دراسة حجم الحركة المرورية والآثار المترتبة عليها بمقطع من الطريق الساحلي (مدخل صبراتة الشرقي ــ مدخل صرمان الغربي) - حالة دراسية

أ. عبد الله علي الربيب[1] * و أ. إبراهيم العارف حسن[2]

[1] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة – صبراتة، جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا.

[2] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة – رقدالين، جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا.

* Alrabib67@yahoo.com

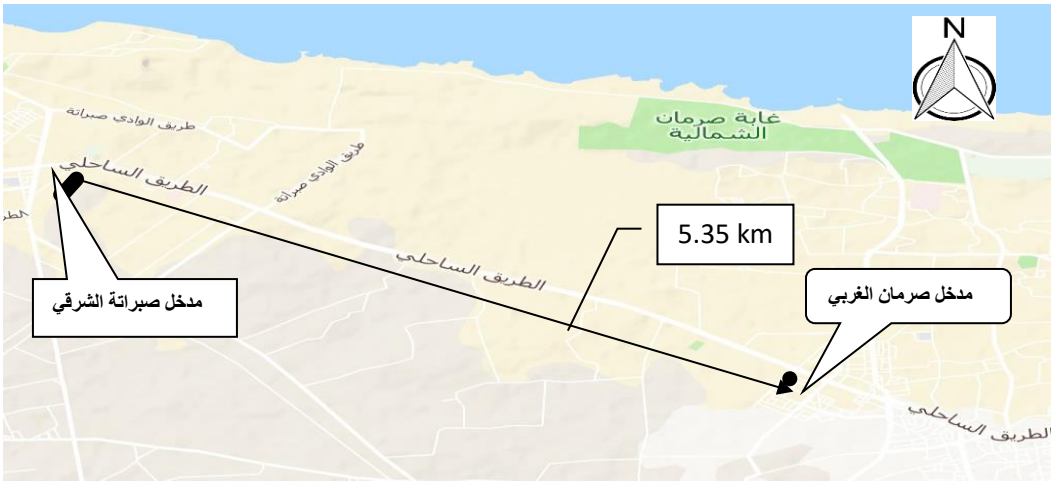
الملخص

أجريت هذه الدراسة خلال سنه 2018 م على مقطع من الطريق الساحلي (مدخل صبراتة الشرقي–مدخل صرمان الغربي) في مدينة صبراتة بطول 5.35 كم إذ اشتملت على تجميع البيانات حول المقطع المدروس من خلال المسوحات الميدانية والتوثيق بالصور الرقمية للوضع القائم والاطلاع على إحصائيات الحوادث المرورية بمكتب المرور والتراخيص بصبراتة الواقعة عليه. ثم إجراء حصر مروري يدوى في الاتجاهين بساعات الذروة الصباحية والمسائية لمعرفة أعداد المركبات المارة على هذا المقطع ودراسة ما تسببه من آثار بيئية كالضجيج، والتلوث الهوائي، والازدحام المروري، وأعداد الحوادث المرورية. من واقع المعلومات المجمعة تم معرفة أحجام الحركة المرورية في الساعة، ومعدلات الحوادث، وتحديد مستويات الضجيج وكميات الغازات المنبعثة من عوادم المركبات المارة بنوعيها (البنزين والديزل) وتحليل الحوادث الواقعة بهذا المقطع من خلال أعدادها وأسبابها. وتم اقتراح حلول عدة متمثلة في إعادة تصميم الطريق بزيادة عدد الحارات بما يتماشى وأحجام المرور الحالية والحد من معدل وقوع الحوادث والتلوث البيئي.

الكلمات الرئيسية: أحجام الحركة المرورية، ساعة الذروة، معامل ساعة الذروة (PHF)، الضجيج، التلوث الهوائي.

المقدمة

تم أجراء هذه الدراسة على قطاع من الطريق الساحلي بمدينة صبراتة والواقع بمنطقة دحمان خارج المخطط العام للمدينة حيث يبلغ طوله 5.35 كيلومتر ويحتوي على أربع حارات بواقع حارتين لكل اتجاه وعرض الحارة الواحدة 3.75 متر، ونظرا للازدياد المستمر في عدد السكان والمرور العابر من المدن الأخرى إلى الشقيقة تونس والعودة منها وما يصاحبه من الطلب على النقل الأمر الذي يترتب عليه زيادة في أحجام التدفق المروري وما ينتج عنه من مشاكل مرورية وبيئية، والشكل (1) يبين المقطع الخاص بالدراسة.



