جامعة تشرين

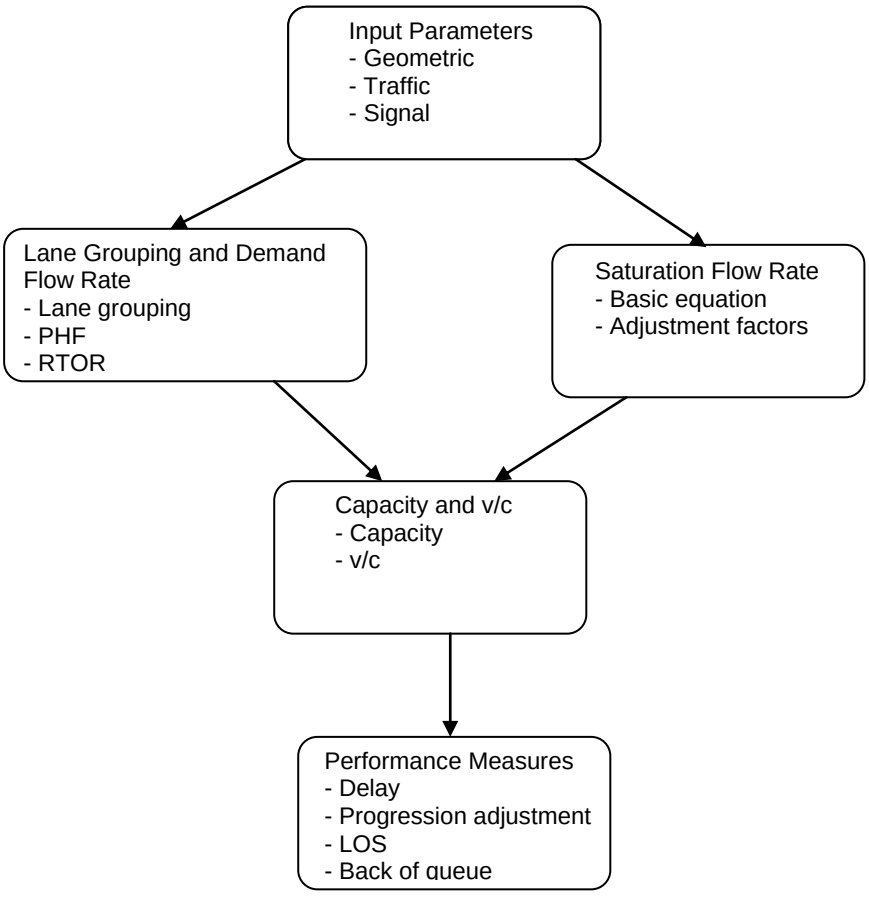
كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية
Signalized Intersections

اعداد: د.م.أكرم رستم

منهجية دراسة التقاطعات المنظمة بإشارات الضوئية :



معيار مستوى الخدمة:

LOS مستوى الخدمة	Control Delay per Vehicle (s/veh) التأخر بسبب ضبط الحركة
A	≤10
B	> 10–20
C	> 20–35
D	> 35–55
E	> 55–80
F	> 80

معطيات الإدخال:

الظروف الهندسية:	▪ نوع منطقة التقاطع ▪ عدد حارات المرور N، ▪ عرض حارة المرور W (m) ، ▪ الميل G (%) ▪ وجود حارات مخصصة للانعطاف لليسار أو لليمين، exclusive LT or RT lanes ▪ طول منطقة الانتظار Ls (m) ▪ الوقوف Parking
الظروف المرورية:	▪ غزارة الطلب على الحركة V (veh/h) ▪ غزارة الإشباع الأساسية so (pc/h/ln) ▪ PHF ▪ معدل غزارة المشاة على الذراع vped (p/h) ▪ وجود مواقف باصات النقل الجماعي NB (buses/h) , ▪ حركة وقوف العربات Nm (maneuvers/h) , ▪ شكل وصول العربات إلى التقاطع AT ▪ نسبة العربات التي تصل أثناء الزمن الأخضر P ▪ السرعة على ذراع التقاطع S_A (km/h)
ظروف الإشارات الضوئية:	▪ زمن دورة الإشارة الضوئية G (s) ▪ الزمن الأصفر + الكل أحمر وزمن التفريغ Y (s) ، ▪ زمن الإخلاء All Red (AR) . ▪ إشارة ذات زمن ثابت أو مرتبطة بالحركة P , A . ▪ زر خاص بحركة المشاة . ▪ الزمن الأخضر الأصغري للمشاة G_p (s) ▪ مخطط الأطوار ▪ فترة التحليل T (h) ▪

الظروف الهندسية:

تمثّل هندسة التقاطع بشكل تخطيطي ويجب أن تتضمن كافة المعلومات ذات الصلة من ميول أذرع التقاطع، عدد وعرض حارات المرور وظروف وقوف العربات. كما يجب تحديد وجود حارات مخصصة للانعطاف لليمين أو اليسار وحارات الانتظار في حال وجودها. في حال القيام بتصميم التقاطعات تفرض هذه البيانات مسبقاً للقيام بعملية التحليل.

الظروف المرورية:

يجب تحديد الغزارات المرورية لكافة اتجاهات الحركة على أذرع التقاطع، وتمثل هذه الغزارات معدلات الغزارة من أجل 15 دقيقة التي تمثل عادة فترة التحليل (T=0.25) ، ويمكن الحصول على هذه المعدلات باستخدام الغزارات الساعية ومعامل ساعة الذروة PHF .

في الحالات التي تكون فيها قيمة v/c أكبر من 0.9 فإن التأخر بسبب التحكم بالحركة يتأثر بشكل واضح بطول فترة التحليل ويمكن أن تؤخذ فترة التحليل بالساعات، وحال كانت قيمة v/c أكبر من 1.0 فإن فترة التحليل يجب أن تمتد لتشمل كافة الفترة التي تتجاوز فيها الغزارة قيمة غزارة الإشباع.

يجب أيضاً دراسة التوزع النوعي للعربات بمعرفة النسبة المئوية للعربات الثقيلة (كافة العربات التي تمتلك أكثر من أربعة دواليب) (HV %) ونسبة الباصات المحلية على كل ذراع من أذرع التقاطع ويشمل ذلك فقط الباصات التي تتوقف على مدخل أو مخرج التقاطع لإفراغ الركاب، أما التي لا تتوقف فتعامل معاملة العربات الثقيلة، وهناك حاجة لمعرفة وتحديد غزارات المشاة والدراجات التي تتداخل مع الحركات المسموحة بالانعطاف لليمين أو اليسار.

