جامعة تشرين

كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

سعة التقاطعات الدوارة

Roundabout Capacity Analysis

د.م.أكرم رستم



منهجية تقييم الأداء المروري للتقاطعات الدوارة:

تعتمد منهجية تقييم أداء التقاطعات الدوارة بشكل رئيسي على نتائج مراقبات حقلية وتجريبية أو على موديلات رياضية، ونجد أن سعة مداخل التقاطع الدوار ونسبة الغزارة إلى السعة من المعايير الأساسية للتقييم ، بالإضافة إلى طول رتل الانتظار على مداخل الدوار وأزمنة التأخير كمعايير إضافية لعملية التقييم.

العناصر الهندسية الأساسية التي تؤثر على السعة هي عرض مدخل الدوار وعرض الشريط الدائري، أما المعطيات الحركية المطلوبة لعملية التقييم فهي معدل الغزارة على مدخل الدوار والغزارة على الشريط الدائري المقابل لكل مدخل من مداخل (أذرع) الدوار، ويدخل هنا تأثير العربات الثقيلة(شاحنة، باص) بالإضافة إلى تأثير معامل عدم انتظام الحركة في ساعة الذروة (PHF) .

السعة:

مفهوم سعة التقاطع الدوار:

يعبر عن سعة التقاطع الدوار عن طريق سعة كل مدخل من مداخل هذا التقاطع ، حيث يقصد بالسعة بأنها معدل المرور الأعظمي الذي تتمكن وفقه العربات من دخول الدوار بشكل مقبول خلال زمن محدد وفي ظروف هندسية وطرقية معينة.

تؤخذ عادة فترة 15 دقيقة في عملية تقييم وتحليل المعطيات لكل مدخل من مداخل الدوار، ونجد أن مفهوم السعة للدوار بشكل كامل لا تعبر بشكل دقيق عن الواقع المروري للدوار، لأنه نادرا ما يكون هناك ضغط مروري أعظمي على كافة مداخل الدوار بآن واحد.

ترتبط سعة مداخل الدوار بعاملين أساسيين هما: الغزارة في الشريط الدائري في النقطة المجاورة لكل مدخل وبالعناصر الهندسية التي تشمل عرض أذرع الدخول وعرض الشريط الدائري أو بشكل آخر بعدد الحارات على كل مدخل من مداخل الدوار وعدد الحارات على الشريط الدائري في منطقة الدوار، بالإضافة إلى العناصر الهندسية الأخرى مثل نصف قطر أذرع الدخول ، زاوية ميل أذرع الدخول، ... الخ.

الطريقة المعتمدة لحساب السعة:

تعتمد معظم الطرق الحديثة لحساب سعة التقاطعات الدوارة على حساب سعة مداخل التقاطع (entry) ، من بين الطرق المعروفة والمعتمدة عالمياً على نطاق واسع الطريقة البريطانية والبرنامج الملحق بها (ARCADY) بصيغه المختلفة ، تعتمد الطريقة على نتائج إحصاءات ومراقبات واختبارات حقلية.

العلاقة الأساسية لحساب السعة التي اعتمدتها الطريقة البريطانية استندت على دراسة Kimber وتأخذ الشكل التالي:

$$Q_e = F - f_c.Q_c$$

حيث:

Q_e: سعة مدخل الدوار (vph)

Q_c : الغزارة على الشريط الدائري المقابل للمدخل (الذراع)المحدد (vph)

f_c, F : معايير ترتبط بالشكل الهندسي للتقاطع.

تستخدم هذه العلاقة لحساب سعة التقاطعات الدوارة الكبيرة والصغيرة،

يبين الشكل المعطيات الهندسية الخاصة بمدخل التقاطع وذلك كما يلي:

e: عرض مدخل الدوار (m)

u : عرض الشريط الدائري

D: قطر الدوار الخارجي

v: نصف عرض ذراع الدخول (entry)

l',l: الطول الفعال لمنطقة التوسع (flare)