شكل (1): مقطع من الطريق الساحلي (مدخل صبراتة الشرقي– مدخل صرمان الغربي).

ويرجع أسباب اختيار الدراسة إلى ازدياد حجم الحركة المرورية وارتفاع معدلات الحوادث حسب إحصائيات الحوادث من قسم المرور والتراخيص بصبراتة والتوسع الملحوظ في استخدام الأراضي على جانبي الطريق وما يصاحبها من مشاكل مختلفة. كما تهدف هذه الدراسة إلى المساهمة في إيجاد الحلول للحد من الاختناقات المرورية والازدحام بعد التحقق من وجودها وزيادة في زمن الرحلة وتحليل الحوادث المرورية لمعرفة مسبباتها للحد منها من خلال عرض الأسباب المباشرة وغير المباشرة للحادث واقتراح آلية تساعد في التقليل منها، إضافة إلى إظهار الأثر البيئي (التلوث الهوائي والضجيج) الصادر من حركة وسائل النقل البري.

الجانب العملي والمنهجية

تتمثل منهجية الدراسة في تجميع المعلومات على قطاع الدراسة من خلال الزيارات الميدانية والتي تشمل (عرض الطريق – أكتاف الطريق – الفاصل الأوسط – وسائل التحكم المروى المختلفة), بالإضافة إلى المقابلة الشخصية بالمسئولين بقسم المرور والتراخيص بمدينة صبراتة والصور المرئية المختلفة والاطلاع على الإحصائيات والتقارير, والقيام بالحصر المروري اليدوي لعدد خمس نقاط رصد خلال ساعات الذروة, ثم إظهار المعلومات المجمعة على هيئة جداول ليسهل تحليلها واستنباط المؤشرات الموجبة والسالبة منها ليتم اقتراح الحلول المناسبة للحد من المشاكل بهذا المقطع والمتمثلة في إعادة التصميم الهندسي للطريق وكذلك التقليل من مخاطر التلوث البيئي (الانبعاثات الغازية– الضجيج).

الوضع الراهن بالقطاع المدروس

القطاع المدروس تم تشييده ببداية السبعينات أي مما يجعل عمره الافتراضي قد انتهى بظهور عدة أضرار إنشائية التي تمثلت في التشققات بجميع أنواعها بالإضافة إلى الهبوطات والتخدد والحفر وأضرار جسيمة في أكتاف الطريق، والشكل (2) يبين التشققات التمساحية بالمقطع.



شكل (2): التشققات التمساحية.

الإشارات المرورية بالقطاع المدروس

تعتبر هذه الإشارات ذات أهمية في شبكة الطرق لما تحمله من أوامر واجبة الطاعة بالإشارات التنظيمية كالإشارات الإجبارية مثل إشارة "قف" أو الدوران إلى اليمين أو اليسار، وأيضا الإشارات التحذيرية التي تعطى تنبيه للسائق بوجود خطر مقبل لمنعطف أو تقاطع طرق أو منحدر، والإشارات الإرشادية التي تساهم في مساعدة السائق للوصول إلى مقصده توفيرا للوقت ولاستهلاك الوقود. (الحضيري، علي محمود, 1998م). رغم أهمية هذه الإشارات إلا أن المستخدم للمقطع المدروس يلاحظ النقص الواضح به.

التخطيط الأرضي

يعتبر التخطيط الأرضي بنوعية الطولي والعرضي من الوسائل المهمة في توجيه المركبات لاستخدام موضع معين من سطح الطريق كالحارات، وبواسطتها يتم تحديد الفاصل الأوسط وأماكن عبور المشاة

ومعرفة مسار الحارات بالفترة الليلية. والشكل (3) يوضح النقص الواضح في التخطيط الأرضي بالمقطع المدروس حيث لا توجد إية خطوط توضح مسار الحارات وخطوط حواف الطريق وهذا يعد سبباً من أسباب وقوع الحوادث المرورية أثناء الظروف الجوية السيئة على الطريق.



شكل (3): انعدام التخطيط الأرضي بالطريق.

الإشارات الضوئية بالقطاع المدروس

يوجد داخل حدود منطقة الدراسة عدد اثنان من الإشارات الضوئية جاء موقعها على الطريق الساحلي الذي يستوجب منع الوقوف فيه بحكم تصنيفه بالمدينة (التصنيف الليبي للطرق) والشكل (4) يحدد أحد مواقع هذه الإشارات بينما الجدول (1) يوضح آلية عمل كل إشارة والدورة الزمنية للضوء الأحمر والأصفر والأخضر



شكل (4): الإشارة الضوئية ذات الطور الرباعي بمنطقة دحمان.

