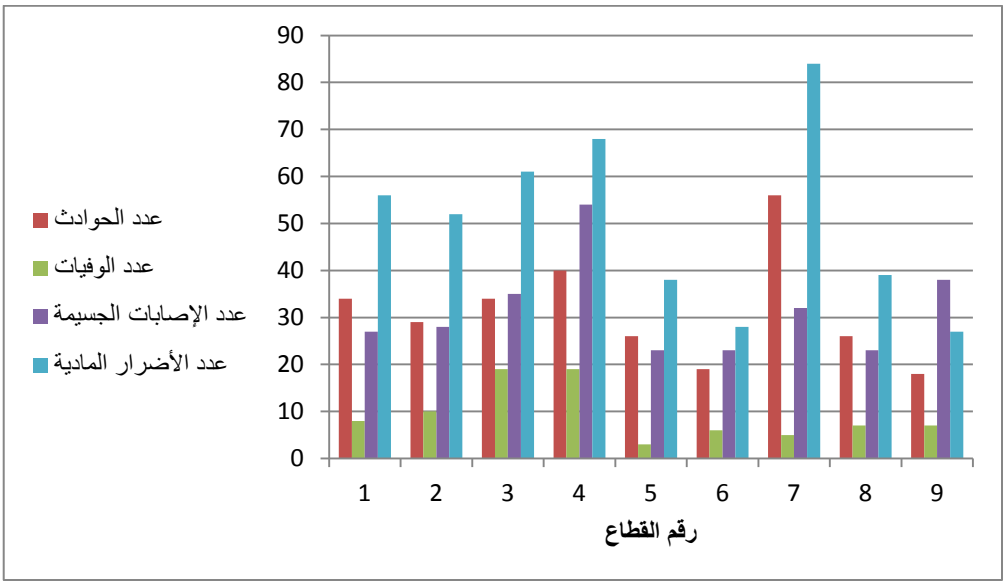
الشكل (4): مخطط يوضح الغزارة المرورية الأعظمية لكل قطاع

أما بيانات الحوادث المرورية فقد تم الحصول عليها من شرطة الطرق العامة في بيت ياشوط وهي تشمل الحوادث من عام 2011 حتى 2015 وتم تحديد عدد الوفيات والإصابات الجسيمة والأضرار المادية الناتجة عن كل حادث كما يظهر في الجدول(5)، ويوضح الشكل (5) المقارنة بين القطاعات من حيث عدد الوفيات والإصابات الجسيمة والأضرار المادية الناجمة عن الحوادث:

الجدول(5): عدد الحوادث والوفيات والإصابات والأضرار المادية لكل قطاع

رقم القطاع	عدد الحوادث	الوفيات	الإصابات الجسيمة	أضرار مادية
1	34	8	27	56
2	29	10	28	52
3	34	19	35	61
4	40	20	54	68

38	23	3	26	5
28	23	6	19	6
84	32	5	56	7
39	23	8	26	8
27	38	7	18	9



الشكل (5): مقارنة بين القطاعات من حيث عدد الحوادث والوفيات وعدد الإصابات الجسيمة والأضرار المادية

تأثير مقاومة الانزلاق على الحوادث المرورية:

إن الهدف من إيجاد علاقة بين مقاومة الانزلاق وعدد الحوادث المرورية هو رفع مستوى السلامة المرورية من خلال العمل على تخفيض عدد الحوادث، حيث أن الحادث المروري يتعلق بثلاث عوامل رئيسة هي:

A- العامل البشري:

يتعلق بالسائق بالدرجة الأولى لكونه العنصر العاقل المتحكم في كيفية التعامل مع المركبة والطريق، ثم المشاة، ومن الأخطاء التي يرتكبها السائق هي عدم كفاءته والإرهاق والتعب نتيجة السفر، بالإضافة إلى عدم التقيد بقواعد المرور سواء من قبله أو من قبل المشاة.

B- عامل المركبة

يتمثل بنوع المركبة من حيث صلاحيتها والاستعمال الآمن والأعطال الفنية(الفرامل والعجلات)، انفجار مفاجئ للإطار، خلل ميكانيكي أو كهربائي.

C- عامل الطريق:

يسهم الطريق في وقوع حوادث المرور من خلال الأخطاء التي قد تكون موجودة عليه نتيجة:

- عيوب تصميمية في الطريق (تقاطعات – منعطفات).
- عيوب تخطيط مثل عدم كفاية عرض الطريق والإزدحام الناتج عنه.

- عيوب تنفيذية.
- عيوب في الصيانة نتيجة كثرة الحفريات وعدم التنسيق بين الجهات المختلفة[1].

وتندرج مقاومة الانزلاق ضمن عوامل الطريق المسببة للحوادث، حيث أن مقاومة الانزلاق تتأثر بحالة سطح الطريق من حيث درجة خشونته، وإن كان سطح الطريق جافاً أو رطباً.

لقد تم الاعتماد على طريقتين لإيجاد العلاقة بين مقاومة الانزلاق وعدد الحوادث:

1- الطريقة الإحصائية:

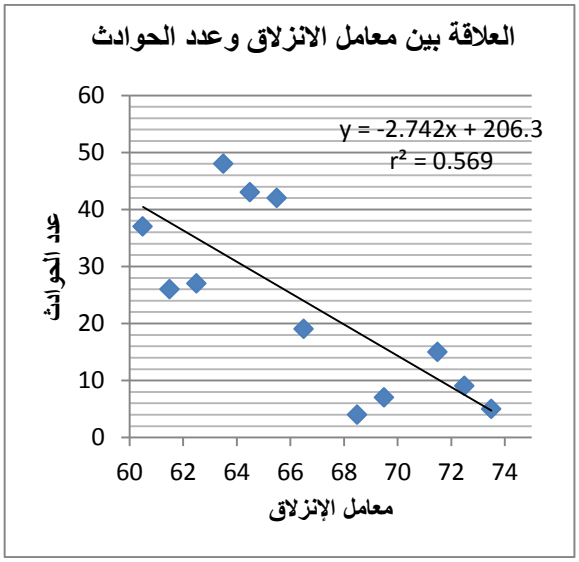
إن الطرق الإحصائية تستخدم في تحديد نوعية البيانات المطلوبة لدراسة مشكلة مرورية، وعدد مشاهداتها، وهو ما يعرف بحجم عينة الدراسة، كما أنها تؤدي دوراً رئيسياً في تقويم الحلول المطبقة لمعالجة المشكلات، وقياس مدى فعالية هذه الحلول من الناحية الفنية وكذلك الإقتصادية، أما بالنسبة لمتابعة الحركة المرورية فإن الطرق الإحصائية تقوم أيضاً بدور أساسي في بناء المعايير الخاصة بهذه المتابعة المرتبطة بالإزدحام المروري، وانسيابية الحركة المرورية، كونها سبلاً وأدواتٍ لمقارنة الوضع الحالي للحركة المرورية بالوضع المثالي، وتساعد في وضع الرسومات التي تساعد صانع القرار في تقويم الحركة المرورية وعمل التعديلات، خاصةً فيما يتعلق بتصميمات التحكم المروري إذا تطلب الأمر.

