

تقييم وتطوير الأداء في تقاطع الرايات ذي الإشارة الضوئية في مدينة الناصرية

م.م. أمير هادي محمد علي

قسم الهندسة المدنية-كلية الهندسة – جامعة ذي قار

الخلاصة:

نظرا لأهمية النقل والمواصلات في حياتنا ..خصوصا مع الزيادة الكبيرة في أعداد المركبات التي شهدتها العراق مؤخرا...ولكثره الازدحامات وما تولده من تأخير وعرقلة للحركة المروري وعودة الإشارات الضوئية في الناصرية الى اداء دورها في التنظيم والسيطرة على الحركة المرورية...تم اختيار احد التقاطعات المهمة في مدينة الناصرية (وهو تقاطع الرايات) لغرض الدراسة وتقييم مستوى الخدمة فيه. حيث تم دراسة واقع الحال للتقاطع من حيث العناصر الهندسية والإشارة الضوئية والحجم المروري لغرض حساب مستوى الخدمة فيه اعتمادا على زمن التأخير. وقد وجدت الدراسة ان مستوى الخدمة متدني نتيجة لطول زمن الدورة وازمنة التأخير في التقاطع. وعليه اقترحت الدراسة تقليل زمن الدورة وزيادة حارات بعض المقتربات على حساب الجزيرة الوسطية لتحسين مستوى الخدمة في التقاطع..

الكلمات المفتاحية: المقرب , عدد الحارات , زمن الدورة , زمن التأخير , مستوى الخدمة .

1- الهدف من الدراسة..

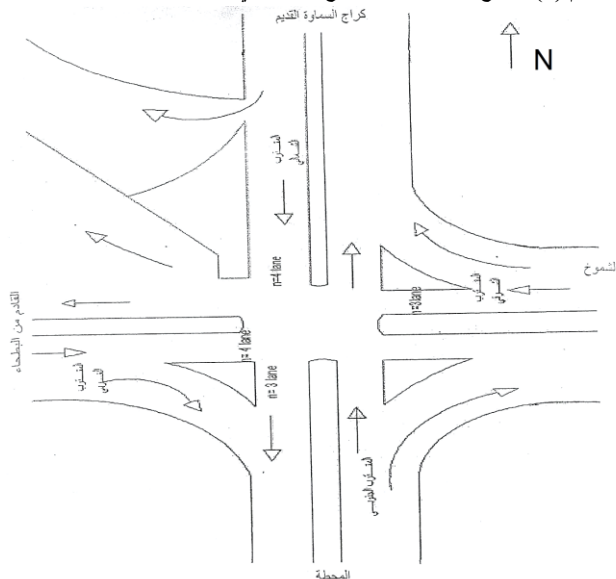
يمثل هذا التقاطع احد المداخل الرئيسية لمدينة الناصرية حيث تمر فيه المركبات القادمة من عدة محافظات والذاهبة اليها ايضا. لذا تم اختيار هذا التقاطع لدراسة واقع التقاطع وظروف الخدمة الحقيقية فيه وتقييم الوضع المروري الراهن ومن ثم تحديد نقاط الخلل فيه التي من الممكن تلافيها او معالجتها لرفع كفاءة هذا التقاطع

تقاطع الرايات عبارة عن تقاطع ارضي مؤثث بالإشارة الضوئية (at grade signalized intersection) وهذا التقاطع ذي أربع اذرع وقد تم جمع البيانات الخاصة بالحجوم المرورية ولكل اتجاه من الاتجاهات الحركة ولكافة الحركات في كل اتجاه وذلك باستخدام طريقة العد اليدوي .

وقد لوحظ من خلال جمع البيانات الخاصة بالتقاطع تنوع المرور والمركبات التي تمر من خلاله ..حيث تم تصنيف الحجوم المرورية للمركبات على أساس مركبة صغيرة (Passenger Car Unit) ويرمز لها اختصارا ب (pcu) ومركبات ثقيلة (Heavy Vehicle) ويرمز له اختصارا ب (T) أو (Truck) وباصات (Buses) ويرمز لها.(B) لقد تم حساب الحجوم المرورية لساعة الذروة للتقاطع وهي (14:45-13:45) ..حيث تم استنتاج ساعة الذروة من خلال مراقبة حالة المرور في التقاطع لمدة أسبوع حيث تم تحديد اعلى حجم مروري ليوم واحد وتم التوصل إلى أعلى حجوم مرورية لساعة واحدة (Peak hour Volume) لذلك اليوم ويرمز لها اختصارا ب (P.H.V) .. ويوضح الشكل (1) صورة جوية للتقاطع قيد الدراسة ..كما يوضح الشكل رقم (2) مخططا توضيحيا يبين المقتربات وبعض الاماكن ذات الدلالة في تحديد وتسمية المقتربات.