هناك أخيراً خاصة مميزة للحركة يجب أن يتم تحديدها لإنهاء التحليل العملياتي للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية هي نوعية تقدم الحركة، والمعيار الذي يصف هذه الخاصة هو شكل وصول العربات إلى التقاطع AT وذلك لكل مجموعة من الحركات المدروسة، يوضح الجدول التالي أشكال وصول العربات إلى التقاطع.

الجدول ( ) أشكال وصول العربات إلى التقاطع

Arrival Type شكل وصول العربات إلى التقاطع	توصيف الحالة Description
1	رتل كثيف من العربات يتضمن أكثر من 80% من العربات تصل مع بداية الزمن الأحمر ، يعبر هذا الشكل عن تعاقب ضعيف جداً للإشارات الضوئية على التقاطعات المتتالية،
2	رتل متوسط من العربات يصل في منتصف الزمن الأحمر أو رتل مبعثر يتضمن 40–80 % من الغزارة يصل خلال الزمن الأحمر، يعبر هذا الشكل من الوصول تقدم غير مفضل للحركة على الطرق باتجاهين،
3	وصول عشوائي للعربات حيث يتضمن الرتل الرئيسي أقل من 40% من الغزارة ، يعبر هذا الشكل من الوصول على التقاطعات المنفردة، أو على التقاطعات التي يكون ربط

	وتنسيق الإشارات فيما بينها ضعيفاً وفي حدوده الدنيا،
4	رتل العربات متوسط الكثافة يصل في منتصف الزمن الأخضر أو رتل مبعثر يتضمن40-80% من الغزارة يصل خلال الزمن الأخضر ، يعر هذا الشكل من الوصول عن تقدم مقبول للحركة على الطرق باتجاهين،
5	رتل كثيف إلى متوسط يتضمن أكثر من 80% من الغزارة يصل مع بداية الزمن الأخضر ، يعبر هذا الشكل من الوصول عن تقدم مقبول جداً للحركة يمكن أن يحدث على محاور مع حركات قليلة إلى متوسطة من الشوارع الجانبية
6	يمثل هذا الشكل الوصول الاستثنائي الأمثل ويعبر عن تقدم مميز لأرتال العربات على التقاطعات المتقاربة مع حركات مهملة من الشوارع الجانبية أو الفراعية،

.

إن أفضل طريقة لتحديد شكل وصول العربات هي المراقبة الحقلية أو تحديدها بشكل تقريبي من مخططات المسافة – الزمن للحركة على الشارع المدروس.

إن شكل وصول العربات يؤثر بشكل واضح على أزمنة التأخير التي يحدد بناء عليها مستوى الخدمة ولذلك يجب العمل على تحديده بأكبر قدر ممكن من الدقة، بالرغم من عدم وجود معيار محدد بوضوح ودقة لشكل الوصول فإن نسبة العربات الموجودة في أرتال (مجموعات) يمكن أن تعطي تصوراً واضحاً ومقبولاً عنه ويمكن أن تحدد هذه النسبة وفق العلاقة التالية:

$$R_p = \frac{P}{\frac{g_i}{C}}$$

حيث:

Rp : نسبة الرتل .

P : النسبة من كامل العربات والتي تصل خلال الزمن الأخضر ويمكن تحديدها أو تقدير قيمتها بشكل حقلي حيث لا يمكن أن تتجاوز قيمتها 1 .

C : زمن دورة الإشارة الضوئية (s).

g_i : الزمن الأخضر الفعال للحركة أو لمجموعة الحارات(s) .

ظروف الإشارات الضوئية:

يجب أن تتوفر كافة المعلومات المتعلقة بالإشارات الضوئية بهدف إنجاز عملية التحليل، تشمل هذه المعلومات مخطط الأطوار، طول دورة الإشارة الضوئية، الأزمنة الخضراء وأزمنة التبديل والإخلاء.

كما يجب تحديد مجموعات الحارات إضافة للأطوار المشغّلة من قبل المشاة في حال وجود أطوار مخصصة لحركة المشاة، والتي في قد تتحكم بالحدود الدنيا للأزمنة الخضراء الخاصة بالأطوار التي تخدّم تلك الحركة، ويحسب الحد الأدنى للزمن الأخضر الذي يحقق متطلبات عبور المشاة وفق العلاقة التالية:

$$G_p = 3.2 + L/S_p + 0.81(N_{ped}/ W_E) \quad \text{for} \quad W_E > 3.0 \text{ m}$$

$$G_p = 3.2 + L/S_p + 0.27N_{ped} \quad \text{for} \quad W_E \leq 3.0 \text{ m}$$

حيث:

G_p : الزمن الأخضر الأصغري (s) ،

L : طول ممر المشاة (m)،

S_p: وسطي سرعة المشاة تؤخذ عادة 1.2 m/s .

W_E:العرض الفعّال لممر المشاة (m)،

N_{ped}: عدد المشاة اللذين يعبرون خلال زمن دورة الإشارة الضوئية (p)،

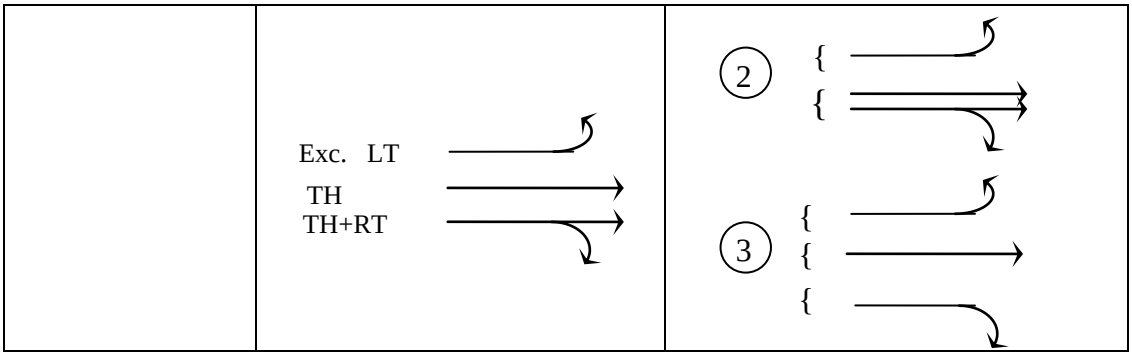
تحديد مجموعات الحارات:

تعتمد المنهجية المعتمدة في دراسة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية على دراسة أذرع التقاطع ودراسة مجموعات الحارات على الأذرع، ويعتمد في تحديد المجموعات الأسس التالية:

- تحدد الحارة أو الحارات المخصصة للانعطاف لليسار كمجموعة مستقلة ، ونفس الوضع تعامل به الحرات المخصصة للانعطاف نحو اليمين،
- على الأذرع التي توجد حارات مخصصة للانعطاف نحو اليمين أو نحو اليسار تعامل كافة الحارات الأخرى كمجموعة واحدة،
- في حال وجود حارات تستخدم بشكل مشترك بين الحركة المستقيمة والحركة المنعطفة لليسار، من الضروري التحقق من وجود توازن في استخدام هذه الحارات بين الحركتين أو أن هذه الحارات تستخدم فقط للحركة المنعطفة لليسار ،

يوضح الشكل (16-5) بعض الحالات الشائعة لمجموعات الحارات التي تستخدم في التحليل،

عدد المجموعات الممكنة	الحركات على حارات المرور	عدد حارات المرور
1	LT+TH+RT	1
2	Exc. LT TH+RT	2
1 أو 2	TH+LT TH+RT	2
1 أو 2 أو 3		



حساب معدل الغزارة:

يتم حساب معدل الغزارة لـ 15 دقيقة الأعظمية من خلال قسمة الغزارة الساعية على معامل عدم توازن الحركة PHF :

$$v_p = V/PHF$$

حيث:

v_p : معدل الغزارة خلال ذرة الـ 15 دقيقة (veh/h)،
V : الغزارة الساعية (veh/h)،
PHF : معامل ساعة الذروة،

التصحيح من أجل الحركة المنعطفة لليمين خلال الزمن الأحمر:

عندما تكون حركة الانعطاف لليمين مسموحة خلال الزمن الأحمر (RTOR) يجب تخفيض قيمة الغزارة المنعطفة لليمين والتي تتم عليها عملية الدراسة والتحليل للسعة لمجموعة الحارة بقيمة الغزارة التي تقوم بالانعطاف لليمين خلال الزمن الأحمر، وتتم هذه العملية على قيم الغزارة الحقيقية وقبل الحصول على معدل الغزارة الساعية، إن قيمة الغزارة التي تتمكن من القيام بحركة الانعطاف لليمين خلال الزمن الأحمر ترتبط بعدة عوامل أهمها:

- توضع الحارات على الذراع المدروس (حارات مشتركة أو حارات مخصصة للانعطاف لليمين)،
- الطلب على حركة الانعطاف لليمين،
- مسافة الرؤية على ذراع التقاطع،
- درجة الإشباع للحركة المستقيمة المتصادمة مع الحركة المنعطفة لليمين،
- أشكال وصول العربات خلال دورة الإشارة الضوئية،
- طور الإشارة الخاص بالحركة المنعطفة لليسار على الشارع المتصادم،
- التصادم مع حركة المشاة.

تعتبر المراقبة الحقلية أفضل طريقة لتحديد قيمة الغزارة المنعطفة لليمين خلال الزمن الأحمر للتقاطعات الموجودة، وفي حال دراسة الغزارة المستقبلية يمكن تقدير قيمة الغزارة المنعطفة لليمين خلال الزمن الأحمر.

تحديد معدل غزارة الإشباع:

معدل غزارة الإشباع هو عبارة عن عدد العربات التي يمكن تصريفها خلال ساعة من قبل مجموعة الحارات بفرض أن الزمن الأخضر مستمر(g/C=1)، ويحسب معدل غزارة الإشباع لكل مجموعة حارات وفق العلاقة التالية:

$$s = s_o\ N\ f_w\ f_{HV}\ f_g\ f_p\ f_{bb}\ f_a\ f_{LU}\ f_{LT}\ f_{RT}\ f_{Lpb}\ f_{Rpb}$$

حيث:

s : معدل غزارة المرور لمجموعة الحارات (veh/h)،

s_o : معدل غزارة الإشباع الأساسية لحارة مرور واحدة (pc/h/ln)،

N : عدد حارات المرور لمجموعة الحارات المدروسة،

f_w : معامل تصحيح عرض حارة المرور،

f_{HV} : معامل تصحيح العربات الثقيلة في تيار المرور،

f_g : معامل تصحيح الميل الطولي للذراع،

f_p : معامل تصحيح لحارة الوقوف وعدد مناورات الوقوف لمجموعة الحارات المجاورة لحارة الوقوف،

f_{bb} : معامل تصحيح لتأثير الإعاقة الناجم عن الباصات التي تتوقف في منطقة التقاطع،

f_a : معامل تصحيح لنوع المنطقة،

f_{LU} : معامل تصحيح استخدام حارة المرور،

f_{LT}: معامل تصحيح للانعطاف لليسار ضمن مجموعة الحارات،

f_{RT}: معامل تصحيح للانعطاف لليمين ضمن مجموعة الحارات،

f_{Lpb} : معامل تصحيح المشاة للحركات المنعطفة لليسار،

f_{Rpb} : معامل تصحيح المشاة والدراجات للحركات المنعطفة لليمين،

المعامل	الصيغة	تعريف المتحولات	ملاحظات
عرض حارة المرور Lane width	$\mathbf{f_w} = 1 + \frac{(\mathbf{w} - 3.6)}{9}$	W: عرض حارة المرور (m)	$w \geq 2.4$ من أجل $w \geq 4.8$ يعتبر عدد الحارات حارتان
العربات الثقيلة Heavy vehicles	$\mathbf{f_{HV}} = \frac{100}{100 + \%\mathbf{HV}(\mathbf{E_T} - 1)}$	%HV: النسبة المئوية للعربات الثقيلة في مجموعة الحارات	ET=2.0 pc/HV
الميل Grade	$\mathbf{f_g} = 1 + \frac{\%\mathbf{G}}{200}$	%G: النسبة المئوية للميل الطولي لذراع مجموعة الحارات المدروسة	$-6 \leq \%Gw \leq +10$ القيمة السالبة تعبر عن الميل الهابط
وقوف العربات Parking	$\mathbf{f_p} = \frac{\mathbf{N} - \frac{14.4\mathbf{Nm}}{3600}}{\mathbf{N}}$	N: عدد حارات المرور في المجموعة المدروسة Nm:عدد حركات المناورة للوقوف (man/h)	$0 \leq N_m \leq 180$ $f_p \geq 0.05$ $f_p = 1.0$ حالة عدم وقوف
إعاقة بسبب الباصات Bus blockage	$\mathbf{f_{bb}} = \frac{\mathbf{N} - \frac{14.4\mathbf{N_B}}{3600}}{\mathbf{N}}$	: عدد حارات المرور في المجموعة المدروسة	$0 \leq N_B \leq 250$ $F_{bb} \geq 0.05$