$$S = (e-v)/l \text{ or } S = 1.6(e-v)/l$$

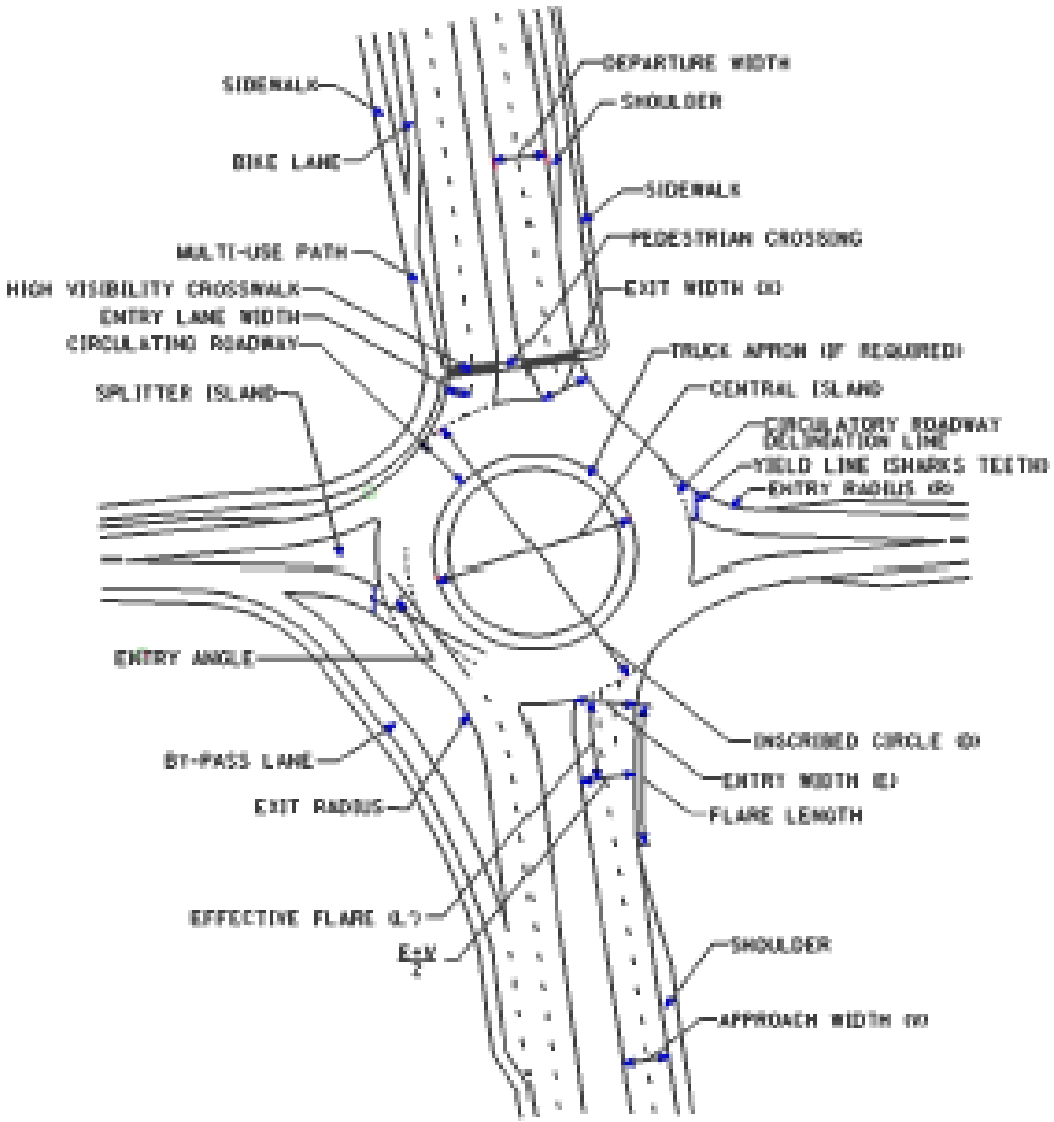
r: نصف قطر المدخل

ϕ: زاوية ميل ذراع الدخول

w: عرض منطقة التماوج

l: طول منطقة التماوج

مجال قيم البيانات التي تم اختبارها في الطريقة كان كما يلي:



الشكل (2) العناصر الهندسية للتقاطع الدوار

e : 3.6-16.5 m
v : 1.9-12.5 m
l' : 1-∝ m
S : 0-2.9
D : 13.5-200.0 m
ϕ : 0-77°
r : 3.4-∞ m

تحدد عناصر علاقة حساب السعة بالشكل التالي:

$$x_2 = v + \frac{e - v}{1 + 2S}$$

$F = 303x_2$

$fc = 0.210\ (\ 1 + 0.2\ x2)\ td$

$$t_d = 1 + 0.500/[1 + e^{\frac{D-60}{10}}]$$

يبين الشكل رقم (2) العناصر الهندسية للتقاطع الدوار .

وجد Kimber أن لزاوية ميل ذراع الدخول ونصف قطره تأثيراً خفيفاً على السعة فأدخل معامل تصحيح يأخذ بالاعتبار هذين العنصرين إلى علاقة حساب السعة كما يلي:

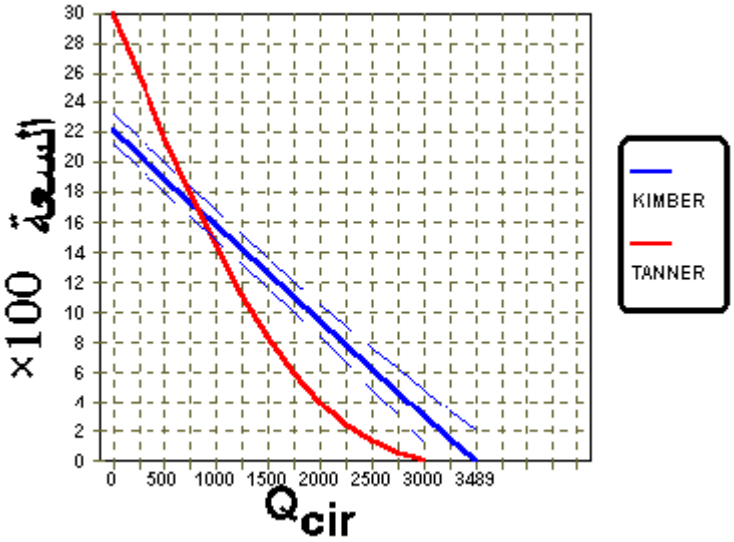
$$Q_e = k(F - F_c \cdot Q_c)$$

حيث:

$k = 1.151 - 0.00347\phi - 0.978/r$

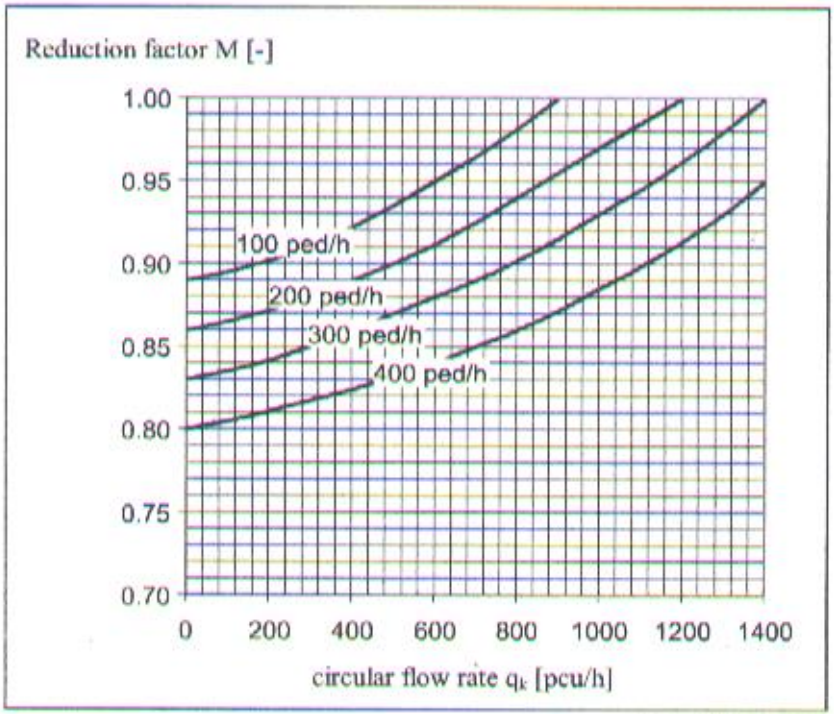
في الظروف القياسية تكون قيمة ϕ مساوية لـ 30° وقيمة r مساوية لـ 20 m تكون قيمة K عندئذ مساوية للواحد.

أظهرت الاختبارات التي قام بها مركز أبحاث النقل TRL في بريطانية أن النتائج التي أعطتها القياسات الحقلية للسعة عززت العلاقة الخطية بين قيمة الغزارة على الشريط الدائري والسعة، ويبين الشكل (3) مقارنة بين نتائج القياسات الحقلية للسعة ونتائج السعة التي اعتمدت على نظرية الفواصل (Gap theory) حيث تعطي نظرية الفواصل قيما أكبر للسعة من أجل الغزارات المنخفضة على الشريط الدائري بينما تكون السعة أدنى من أجل الغزارات المرتفعة على الشريط الدائري، ونجد تقارب واضح بين الطريقتين من أجل قيم متوسطة للغزارة (1000-1500) عربة/الساعة على الشريط الدائري.



الشكل (3) مقارنة السعة الحقلية مع السعة حسب نظرية الفواصل
(الخط المتقطع يعطي قيم ±14% من أجل مستوى ثقة 95%)

ونجد أن هناك تأثير واضح لحركة المشاة على السعة ، وتتعلق درجة التأثير هذه بقيمة غزارة المشاة والغزارة الدائرية في منطقة الدخول لذراع محدد، ويبين الشكل التالي معمل تخفيض السعة بسبب حركة المشاة وذلك حسب غزارة المشاة والغزارة على الشريط الدائري.



معايير تقييم الأداء المروري للتقاطعات الدوارة:

تستخدم عادة ثلاثة معايير أساسية من أجل تقييم الأداء المروري للتقاطعات الدوارة هي:

نسبة الغزارة إلى السعة(درجة الإشباع degree of saturation)، أزمنة التأخير (delay) وطول الرتل (queue length).

كل معيار من هذه المعايير يعبر عن مستوى الخدمة من أجل ظروف هندسية ومرورية محددة، وفي كافة الأحوال لابد من حساب سعة مداخل التقاطع الدوار للتمكن من تحديد هذه المعايير.

درجة الإشباع:

تعرّف درجة الإشباع بأنها نسبة الغزارة على ذراع الدخول إلى التقاطع الدوار إلى سعة هذا الذراع، إذ تعبَر عن مدى كفاية تصميم هندسي محدد اذراع الدخول

وقدرته على استيعاب الطلب على الحركة الداخلة، وحيث أنه لا توجد معايير تحدد قيم درجات الإشباع فإن المصممين الأستراليين اقترحوا أن درجة الإشباع لذراع الدخول إلى التقاطع الدوار يجب أن تكون أقل من 0.85 من أجل ظروف تشغيل ملائمة وجيدة، وعند ازدياد درجة الإشباع عن هذه القيمة فإن أزمنة التأخير ستزداد بشكل كبير وستتشكل أرتال العربات على مدخل الدوار.