شكل رقم (1) يوضح صورة جوية لتقاطع الرايات في مدينة الناصرية



الشكل رقم (2) مخطط توضيحي يبين المقتربات وبعض الاماكن ذات الدلالة في تحديد وتسمية المقتربات.

2. منهجية الدراسة..

لقد تمت دراسة التقاطع اعلاه وفقا للمنهجية التالية..

أولاً: المدخلات : (1) هندسية (2) حركة المرور (3) الاشارات

ثانياً: تحليل البيانات

ثالثاً: مقترحات تطوير اداء التقاطع

رابعاً: تقييم المقترحات

ويوضح الشكل رقم (3) مخطط المنهجية المتبعة في هذه الدراسة



شكل رقم (3) مخطط منهجية الدراسة

أولاً: المدخلات:

1.1 المدخلات الهندسية : يقصد بها شكل التقاطع وتصميمه الهندسي وعناصره الذي يشمل عدد المقترحات في التقاطع اذ يبلغ عددها 4 مقترحات (ان المقربب الخامس مغلق والممرور فيه لا يصل الى تقاطع الإشارة الضوئية) , وعرض كل مقربب وعدد الحارات في كل مقربب وشكل وتوزيع الجزرات فيه لقد تم ادراج هذه العناصر في الجدول (1) المبين في ادناه..

جدول رقم (1) المدخلات الهندسية لتقاطع الرايات

ت	المقربب	عرض المقربب (م)	عدد الحارات	الملاحظات
1	الشمالي (القادم من كراج السماوة)	12	4	حركة اليمين محكومة بالإشارة الضوئية
2	الجنوبي (القادم من المحطة)	10.7	3	حركة اليمين غير محكومة بالإشارة الضوئية
3	الشرقي (القادم من الشموخ)	10.7	3	حركة اليمين غير محكومة بالإشارة

2.1 مدخلات الحركة المرورية : تتضمن الاحجام المرورية في كل مقربب وتوزيع الحركات المرورية (الامام واليمين واليسار) في كل مقربب وتصنيف المركبات من خلال تحديد نسبة المركبات الثقيلة من شاحنات وباصات وتحديد فترة الذروة المرورية وقد لوحظ من خلال جمع البيانات الخاصة بالتقاطع تنوع المرور والمركبات التي تمر من خلاله ..

لقد كانت نسبة المركبات الثقيلة (Truck) تساوي 4% واعتمد معامل تحويل =3 لتحويلها الى مركبات قياسية..اما الباصات فكانت نسبتها 12% واعتمد معامل تحويل =2 ولكل مقتربات التقاطع

لقد تم حساب الحجم المرورية لساعة الذروة الصباحية والمسائية للتقاطع .. والجدول (2) يلخص مدخلات الحركة المرورية لكل مقربب في التقاطع .

الجدول (2) مدخلات الحركة المرورية لكل مقربب في التقاطع

ت	المقربب	الحجم المروري الخام Veh.	الحجم المروري PCU	الحركات
				نحو اليمين نحو الامام نحو اليسار
1	الشمالي (القادم من كراج السماوة)	1300	1560	187 281 1092
2	الجنوبي (القادم من المحطة)	454	545	77 281 187
3	الشرقي (القادم من الشموخ)	1078	1294	264 896 134
4	الغربي (القادم من البطحاء)	868	1042	106 515 421

3.1 مدخلات الاشارات الضوئية: تتضمن تحديد زمن الدورة الفعلي ..حيث تم ذلك من خلال القياس الحظي اذ وجد ان زمن الدورة الفعلي = 286 ثانية وتحديد عدد الاطوار ..حيث وجد ان عدد الاطوار في التقاطع = 4 اطوار وتحديد الازمنة الفعالة لكل من (الاحمر والاخضر والاصفر) لكل طور وتحديد الزمن الضائع lost time في كل دورة ..لقد تم افتراض زمن ضائع =2 ثانية في الدورة..

ومن خلال القياس الحظي وجدت الازمنة التالية..

All Red (A.R) = 2 sec. , Amber (A) = 4 sec.

