

استخدام تطبيقات الحاسوب والمحاكاة في التقييم المروري للتقاطعات بمدينة بني وليد

أ. عبدالرزاق فرج امحمد¹

¹محاضر مساعد، قسم أبحاث الهندسة المدنية والبيئية. مركز البحوث الهندسية وتقنية المعلومات / بني وليد

[resqe2010@gmail.com*](mailto:resqe2010@gmail.com)

ملخص البحث

تعتبر التقاطعات هي أهم منطقة في شبكات الطرق والمرور لأن زيادة زمن تأخير حركة المرور والحوادث غالباً ما تكون بسبب التقاطعات والتي بدورها تعرقل حركة المرور أو تكون نقطة حوادث بسبب سوء التصميم وطريقة التحكم أو أن طاقتها الاستيعابية تكون أقل مما يمكنها من تحمل الجريان المروري الحالي. في هذه الدراسة تم تقييم بعض التقاطعات بمدينة بني وليد مرورياً بالاستعانة ببرامج الحاسوب حيث تم استخدام برنامج (Synchro- 8) وهو من إنتاج شركة (Traffic Ware) العالمية والذي يعمل وفقاً لمعايير دليل السعة الأمريكي (Highway Capacity Manual) في عملية التقييم المروري في محاولة لتقديم طريقة سهلة وسلسلة لاستخدام التكنولوجيا بشكل مفصل والاستفادة منها في الحد من المشاكل المرورية ومحاولة التقليل من الازدحامات والحوادث المرورية كما تعتبر عملية المحاكاة هي أفضل الطرق لتقييم البدائل والجدوى من تطبيقها قبل البدء في تنفيذها على التقاطعات. تم وضع بدائل وحلول لبعض التقاطعات التي تمت دراستها وفي هذه الدراسة تم رفع مستوى الخدمة في التقاطع (تقاطع ابوسدره) من (E) الى (C) وتم تخفيض قيمة زمن التأخير من (339.1 مركبة/ثانية) الى (111.3 مركبة/ثانية) عن طريق الغاء حركة الاستدارة الى اليسار داخل التقاطع.

الكلمات الدالة: التقاطعات المرورية، التقييم المروري، الازدحامات، محاكاة حركة المرور، Synchro traffic simulation.

تعتبر التقاطعات هي أهم منطقة في شبكات الطرق والمرور لأن زيادة زمن تأخير حركة المرور والحوادث غالباً ما تكون بسبب التقاطعات والتي بدورها تعرقل حركة المرور أو تكون نقطة حوادث بسبب سوء التصميم أو أن طاقتها الاستيعابية تكون أقل مما يمكنها من تحمل الجريان المروري الحالي، حيث ينشأ الاختناق المروري أو ما يعرف بعنق الزجاجة (Bottle neck). وتحدث المشاكل المرورية غالباً بعد سنوات من دخول الطرق بشكلٍ عام والتقاطعات بشكلٍ خاص للخدمة حيث تكون الزيادة الكبيرة في حجم المرور غير متوافقة مع سعة الطريق بما فيها التقاطعات ولهذا فإن الجحوم المرورية غالباً ما يتم حسابها في سنوات التصميم والتنبؤ بالزيادة المتوقعة في عدد المركبات في السنوات التالية لتشغيل الطريق. وتهدف الدراسات المرورية (Traffic Analysis) في التقاطعات الى تقدير وتحديد بعض المؤشرات المهمة لتحديد مستوى الخدمة (Level Of Service) وزمن التأخير (Delay Time)، لحل المشاكل المرورية وتتضمن الكودات العالمية المختلفة العديد من الطرق التحليلية لإجراء مثل هذه الدراسات يدوياً إلا أن التقدم التقني والتطور التكنولوجي الكبير ساهم بشكل مباشر في تحويل متطلبات وطرق التحليل في هذه الكودات الى مجموعة تطبيقات حاسوبية متخلفة تعمل في بيئة ويندوز او ماك على نظام الحاسوب أو حتى على أجهزة الهواتف الذكية في محاولة لاستغلال كل الموارد المتاحة من أجل توفير الوقت والعمل على اصدار نتائج دقيقة في الدراسات المرورية والهندسية [1-3].