	N_B:عدد الباصات المتوقفة خلال ساعة(bus/h)		
نوع المنطقة Type of area		مركز المدينة (CBD) fa = 0.900 مناطق أخرى fa = 1.000	
استخدام حارة المرور lane utilization	v_g:معدل الطلب على الغزارة غير المصحح لمجموعة الحارات veh/h v_{g1}: معدل الطلب على الغزارة لحارة مرور واحدة ضمن مجموعة الحارات ذات الغزارة الأعظمية veh/h N: عدد حارات المرور في المجموعة المدروسة	$f_{LU} = v_g/(v_{g1}N)$	
الانعطاف لليسار Left turns	P_{LT}: نسبة الحركة المنعطفة لليسار في مجموع الحارات المدروسة	طور محمي: حارة مخصصة : $f_{LT} = 0.95$ حارة مشتركة: $\mathbf{f_{LT}} = \frac{1}{1.0 + 0.05\mathbf{P_{LT}}}$	
الانعطاف لليمين Right Turns	P_{RT}: نسبة الحركة المنعطفة لليمين في مجموع الحارات المدروسة	حارة مخصصة : $f_{RT} = 0.85$ حارة مشتركة: $f_{RT}=1.0-0.15P_{RT}$ حارة مفردة: $f_{RT}=1.0-0.135P_{RT}$	$f_{RT} \geq 0.05$
إعاقة المشاة والدراجات Pedestrian bicycle blockage	P_{LT}: نسبة الحركة المنعطفة لليسار في مجموع الحارات المدروسة A_{pbT}: تعديل الطور المسموح P_{LTA} : نسبة الأخضر المحمي من إجمالي الأخضر المخصص للانعطاف لليسار P_{RT}: نسبة الحركة المنعطفة لليمين في مجموع الحارات المدروسة P_{RTA}: نسبة الأخضر المحمي من إجمالي الأخضر المخصص للانعطاف لليمين	ضبط الانعطاف لليسار LT: $f_{Lpb} = 1.0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA})$ ضبط الانعطاف لليمين RT: $f_{Rpb} = 1.0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA})$	

معاملات التصحيح الخاصة بالمشاة والدراجات:

خطوة 1: تحديد معدل إشغال المشاة OCC_{pedg} وذلك انطلاقاً من حجم المشاة v_{ped} الذي يتم تجميعه حقلياً، ونحصل منه على معدل غزارة المشاة v_{pedg} حسب العلاقة:

$$v_{pedg} = v_{ped} * (C/g_p) \qquad (v_{pedg} \leq 5000)$$

ثم نقوم بحساب معدل إشغال المشاة من العلاقة:

$$OCC_{pedg} = v_{pedg}/2000 \qquad (v_{pedg} \leq 1000 \text{ and } OCC_{pedg} \leq 0.5)$$

أو

$$OCC_{pedg} = 0.4 + v_{pedg}/10{,}000 \qquad (1000 < v_{pedg} \leq 5{,}000 \text{ and } 0.5 < OCC_{pedg} \leq 0.9)$$

خطوة 2:

تحديد إشغال منطقة التصادم الملائمة OCC_r ، وإذا كانت هناك حركة دراجات تتقاطع مع حركة العربات المنعطفة لليمين قبل خط الوقوف تهمل عندها حركة الدراجات لأن ذلك يتم خارج التقاطع ويعتبر التداخل فقط مع حركة المشاة،

- من أجل حركات انعطاف لليمين بدون دراجات أو من أجل حركات انعطاف لليسار من شارع باتجاه واحد يكون:
  $OCC_r = OCC_{pedg}$
- من أجل حركات انعطاف لليمين متداخلة مع حركة دراجات يجب الحصول على معدل غزارة الدراجات v_{bicg} من غزارة الدراجات v_{bic} حسب العلاقة:(أو يتم الحصول حقلياً على معدل غزارة الدراجات)

$$v_{bicg} = v_{bic}(C/g) \qquad (v_{bicg} \leq 1900)$$

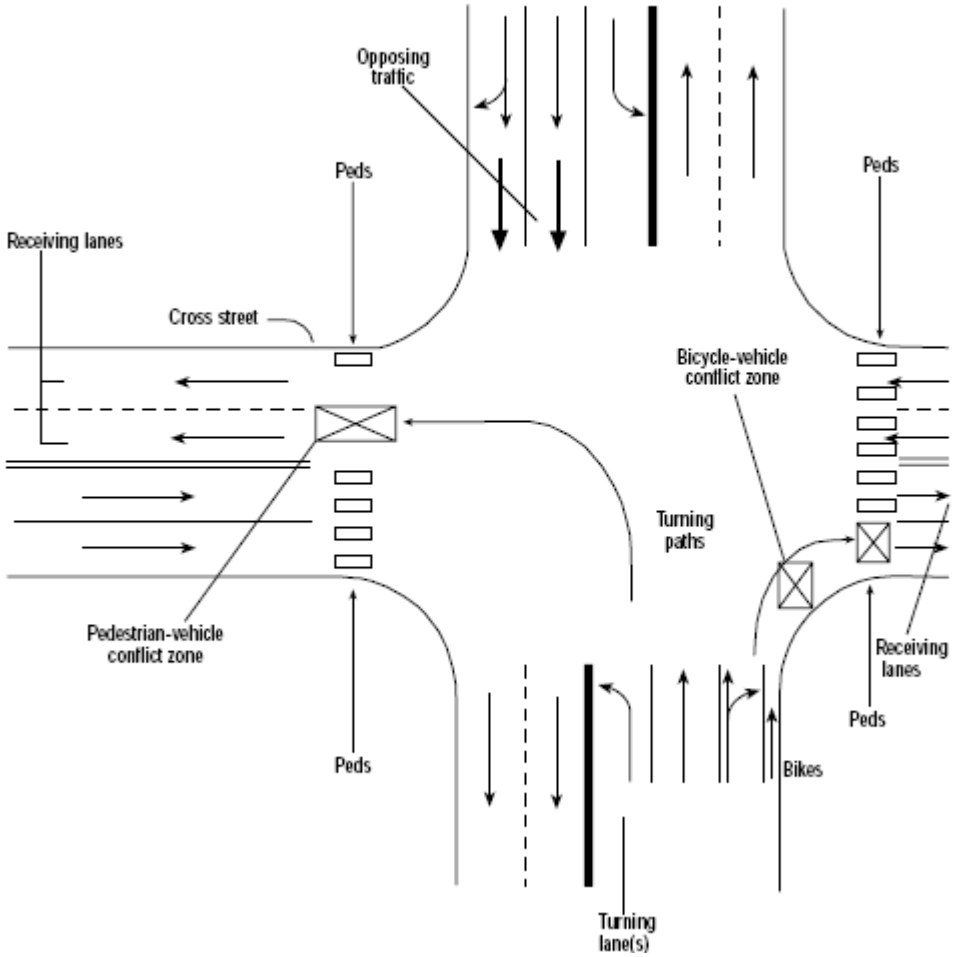
ويتم حساب إشغال منطقة التصادم للدراجات من العلاقة:

$$OCC_{bicg} = 0.02 + v_{bicg}/2700 \qquad (v_{bicg} \leq 1900 \text{ and } OCC_{bicg} \leq 0.72)$$