أزمنة التأخير Delay :

يعتبر زمن التأخير من المعايير المعروفة لتقييم كفاءة وأداء التقاطعات بشكل عام حيث استخدم هذا المعيار بشكل واسع من قبل HCM لتقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية والتقاطعات المنظمة بإشارات السير والشاخصات، وحالياً تستخدم تأخر التحكم (control delay) الذي يعبر عنه بأنه الزمن الذي يمضيه السائق في الرتل ثم بانتظار الفاصل المناسب (acceptable gap) في تيار المرور على الشريط الدائري وذلك عندما يكون في مقدمة الرتل.

تتغير قيمة زمن التأخير حسب سعة ذراع الدخول إلى التقاطع الدوار وحسب الغزارة على الشريط الدائري.

يمكن حساب أزمنة التأخير حسب العلاقة[1] :

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T \times \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} \right)}{450T}} \right]$$

حيث:

d : وسطي زمن التأخير sec/veh

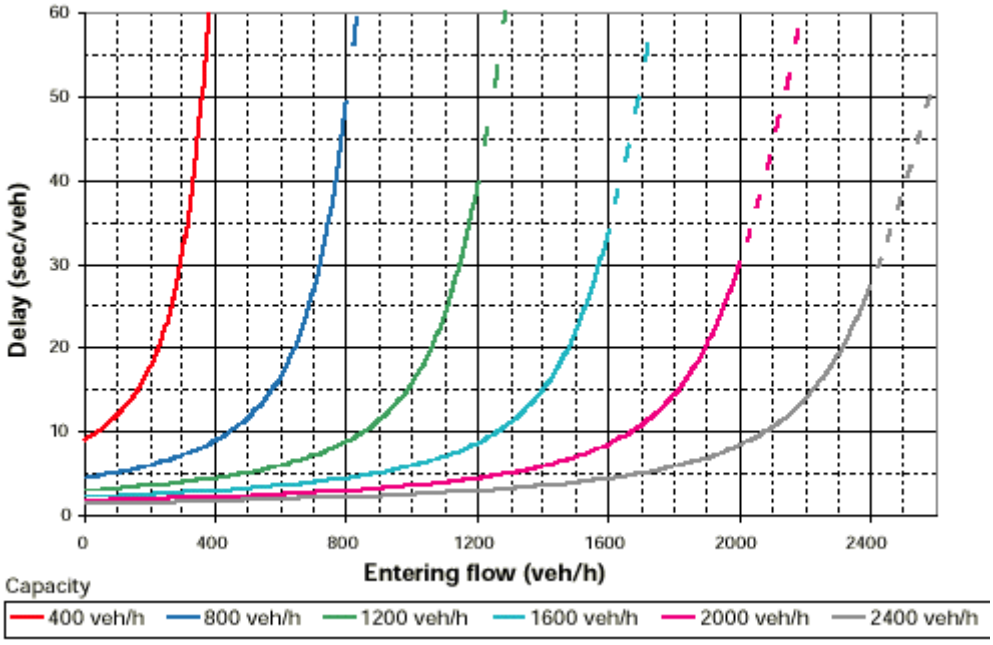
v_x : غزارة الحركة على ذراع الدخول x (veh/h)

c_{mx} : السعة للذراع x (veh/h)

T=0.25 من أجل فترة اختبار 15 دقيقة.

[1] Akçelic, R., and R.J. Troutbeck. “Implementation of the Australian roundabout analysis method in SIDRA.” In Highway Capacity and Level of Service: Pro-ceedings of the International Symposium on Highway Capacity (U. Brannolte, ed.), Karlsruhe, Germany. Rotterdam, Germany: Balkema Publisher, 1991, pp.

كما يظهر المخطط التالي قيم أزمنة التأخير من أجل قيم مختلفة للسعة وللغزارة على ذراع الدخول إلى التقاطع.



الشكل (4) قيم أزمنة التأخير حسب الغزارة والسعة لذراع الدخول

طول الرتل queue length :

يعتبر طول الرتل هاماً عند تقدير كفاية التصميم الهندسي لذراع الدخول إلى التقاطع الدوار، يمكن حساب معدل طول الرتل (L veh) حسب العلاقة التالية :

$$L = v.d/3600$$

حيث : v: الغزارة على ذراع الدخول

d : وسطي زمن التأخير sec/veh

مثال تطبيقي:

تقييم الأداء المروري لدوار ساحة اليمن(مدينة اللاذقية-سورية)

تحضير البيانات:

تتطلب عملية التقييم والتحليل للوضع المروري توفر المعطيات الهندسية للتقاطع والتي تشمل عرض كل مدخل من مداخل الدوار وعرض المنطقة الدائرية بالإضافة إلى نصف قطر الدوار، والمعطيات الحركية التي تشمل الغزارة الإجمالية على مداخل الدوار وتوزعها حسب الاتجاه، ونسب العربات الشاحنة بالإضافة إلى الغزارات في المنطقة الدائرية من التقاطع المقابلة لكل مدخل من مداخل الحركة.