2. مشكلة وأهداف البحث:

يمكن تخيص المشكلة بأن الزيادة السريعة في عدد المركبات في مدينة بني وليد تسبب عدة اختناقات مرورية في بعض التقاطعات مما جعل القدرة الاستيعابية لهذه التقاطعات لا تتناسب مع هذه الزيادة كما أن عدم توزيع زمن الاشارات الضوئية بشكل صحيح مما يدفع بالسائقين لعدم احترامها وساهم بشكل مباشر في زيادة الازدحام بالإضافة الى ان عدم ضبط بعض التقاطعات مرورياً بشكل مناسب هو ما يسبب عرقلة الحركة والحوادث بسبب ازدياد نقاط التعارض والتداخل بين المركبات. هدفت هذه الدراسة الى حصر التقاطعات والتي بها معدلات حوادث مرتفعة او ازدحامات مرورية واختناقات كبيرة واستخدام التقنيات الحديثة لدراسة المشكلة ومحاولة تحديد الاسباب ووضع الحلول الممكنة لها.

3. منهجية البحث:

أُتبع في هذا البحث عملية منهجية تشمل زيارة التقاطعات والقيام بعملية المسح الميداني لحركة المرور في التقاطعات موضوع البحث وبعد جمع البيانات تمت الاستعانة ببرنامج (Synchro) لتقييم الحالة المرورية لكل تقاطع على حده تم القيام بعملية تحليل ودراسة النتائج لوضع الحلول الممكنة وتحديد التوصيات الواجبة لتحسين حالة التقاطعات مرورياً.

4. التطبيقات المستخدمة:

برنامج (Synchro8) هو عبارة عن حزمة برمجية تقوم بتقييم الوضع الراهن لأداء التقاطعات، كما تقوم باقتراح حلول مرورية، وذلك بناءً على تعديلات يقترحها البرنامج أو المستخدم، تشمل هذه التعديلات تغيير برامج الاشارات، تغيير في مخطط تتابع الاطوار او تغيير في تخصيص الحركة على الحارات وغيرها من المقترحات، تم اختيار هذا البرنامج لأنه يتميز عدا عن انتشاره الواسع كأداة لتقييم التقاطعات مرورياً بسهولة الاستخدام، اذ يتيح للمحل عملية الادخال عن طريق واجهات سهلة، وعمليات تحليل بناءً على طرق متنوعة وإخراج واضح وسريع للتقارير، بالإضافة لكونه يتيح إجراء عملية محاكاة للوضع الراهن ولبدائل الحلول.

5. التقاطعات المختارة بمنطقة الدراسة

تم اختيار اربعة تقاطعات بمنطقة بني وليد بأشكال هندسية مختلفة وحركة مرور مختلفة ايضاً نتيجةً لتباعدها وقربها عن مركز المدينة، وهي تقاطع ثلاثي (طريق بوسدره)، تقاطع رباعي الدفاع المدني، تقاطع ثلاثي طريق المطار وتقاطع ثلاثي الدرن كما مبين بالشكل (1) ويظهر في الصورة تقاطع ابوسدة الذي تمت دراسته في هذه الورقة.



شكل (1) التقاطعات المختارة بمنطقة الدراسة

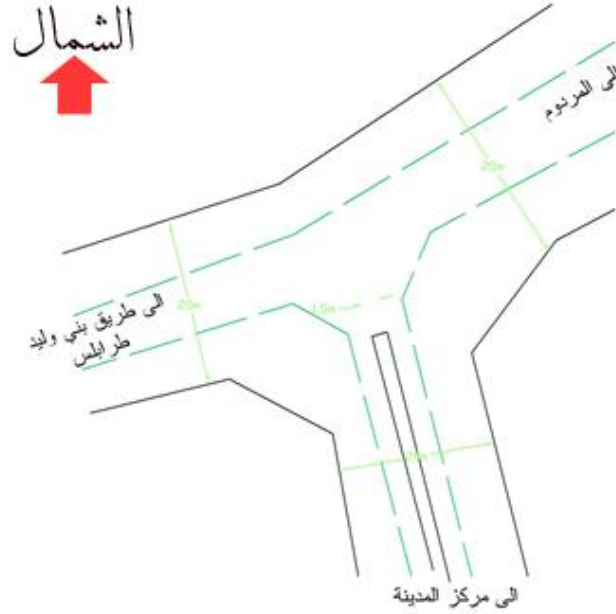
تمت عمليات المسح المروري والزيارات الميدانية لجميع التقاطعات وادخال البيانات لبرنامج (Synchro) وتم تحديد الحالة المرورية لكل تقاطع على حدى وتم القيام بمحاكاة بعض البدائل المتاحة والتي من شأنها أن تحل المشاكل الموجودة على جميع التقاطعات المدروسة.