Green Light for phase 1 (G_I) = 79 sec.

Green Light for phase 2 (G_{II}) = 34 sec.

Green Light for phase 3 (G_{III}) = 79 sec.

Green Light for phase 4 (G_{III}) = 70 sec.

Cycle time ..وعليه يكون زمن الدورة الكلي

Cycle time = G_I + G_{II} + G_{III} + G_{III} + n(A + A.R)(1)

As : n: No. of phases , A: Amber time , A.R : all red time

Cycle Time = 70 + 79 + 79 + 34 + 4(4 + 2) = 286 sec.

لكل (e_{eff}) effective green time كما تم استخراج الزمن الاخضر الفعال من خلال العلاقة التالية : phase

g_{eff} = G_I + t_s + A(1) As t_s : lost time , A : amber time

والجدول رقم (3) يبين مدخلات الإشارة الضوئية لكل مقربب .

الجدول رقم (3) مدخلات الاشارة الضوئية لكل مقربب .

المقربب	الطور phase	الاحمر الكلي G	الاحمر الفعال g _{eff}
---------	-------------	----------------	--------------------------------

$$F_b = 100 / \{100 + b. \%(E_b - 1)\} \quad \text{as } E_b: \text{ conversion factor of buses} = 3$$

معامل تحويل الباصات الى مركبة قياسية

اعتمادا على قيمة الغزارة الحقيقية (المعدلة) ووفقا للمعادلة Q_s لقد تم ايجاد قيمة التالية..

$$Q_s = S_i \cdot n \quad \text{as } n: \text{ No. of lanes in approach } i$$

وقد لخص الجدول (5) حسابات Q_s لكل مقترب..

الجدول (5) حسابات Q_s لكل مقترب

حجم الجريان الاقصى Q_s	الغزارة S PCU	F_b	F_{HV}	F_w	عرض الحارة م	عدد الحارات	العرض الكلي م	المقترب
5544	1386	0.89	0.93	0.93	3.0	4	12	الشمالي (القادم من كراج السماوة)
4470	1490	0.89	0.93	1.0	3.6	3	10.7	الجنوبي (القادم من السماوة)
4470	1490	0.89	0.93	1.0	3.6	3	10.7	الشرقي (القادم من السماوة)
5720	1430	0.89	0.93	0.96	3.25	4	13	الغربي (القادم من السماوة)

وزمن الدورة الكلي (T_s) ومن خلال معرفة الزمن الضائع الكلي critical lane volume (286 ثانية) تم حساب حجم الحارة الحرج في التقاطع من المعادلة التالية.. (CL)

$$CL = \{1 - (T_s / C)\} (1800) (CBD) (PHF) \dots\dots\dots (2)$$

حيث ان:

T_s : total lost time in the intersection (الزمن الضائع الكلي)

$$T_s = t_s \cdot \text{No. of phases}$$

No. of phases: (عدد الاطوار)

$$T_s = 2 \cdot 4 = 8 \text{ sec.}$$

CBD: correction factor = 0.9 for CBD area or =1.0 for non CBD

CBD

معامل تصحيح المنطقة التجارية

PHF: peak hour factor for intersection = 0.95 (assumed)

معامل الساعة الحرجة للتقاطع

Then..

$$CL = \{1 - (8/286)\} (1800) (1) (0.95) = 1662 \text{ pcu}$$

ومن واقع القياس الحقل وجد ان اقصى حجم مروري فعلي هو pcu

1560 وبالتالي فان نسبة الحجم الاقصى الى السعة القصوى في التقاطع

تساوي..

$$X_{cr} = 1560/1662 \quad \text{then } X_{cr} = 0.94$$

وبالمقارنة مع الجدول (6) نلاحظ ان التقاطع قريب من السعة..

الجدول (6) محددات حالة التقاطع... (2)

81	79	I	الشمالي (القادم من كراج السماوة)
36	34	II	الجنوبي (القادم من المحطة)
81	79	III	الشرقي (القادم من الشموخ)
72	70	III	الغربي (القادم من البطحاء)

ثانيا : تحليل البيانات..

1.2 حسابات الإشارة الضوئية..

لقد تم اعتماد دليل سعة الطريق Highway Capacity Manual (2000)..... في تحليل الاداء المروري للتقاطع... واعتمادا على معادلة غزارة الاشباع التالية...

$$S = S_o \cdot N \cdot F_w \cdot F_{hv} \cdot F_b \cdot F_G \cdot F_p \dots\dots\dots (1)^*$$

حيث ان ..