يبين الشكل رقم (5) قيم الغزارات الفعلية في ساعة الذروة وتوزعها حسب الاتجاه، لكل مدخل من مداخل الدوار، وذلك حسب الإحصاءات التي قامت بها وحدة الأشغال العامة في جامعة دمشق ضمن مشروع المخطط التنظيمي لمدينة اللاذقية، وتم الاعتماد على نتائج الإحصاءات التي قامت بها الشركة العامة للدراسات في نيسان 2002 وذلك لتحديد توزع الحركة حسب الاتجاه على التقاطعات في مدينة اللاذقية،وكذلك على نتائج استبيان حقلي قمنا به على عينة مقدارها 50 عربة على كل مدخل من مداخل التقاطع (الحسيني، العروبة ، سورية) وذلك بسبب تغير الحركة على شارع بورسعيد من حركة باتجاهين إلى حركة باتجاه واحد حالياً ، ونرفق في الملحق المرفق شكل الاستمارة المستخدمة في الاستبيان. ويبين الجدول (1) قيم الغزارات الفعلية على التقاطع في ساعة الذروة ، وكذلك يتضمن الجدول أعداد العربات الثقيلة على كل ذراع بالإضافة إلى معامل عدم توازن الحركة في ساعة الذروة PHF الذي تم حسابه من نتائج التعداد التي تمت كل 15 دقيقة.

الجدول (1) الغزارات الفعلية على أذرع التقاطع

الذراع	الغزارة الإجمالية في ساعة الذروة (veh/h)	عدد المركبات الثقيلة (veh)	PHF
عبد القادر الحسيني (داخل باتجاه الساحة)	*1985	58	0.91
سورية (داخل باتجاه الساحة)	715	30	0.93
بورسعيد(داخل باتجاه الساحة)	567	57	0.81
العروبة (داخل باتجاه الساحة)	978	52	0.97

*) على شارع الحسيني أضيف 178 عربة تقوم بعملية التفاف U-turn بعد إغلاق الفتحة مقابل مدخل البولمان، وذلك نتيجة الاستبيان الذي تم إجراؤه.

استناداً إلى الجدول السابق قمنا بحساب معدلات الغزارة على كافة أذرع مداخل التقاطع، ويبين الجدول (2) هذه القيم لمعدلات الغزارة المحسوبة والتي ستتم على أساسها عملية التقييم، : معدل الغزارة = (الغزارة+2/1 عدد الشاحنات)/PHF
حيث أن كل عربة شاحنة تعادل 1.5 عربة حسابية.

الجدول (2) معدلات الغزارة على أذرع التقاطع

الذراع	معدل الغزارة في ساعة الذروة (veh/h)
عبد القادر الحسيني (داخل باتجاه الساحة)	2213
سورية (داخل باتجاه الساحة)	785
بورسعيد(داخل باتجاه الساحة)	735
العروبة (داخل باتجاه الساحة)	1035

وسنقوم أيضاً بتقييم الأداء المروري للتقاطع من أجل الغزارات المستقبلية المتوقعة لفترة الخمس سنوات القادمة، حيث اعتمد معدل تزايد سنوي لأعداد العربات

مقداره **6.1%** حسب الدراسات التي أعدتها وحدة الأشغال العامة في جامعة دمشق ضمن دراسة النقل في مشروع تحديث المخطط التنظيمي لمدينة اللاذقية وبالتالي تكون نسبة التزايد لخمس سنوات مستقبلية هي **1.34**، ويبين الجدول التالي قيم معدلات الغزارة المستقبلية المتوقعة لفترة الخمس سنوات القادمة.

الجدول (3) معدلات الغزارة المستقبلية على أذرع التقاطع

الذراع	معدل الغزارة في ساعة الذروة (veh/h)
عبد القادر الحسيني (داخل باتجاه الساحة)	2965
سورية (داخل باتجاه الساحة)	1052
بورسعيد(داخل باتجاه الساحة)	986
العروبة (داخل باتجاه الساحة)	1387

حساب السعة لأذرع الدخول إلى التقاطع:

سنقوم بالحساب التفصيلي لسعة مداخل الدوار، حسب الأسس التي تم ذكرها سابقاً، يوضح الشكل رقم (6) قيم الغزارات الحسابية على كل ذراع من أذرع الدخول إلى التقاطع والغزارات المقابلة لها على الشريط الدائري، كما يوضح الشكل رقم(7) الغزارات الحسابية المستقبلية لفترة خمس سنوات قادمة على كل ذراع من أذرع الدخول إلى التقاطع والغزارات المقابلة لها على الشريط الدائري، ويبيّن الشكل رقم (8) الأبعاد الهندسية للتقاطع حسب الشكل التنظيمي له، مع العناصر الهندسية اللازمة لعملية حساب السعة لكل ذراع من اذرع الدخول إلى التقاطع.

يوضح الجدول (4) بشكل مفصل كافة قيم الثوابت والعناصر الداخلة في حساب السعة وفق علاقة Kimber السابقة، وذلك من أجل الغزارت الحالية على التقاطع، مع حساب نسبة الغزارة إلى السعة (درجة الإشباع) لكل ذراع من أذرع التقاطع هذا الذراع.

كما يوضح الجدول رقم (5) قيم السعة ونسب الغزارة إلى السعة **وذلك للغزارات المستقبلية المتوقعة خلال الخمس سنوات القادمة** والتي تم حسابها في الجدول رقم (2).