6. محاكاة وتحليل التقاطعات:

• تقاطع سطحي (تقاطع طريق ابوسدرة)

وهو تقاطع سطحي يربط حركة المرور بين مركز المدينة والجزء الشمالي والجنوبي المحاذيين لوادي بني وليد حيث يتجه الطريق الجنوبي الى مركز المدينة والشرقي الى المردوم ومنه الى زليتن فيما يتجه الطريق الغربي الى الجزء الشمالي من المدينة ومنه الى الطريق الرابط بين بني وليد وترهونة. التقاطع حالياً غير محكوم بأي اشارات مرورية ولا يحتوي علامات ارشادية او ارضية بسبب القصور في عمليات الصيانة، ويعاني التقاطع من اختناقات مرورية متكررة.

تم تجميع البيانات من خلال الزيارات الميدانية المتكررة وعمليات المسح المروري والاطلاع على الخرائط الجوية الخاصة بالتقاطع ومتابعة تقارير الهيئات والادارات المسؤولة والتي لها علاقة مباشرة او غير مباشرة بالتقاطع وهو تقاطع ذو مستوى واحد ثلاثي الارجل (جرسي) مزدوج الاتجاه في جميع اذرعه وله حارتين في كل اتجاه والاتجاه (شمال-جنوب) مفصول بجزرة وسطية ممتدة على طول الطريق بين التقاطع وجزيرة الدوران في نهايته ويوضح الشكل (2) الشكل الهندسي للتقاطع.



شكل (2) الشكل الهندسي للتقاطع

تم اجراء الحصر لأحجام المرور بالتقاطع ولكل اتجاه عن طريق العد اليدوي لكل انواع المركبات المارة بالتقاطع وذلك لمدة 15 دقيقة خلال ساعتين في الفترة الصباحية (7:30 - 9:30 صباحاً) والفترة المسائية (12:30 - 2:30 مساءً) وتمت عملية الادخال لبرنامج (Synchro) وتمت عملية المحاكاة وتظهر النتيجة في الشكل (3)

HCM Unsignalized Intersection Capacity Analysis
Intersection 01

10/13/2017

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑	↗	↘	↑	↗	↘
Sign Control	Stop			Stop	Stop	
Volume (vph)	131	594	364	489	898	500
Peak Hour Factor	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Hourly flow rate (vph)	152	691	423	569	1044	581
Direction, Lane #	EB 1	EB 2	WB 1	WB 2	NB 1	NB 2
Volume Total (vph)	152	691	423	569	1044	581
Volume Left (vph)	0	0	423	0	1044	0
Volume Right (vph)	0	691	0	0	0	581
Hadj (s)	0.03	-0.67	0.53	0.03	0.53	-0.67
Departure Headway (s)	9.0	8.3	8.8	8.3	8.8	7.6
Degree Utilization, x	0.38	1.60	1.03	1.30	2.54	1.22
Capacity (veh/h)	396	437	423	444	421	483
Control Delay (s)	16.3	298.7	81.1	175.9	717.0	140.3
Approach Delay (s)	247.7		135.4		510.8	
Approach LOS	F		F		F	
Intersection Summary						
Delay			339.1			
HCM Level of Service			F			
Intersection Capacity Utilization			89.9%		ICU Level of Service E	
Analysis Period (min)			15			

شكل (3) نتائج عملية المحاكاة للتقاطع

تظهر عملية المحاكاة لحركة التقاطع ازدحاماً واضحاً ومعدلات تأخير مرتفعة حيث تبلغ السعة المرورية 89.9% وكان مستوى الخدمة للتقاطع هو (E) ما يعني بأن التدفق غير ثابت وهناك الكثير من التوقفات في حركة المرور على التقاطع كما أن ازمنا التأخير للمركبات كبيرة بلغت اقصها في الدراع (NBL) وكانت (510.8 ثانية) ولهذا فإنه من الضروري محاولة ايجاد اوضاع تشغيلية اخرى وبدائل للوضع الحالي للتقاطع قبل الخوض في مرحلة الحلول التي تتطلب توسعة للتقاطع واعمال انشائية مكلفة.