S : الغزارة المعدلة (pcu), S_o : الغزارة المثالية (pcu), N : عدد الحارات F_w : معامل تعديل عرض الحارة, F_{hv} : معامل تعديل الشاحنات, F_b : معامل تعديل الباصات, F_G : معامل تعديل الميل الطولي, F_p : معامل تعديل المواقع * هناك عوامل اخرى في معادلة الغزارة الا انه لم نأخذها في الاعتبار في هذا التقاطع

ونظرا لكون المنطقة مستوية فان معامل الميل الطولي $F_G = 1$

ونظرا لعدم السماح بالوقوف في منطقة التقاطع فان معامل المواقع $F_G = 1$

ان قيمة $S_o = 1800 \text{ pcu/hr.}$ وهي مبنية على اساس $\text{headway} = 2 \text{ sec.}$

كما تم

حساب معاملات التعديل وفقا لمعادلات خاصة اعتمادا على الظروف الهندسية

والمرورية للتقاطع

ومنها يتم حساب الحجم المروري الاقصى (Q_s) لكل مقترب.. كذلك يتم حساب زمن التأخير لكل مقترب ومن ثم للتقاطع ككل حيث يمكن بعدها ايجاد مستوى الخدمة الفعلي في التقاطع... حيث ان مستوى الخدمة يعتمد على زمن التأخير وكما موضح بالجدول (4) المقترح من قبل (HCM.....2000)

الجدول (4) ازمة التأخير ومستوى الخدمة (2)

ت	مستوى الخدمة level of service	معدل زمن التأخير (ثانية/مركبة)
1	A	اقل من 10
2	B	20 - 10
3	C	35 - 20
4	D	55 - 35
5	E	80 - 55
6	F	اكبر من 80

حسابات معاملات التعديل : لقد تم حساب معاملات التعديل... ادناه ..

F_w : معامل تعديل عرض الحارة, F_{hv} : معامل تعديل الشاحنات, F_b : معامل تعديل الباصات

في حساب حجم الجريان الاقصى Q_s لكل مقترب اعتمادا على المعادلات

المقترحة من قبل (HCM.....2000) الموضحة في ادناه... (1)

$$F_w = 1 + (W - 3.6) / 9 \quad \text{as } W: \text{ lane width عرض الحارة}$$

$$F_{hv} = 100 / \{100 + hv. \%(E_t - 1)\} \quad \text{as } E_t: \text{ conversion factor of trucks} = 3$$

معامل تحويل الشاحنات الى مركبة قياسية

حارة مشتركة للحركة لليمين والامام	107	100	124		1092	281	187	الشمالي (القادم من كراج السماوة)	1
						المجموع=486			
	135	145	128	00	187	281	*77	الجنوبي (القادم من المحطة)	2
	97.5	81	100	00	134	896	*264	الشرقي (القادم من الشموخ)	3
	97	94.5	99	00	421	515	*106	الغربي (القادم من البطحاء)	4

* غير داخل بالحسابات لانه غير محكوم بالإشارة الضوئية

ومن معرفة زمن التأخير في كل مقرب نجد زمن التأخير الكلي في التقاطع وكما يلي..

Intersection Delay =

$$468+1092)+135(281+187)+97.5(896+134)+\{107 \\ 97(421+515)\} \div \{468+1092+281+187+896+134+421+515\}$$

Intersection Delay = 106 sec.

وبالرجوع الى الجدول رقم (4) نجد ان مستوى الخدمة ..F.

ثالثاً: الأخطاء والعيوب التصميمية في التقاطع:

هناك العديد من العيوب والاطء في التقاطع سواء من حيث الإشارة الضوئية او من حيث تصميم عناصر التقاطع ..

فمن حيث الإشارة الضوئية فمن الدورة الكلي للتقاطع 286 ثانية وهو زمن طويل

ويتجاوز الحد الاعلى الموصى به عالمياً وهو 120 ثانية..وهذا يؤدي الى..

1-زيادة زمن التأخير في التقاطع كما ظهر من الحسابات

2-زيادة الطوابير من تراكم المركبات

3-الزحام في المخارج ذات العرض غير الكافي لتصريف المرور

4- وجود فترات زمن اخضر غير مستغلة حيث تكون الإشارة خضراء والمقرب فارغ كما في المقربين الشرقي والجنوبي...