عندئذ يتم تحديد الإشغال الموافق من مجموع إشغال الدراجات والمشاة لمنطقة التصادم من العلاقة:

$$OCC_r = OCC_{pedg} + OCC_{bicg} - (OCC_{pedg})(OCC_{bicg})$$

EXHIBIT D16-1. CONFLICT ZONE LOCATIONS



APPENDIX D. PEDESTRIAN AND BICYCLE ADJUSTMENT FACTORS

Appendix D provides the procedure used to calculate pedestrian and bicycle adjustment factors for calculating saturation flow of turning vehicles. Exhibit D16-1 shows sample conflict zones where intersection users compete for space. The variables required for input are shown in Exhibit D16-2. These variables are divided into two groups, qualitative and quantitative, and they are displayed in computational order. A flowchart in Exhibit D16-3 illustrates a step-by-step procedure for computation, and a supplemental worksheet is also provided to facilitate the computation.

There are four steps for computing pedestrian-bicycle saturation flow rate adjustment factors.

Step 1: Determine average pedestrian occupancy, OCC_{pedg}

Average pedestrian occupancy is derived from pedestrian volume, v_{ped}. If pedestrian flow rate, v_{pedg}, rather than pedestrian volume, v_{ped}, is collected in the field, average pedestrian occupancy can be calculated directly from pedestrian flow rate. Otherwise, pedestrian flow rate first has to be converted from pedestrian volume using Equation D16-1.

$$v_{pedg} = v_{ped} * (C/g_p) \quad (v_{pedg} \leq 5000) \quad \text{(D16-1)}$$

Then average pedestrian occupancy can be calculated using Equation D16-2.

$$OCC_{pedg} = v_{pedg}/2000 \quad (v_{pedg} \leq 1000 \text{ and } OCC_{pedg} \leq 0.5) \quad \text{(D16-2)}$$

or

$$OCC_{pedg} = 0.4 + v_{pedg}/10{,}000 \quad (1000 < v_{pedg} \leq 5{,}000 \text{ and } 0.5 < OCC_{pedg} \leq 0.9)$$

Step 2: Determine relevant conflict zone occupancy, OCCr

If bicycle traffic weaves with right-turning vehicles in advance of the stop line, the bicycle volume should be ignored in the analysis because this interaction does not take place within the intersection. Only pedestrian interference should be considered.

السعة ومستوى الخدمة :

تحسب السعة للتقاطع لكل مجموعة من الحركات بشكل مستقل ، وهي عبارة عن معدل المرور الأعظمي الذي يمكن أن يعبر قطاع معين في الظروف المرورية والطرقية وظروف الإشارات الضوئية الموجودة على التقاطع المدروس .

يعبر عن السعة لمجموعة حارات محددة i بالعلاقة :

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C}$$

حيث:

c_i : السعة لمجموعة حارات معينة i (veh/h).

s_i : معدل غزارة الإشباع لمجموعة الحارات i مقدرة بـ (veh/h)

g_i/C: نسبة الزمن الأخضر الفعال إلى زمن دورة الإشارة الضوئية لمجموعة الحارات i .

$g_i = G_i + Y_i - t_L$ الزمن الأخضر الفعال

Y_i: الزمن الأصفر + All Red (عبارة عن الزمن الفاصل بين الأطوار ليؤمن إخلاء التقاطع قبل بدء الحركة على الاتجاه المتصادم مع الحركة الحالية المسموحة).

t_L : الزمن الضائع وهو عبارة عن الزمن الذي لا يتم خلاله استخدام التقاطع من قبل أي حركة من الحركات (وهو عبارة عن الضياعات الزمنية أثناء الإقلاع إضافة للضياعات الزمنية اللازمة لإخلاء التقاطع).

تحدد نسبة الغزارة إلى السعة لمجموعة حارات معينة كما يلي :

$$X_i = \left(\frac{v}{c}\right)_i = \frac{v_i}{s_i \frac{g_i}{C}} = \frac{v_i C}{s_i g_i}$$

v_i : معدل غزارة المرور لمجموعة الحارات i.

g_i : الزمن الأخضر الفعال لمجموعة الحارات i.

تعرف النسبة الحرجة $\frac{v}{c}$ للتقاطع كما يلي :

$$X_c = \Sigma\left(\frac{v}{s}\right)_{ci}\left(\frac{C}{C-L}\right)$$

X_c : النسبة الحرجة للغزارة إلى السعة $\frac{v}{c}$.

$\mathbf{Y} = \Sigma\left(\frac{\mathbf{v}}{\mathbf{s}}\right)_{\mathbf{ci}}$ مجموع درجات الإشباع للمجموعات الحرجة i .

C : زمن دورة الإشارة الضوئية .

L : إجمالي مجموع الضياعات الزمنية خلال دورة الإشارة الضوئية ، وتحسب كمجموع الضياعات t_L للمجموعات الحرجة ،

تحديد أزمنة التأخير:

تعبّر قيم أزمنة التأخير عن معدل التأخير الذي تتعرض له كافة العربات بسبب التحكم بحركة المرور ويتضمن التأخر الحاصل خلال فترة التحليل التي تتجاوز فيها الغزارة قيمة الإشباع حيث يلاحظ تباطؤ في الحركة وتوقفات على أذرع التقاطعات .