البدائل الممكنة على هذا التقاطع تكون كالتالي :

1. إنشاء جزيرة دوران وسط التقاطع.
2. وضع اشارة مرور مسبقة التوقيت.
3. الغاء احدى حركات الانعطاف.

تتم محاكاة البدائل المتاحة على برنامج (Synchro) للتأكد من مدى صلاحيتها وقدرتها على حل المشكلة قبل اعتمادها والبدء في تنفيذها فعليا على ارض الواقع. وكانت نتائج المحاكاة كما تظهر في الجدول (1)

جدول (1) نتائج محاكاة البدائل للتقاطع

السعة (-) Inter (Capacity)	مستوى الخدمة LOS	البديل	وضع التقاطع
%89.9	E	/	الوضع الحالي
%90.2	F	جزيرة دوران	البديل الأول
%93.3	F	إشارة مرور	البديل الثاني
%70.7	C	الغاء حركات الاستدارة	البديل الثالث

7. النتائج والمناقشة

بعد جمع البيانات والقيام بعمليات الادخال والمحاكاة وحساب مؤشر خدمة الرصف كانت النتائج و الاستنتاجات كالآتي:

1. اظهرت عمليات الحصر المروري حجوم مرورية كبيرة على التقاطع الأول (تقاطع طريق بوسدره) وكان مرد هذا الارتفاع الكبير في الحجم المرورية هو الزيادة المتسارعة في عدد المركبات في السنوات الأخيرة ولأن هذا التقاطع يعتبر المدخل الرئيسي لمركز المدينة من اتجاه الشمال الشرقي ويخدم هذا التقاطع حوالي ثلث سكان المدينة حيث تتمركز على جانبي الوادي وعلى طول الطريق من التقاطع وحتى مركز منطقة المردوم (35كم) كثافة سكانية كبيرة وتستهمل مركباتهم هذا التقاطع بشكل يومي جيئاً وذهاباً لمركز المدينة لقضاء حوائجهم اليومية .

2. بعد القيام بعملية محاكاة التقاطع وتشغيله افتراضياً كانت معدلات التأخير في التقاطع كبيرة جداً حيث بلغ معدل التأخير (339.1 ثانية) وكان مستوى الخدمة في التقاطع بشكل عام (E) كما يظهر في الشكل (5) وهو ما يعني بأن الحركة على التقاطع تتحرك بشكل بطيء جداً ويمر التقاطع بمرحلة عنق الزجاجة (Bottle Neck) في ساعات الذروة بشكل يومي روتيني وهو ما يستوجب القيام بحلول فعالة لحل مشكلة هذا التقاطع وبشكل عاجل.

Intersection Summary			
Delay	339.1		
Intersection Capacity Utilization	89.9%	ICU Level of Service	E
Analysis Period (min)	15		

شكل(5) ملخص محاكاة التقاطع

3. تستعمل بعض المركبات جزءاً من الطريق لعمليات التوقف المؤقت وهو ما يزيد من عرقلة حركة المرور داخل التقاطع وبسبب عدم وجود حارات مخصصة للوقوف على جانبي التقاطع.
4. بالاستفادة من الامكانيات التي يطرحها برنامج (Synchro) وهي تجربة بدائل مرورية وهندسية افتراضياً قبل إتخاذ القرار بتنفيذها من عدمه تم طرح الخيار الأول وكان عبارة عن جزيرة دوران في مركز التقاطع في محاولة لتخفيف سرعة المركبات وتنظيم حركات الالتفاف دون عرقلة الحركة وايقاف المركبات على اطراف واتجاهات التقاطع وبعد محاكاة هذا البديل افتراضياً أظهرت تقارير البرنامج أن جزيرة الدوران لا تصلح لتكون البديل الأفضل لوضع التقاطع الحالي حيث تحسنت الحركة فقط على الاتجاهين (EBLT) و (NBTR) وازدادت سوءاً على باقي الاتجاهات حيث انخفض مستوى الخدمة ليكون (F) بدلاً من (E) ويظهر ملخص تقرير البرنامج في الجدول (2).