وتم الاعتماد على الطريقة الإحصائية لدراسة الارتباط بين مقاومة الانزلاق وبين كل من عدد الحوادث المرورية وعدد الوفيات وعدد الإصابات الجسيمة والأضرار المادية.

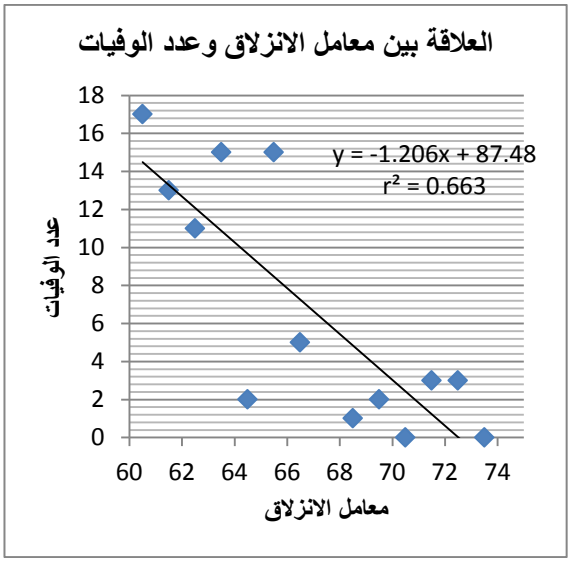
تم تحديد عدد الحوادث المتكررة في أماكن مقاومة الانزلاق المتساوية لمعرفة الارتباط فيما بينها، ويبين الجدول(6) عدد الحوادث وعدد الوفيات وعدد الإصابات الجسيمة والأضرار المادية عند قيم مقاومة الانزلاق المتساوية، كما تظهر الأشكال (6) و(7) و(8) و(9) الارتباط ما بين مقاومة الانزلاق وكل من عدد الحوادث والوفيات والإصابات الجسيمة والأضرار المادية.

الجدول (6): عدد الحوادث والوفيات والإصابات الجسيمة والأضرار المادية عند قيم مقاومة الانزلاق المتساوية

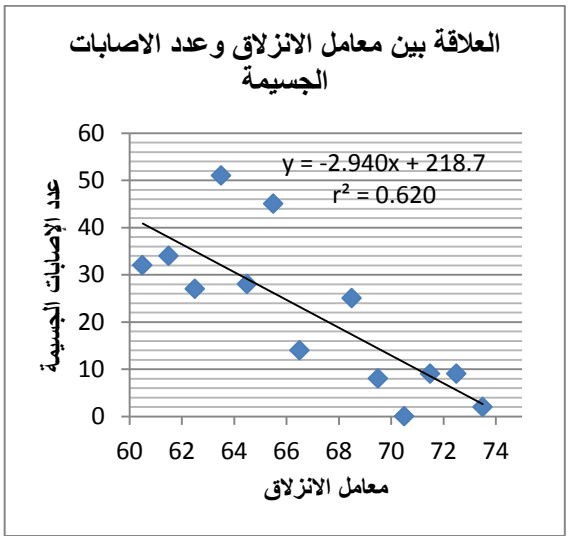
معامل الانزلاق	عدد الحوادث	عدد الوفيات	عدد الإصابات الجسيمة	الأضرار المادية
61-60	37	17	32	28
61-62	26	13	34	45
62-63	27	11	27	45
63-64	48	15	51	78
64-65	43	2	28	63
65-66	42	15	45	66
66-67	19	5	14	31
67-68	0	0	0	0
68-69	4	1	25	6
69-70	7	2	8	11
70-71	0	0	0	0
71-72	15	3	9	25
72-73	9	3	9	13
73-74	5	0	2	9



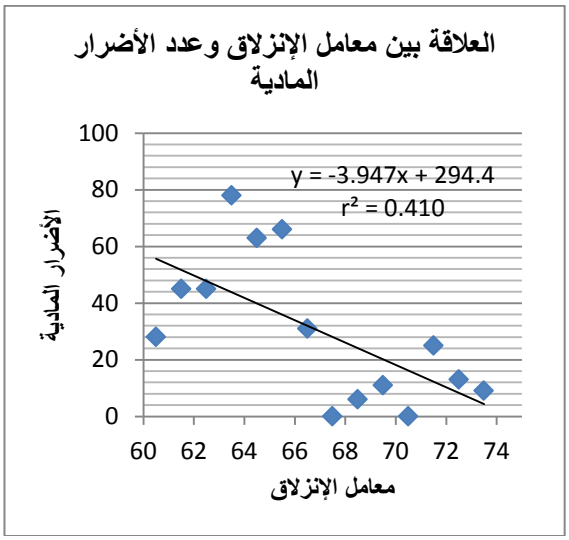
الشكل (6): العلاقة بين مقاومة الانزلاق وعدد الحوادث



الشكل(7): العلاقة بين مقاومة الانزلاق وعدد الوفيات



الشكل (8) العلاقة بين مقاومة الانزلاق وعدد الإصابات الجسيمة



الشكل(9) العلاقة بين مقاومة الانزلاق وعدد الأضرار المادية

التحقق من الارتباط:

مفهوم الارتباط(Correlation) : يقصد بالارتباط قياس مدى التلازم بين متغيرين مستقلين، فإذا كان التغير في المقدارين بنفس الاتجاه يكون الارتباط طردي أما إذا كان التغير في اتجاهين مختلفين فالارتباط عكسي. يعبر معامل الارتباط أو معامل التحديد عن الارتباط الخطي بين المتغيرين x , y ,والذي تتراوح قيمته بين(−1,+1) فعندما يكون:

$r > 0.9$ يكون الارتباط بين المتغيرين متين جداً.