من نتائج الحساب يظهر أن درجات الإشباع الحالية لأذرع التقاطع تقع جميعها ضمن الحد المسموح لتشغيل التقاطع بشكل مقبول (0.85>) ،باستثناء شارع الحسيني حيث نجد أن درجة الإشباع عليه تصل إلى 0.86 وهي قيمة حرجة وأكبر من القيمة العظمى المسموحة للتشغيل الجيد لهذا الذراع، وإذا أخذنا بالاعتبار أن عملية التقييم تتم على نتائج إحصاءات مضى عليها أكثر من عام يصبح من المؤكد أن شارع الحسيني يعمل حالياً وفق درجة إشباع تتجاوز بشكل كبيرالقيمة العظمى المسموحة وهي 0.85.

أما من أجل الغزارات المستقبلية للخمس سنوات القادمة فنجد أن درجات الإشباع تبقى مقبولة على كافة الأذرع باستثناء ذراع شارع الحسيني حيث تصل إلى 1.28 متجاوزة القيمة المسموح بها بشكل كبير ، كما نجد أن هناك زيادة واضحة في قيمة درجة الإشباع على شارع سورية والتي ستتجاوز الحد المسموح خلال العشر سنوات القادمة بالتأكيد.

حساب أزمنة التأخير على أذرع الدخول إلى التقاطع:

يبين الجدول التالي المعطيات الأساسية اللازمة لحساب أزمنة التأخير:

الذراع	السعة (veh/h)	معدل الغزارة(veh)	T
Aشارع الحسيني	2559	2213	0.25
B شارع سورية	2117	785	0.25
C شارع بورسعيد	3471	736	0.25
D شارع العروبة	3036	1035	0.25

وتكون نتائج حساب قيم أزمنة التأخير من أجل الغزارات الحالية بالاعتماد على العلاقة المذكورة سابقاً كما يلي:

الذراع	التأخير (sec/veh)
Aشارع الحسيني	9.06
B شارع سورية	2.69
C شارع بورسعيد	1.31
D شارع العروبة	1.79

أما من أجل الغزارات المستقبلية للخمس سنوات القادمة فتكون قيم أزمنة التأخير المتوقعة كما يلي:

الذراع	التأخير (sec/veh)
Aشارع الحسيني	68.5
B شارع سورية	7.45
C شارع بورسعيد	1.54
D شارع العروبة	2.59

من نتائج حساب أزمن التأخير من أجل الغزارات الحالية يتبين أن الوضع الحالي يكون مقبولاً على كافة أذرع التقاطع، ولكن هناك مؤشر واضح يدل على بدء أزمنة التأخير على ذراع شارع الحسيني بالازدياد، ويؤكد ذلك قيمة زمن التأخير على هذا الذراع من أجل الغزارات المستقبلية المتوقعة لفترة الخمس سنوات القادمة، حيث بلغت أزمنة التأخير قيمة مرتفعة جداً وهي **68.5 sec/veh.**

حساب طول الرتل:

سنعتمد في حساب طول الرتل على العلاقة :

$L= v.d/3600$ التي تم إيضاحها سابقاً.

حيث نحصل على النتائج التالية من أجل الغزارات الحالية والغزارات المستقبلية المتوقعة:

الذراع	طول الرتل (veh) من أجل الغزارات الحالية	طول الرتل (veh) من أجل الغزارات المستقبلية
Aشارع الحسيني	5.57	56
B شارع سورية	1	2
C شارع بورسعيد	0	0
D شارع العروبة	1	1

تؤكد هذه النتائج أن هناك مشكلة حقيقية متوقعة للحركة على شارع الحسيني، وهذه المشكلة قائمة حالياً ومن المتوقع أن تتفاقم بسرعة وتتزايد أزمنة التأخير وعدد العربات المتوقفة بشكل واضح خلال الفترة المستقبلية القريبة جداً.

الاستطلاع الميداني الحقلي:

تبين من الزيارات الميدانية المتكررة والمراقبات التي شملت الحركة على كافة مداخل التقاطع بأن الوضع المروري على التقاطع غير مستقر بشكل عام وهناك تداخل بين حركة المركبات بشكل خطير وخاصة في مناطق التماوج وتبديل مسارات الحركة حيث تبدو هذه المسألة واضحة بشكل قوي في منطقة التماوج بين شارع الحسيني وشارع سورية حيث نجد أن الغزارة المتماوجة عالية وطول منطقة التماوج غير كاف كما أن العرض الزائد للشريط الدائري يسبب الكثير من الإرباكات والتداخلات التي أدت وتؤدي بشكل مستمر إلى حوادث صدم بين المركبات، المنطقة التي من المتوقع أن تكون الأكثر خطورة حتى بعد التصميم الهندسي للدوار وفق الأسس والمعايير والمواصفات المعتمدة للتقاطعات الدائرية، فهي منطقة التماوج الواقعة بين شارعي بورسعيد والعروبة، والتي تبلغ **الغزارة الحالية المتماوجة** عليها قيمة مرتفعة بشكل واضح (**1421 veh/h**) ولا يتجاوز طول هذه المنطقة الثلاثين متراً(كما يوضح ذلك الشكل 9)، وهو قليل جداً ولا يمكن أن تتم ضمنه عملية التماوج للغزارات المذكورة إطلاقاً وهذا يفسّر وربما يبرر وجود الإشارة الضوئية الحالية في ذلك الموقع والتي تؤثر بالتأكيد بشكل سلبي على الحركة الدائرية على التقاطع بكامله، وعلى زيادة أزمنة التأخير. أظهرت المراقبات وجود حركات مشاة كثيفة على بعض معابر المشاة وبشكل خاص على مدخل التقاطع من جهة شارع الحسيني، وطبعاً سيؤدي ذلك لزيادة أزمنة التأخير على هذا المدخل بشكل ملموس.