جدول (2) ملخص تقرير البرنامج بعد اضافة جزيرة الدوران

Approach	EB		WB		NB	
	left	Right	left	Right	left	Right
lane						
Capacity Entry (vph)	694	694	382	382	930	929
Volume to Capacity Ratio	0.219	0.996	1.106	1.489	1.123	0.625
Level of service	A	F	F	F	F	B

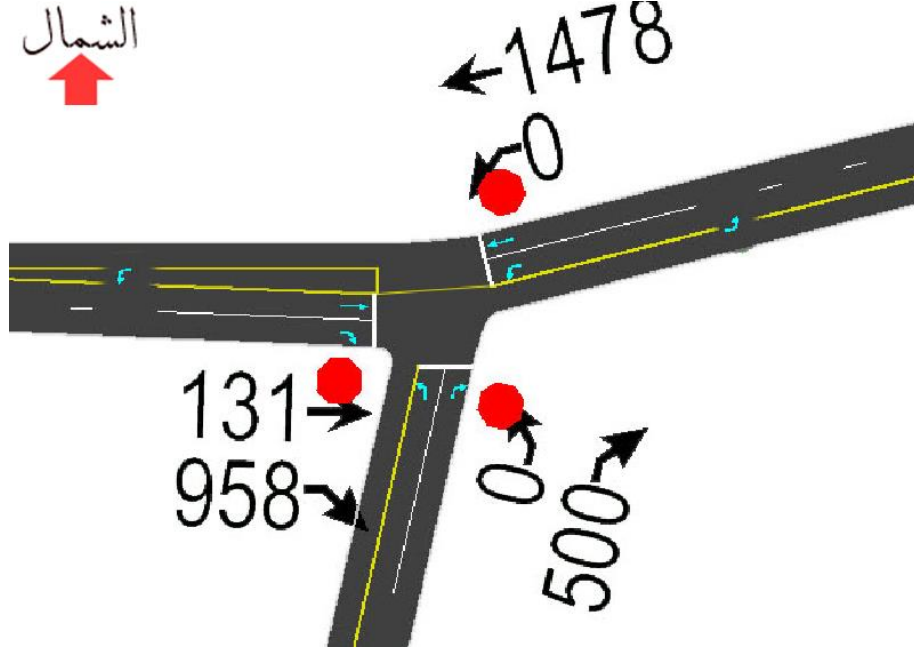
5. تم طرح البديل الثاني عبر البرنامج وهو إشارة مرور مسبقة التوقيت بدورة زمن قدرها 120 ثانية وأظهر تقرير البرنامج تحسن في السعة المرورية على الاتجاه (NBR) والاتجاه (EBR) حيث كان مستوى الخدمة على التوالي (A) و (A) فيما لم تتحسن السعة المرورية على حركات الاستدارة ناحية اليسار حيث كان مستوى الخدمة في الاتجاه (NBL) والاتجاه (WBL) على التوالي (E) و (F)، أما في الاتجاه (EBT) فكان (C) والاتجاه (WBT) كان (D) مما يعني ان الانسيابية على التقاطع لاتزال سيئة وان تحسنت في بعض الاتجاهات كما يظهر في الشكل (6).

Intersection Summary			
HCM Average Control Delay	40.9		
HCM Volume to Capacity ratio	1.07		
Actuated Cycle Length (s)	90.0	Sum of lost time (s)	8.0
Intersection Capacity Utilization	93.3%	ICU Level of Service	F
Analysis Period (min)	15		

شكل (6) ملخص تقرير البرنامج بعد اضافة اشارة المرور

6. بعد القيام بعملية محاكاة للتقاطعات لتلات مرات متتالية وبأوضاع مختلفة كان من الواضح أن المشكلة الأكبر على التقاطع هي حركة الدوران ناحية اليسار ولهذا تم طرح بديل قد يكون الأفضل بين كل البدائل المتاحة وهو الغاء حركة الاستدارة على اليسار داخل التقاطع وتحويلها الى منطقة أبعد كما يظهر في الشكل (7) وتحسنت بعد هذا الاجراء السعة المرورية بشكل كبير على التقاطع فأصبح مستوى الخدمة (C) وانخفضت

نقاط التعارض على التقاطع لتصبح (2) بدلاً من (9) نقاط تعارض ويظهر الشكل (8) تقرير البرنامج بعد الغاء حركة الاستدارة الى اليمين.