جدول (1): الإشارات الضوئية وآلية عملها*

ت	موقع الإشارة الضوئية	نظام العمل	اتجاهات الحركة المرورية	الدورة الزمنية بالثانية		
				الضوء الأحمر	الضوء البرتقالي	الضوء الأخضر
1-	تقاطع الطريق الساحلي مع الطريق الفرعي (دحمان)	Phase 1	(E-W)	20s	4s	29s
		Phase 2	(N-S)	32s	5s	16s
		Phase 3	(S-W)	20s	5s	29s
		Phase 4	(W-W)	20s	4s	29s
2-	تقاطع الطريق الساحلي مع	Phase 1	(E-W)	23s	4s	28s
		Phase 2	(E-N)	23s	4s	28s

	الطريق الفرعي بصرمان	Phase 3	(E–E)	23s	4s	28s
		Phase 2	(E–S)	30s	5s	20s

*المصدر: قسم المرور والترخيص بصبراتة.

ومن الملحوظات المسجلة على الإشارات الضوئية من واقع المسح الميداني تبين نقص الإشارات التنبيهية التي توضع قبل موقع الإشارة الضوئية بمسافة لينتبه السائقين لوجودها، والدورة الزمنية من النوع المسبقة التوقيت لكل إشارة لم يتم حسابها وفق الأحجام المرورية بكل طريق بعد إعادة تصميمها، الأمر الذي يجعلها لا تتوافق والأحجام المرورية الحالية مما يتسبب في التأخير في زمن الرحلة.

أحجام الحركة المرورية بالقطاع المدروس

تعرف أحجام الحركة المرورية بعدد المركبات المارة للحارة في الاتجاه الواحد أو للاتجاهين عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة (م. صبيحة نعمة ضهد، 2015م)، ومن العوامل المؤثرة في زيادتها على شبكة الطرق معدل الزيادة في عدد السكان والوضع الاقتصادي الجيد الذي يساهم في زيادة امتلاك المركبات ورخص ثمن الوقود وحجم المرور المتولد عند مناطق توليد وجذب الرحلات.

المسوحات المرورية بالقطاع المدروس

تم استخدام الحصر اليدوي لتحديد حجم وحركة وتصنيف المركبات المارة بالمقطع المدروس، بعمل (5) محطات رصد موزعة بطريقة تضمن تغطية كامل المقطع للتعرف على أحجام الحركة المرورية بساعة الذروة الصباحية والمسائية وأوقاتها الزمنية، والشكل (5) يبين نقاط الرصد.



شكل (5): يبين مواقع نقاط الرصد المروري.

والجدول (2) يبين أعلى أحجام التدفق المروري بساعة الذروة الصباحية والمسائية (مركبة / الساعة في اتجاهين).

جدول (2): أعلى أحجام التدفق المروري بساعة الذروة (مركبة / الساعة في اتجاهين) عند محطات الرصد

ت	اسم الطريق	رقم محطة الرصد	ساعة الذروة	حجم الحركة المرورية بساعة الذروة مركبة / الساعة*	سعة الطريق حسب التصنيف الوظيفي الليبي للطرق مركبة / الساعة
1	قطاع من الطريق الساحلي	1	8:00 – 9:00 AM	3904	4400
		2	8:00 – 9:00 AM	4271	
		3	13:00 – 14:00 PM	5144	
		4	8:00 – 9:00 AM	4511	
		5	13:00 –14:00 PM	5188	
*من عمل الباحثين.					

حوادث المرور بالقطاع المدروس

تعتبر معدلات حوادث المرور بليبيا بصفة عامة مرتفعة جدا مقارنة مع الدول الأخرى إذ بلغ عدد القتلى لكل 10000 مركبة خاصة 14 قتيل خلال عام 2007 م حسب إفادة رئيس قسم المرور والترخيص بمدينة طرابلس، و تعادل التكلفة الاقتصادية لهذه الحوادث 2% أو أكثر من الناتج القومي الكلى أو المحلى, وبالاطلاع على إحصائيات الحوادث المرورية بالقطاع المدروس خلال السنوات (2011 – 2017 م) بمدينة صبراتة والموضحة بالجدول (3) نجد أنها مرتفعة جدا إذ تراوح عدد القتلى (مشاة – راكب – سائق) ما بين 40 – 50 قتيل إضافة إلى عدد الإصابات البليغة والبسيطة والإضرار المادية الملحقة بالمركبات وتجهيزات الطرق المختلفة.