اقتراحات وتوصيات:

من نتائج الدراسة والتحليل السابق للحركة على تقاطع ساحة اليمن نجد أن التقاطع في الوضع التنظيمي له كتقاطع دوار بعناصر هندسية قياسية،يمكن أن يعمل بشكل مقبول ويستوعب الغزارات الحالية وفق مستوى خدمة جيد على كافة مداخل التقاطع، وهناك مشكلة ووضع حرج للحركة على شارع عبد القادر الحسيني، حيث تكون درجة الإشباع على هذا الذراع مرتفعة نسبياً وذلك من أجل الغزارات الحالية على التقاطع، أما من أجل الغزارات المستقبلية المتوقعة خلال الخمس سنوات القادمة فإن الوضع المروري على هذا الذراع سيزداد سوءاً حيث تبلغ قيم أزمنة التأخير 58 sec/veh وطول رتل العربات 56 عربة وهي قيم مرتفعة جداً، كما أن الوضع المروري على شارع سورية يبدأ بالتأثر الواضح بزيادة أعداد المركبات وترتفع عليه درجة الإشباع، كما **أن المراقبات الحقلية** أظهرت نقطة حرجة على التقاطع الدوار يسببها التقارب الكبير بين ذراع الدخول من شارع بورسعيد وذراع الخروج من شارع العروبة، بحيث يسبب ذلك منطقة تماوج بطول غير مقبول إطلاقاً، ولا يمكن أن تتم عملية التماوج التي تتطلبها حركة كثيفة نسبياً من العربات بشكل مقبول.

بناء على ما تقدم سنحاول أن نعيد تصميم مدخل التقاطع في شارع الحسيني (حيث توجد قيمة مرتفعة لدرجة الإشباع) وفق مواصفات هندسية محسنة من حيث زاوية الدخول وعرض المدخل ونصف قطر الانعطاف ويوضح الشكل (10) الوضع الهندسي الجديد لمدخل التقاطع من ناحية شارع الحسيني فقط لأنه لا توجد مشكلة مرورية حقيقية على مداخل التقاطع الأخرى، وسنقوم بإعادة عملية التقييم من حيث السعة وأزمنة التأخير على هذا الذراع مع **العناصر الهندسية المحسنة** ومن أجل **الغزارات المستقبلية** المتوقعة للخمس سنوات القادمة .

يوضح الجدول (7) نتائج حساب السعة ودرجة الإشباع على شارع الحسيني من أجل عناصر هندسية محسنة لمنطقة الدخول إلى الدوار (زيادة عرض المدخل ونصف قطر الدخول .....)

الجدول(7) قيم السعة على شارع الحسيني من أجل عناصر هندسية محسنة

ذراع الدخول	الغزارة Q(vph)	الغزارة على الشريط الدائري Qcir(vph)	e	v	l	D	td	F	ϕ	r	k	M	Qe	Q/Qe
الحسيني A	2965.42	1479.36	15	10.8	12	180	1.0	4021	19	25	1.04	0.89	2686.3	**1.10**

نجد أن عملية التحسين الهندسي لمدخل التقاطع أدّت إلى تحسين واضح لسعة المدخل ولكن هذا التحسن محدود نسبيا ولم يكن كافياً لتخفيض درجة الإشباع بشكل كاف، وإذا أعدنا عملية التقييم من حيث أزمنة التأخير نجد أن قيمة زمن التأخير على ذراع الدخول من شارع الحسيني بعد تحسين مواصفاته الهندسية تبلغ: **58 sec/veh** وهي قيمة مرتفعة جداً وتزداد بشكل أسي وسريع مع أي زيادة طفيفة في قيمة الغزارة.

من نتائج التقييم المروري يتبين أن **محور الحسيني الغافقي** هو المحور الذي يتعرض لأكبر **درجة إشباع وأعلى قيمة للضياعات الزمنية** وذلك لفترة الخمس سنوات القادمة وبالتالي نرى أن فصل الحركة على هذا المحور تعتبر من أولويات الحلول الهندسية المطروحة والتي تساهم في تخفيض درجات الإشباع والضياعات الزمنية لذلك سنقوم بإلغاء هذا الجزء من الحركة ونعيد عملية التقييم، حيث يوضح الشكل رقم (11) قيم الغزارات الجديدة والمقابلة لكل ذراع من أذرع الدخول بعد إلغاء الحركة من الحسيني إلى الغافقي ويوضح الجدول رقم (8) قيم السعة ودرجات الإشباع الموافقة لهذا الوضع المروري، ويبدو بكل وضوح أن قيم **درجات الإشباع** أصبحت مقبولة واقل من **0.5** على كافة أذرع التقاطع.

أما إذا أخذنا بالاعتبار فترة مستقبلية أكثر من خمس سنوات **(10 سنوات مثلاً)** نجد أن **درجة الإشباع** على شارع سورية تقترب قيمتها من 1 أما على شارع العروبة فتتجاوز القيمة 1.35 ، وهذا يدعو بالتأكيد لحل شامل ومتكامل لكافة الحركات المرورية التي تستخدم التقاطع، ويبدو بشكل واضح من نتائج التقييم الحسابية ومن المراقبات والاستطلاعات الميدانية أن **محور الحسيني - الغافقي بالدرجة الأولى والعروبة – سورية بالدرجة الثانية** هما المحوران اللذان يجب أن يكونا أساس أي حل مروري حالي ومستقبلي على تقاطع ساحة اليمن.