شكل (7) الغاء حركة الاستدارة الى اليسار

Intersection Summary

Intersection Capacity Utilization	70.7%	ICU Level of Service	C
-----------------------------------	-------	----------------------	---

Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.

شكل (8) ملخص تقرير البرنامج بعد الغاء حركة الاستدارة الى اليسار

8. الخلاصة

توصل هذا البحث الى النقاط التالية:

1. بعد عمليات المسح الميداني والمشاهدة العينية والاطلاع على تقارير شرطة المرور ووزارة المواصلات تبين أن هناك العديد من التقاطعات داخل المدينة بها مشاكل مرورية وحوادث وحالات دهس للمشاة، كما أن هناك العديد من التقاطعات التي تحتاج لصيانة العلامات والاشارات المرورية وجزر التوجيه والارصفة وغير ذلك.
2. تم استخدام برنامج (Synchro8) في التقييم المروري للتقاطعات المرورية .
3. تم دراسة أربعة تقاطعات داخل مدينة بني وليد وبالإستعانة ببرنامج (Synchro8) تم تحديد مستوى الخدمة (level of service)، السعة المرورية (Capacity)، الكثافة المرورية (Density)، وكل ما يتعلق بالتقييم المروري لكل.
4. أظهرت الدراسة أن هناك الكثير من المشاكل المرورية في بعض التقاطعات التي تمت دراستها حيث توجد ازمة تأخير كبيرة وصلت حتى (339.1 ثانية /مركبة) ومستويات خدمة منخفضة (F) تجعل من حركة السير في بعض هذه التقاطعات بأسوأ حالاتها، فيما كانت هناك مشاكل أخرى مثل حالات حوادث متكررة على بعض التقاطعات.
5. تم ايجاد مستوى الخدمة للتقاطع الأول (تقاطع ابوسدرة) وكان (E) ولهذا تم وضع بدائل وحلول حيث تم رفع مستوى الخدمة في التقاطع من (E) الى (C) بإجراء بعض التغييرات في الحركة على التقاطع حيث تم الغاء حركة الاستدارة الى اليسار نهائياً داخل التقاطع مما ادى الى رفع مستوى الخدمة وخفض زمن التأخير في التقاطع من (339.1 مركبة/ثانية) الى (111.3 مركبة / ثانية) وتمت عملية الغاء حركات الاستدارة الى اليسار كبديل ثالث بعد فشل البديل الأول (جزيرة دوران) والذي أظهر مستوى خدمة (F) والبديل الثاني (إشارة مرور) والذي أظهر مستوى خدمة (F) في تحسين مستوى الخدمة.

9. التوصيات

1. توصي الدراسة بالاستفادة من امكانيات برنامج (Synchro) في تقييم ودراسة المزيد التقاطعات التي بها مشاكل داخل وخارج المدينة.
2. يفضل استعمال برامج مشابهة في التقييم المروري مثل برنامج (Sidra) في عمليات التقييم ومقارنة النتائج بين البرنامجين لتحديد مدى دقة كلٍ منهما.

المراجع

- [1] دليل تحسين الاداء المروري للشوارع والطرق، 2005 ، تقرير صادر عن وزارة الشؤون البلدية والقروية، المملكة العربية السعودية ص 17.
- [2] ابوالقاسم محمد العزابي ، 1981، الطرق والنقل البري، منشورات المنشأة الشعبية، ليبيا ص 9.
- [3] نبي غازي الهزيم، 2000. نمذجة ومحاكاة المركبات المنعطفة يساراً على التقاطعات الطرقية المضبوطة بإشارة ضوئية، بحث منشور بمجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ص 28.