جدول (3): إحصائيات حوادث المرور بالطريق المدروس خلال السنوات (2011– 2017 م)*

الإصابة / السنة	قتلى			إصابات بليغة			إصابات بسيطة			أضرار مادية بالدينار
	مشاة	راكب	سائق	مشاة	راكب	سائق	مشاة	راكب	سائق	
2011	0	0	0	2	9	1	0	7	5	3,730.044
2012	3	3	0	4	10	11	1	19	8	27,018.525
2013	0	2	0	3	12	8	1	13	6	16,255.779
2014	0	1	1	7	6	9	0	18	16	16,500.698
2015	2	6	3	5	29	22	4	29	17	74,579.103
2016	0	5	3	0	6	4	0	1	3	40,917.332
2017	1	7	5	0	2	2	0	3	7	58,139.746
الإجمالي	**6**	**24**	**12**	**21**	**74**	**57**	**6**	**90**	**62**	**237,141.22**

* المصدر: قسم المرور والترخيص بصبراتة.

وبتحليل هذه الحوادث لإيجاد مؤشر الخطورة والوفيات لكل 100 ألف من السكان والوفيات لكل 10 آلاف مركبة الموضحة بالجدول (4) يتضح بأن مؤشرات السلامة خلال هذه السنوات (2012 م– 2017 م)

متدنية جدا إذ تراوح مؤشر الخطورة ما بين 3.571% و 92.857% والوفيات لكل 100 ألف من السكان ما بين 2– 13 قتيل (حيث عدد السكان يساوي 107233 نسمه) والوفيات لكل 10 آلاف مركبة بلغت 3 قتلى وهذا راجع إلى أن أعداد المركبات المسجلة بالمدينة لا يمثل العدد الفعلي, إذ هناك مركبات مسجلة بمدن أخرى وكذلك نسبة من هذه الحوادث يساهم فيها المرور العابر عبر المدينة من المدن الأخرى.

جدول (4): مؤشر السلامة المرورية خلال السنوات (2012– 2017 م)

السنة	مؤشر الخطورة (%)*	الوفيات لكل 100 ألف من السكان**	الوفيات لكل 10 آلاف مركبة***
2012 م	11.321	6	2
2013 م	4.651	2	1
2014 م	3.571	2	1
2015 م	10.377	11	3
2016 م	57.143	8	2
2017 م	92.857	13	3

$$\text{*مؤشر الخطورة} = \frac{\text{عدد القتلى}}{\text{عدد الإصابات}} \times 100$$

$$\text{**الوفيات لكل } 10^5 \text{ من السكان} = \frac{\text{عدد القتلى}}{\text{عدد السكان}} \times 10^5$$

$$\text{*** الوفيات لكل } 10^4 \text{ مركبة} = \frac{\text{عدد القتلى}}{\text{عدد المركبات}} \times 10^4$$

أماكن الحوادث المتكررة بالقطاع المدروس

وبالاطلاع على أعداد الحوادث وأماكنها بمكتب المرور والترخيص بصبراتة تم ملاحظة أن أماكن الحوادث المتكررة تقع أمام المصحات الإيوائية لوقوعها على جانب الطريق كما هو موضحة بالجدول رقم (5).

جدول (5): أماكن الحوادث المرورية المتكررة*

رقم الموقع على الشكل (1)	أسم الطريق	موقع الحادث	أنواع الحوادث المتكررة و أسبابها
1	مقطع من الطريق الساحلي (دحمان)	مصحة صبراتة	تصادم بسبب العودة للخلف ولضيق الفاصل الأوسط والسير في الاتجاه المعاكس
		مصحة الساحل الإيوائية	

* المصدر: قسم المرور والترخيص بصبراتة.

لهذا ومن واقع البيانات المتحصل عليها عن عدد الحوادث التي وقعت بالطريق الساحلي يمكن معرفة معدل وقوع الحوادث لكل مليون مركبة بمنطقة الدراسة وخلال سنة 2018 م باعتبارها السنة التي أجرى بها الحصر المروري والموضحة بالجدول (6)، باعتبارها السنة التي تم فيها تحديد حجم المرور اليومي، وذلك باستخدام المعادلة الرياضية التالية:-

معدل وقوع الحوادث لكل مليون مركبة (RMEV) Rate per million of entering Vehicle :

$$RMEV = \frac{A \times 10^6}{V}$$

حيث:

A : عدد الحوادث بالموقع لمدة سنة. و V : حجم المرور اليومي x 365.