يعطى معدل تأخر التحكم (control delay) لكل مجموعة حارات بالعلاقة التالية :

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

حيث: d: تأخر التحكم لكل عربة (s/veh)

d1: تأخر التحكم بفرض وصول منتظم للعربات،

PF: معامل تصحيح تقدم الحركة (استمرارية الحركة) وذلك حسب تقدم الإشارات،

d2: التأخر الإضافي الذي يأخذ بالاعتبار تأثير الوصول العشوائي للعربات والأرتال للحالة فوق المشبعة، ويتم تصحيحه حسب فترة التحليل ونمط التحكم،

d3: زمن التأخر الأولي (أثناء إقلاع العربات ضمن الرتل)،

معامل تصحيح تقدم الحركة:

ينتج عن التعاقب الجيد للإشارات وصول منتظم لنسبة كبيرة من العربات خلال الزمن الأخضر، يطبق معامل تصحيح تقدم الحركة لكافة مجموعات الحارات المنسقة بما فيها ذات الزمن الثابت أو غير المرتبطة بحركة العربات ضمن نظام التحكم المرتبط جزئيا بالحركة ويؤثر التعاقب على التأخر المنتظم بشكل رئيسي وتحسب قيمة معامل التصحيح بالعلاقة:

$$\mathbf{PF} = \frac{(1-\mathbf{P})\mathbf{f_{PA}}}{1-\left(\frac{\mathbf{g}}{\mathbf{C}}\right)}$$

حيث:

PF : معامل تصحيح تقدم الحركة،.

P : النسبة من كامل العربات والتي تصل خلال الزمن الأخضر ويمكن تحديدها أو تقدير قيمتها بشكل حقلي حيث لا يمكن أن تتجاوز قيمتها 1 .

g/C : نسبة الزمن الأخضر من زمن دورة الإشارة الضوئية،

f_{PA} : معامل تصحيح إضافي خاص بالرتل الذي يصل خلال الزمن الأخضر،

إذا كان شكل الوصول 4

Progression Adjustment Factor

Progression primarily affects

Good signal progression will result in a high proportion of vehicles arriving on the uniform delay green. Poor signal progression will result in a low proportion of vehicles arriving on the green. The progression adjustment factor, PF, applies to all coordinated lane groups, including both pretimed control and nonactuated lane groups in semiactuated control systems. In circumstances where coordinated control is explicitly provided for actuated lane groups, PF may also be applied to these lane groups. Progression primarily affects uniform delay, and for this reason, the adjustment is applied only to d_1. The value of PF may be determined using Equation 16-10.

$$PF = \frac{(1-P)f_{PA}}{1-\left(\frac{g}{C}\right)}$$

(16-10)

where

PF = progression adjustment factor,

P = proportion of vehicles arriving on green,

g/C = proportion of green time available, and

f_{PA} = supplemental adjustment factor for platoon arriving during green.

If PF for Arrival Type 4
calculates to greater than 1.0,
set the value to 1.0

The value of P may be measured in the field or estimated from the arrival type. If field measurements are carried out, P should be determined as the proportion of vehicles in the cycle that arrive at the stop line or join the queue (stationary or moving) while the green phase is displayed. The approximate ranges of R_P are related to arrival type as shown in Exhibit 16-11, and default values are suggested for use in subsequent computations in Exhibit 16-12.

تعرف مستويات الخدمة استنادا إلى أزمنة التأخير بسبب الوقفات خلال فترة اختبار 15 دقيقة ويعطي الجدول التالي معايير مستويات الخدمة :

Stopped Delay per Vehicle	Level of Service
≤5.0	A
5.0 < و ≤15	B
15.0 < و ≤25.0	C
25.0 < و ≤40.0	D
40.0 < و ≤60.0	E
>60.0	F

الجدول (5–1) معيار مستوى الخدمة للتقاطعات المجهزة بإشارات ضوئية
Level of Service Criteria for Signalized Intersection

EXHIBIT 16-11. RELATIONSHIP BETWEEN ARRIVAL TYPE AND PLATOON RATIO (R_P)

Arrival Type	Range of Platoon Ratio (R_p)	Default Value (R_p)	Progression Quality
1	≤ 0.50	0.333	Very poor
2	> 0.50–0.85	0.667	Unfavorable
3	> 0.85–1.15	1.000	Random arrivals
4	> 1.15–1.50	1.333	Favorable
5	> 1.50–2.00	1.667	Highly favorable
6	> 2.00	2.000	Exceptional

EXHIBIT 16-12. PROGRESSION ADJUSTMENT FACTOR FOR UNIFORM DELAY CALCULATION

Green Ratio (g/C)	Arrival Type (AT)					
	AT 1	AT 2	AT 3	AT 4	AT 5	AT 6
0.20	1.167	1.007	1.000	1.000	0.833	0.750
0.30	1.286	1.063	1.000	0.986	0.714	0.571
0.40	1.445	1.136	1.000	0.895	0.555	0.333
0.50	1.667	1.240	1.000	0.767	0.333	0.000
0.60	2.001	1.395	1.000	0.576	0.000	0.000
0.70	2.556	1.653	1.000	0.256	0.000	0.000
f_{PA}	1.00	0.93	1.00	1.15	1.00	1.00
Default, R_p	0.333	0.667	1.000	1.333	1.667	2.000

Notes:
PF = $(1 - P)f_{PA}/(1 - g/C)$.
Tabulation is based on default values of f_{PA} and R_p.
$P = R_p * g/C$ (may not exceed 1.0).
PF may not exceed 1.0 for AT 3 through AT 6.

-

نوعية تتالي(استمرار) الحركة Progression Quality	القيمة الافتراضية Default Value (Rp)	مجال معدل الرتل الواصل Range of Platoon Ratio	شكل الوصول Arrival Type
very poor سيئ جدا	0.333	≤0.50	1
unfavorable غير مرغوب	0.667	> 0.50-0.85	2
Random arrivals وصول عشوائي	1.00	> 0.85-1.15	3
favorable وصول مرغوب	1.333	> 1.15-1.50	4
High Favorable مرغوب كثيرا	1.667	> 1.50- 2.0	5
Exceptional استثنائي	2.00	>2.00	6

الجدول (5–2) العلاقة بين شكل الوصول ومعدل الرتل
Relationship between Arrival Type and Platoon Ratio

معدل الزمن الأخضر "g/C"	شكل الوصول (AT) TYPE ARRAIVAL					
	AT-1	AT-2	AT-3	AT-4	AT-5	AT-6
0.2	1.167	1.007	1.00	1.00	0.833	0.750
0.3	1.286	1.063	1.00	0.986	0.714	0.571
0.4	1.445	1.136	1.00	0.895	0.555	0.333
0.5	1.667	1.240	1.00	0.767	0.333	0.000
0.6	2.001	1.395	1.00	0.576	0.000	0.000
0.7	2.556	1.653	1.00	0.256	0.000	0.000
القيمة F_{PA}	1.00	0.93	1.00	1.15	1.00	1.00
القيمة R_P	0.333	0.667	1.00	1.333	1.667	2.000
m	8	12	16	12	8	4

$PF = (1 - P)f_{PA}/(1 - g/C)$.
Tabulation is based on default values of f_{PA} and Rp.
$P = R_p * g/C$ (may not exceed 1.0).
PF may not exceed 1.0 for AT 3 through AT 6.