$0.9 \geq r \geq 0.8$ الارتباط متين.

$0.8 \geq r \geq 0.7$ الارتباط جيد.

$r < 0.7$ الارتباط ضعيف.

تفسر قيم معامل الارتباط بشكل أفضل من خلال معامل التحديد r^2 والذي تساوي قيمته مربع عامل الارتباط r وتتراوح قيمته بين (1+،0) وتعبر قيمة معامل التحديد عن ذلك الجزء من التباين لأحد المتغيرين الذي يمكن تحديده باستخدام المتغير الآخر فمثلاً إذا كان معامل الارتباط $r= 0.8$ فإن قيمة معامل التحديد $r^2= 0.64$ وتعني أن هناك تباين مشترك بين المتغيرين نسبته 64% أو بمعنى أخر فإن 64% من التباين في قيمة y يقترن بالمتغير x وهناك 36 % من التباين في قيمة y يقترن بعوامل أخرى مختلفة عن المتغير x.

إن معامل التحديد يستخدم لتقييم مدى جودة خط الانحدار لخط إنتشار البيانات الممثلة للثنائيات من القيم لـ x و y ويعرف بأنه نسبة التباين المفسر إلى التباين الإجمالي ويبين عامل عدم التحديد $(1-r^2)$ ذلك الجزء من التباين الكلي الذي لم نستطع تفسيره [2].

ولقد كان معامل الارتباط بين مقاومة الانزلاق وعدد الأضرار المادية $r=0.64$ وهو ارتباط ضعيف.

وكان معامل الارتباط بين مقاومة الانزلاق وعدد الحوادث $r= 0.75$ وهو ارتباط جيد.

وكان معامل الارتباط بين مقاومة الانزلاق وعدد الاصابات $r= 0.79$ وهو ارتباط جيد.

ومعامل الارتباط بين مقاومة الانزلاق وعدد الوفيات $r= 0.81$ وهو ارتباط متين.

من خلال المخططات السابقة يظهر تأثير واضح لمعامل الانزلاق على كلٍ من عدد الحوادث وعدد الإصابات الجسيمة، حيث كان الارتباط جيداً، وفي دراسة عدد الوفيات متيناً إي أن إنخفاض قيمة معامل الانزلاق له تأثير أكبر على درجة خطورة الحوادث، فانخفاض قيمته يسبب زيادة في عدد الوفيات، بينما لم يظهر تأثير لمقاومة الانزلاق على عدد حوادث الأضرار المادية.

1- الطريقة الضبابية:

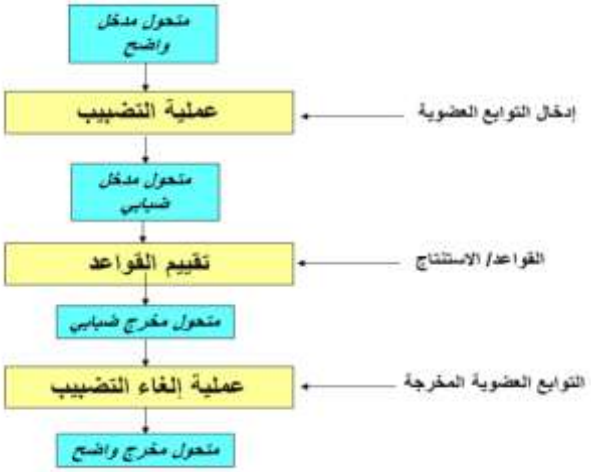
تم وضع مصطلح المنطق الضبابي (Fuzzylogic) في عام 1965 من قبل البروفسور لطفي زاده، حيث استخدم هذا المصطلح لوصف المجموعات متعددة القيم التي ظهر مفهومها في عام 1920 في جامعة Heisenberg للتعامل مع ميكانيك الكم، وقد طبق لطفي زاده المنطق متعدد القيم، وقام بوضع مصطلح المجموعة الضبابية (Fuzzysets)، والتي ترجع عناصرها إلى قيم مختلفة، حيث تعتمد التحول من المنطق الكلاسيكي الذي يعبر بالخطأ أو الصواب بالرقم واحد أو صفر، ليصبح المنطق الضبابي متعدد القيم بين صفر إلى واحد، وتتبنى المجموعة الضبابية الانتقال من الرياضيات التقليدية إلى الرياضيات الفلسفية اللغوية[4].

نظام الاستدلال (الاستنتاج) الضبابي (Fis):

هناك أربع عمليات فرعية في هذا النظام هي:

i. عملية التضبيب
ii. عملية إنتاج القواعد
iii. عملية تجميع القواعد
iv. عملية إلغاء التضبيب

وتعرف هذه العمليات وفق نظام معين يمكن توضيحها كما يلي:



الشكل (10): نظام الاستدلال الرياضي

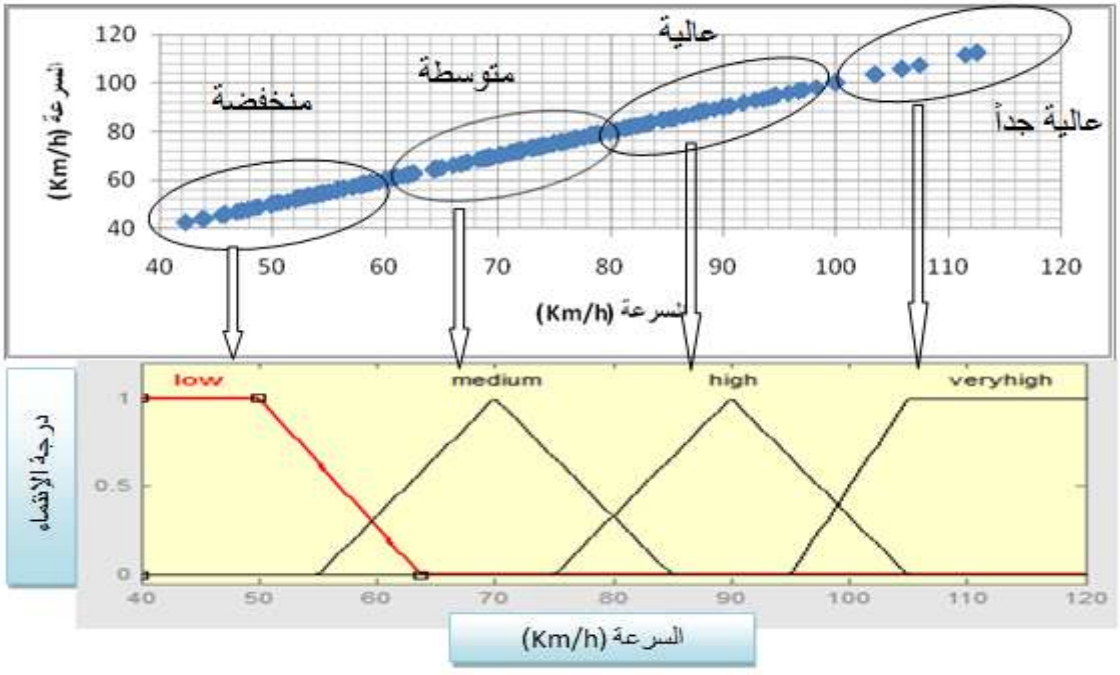
- المتحولات المدخلة:

a) بيانات السرعة:

حيث تم تقسيم السرعة إلى أربع مجموعات وهي:

- سرعة منخفضة Km/h (40–60)
- سرعة متوسطة Km/h (60–80)
- سرعة عالية Km/h (80–100)
- سرعة عالية جداً Km/h (100–120)

ويبين الشكل (11) توزع مجموعات السرعة وفق النظرية الضبابية:



الشكل (11): مخطط يوضح توزع مجموعات السرعة

b) بيانات الغزارة المرورية:

تم تقسيم الغزارة المرورية إلى أربع مجموعات وهي:

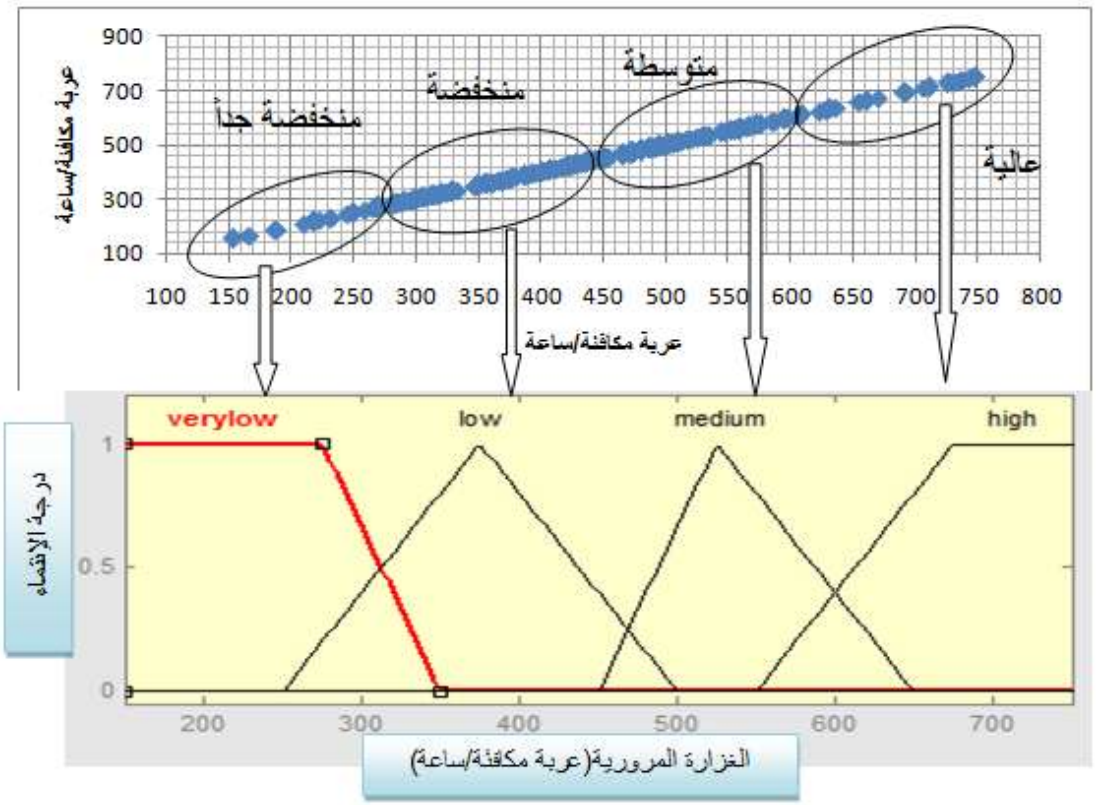
1- غزارة منخفضة جداً (150-300) عربة مكافئة/ساعة

2- غزارة منخفضة (300-450) عربة مكافئة /ساعة

3- غزارة متوسطة (450-600) عربة مكافئة /ساعة

4- غزارة عالية (600-750) عربة مكافئة/ساعة

ويبين الشكل (12) توزع مجموعات الغزارة المرورية وفق النظرية الضبابية



الشكل (12): مخطط يوضح توزع مجموعات الغزارة المرورية

c) بيانات مقاومة الانزلاق :

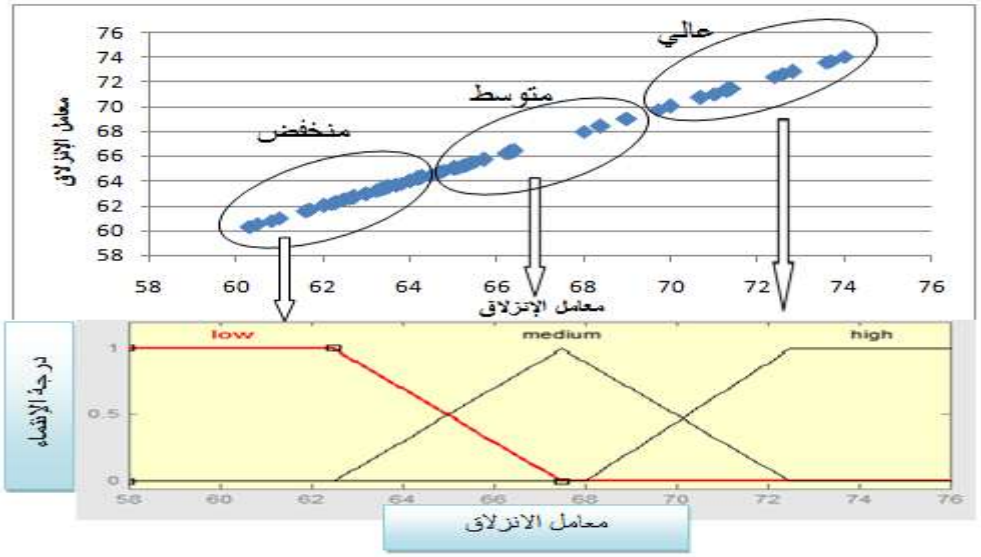
تم تقسيم قيم مقاومة الانزلاق إلى ثلاث مجموعات:

1- مقاومة انزلاق منخفضة(60-65)

2- مقاومة انزلاق متوسطة(65-70)

3- مقاومة انزلاق عالية (70-75)

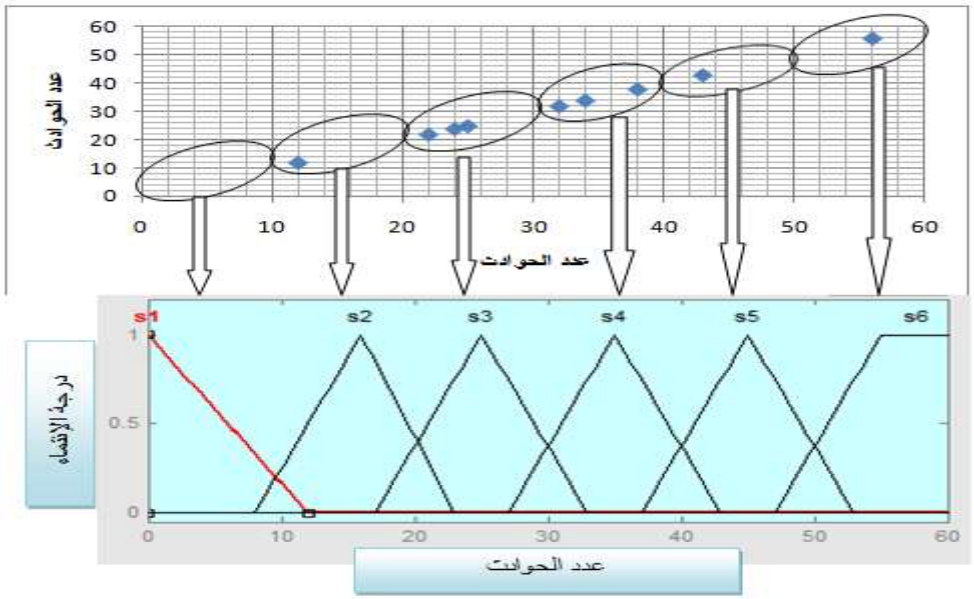
ويظهر الشكل(13) توزع مجموعات مقاومة الانزلاق وفق النظرية الضبابية



الشكل (13): مخطط يوضح مجموعات مقاومة الانزلاق

- المتحولات المخرجة: تتمثل في تقسيم عدد الحوادث إلى قيم وفق مستويات، حيث تم تحديد مستويات للسلامة اعتماداً عليها، فكلما قل عدد الحوادث كان مستوى السلامة أفضل، وتم تقسيم مستويات السلامة إلى المجموعات التالية:
- S1(مستوى السلامة 1) عدد الحوادث (0–10)
- S2(مستوى السلامة2) عدد الحوادث (10–20)
- S3(مستوى السلامة3) عدد الحوادث (20–30)
- S4(مستوى السلامة 4) عدد الحوادث (30–40)
- S5 (مستوى السلامة5) عدد الحوادث (40–50)
- S6 (مستوى السلامة 6) عدد الحوادث (50–60)

والشكل (14) يوضح مستويات السلامة المرورية وفق النظرية الضبابية



الشكل (14): مخطط يوضح مستويات السلامة المرورية

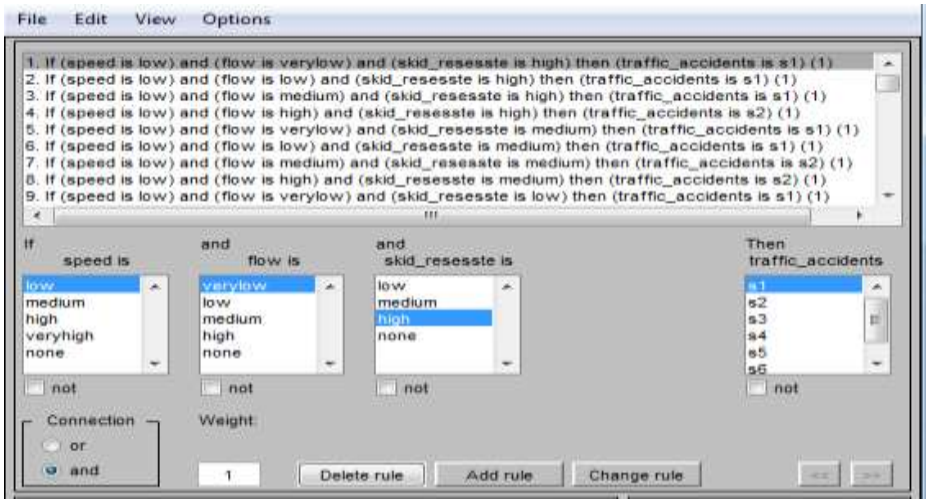
- عملية بناء القاعدة الضبابية:

في هذه المرحلة يتم حساب القيمة الحقيقة الناتجة عن كل قاعدة، ومن ثم يتم تجميع القيم الناتجة عن جميع القواعد لإعطاء قيمة واحدة تمثل القيمة الناتجة المخرجة، حيث يحتوي أساس القاعدة الضبابية على كل العلاقات الضبابية الممكنة بين المتحولات المدخلة والمتحول المخرج، وبشكل عام تتم عملية إنتاج قواعد IF–Then وفق مرحلتين:

1- تضبيب المدخلات من خلال إعطاء المتحولات الضبابية درجة انتماء ما بين [0–1]

2- تجميع القواعد للحصول على نتيجة برقم صحيح واحد[5].