جدول (6): معدل وقوع الحوادث لكل مليون مركبة بمقطع من الطريق الساحلي لسنة 2018 م

موقع الحادث	حجم المرور اليومي خلال ساعة الذروة (مركبة / اليوم) *	عدد الحوادث سنة 2018م	معدل وقوع الحوادث لكل مليون مركبة
مقطع من الطريق الساحلي بمدينة صبراتة	5244	8	5

*الحصر التصنيفي للمركبات من عمل الباحثين.

تأثيرات وسائل النقل البري على البيئة بالقطاع المدروس

نظرا لأهمية وسائل النقل البري وما تسهم به في النقل وسهولة الوصول وخفض كلفة نقل البضائع إضافة إلى النمو الاقتصادي للمدن، إلا أنه لا يجب إن نتجاهل الآثار السلبية المترتبة على البيئة والمتمثلة في التلوث الهوائي نتيجة غازات عوادم المركبات والضجيج الصادر عن حركة وسائل النقل المختلفة (كوركيس عبد أله أدم، 1988 م).

التلوث الهوائي

نظرا لزيادة امتلاك أعداد المركبات وما يصاحبها من ارتفاع في نسبة التلوث الهوائي من الغازات المنبعثة من عوادمها وكذلك في ظل انتشار أعداد المركبات التي تجاوزت العمر الافتراضي لها ولما للتلوث من أضرار جسيمة للإنسان (John Klein, Jan Hulskotte, 2017)، لذا تم حساب التلوث الهوائي الناتج عن المركبات المارة بالقطاع المدروس استنادا للنسب المئوية التقديرية لملوثات السيارة الواحدة وفق نوع الوقود (البنزين والديزل) (كجم /السنة), والغازات المنبعثة تتمثل في أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات والرصاص والسخام والسناج (أبوحمزة عزت, 1992م)، والجدول (7) يبين كمية الملوثات المنبعثة من عوادم المركبات المارة من مقطع الطريق وفق نوع الوقود.

جدول (7): كميات المواد الملوثة المنبعثة من عوادم السيارات المارة من القطاع المدروس وفق نوع الوقود

المادة	مخلفات البنزين (كجم/ سنة)	النسبة المئوية	مخلفات الديزل (كجم/ سنة)	النسبة المئوية	إجمالي الكمية (كجم/ سنة)	النسبة المئوية
CO	839463.48	%56.21	15415.175	%4.19	854878.655	%45.95
CO2	500828.4	%33.55	317296.5	%86.36	818124.9	%43.97
NO	6100.38	%0.41	25043.55	%6.81	31143.93	%1.67
SO2	383.94	%0.026	5767.25	%1.56	6151.19	%0.33
HC	145248.768	%9.73	1925.675	%0.52	147174.443	%7.911

PB	0	%0	0	%0	0	%0
SOOT	610.038	%0.04	1925.675	%0.52	2535.713	%0.136
الإجمالي	**1492942.158**		**367373.825**		**1860315.983**	

الضجيج

يعرف الضجيج بأنه أصوات غير مرغوب فيها تتداخل مع بعضها البعض مؤدية إلى شيء من القلق وعدم الارتياح، وتعتبر وسائل النقل أحد المصادر غير الطبيعية للضجيج والمتمثلة في حركة السيارات والدراجات النارية والشاحنات والجرارات لما يصدر عنها من أصوات مزعجة. ويعتبر الضجيج في عصرنا الحاضر صورة خطيرة من صور التلوث السمعي التي أثبتت الدراسات أنها تسبب أضرارا بالغة للإنسان. ونظرا لقرب المباني السكنية والخدمية والصحية والترفيهية التي يتواجد فيها البشر بشكل كبير وهم عرضه بشكل مباشر لمضار الضجيج الناتجة عن المركبات المارة الذي يزيد بزيادة عددها واختلاف أنواعها ولذلك تم حساب مقدار الضجيج بالديسبيل بمعلومية حجم المرور اليومي وأعدد الشاحنات لتحديد نوع الصوت ومقدار خطورته باستخدام المعادلات الرياضية (د. م عبد الله المسوري، 2011 م) التالية:

1- متوسط شدة الضجيج الأساسية في الساعة على طريق حجم المرور عليه سير في الساعة وذلك على مبنى يبعد عن الطريق بمسافة 10 متر.

$$L(hourly) = 41.2 + 10Logq \rightarrow dB(A)$$

حيث: (L) شدة الضجيج الأساسية.