يبين الشكل(12) قيم الغزارات المرورية في حال تم إنشاء نفق بين شارعي الحسيني والغافقي بالإضافة إلى جسر باتجاهين بين شارعي سورية والعروبة ونفق باتجاه واحد

من شارع بورسعيد إلى شارع الحسيني، ويوضح الجدول (9) قيم السعة ودرجات الإشباع التي أصبحت قيمها منخفضة بشكل واضح جداً.

إذا يمكن **أن نلخص الاقتراحات الملائمة والضرورية لتحسين الوضع المروري وما ينتج عنه بالشكل التالي:**

- من الأولويات للفترة الحالية والقريبة ضرورة **إنشاء نفق** للحركة بين شارع الحسيني وشارع الغافقي، وهذا الاقتراح يتطلب ضرورة **تحسين الوضع المروري على التقاطعات التالية** الموجودة على شارع الغافقي باتجاه مركز المدينة، حيث يتطلب ذلك إشارات ضوئية منسقة زمنيا وقد يتطلب فصل الحركة إلى أكثر من مستو على بعض هذه التقاطعات، كما نجد أنه من الضروري التفكير بحلول لحركات المشاة وتأمين معابر منفصلة لها.
- إذا أخذنا بالاعتبار الغزارات المرورية **لفترات مستقبلية طويلة** (أكثر من عشر سنوات) نجد أن هناك ضرورة **لفصل الحركة** المستقيمة بين شارعي **العروبة وسورية** (جسر باتجاه واحد أو باتجاهين).
- إذا أخذنا بالاعتبار منطقة **التماوج** بين شارعي بورسعيد والعروبة نجد أنه من المفيد إنشاء **نفق للحركة من شارع بورسعيد إلى شارع الحسيني** حيث يتم تخفيض الغزارات المتماوجة على منطقة التماوج.
- بالنسبة للحركات السطحية المتبقية بعد اعتماد أي من الاقتراحات السابقة، نجد أن تنظيم التقاطع **كدوار بعناصر هندسية ملائمة** للمعايير المعتمدة للتقاطعات الدوارة كفيل بتأمين الحركات المرورية وفق مستوى خدمة جيد ولفترات مستقبلية طويلة.
- بنتيجة التقييم المروري في حال تم تحويل **الحركة إلى اتجاهين على شارع بورسعيد** (الملحق رقم/1/) لا نجد أن هناك تغيرات أساسية لغزارات الإشباع وبالتالي نسب الغزارة إلى السعة ، ونجد أن عملية تحويل الحركة إلى اتجاهين على شارع بورسعيد ستخفف الضغط المروري على شارع الغافقي بشكل واضح.

الملحق (1)

يتضمن الملحق إعادة عملية التقييم المروري لساحة اليمن من أجل الوضع الذي تكون فيه الحركة على شارع بورسعيد باتجاهين حيث يعتبر هذا الوضع من الاقتراحات أو البدائل الممكنة لتنظيم الحركة المرورية على التقاطع، تتم عملية التقييم من أجل قيم الغزارات المرورية في ساعة الذروة، ومن أجل التوزع الاتجاهي للحركة حسب إحصاءات الشركة العامة للدراسات لعام 2002 حيث يبين الشكل (13) التوزع الاتجاهي للحركة ، ويبين الشكل (14) قيم الغزارات في ساعة الذروة وكذلك قيم الغزارات على الشريط الدائري،والشكل (15) قيم الغزارات المستقبلية للخمس سنوات القادمة، ونلاحظ عدم وجود تباين كبير بين توزع الغزارات الحالي وبين توزع الغزارات لحالة كون شارع بورسعيد باتجاهين ، حيث أن نسب الغزارات المتجهة من مختلف أذرع التقاطع إلى شارع بورسعيد تتراوح من (6- 20)% فقط.

تبين الجداول التالية(10-11) نتائج عملية التقييم من أجل الغزارات الحالية والمستقبلية وذلك لحالة كون الحركة على شارع بورسعيد باتجاهين.

ونلاحظ من نتائج عمليات التقييم أن الوضع قريب جداً من الوضع السابق حيث كان شارع بورسعيد باتجاهين ، وقد توقعنا ذلك مسبقاً بسبب كون الغزارة الداخلة إلى شارع بورسعيد قليلة جداً مقارنة بالغزارات على مداخل التقاطع الأخرى، ولوحظ أن درجات الإشباع ازدادت بشكل طفيف (بحدود 6%) على بعض الأذرع.

الملحق (2)

يتضمن هذا الملحق جدول يبين قيم الغزارات المرورية في ساعة الذروة حسب الإحصاءات التي قامت بها وحدة الأشغال العامة في جامعة دمشق ضمن مشروع المخطط التنظيمي لمدينة اللاذقية ، بالإضافة إلى صورة عن الاستمارة التي استخدمت في الاستبيان الذي تمّ ضمن هذه الدراسة.