اما من حيث تصميم عناصر التقاطع كالحارات والجزرات الوسطية فهناك العديد من المشاكل والعيوب ..ففي المقرب الشمالي نلاحظ ان الحركة لليمين يجب ان تكون محكومة بالإشارة الضوئية بسبب وجود الطريق المؤدي الى شارع بغداد..الا انه ومن الواقع الحقل وجننا انه رغم وجود حواجز مطاطية الا ان اغلب سائقي المركبات يعتمدون اجتيازها ..مما يتطلب وضع حواجز اكثر عزلا .. ان مدخل المقرب الشرقي المتجه نحو الشموخ ضيق حيث يحوي على 3 حارات وهو اضيق من المخارج المؤدية اليه..هذا بالإضافة الى ان كثير من مركبات النقل العام تتوقف في هذا المدخل متخذة منه مرأباً لصعود ونزول الركاب..

ان الحركة باتجاه اليمين في المقربات الشرقي والغربي والجنوبي مسموحة على طول الخط وغير خاضعة للإشارة الضوئية وبالتالي فانها من المفترض ان تقلل من الزخم المروري الا ان قرب المخارج من منطقة التقاطع تزيد من الازدحام ...

رابعا : مقترحات تطوير الاداء في التقاطع :

من خلال تحليل البيانات الحقلية للتقاطع نجد ان التقاطع يخدم بمستوى قريب من السعة ..كما ان زمن التأخير في التقاطع عالي ومستوى الخدمة F ..كما ان زمن الدورة للإشارة الضوئية عاليا جدا 286 ثانية..

ان اهم مقترحات تطوير اداء التقاطع هي توسيع مداخل ومخارج المقربات على حساب الجزرات الوسطية العريضة ..بحيث تزداد عدد حارات المقرب الغربي القادم من البطحاء ليصبح 5 حارات...كما يجب زيادة عدد حارات المقرب الشمالي القادم من كراج السماوة القديم ,كما يجب توسيع مخرج المقرب الشرقي

Relationship to Capacity	المقارنة مع السعة
$X_{cr} \leq 0.85$	Under Capacity ادنى من السعة
$0.85 \leq X_{cr} \leq 0.95$	Near Capacity قريب من السعة
$0.95 \leq X_{cr} \leq 1.0$	At Capacity مشبع
$X_{cr} \geq 1.0$	Over Capacity متجاوز حد التشبع

2.2 حسابات زمن التأخير في التقاطع :

يعتبر زمن التأخير من المؤشرات الرئيسية لمستوى الخدمة المقدمة من التقاطع لكل مستخدميه. وقد تم حساب زمن التأخير في التقاطع قيد الدراسة باعتماد المعادلات التالية:....(2)

$$D = (d_1 . P_f) + d_2 + d_3$$

As. . D : Average Delay (sec.) معدل التأخير (ثانية)

-d₁: uniform arrival delay (sec.) =

تأخير الوصول المنتظم

P_f: progression adjustment factor = 1 (isolated intersection)

معامل التقاطعات المتتالية

تقاطع منفرد

$$-d_2 : \text{random arrival delay (sec.)} =$$

تأخير الوصول العشوائي

T: duration of analysis (hr) , X: v/c ratio for lane group
النسبة لمجموعة الحارات فترة التحليل

K:delay adjustment factor=0.5 , I:up-stream factor=1(isolated intersection)
معامل المرور المتتالي معامل تعديل التأخير

$$C:\text{lane group capacity} = S_i . g_{ef}/Ct.....$$

سعة مجموعة الحارات

Ct :cycle time (sec.) , g_{ef} : effective green time = G – t_s + A
زمن الأخضر الفعال زمن الدورة (ثانية)

لغرض حساب زمن التأخير في التقاطع يجب معرفة زمن التأخير في كل مقرب ..ان زمن التأخير في اي مقرب تعتمد على الحركات ضمن المقرب (يمين او امام او يسار)..وفي معظم مقربات التقاطع فان حركة اليسار والامام فقط هي المحكومة بإشارة التقاطع الضوئية
ان ازمة التأخير لكل مقرب أدرجت في الجدول (7).