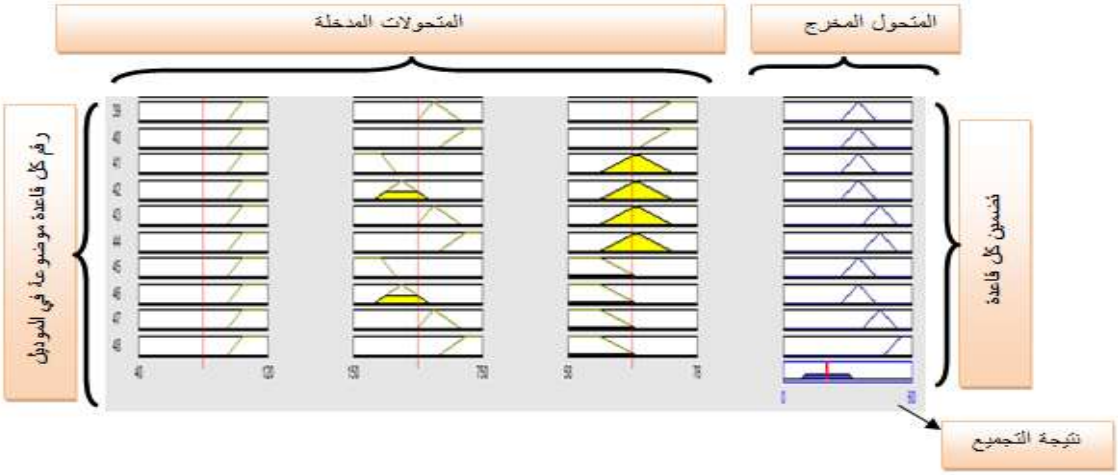
فمثلاً إذا كانت السرعة مخفضة والغزارة المرورية منخفضة جداً وقيمة معامل الانزلاق عاليةٌ، فإن مستوى السلامة هو الأفضل (S1)، ويبين الشكل(15) عملية بناء القاعدة الضبابية:



الشكل(15): بناء القاعدة الضبابية

- تضمين القواعد:

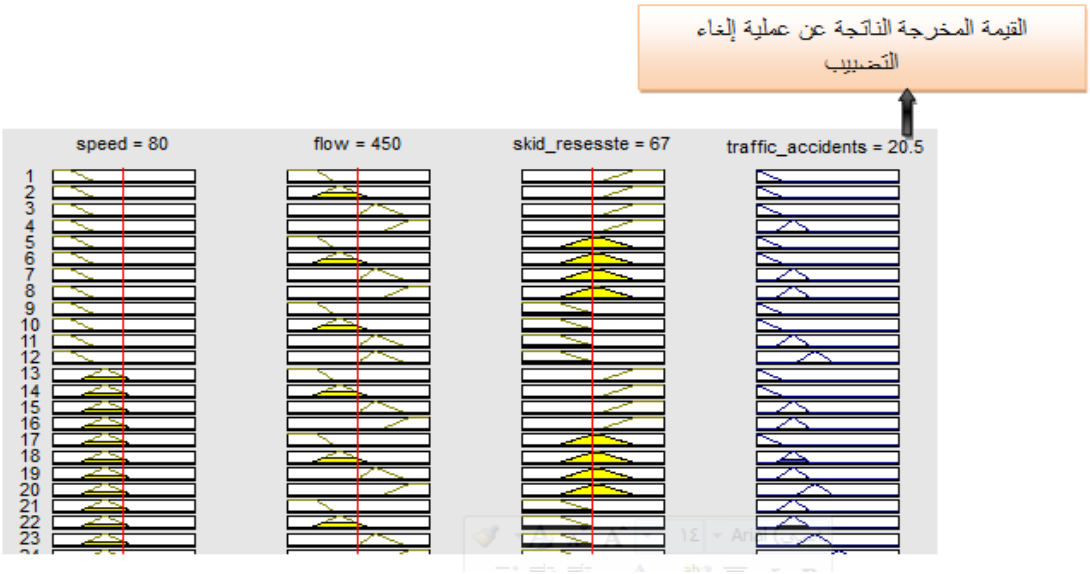
تستخدم شدة القاعدة لتشكيل المجموعة الضبابية المخرجة (Fuzzy Set Output)، حيث يقوم جزء الاستنتاج في القاعدة بتخصيص مجموعة ضبابية للإخراج، هذه المجموعة يتم تمثيلها بواسطة التوابع العضوية التي تشير إلى نوعية النتائج، وتسمى هذه العملية (التضمين)(Implication)، حيث تتم بقطع التوابع العضوية الخاصة بالإخراج عند النقطة التي يساوي الإحداثي Y فيها شدة القاعدة[5]، وهذا ما يوضحه الشكل(16):



الشكل (16): نتيجة التجميع للقواعد

- عملية التوضيح (إلغاء التضبيب)(Deffuzzification):

تستقبل هذه المرحلة ناتج المرحلة السابقة المتمثل بالمخرج الضبابي الذي نتج من تجميع قرارات القواعد في قرار واحد، في حين إخراج هذه المرحلة عبارة عن قيمة حقيقية[5]، ويوضح الشكل (17) عملية إلغاء التضبيب وكيفية الحصول على قيمة ناتجة ثابتة.



الشكل (17): عملية إلغاء التضبيب

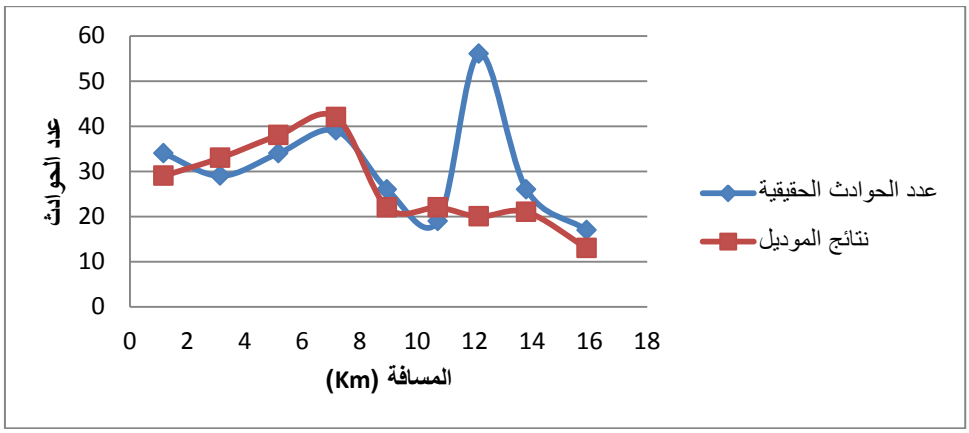
مقارنةً نتائج الموديل مع القيم الحقيقية:

بعد إدخال قيم المتحولات المدخلة (السرعة– الغزارة المرورية– مقاومة الانزلاق)، نحصل على النتائج المتوقعة لعدد الحوادث، والتي سوف نقارنها مع القيم الحقيقة لنرى إن كان هناك ارتباط بين عدد الحوادث الحقيقة وبين عدد الحوادث الناتجة من الموديل الرياضي، ويظهر الجدول (7) نتائج الموديل الرياضي وعدد الحوادث الحقيقية.