الجدول (5–13) التأخر المنتظم (d1) وعامل التصحيح (DF)لأزمنة التأخير d1

Sample Calculations أمثلة محلوله

مثال 1:

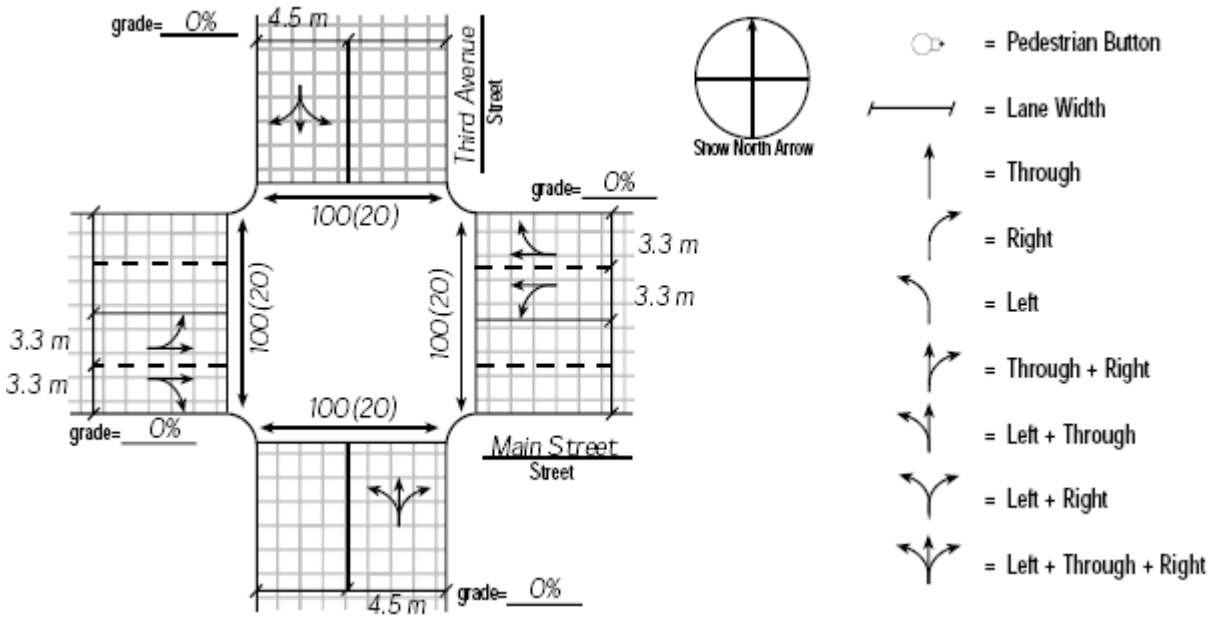
تبين ورقة العمل تقاطع مجهز بإشارات ضوئية لشارع رئيسي يتقاطع مع آخر ثانوي في منطقة تجارية مركزية central business district (CBD) لمنطقة حضرية صغيرة small urban area ، تبين ورقة العمل أيضا كافة المعطيات اللازمة ، ومنها يتبين لنا أن الشارع الثانوي هو شارع بحارتي مرور باتجاهين two –lane street ، أما الشارع الرئيسي فهو شارع شرياني arterial بأربع حارات وباتجاهين four –lane street، الإشارة الضوئية مؤلفة من طورين متعاقبين، والمطلوب دراسة هذا التقاطع وتحديد مستوى الخدمة على أذرعه الأربعة .

معطيات:

- نسبة العربات الثقيلة على أذرع الاقتراب EB و WB هي 5%
- نسبة العربات الثقيلة على أذرع الاقتراب NB و SB هي 8%
- الشارع الرئيسي EB/WB مكون من حارتين لكل اتجاه، والشارع الثانوي NB/SB مكون من حارة واحدة لكل اتجاه،
- الإشارة الضوئية بطورين، PHF = 0.90، الزمن الأخضر للاتجاه NB-SB هو 36 sec وللاجاه EB-WB هو 26 sec،
- حركة المشاة على كافة الأذرع 100 p/h، والدراجات 20 bicycles/h لكافة الأذرع،
- الزمن الضائع للحركة هو 4 sec، – الزمن الأصفر 4 sec، – المنطقة مستوية.

افرض:

- عرض ممر المشاة 3 m على كافة الأذرع
- معدل غزارة الإشباع الأساسي 1900 pc/h/ln، ET= 2.0
- عدم وجود باصات،
- زمن دورة الإشارة الضوئية 70.0 sec .



خطوات الحل:

1. المشاة والدراجات خلال دورة الإشارة الضوئية	(100/3600)*70=1.944
2. الزمن الأخضر الفعال الأصغري الذي يحقق متطلبات حركة المشاة	$G_p = 3.2 + L/S_p + 0.27N_{ped}$ G_p(Main)=3.2+9.0/1.2+0.27(1.944)=11.2 sec G_p(Third)=3.2+13.2/1.2+0.27(1.944)=14.7 sec
3. مقارنة الزمن الأخضر الأصغري اللازم لحركة المشاة مع الزمن الأخضر الحقيقي على التقاطع	Gp (Main) = 26 s, which is >11.2 s Gp (Third) = 36 s, which is >14.7 s
4. نسب الانعطاف لليسار واليمين	P_{LT} (EB) = 65/(65 + 620 + 35) = 0.090
5. معامل تصحيح عرض حارة المرور	$\mathbf{f_w} = 1 + \frac{(\mathbf{w} - 3.6)}{9}$ $\mathbf{f_{w(EB)}} = 1 + \frac{(3.3 - 3.6)}{9} = 0.967$
6. معامل تصحيح العربات الثقيلة	$\mathbf{f_{HV}} = \frac{100}{100 + \%\mathbf{HV}(\mathbf{E_T} - 1)}$ $\mathbf{f_{HV}} = \frac{100}{100 + 5(2.0 - 1)} = 0.952$
7. معامل تصحيح الميل	0% grade, f_g = 1.0
8. معامل تصحيح وقوف العربات	f_p = 1.0
9. معامل تصحيح خاص بالباصات	f_{bb} = 1.0
10. معامل تصحيح منطقة التقاطع	For CBD, f_a = 0.90
11. معامل استخدام حارة المرور	f_{LU} = 0.950 for EB and WB approaches, f_{LU} =1.0 for NB and SB approaches.
12. معامل تصحيح الانعطاف لليسار	تستخدم الحالة الخاصة (انعطاف لليسار من حارة مشتركة متصادم مع الاتجاه المعاكس). f_{LT} (EB)= 0.716