2- المعادلة السابقة يمكن تطبيقها إذا كانت السرعة المتوسطة على الطريق 75 كم / الساعة ونسبة النقل الثقيل صفر في المائة، أما إذ كانت السرعة المتوسطة ونسبة النقل الثقيل مختلفة عن هذه القيم فيمكن حساب قيمة التصحيح اللازمة على النحو التالي:

$$Correction(1) = 33Log\left(V + 40 + {}^{500}\!/_{V}\right) + 10Log\left(1 + 5 \times {}^{P}\!/_{V}\right) - 68.8 \rightarrow dB(A)$$

حيث:

V = سرعة المرور المتوسطة (كم / الساعة).

P = نسبة النقل الثقيل.

3- يتم حساب شدة الضجيج عند أية نقطة على مبنى يطل على مصدر الضجيج (الطريق) باستخدام قيمة التصحيح التالية:

$$Correction(2) = -10Log\left(d/13.5\right) \rightarrow dB(A)$$

حيث : d = المسافة على المائل من مصدر الضجيج إلى أية نقطة راسية في مبنى يطل على الطريق.

4- يضاف إلى التصحيحات السابقة ما يسمى تصحيح الانعكاس وتمثل تأثير الضجيج الناتجة عن انعكاس موجات الضجيج الغير مباشرة وتبلغ قيمتها حوالي + 2.50 ديسبيل.

$$Correction(3) = +2.5 \rightarrow dB(A)$$

والجدول (8) يبين شدة الضجيج ونوع الصوت ومدى خطورته عند ساعة الذروة.

جدول (8): يبين شدة الضجيج عند محطات الرصد ونوع الصوت ومدى خطورته

محطة الرصد	ساعة الذروة	شدة الضجيج (بالديسبيل)	نوع الصوت ومدى خطورته
المحطة رقم (1)	8.00 – 9.00 صباحا	89.723	ضجيج يبدأ عنده الخطر
	13.00- 14.00مساءا	85.272	ضجيج يبدأ عنده الخطر
المحطة رقم (2)	8.00 – 9.00 صباحا	84.342	ضجيج يبدأ عنده الخطر
	13.00- 14.00مساءا	82.894	ضجيج يبدأ عنده الخطر
المحطة رقم (3)	8.00 – 9.00 صباحا	84.514	ضجيج يبدأ عنده الخطر
	13.00- 14.00مساءا	85.005	ضجيج يبدأ عنده الخطر
المحطة رقم (4)	8.00 – 9.00 صباحا	83.876	ضجيج يبدأ عنده الخطر
	13.00- 14.00مساءا	84.199	ضجيج يبدأ عنده الخطر
المحطة رقم (5)	8.00 – 9.00 صباحا	82.222	ضجيج يبدأ عنده الخطر
	13.00- 14.00مساءا	84.941	ضجيج يبدأ عنده الخطر

النتائج

تتضمن برامج التطوير واقتراح جملة من الحلول الهدف منها التقليل من الاختناقات المرورية والحوادث والحد من التلوث البيئي التي تشمل إعادة تصميم هذا المقطع من خلال البيانات المتحصل عليها بعملية المسوحات الميدانية.

إعادة تصميم عدد الحارات

بمقارنة السعة التصميمية للطريق والحجم المروى الحالي من واقع المسوحات المرورية، يتضح أن الطريق يحتاج إلى توسعة للحد من الازدحام المروري والتأخير في زمن الرحلة والحوادث، لذا سيتم تصميم الطريق وفق الخطوات الآتية:

تحديد سعة الطريق

سيتم تحديد السعة بناء على السرعة التصميمية ونوعية الطريق وعدد الحارات حيث أن الطريق موضوع الدراسة طريق رئيسي ومتعدد الحارات والسرعة التصميمية = 100كم / الساعة (د. م عبد الله المسوري، 2011 م).