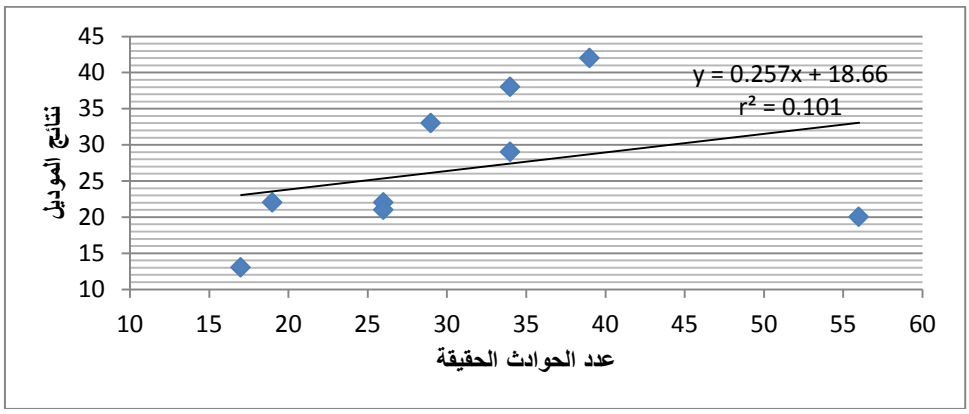
الجدول (7): نتائج الموديل وعدد الحوادث الحقيقة لكل قطاع

رقم القطاع	نتائج الموديل(عدد الحوادث المتوقعة)	عدد الحوادث الحقيقية
القطاع 1	29	34
القطاع 2	33	29
القطاع 3	38	34
القطاع 4	42	39
القطاع 5	22	26
القطاع 6	22	19
القطاع 7	20	56
القطاع 8	21	26
القطاع 9	13	17

ويبين الشكلان (18) و (19) المقارنة بين عدد الحوادث الحقيقية ونتائج الموديل، ومن ثم التحقق من نتائج الارتباط فيما بينهما.

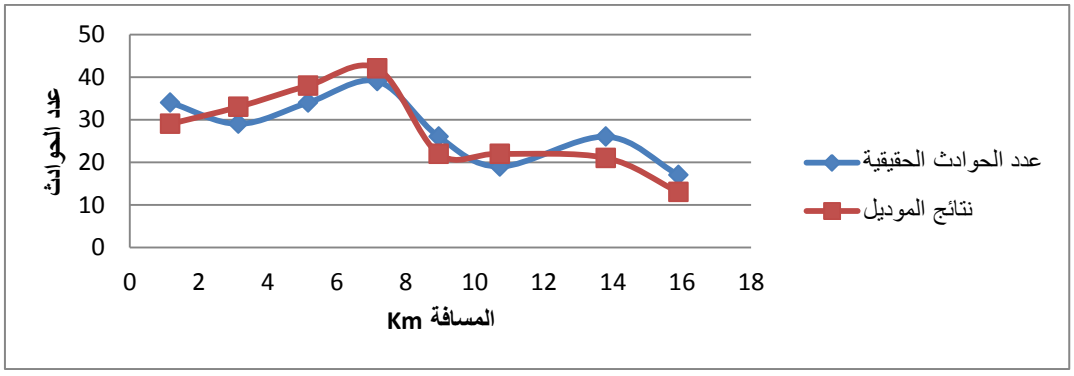


الشكل (18): المقارنة بين نتائج الموديل وعدد الحوادث الحقيقية

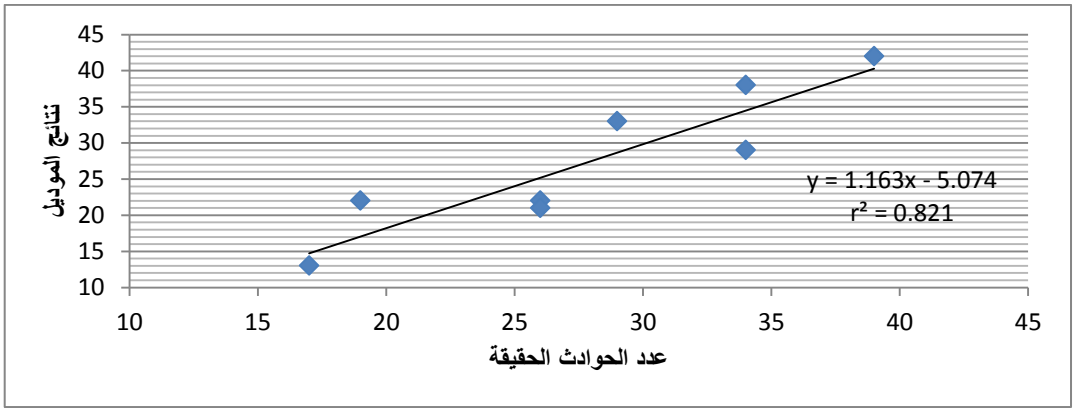


الشكل (19): التحقق من الارتباط

نلاحظ أن معامل التحديد (r^2 =0.101) ومعامل الارتباط (r=0.32)، ومنه نستنتج عدم وجود ارتباط بين عدد الحوادث الحقيقة ونتائج الموديل، ولكن المشكلة تظهر في القطاع السابع نتيجة الفرق الكبير بين نتائج الموديل وعدد الحوادث الحقيقية على هذا القطاع، لذلك سنرى موثوقية هذا الموديل الرياضي لجميع القطاعات باستثناء القطاع السابع كما يظهر في الشكلين (20) و (21) التاليين:



الشكل (20): المقارنة بين عدد الحوادث الحقيقية ونتائج الموديل باستثناء القطاع السابع