الجدول (7) ازمة التأخير في مقربات تقاطع الرايات

ت	المقرب	الحجم المرور حسب اتجاه الحركات	زمن التأخير لكل حركة (ثانية)	زمن التأخير في المقرب	الملاحظات
		نحو اليمين	الى الامام	نحو اليسار	
		نحو اليمين	الى الامام	نحو اليسار	

- 1- منع توقف مركبات النقل العام والخاص في التقاطع
- 2- في المقرب الشمالي يجب ان توضع حواجز مناسبة physical barrier لحكم الحركة نحو اليمين وجعلها خاضعة للإشارة الضوئية..
- 3- يجب توسيع المدخل المتجه نحو الشموخ على حساب الجزرة الوسطية الواسعة ومنع وقوف المركبات في هذا المدخل..
- 4- تقليل زمن الدورة الحالي من 286 ثانية الى 120 ثانية او اقل..

المصادر..

- (1)Transportation Research Board “ Highway Capacity Manual -2000 - HCM 2000” Washington,D.C.
- (2)Garber ,Nicholas J. , Hoel , Lester A. (2002) TRAFFIC & HIGHWAY ENGINEERING. In :Capacity and Level of Service at Signalized Intersections . Edited by Brooks/Cole 3rd edition
- (3) د. عبد الرضا ابراهيم الكريمي , السيد عبد الكريم ناجي عبود : **تقييم وتطوير بعض التقاطعات في مدينة الحلة** The Iraqi Journal For Mechanical & Material Engineering
- (4) د.المهندس حسان الخيمي : **دراسة في تقدير غزارة الاشباع في التقاطعات المضبوطة بواسطة الإشارة الضوئية في ظروف مدينة دمشق مقارنة بين القياسات الحقلية والطريقة التحليلية** مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد 26 العدد الاول 2010
- (5) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني في المملكة العربية السعودية **"تقنيات الطرق/التقاطعات"** الرياض 2015

الذاهب باتجاه الشموخ ومنع وقوف المركبات لتسهيل الحركة المرورية في هذا المقرب..

اما من ناحية زمن الدورة cycle time فيجب تقليله الى 120 ثانية فقط بدلا عن 286 ثانية ويجب اعادة توزيع الزمن الاخضر حسب الاحجام المرورية...والجدول (8) يوضح تفاصيل زمن الدورة على فرض ان زمن الدورة يساوي 120 ثانية

الجدول رقم (8) تفاصيل زمن الدورة على فرض ان زمن الدورة يساوي 120 ثانية

المقرب	الطور phase	الاخضر الكلي G	الاخضر الفعال g _{eff.}
الشمالي(القادم من كراج السماوة)	I	36	38
الجنوبي (القادم من المحطة)	II	11	13
الشرقي (القادم من الشموخ)	III	29	31
الغربي (القادم من البطحاء)	III	20	22

وعند اعادة تحليل البيانات وباعتماد هذه المقترحات انخفض زمن التأخير في التقاطع حيث انخفض زمن التأخير من 106 ثانية ومستوى خدمة F الى 68.5 ثانية ومستوى خدمة E كما موضح في الجدول(9)..

الجدول (9) ازمة التأخير بعد مقترحات تحسين الاداء

ت	المقرب	الحجم المرور حسب اتجاه الحركات			زمن التأخير لكل حركة (ثانية)			زمن التأخير في التقاطع (ثانية)
		نحو اليمين	الى اليمين	نحو اليسار	نحو اليمين	الى اليمين	نحو اليسار	
1	الشمالي(القادم من كراج السماوة)	187	281	1092	32.5	35	39.2	38
2	الجنوبي (القادم من المحطة)	77	281	187	00	128	145	135
3	الشرقي (القادم من الشموخ)	264	896	134	00	100	81	97.5
4	الغربي (القادم من البطحاء)	106	515	421	00	51.5	56.4	54

رابعا : الاستنتاجات:

- ان ابرز الاستنتاجات التي خلصت اليها الدراسة يمكن ادراجها فيما يلي..
- 1- ان الوضع الراهن لتقاطع الرايات سيء مروريا نتيجة ارتفاع ازمة التأخير وبالتالي انخفاض مستويات الخدمة الى قيم متدنية..
 - 2- وجود الكثير من الاخطاء والعيوب التصميمية في التقاطع من حيث زمن الدورة والحارات المرورية والجزرات الوسطية
 - 3- في ظل غياب دراسة شاملة على مستوى المدينة لتنظيم وادارة الحركة المرورية تبقى معظم الإجراءات عبارة عن معالجات لحالات فردية دون معالجة شاملة لمشاكل المرور .

خامسا: التوصيات:

ان ابرز توصيات الدراسة يمكن اجمالها بما يلي..