- السعة التصميمية وفق التصنيف الوظيفي الليبي = 4400 مركبة / ساعة
- متوسط حجم المرور (V) = 5183 مركبة /الساعة.
- أعلى تدفق مروري خلال (15) دقيقة من ساعة الذروة مضاعفة إلى أن تصل قيمتها إلى الساعة (V15 x 4) = 1627 (pc / 15min).
- معامل ساعة الذروة (PHF) هو عبارة عن النسبة بين الحجم المروري في ساعة الذروة وأعلى تدفق مروري خلال15 دقيقة من ساعة الذروة مضاعفة إلى أن تصل قيمتها إلى الساعة (4 × V15).
- التدفق الخدمي (Service flow) أعلى تدفق مروري خلال (15) دقيقة من ساعة الذروة مضاعفة إلى أن تصل قيمتها إلى الساعة. ويمكن إيجاد معامل التدفق الأقصى (SF) في حالة الظروف غير المثالية من العلاقة (1) (د. م عبد الله المسوري، 2011 م) التالية:

$$SF(max) = Cj \times (V/C) \times N \times Fw \times Fhv \times Fp \times Fe \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث:

N = عدد الحارات

Cj = السعة وفقا للسرعة

V = الحجم المروري

Fw = معامل تصحيح (عرض الحارة, وجود عوائق)

Fp = معامل تصحيح قطاع السائقين.

Fe = معامل تصحيح نوع الطريق.

f_{hv} = معامل تصحيح المركبات الثقيلة.

$$f_{hv} = \frac{1}{1+[PT(E_T-1)+P_B(E_B+1)]} \ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث :

PT = نسبة عدد الشاحنات

ET = معامل يخص الشاحنات ويساوي 1.7 للطرق المستوية.

PB = نسبة عدد الحافلات

EB = معامل يخص الحافلات ويساوي 1.5 للطرق المستوية.

وتؤخذ هذه المعاملات من الجدول رقم (9).

جدول (9): يوضح قيم جميع المعاملات المطلوبة*

Factor	Cj	(V/C)	Fw	Fp	Fe	Fhv			
						ET	EB	PT	PB
Value	4400 Pc/Hr/lane	0.5	1	0.98	1	1.7	1.5	0.714	0.816
						0.52			

* المصدر :(Tayer and Francis).

السعة العملية = السعة التصميمية x (v/c) x Fp.

السعة العملية = 4400 x 0.5 x 0.98 = 2156 مركبة / ساعة.

تحديد عدد حارات الطريق

يتم إيجاد عدد الحارات بالاعتماد على المعادلة (3): (د. م عبد الله المسوري , 2011 م)

SF(max) = Cj x (V/C) x N x Fw x Fhv x Fp x Fe.....(3)

PHF = V / (V15 x 4) = 5183 / (1627 x 4) = 0.796

SF(max) = V / PHF = 5183 / 0.796 = 6512 Pc/Hr/lane

$$f_{hv} = \frac{1}{1+[0.714(1.70-1)+0.816(1.50-1)]} = 0.52$$

وبناء على ذلك تكون عدد الحارات كالتالي:

N = 6512 / (4400 x 0.5 x 0.98 x 1 x 0.52 x 1) = 5.81 ≈ 6 lanes/direction

نظرا لكون أحجام الحركة المرورية للطريق تزيد عن السعه الاستيعابية بوضعه الحالي والمتكون من أربع حارات؛ لذا وبعد إعادة تصميمه يصبح ست حارات كما بالشكل رقم (6).

تحديد مشغولية الطريق

(د. م عبد الله المسوري، 2011 م):

$$M = V/ Lanes = 5183 / 6 = 864 Pc/Hr/lane$$

تحديد مستوي الخدمة

لتحديد مستوي الخدمة سنعتمد على الجدول (10) وذلك بإيجاد النسبة (M/C) والسعة هنا هي السعة العملية (د. م عبد الله المسوري، 2011 م)، ويتم إيجاد النسبة كالتالي:

$$M/C = 864/2156 = 0.401$$

ومن الجدول (10) نحدد مستوي الخدمة وهو المستوي (B).