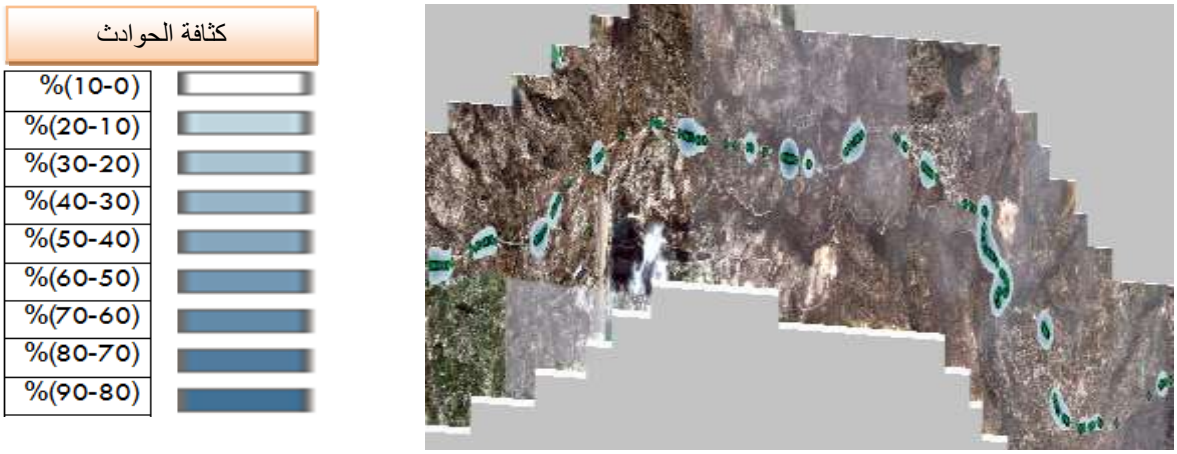


الشكل (21): التحقق من الارتباط

نلاحظ أن معامل التحديد (r^2=0.821) ومعامل الارتباط (r=0.906)، وهو ارتباط متين جداً، أي أنه يمكن أن يكون تأثير مقاومة الانزلاق على الحوادث أكبر بعد إدخال متغيري السرعة والغزارة المرورية .

التحليل المكاني لحوادث المرور باستخدام برنامج GIS:

تم تمثيل مواقع الحوادث المرورية لكامل الطريق المدروس على صورة جوية، لدراسة التحليل المكاني لحوادث المرور باستخدام برنامج (GIS spatial analysis tools) وتوزيع كثافة الحوادث (kernel density distribution) حيث تمثل المناطق ذات اللون الأزرق الغامق المناطق الأكثر كثافة بالحوادث على طول الطريق المدروس وهي المواقع الموافقة لكثافة الحوادث ذات النسبة (90–100)%، وصولاً إلى الأماكن ذات الكثافة الأقل من 10% لحوادث المرور وهذا ما يوضحه الشكل(22).



الشكل (22): توزع كثافة الحوادث (kernel density distribution) على الطريق المدروس

الاستنتاجات والتوصيات:

1- من خلال دراسة الارتباط الخطي بين معامل الانزلاق وعدد الحوادث تبين أن الارتباط جيد، حيث أن قيم معامل الانزلاق الأقل من 65 مترافقة مع عدد حوادث أعلى، وهذا يدل على أن مقاومة الانزلاق لها تأثير على وقوع الحوادث على الطريق المدروس.

2- عند دراسة الارتباط اعتماداً على نموذج التنبؤ باستخدام المنطق الضبابي، وبإدخال بيانات إضافية (السرعة و الغزارة المرورية)، تبين أن هناك ارتباط متين جداً، حيث أن نتائج الموديل كانت قريبة من النتائج الحقيقية باستثناء القطاع السابع.

3- تبين من الموديل الرياضي أن زيادة السرعة والغزارة إضافةً إلى انخفاض قيم مقاومة الانزلاق، لها تأثير على زيادة عدد الحوادث.

4- ضعف إمكانية الرؤية على القطاع السابع، إضافةً إلى وجود منعطفات قاسية قد يكون السبب الرئيسي للحوادث الكثيرة على هذا القطاع.

5- قاعدة الموديل الضبابي لها بناء ديناميكي بالإمكان تحديثها، حيث يمكن استخدام الموديل للتنبؤ بالحوادث المرورية بإدخال بيانات جديدة، كما أنه بالإمكان تطويره بإدخال متغيرات جديدة تمكننا من الحصول على نتائج أدق.

6- سجلت أعلى كثافة حوادث ضمن القطاع الرابع، حيث سجلت أعلى سرعة 113 كم/ساعة وبغزارة مرورية أعظمية 655 مركبة حسابية/ساعة.

7- إعادة تخطيط المنعطفات في القطاع السابع، والتحقق من مسافات الرؤيا عليه.

8- استخدام أجهزة حديثة لقياس مقاومة الانزلاق لإعطاء قيم دقيقة، إضافةً إلى ضرورة تحديد أماكن الحوادث بدقة.

9- التوصية باستخدام المنطق الضبابي كمنطق مناسب لنمذجة حوادث المرور، حيث يتمكن بواسطتها الباحث من البحث والدراسة بحالات الغموض أو النقص في البيانات أو في حالات عدم دقتها.

10- ضرورة العمل على إعداد قاعدة معرفية حول التحقيق والتحليل والمعرفة الفنية للحوادث، يقوم بها خبراء مختصون لتكون داعماً للبحث العلمي في مجال سلامة الطرق.

المراجع:

1- أحمد، أسماء.؛ محجوب، ماوية. *دراسة حوادث الطرق والسلامة المرورية*. السودان، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، 2015.

2- طيوب، ممدوح.؛ الرفاعي، عبد الهادي.؛ ديب، محمود. *مبادئ الإحصاء*. منشورات جامعة تشرين، كلية الإقتصاد، 2011.

3- PIYATRAPOOMI,N.؛ WELIGAMAGE,J.؛ TURNER,L. *Assessing wet crashes for the skid resistance Management of Road Assets*. Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland Australia,2009.

4- ZADEH,L.A. *Knowledge repress entation in Fuzzylogic*. IEEE Trans. On Knowledge and Data Engineering, 1989.

5- ZADEH,L.A.*Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzylogic* .Fuzzy Sets and Systems, 1997.

6- ERGUN,GOKMEN. *skid resistance test.* Nanyang Technological University School of Civil and Structural Engineering, China,1990.