جدول (10): العلاقة بين المشغولية ومستوي الخدمة*

مستوى الخدمة	M / C	خصائص المرور
A	اقل من 0.40	سريان حر، سرعة عالية، كثافة مرورية منخفضة.
B	0.60 – 0.40	انسياب مستقر، سرعة عالية، مع قليل من التأخيرات المحتملة (مناسب لتصميم الطرق من الدرجة الأولى ويستخدم خارج المدن)
C	0.80 –0.60	انسياب مستقر، سرعات عالية، تأخيرات فليلية (مناسب للطرق داخل المدن)
D	0.90 –0.80	انسياب يقترب من عدم الاستقرار، سرعات عالية نسبيا مع وجود بعض التأخيرات (مناسب لتصميم الطرق الجبلية)
E	1.00 – 0.90	انسياب غير مستقر، سرعة منخفضة مع احتمال وجود اختناقات مرورية
F	أكبر من 1.00	انسياب مضطرب، تأخيرات عالية، سرعات منخفضة جدا مع احتمال التوقف والشلل التام للمرور ويسمى في هذه الحالة بالمرور اللزج

*المصدر: (د. م عبد الله المسوري، 2011 م).



شكل (6): قطاع الطريق بعد إعادة تصميمه بست حارات.

الفاصل الأوسط

الفاصل الأوسط غير كافي و مسئول عن عدة حوادث بخروج السيارة عن مسارها وعبورها للطريق المعاكس؛ لذلك نقترح بوضع حواجز خرسانيه (Concrete Barriers) كما بالشكل (7) ولعبور المشاة نقترح إقامة جسور للمشاة بالقرب من الأماكن المزدحمة بالمشاة مثل صبراتة مول ومصحة الساحل الإيوائية.



شكل (7): حاجز خرساني (Concrete Barrier).

التوصيات

في نهاية هذه الدراسة تم التوصل إلى التوصيات التالية:

1- التخطيط السليم لاستخدامات الأراضي للمرافق الخدمية والتجارية بإبعادها بمسافة كافية عن مسار الطريق وإلزام أصحابها بتنفيذ محطات لإيقاف المركبات وفق نوع المرفق مع ألأخذ في الاعتبار الحد من تلوث البيئة الناجم عن حركة المركبات كأحد الاعتبارات الرئيسية في عملية التخطيط بما يتلاءم ومتطلبات التنمية المستدامة.

2- الأسباب الحقيقية المباشرة وإجراء الحصر المروى بصورة منتظمة للتعرف على أحجام الحركة المرورية للاستفادة منها في أعمال التطوير ومعالجة كافة المشاكل المرورية.

3- توسعة الطريق بإضافة حارة في كل اتجاه ليتماشى وحجم الحركة المرورية الحالي، وعمل صيانة له ومعالجة أماكن الدوران للخلف ولليسار باعتبارها إحدى نقاط الحوادث المتكررة.

4- جعل قضية الحوادث قضية رأى عام تدرس سلوكيات آداب المرور لكل فئات المجتمع بمختلف الأعمار، مع تطبيق القوانين الصارمة على المخالفين لقواعد المرور، وإعادة النظر في صيغ محاضر تحقيقات حوادث المرور وشاملة لكل البيانات.

5- تفعيل وسائل النقل العام بنوعيه وتشجيع النقل الجماعي.

6- غرس الأشجار عند نهاية حرم الطريق للتقليل من الضجيج الصادر عن وسائل النقل.

7- وضع مواصفات فنية على السيارات المستوردة، مع إلزام السائقين بإجراء الصيانة الدورية لمركباتهم للحد من انبعاثات غازات العوادم.

8- تحسين أداء الإشارات الضوئية بما يتناسب وأحجام الحركة المرورية تفاديا للتأخير.

المراجع

1- المراجع العربية:

- الحضيري، علي محمود, (1998 م). حوادث الطرق وآفاق السلامة، دار الكتب الوطنية، بنغازي، الصفحات 32- 33.

- التصنيف الليبي للطرق، مصلحة الطرق والجسور، وزارة المواصلات والنقل، طرابلس – ليبيا.

- م. صبيحة نعمة ضهد، (2015 م). دراسة استطلاعية حول ظاهرة الحوادث المرورية في محافظة ذي قار– الأسباب والحلول، المعهد التقني الناصرية، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية جامعة بابل.

- كوركيس عبد أل أدم، (1988 م). التلوث البيئي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، العراق.

- أبوحمزة عزت، (1992م). تلوث الهواء الناتج عن عوادم السيارات، وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة، عمان , 1992م.

- د. م عبد الله المسوري, (2011م). تصميم طريق حضري، كلية الهندسة المدنية، جامعة صنعاء، الصفحات 92 – 102– 103.

2– المراجع الأجنبية:

- *John Klein, Jan Hulskotte. (2017) " Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands", RWS Centre for Transport and Navigation (WVL).

- Tayer and Franci. (2006) " Hand book of Highway Engineering".