f_{RT} = 1.0 –0.135P_{RT} For EB and WB f_{RT} = 1.0–0.150P_{RT} f_{RT} (EB)= 0.993 , f_{RT} (WB)= 0.996	13. معامل تصحيح الانعطاف لليمين
F_{Lpb} (EB)= 0.997 , f_{Lpb} (WB)= 0.998	14. معامل تأثير المشاة والدراجات على الانعطاف لليسار
f_{Rpb} (EB)= 0.992 , f_{Rpb} (WB)= 0.995	15. معامل تأثير المشاة والدراجات على الانعطاف لليمين
$s = s_o\ N\ f_w\ f_{HV}\ f_g\ f_p\ f_{bb}\ f_a\ f_{LU}\ f_{LT}\ f_{RT}\ f_{Lpb}\ f_{Rpb}$ s(EB) = 1900 * 2 * 0.967 * 0.952 * 1.000 * 1.000 * 1.000 * 0.900 * 0.950 * 0.716 * 0.993 * 0.997 * 0.992 = 2103 veh/h	16. غزارة الإشباع
c = s(g/C) c(EB) = 2103(0.371) = 780 veh/h	17. سعة مجمعات الحارات
v/c(EB) =800/780 = 1.026	18. النسبة v/c
للطور الأول المجموعة الحرجة هي EB وللطور الثاني هي SB	19. تحديد النسبة الحرجة لكل مجموعة حارات في كل طور
v/s(EB) =800/2103 = 0.380 v/s(SB) =667/1625 = 0.410	20. النسبة v/s للمجموعات الحرجة
Y_c = 0.380 + 0.410 = 0.790	21. مجموع النسب v/s لمجموعات الحارات الحرجة
$\mathbf{X_c} = \frac{\mathbf{Y_c} * \mathbf{C}}{\mathbf{C} - \mathbf{L}},\ \mathbf{X_c} = \frac{0.790*(70.0)}{70.0-8} = 0.892$	22. نسبة معدل الجريان الحرجة إلى السعة v/c
$\mathbf{d}_1(\mathbf{EB}) = \frac{0.50(70.0)(1-0.371)^2}{1-0.371(1.0)} = 22.01\mathbf{s}/\mathbf{veh}$	23. التأخر المنتظم Uniform delay
$\mathbf{d}_2 = 900\mathbf{T}\left[(\mathbf{X}-1) + \sqrt{(\mathbf{x}-1)^2 + \frac{8\mathbf{KIX}}{\mathbf{cT}}}\right]$	24. التأخر الإضافي .Incremental delay
PF (EB) = 0.926	25. معامل تصحيح تتابع الحركة Progression factor
$d = d_1PF + d_2 + d_3$ d (EB) = 22.015(0.926) + 39.011 + 0 = 59.4 s/veh	26. التأخير لمجموعة الحارات
d_I ={ (59.4 * 800) +(31.0 * 833) + (14.4 * 466) + (21.9 * 667)}/ (800 + 833 + 466 + 667) = 34.2 s/veh	27. التأخر للتقاطع
LOS (EB lane group) = E LOS (EB approach) = E LOS Intersection = C	28. مستوى الخدمة لمجموعات الحارات ولكامل التقاطع

Left-turn adjustment factor, f_{LT}	0.716	0.901	0.937	0.951
Right-turn adjustment factor, f_{RT}	0.993	0.996	0.994	0.989
Left-turn ped/bike adjustment factor, f_{Lpb}	0.997	0.998	0.999	0.998
Right-turn ped/bike adjustment factor, f_{Rpb}	0.992	0.995	0.996	0.994

جدول تصحيح الحجوم

VOLUM ADJUSTMENT MOUDULE WORK SHEET

الذراع	الحركة	الغزارة الاتجاهية (vph)	PHF	معدل الجريان (vph)	مجموعة الحارات	الجريان في مجموعة الحارات	عدد الحارات	عامل U	الجريان المصحح	نسب الانعطاف
EB	LT	65	0.9	72						
	TH	620	0.9	689		800	2	1.05	840	0.09LT
	RT	35	0.9	39						0.05RT
WB	LT	30	0.9	33						
	TH	700	0.9	778		833	2	1.05	875	0.04LT
	RT	20	0.9	22						0.03RT
NB	LT	30	0.9	33						
	TH	370	0.9	411		466	1	1.00	466	0.07LT
	RT	20	0.9	22						0.05RT
SB	LT	40	0.9	44						
	TH	510	0.9	567		667	1	1.00	667	0.07LT
	RT	50	0.9	56						0.08RT

حيث : LT الانعطاف نحو اليسار، RT الانعطاف نحو اليمين، TH الحركة المستقيمة.

يتم حساب معدل الجريان بقسمة الغزارة الاتجاهية على عامل عدم توازن الحركة، ويتم الحصول على معدل الجريان في مجموعة الحارات بجمع معدل الجريان لاتجاهات الحركة، كما يتم حساب معدل الجريان المصحح بضرب معدل الجريان في مجموعة الحارات بعامل الانتفاع من الحارات U ، ونحصل على نسب الانعطاف بقسمة معدل الجريان للاتجاه الواحد على معدل الجريان في مجموعة الحارات.

جدول حساب معدل غزارة الإشباع

SATURATION FLOW RATE MOUDLE WORKSHEET

ذراع	مجموعة الحارات	غزارة الإشباع المثالي	عدد الحارات	عوامل التصحيح ADJUSTMENT FACTORS							S
				f_W	f_{HV}	f_p	f_g	f_{bb}	f_a	f_{RT}	f_{LT}	
EB		1900	2	0.97	0.95	1.00	1.00	1.00	0.9	0.99	0.62	1947
WB		1900	2	0.97	0.95	1.00	1.00	1.00	0.90	0.99	0.80	2516
NB		1900	1	1.10	0.93	1.00	1.00	1.00	0.90	0.89	0.78	1214
SB		1900	1	1.10	0.93	1.00	1.00	1.00	0.90	0.88	0.88	1363

نحصل على العامل f_W من الجدول (5-4)

نحصل على العامل f_{HV} من الجدول (5–5)

نحصل على العامل f_p من الجدول (5–7)

نحصل على العامل f_g من الجدول (5–6)

نحصل على العامل f_{bb} من الجدول (5–8)

نحصل على العامل f_a من الجدول (5–9)

نحصل على العامل f_{RT} من الجدول (5–10) الحالة الخامسة للذراعين EB، WB والحالة السابعة للذراعين NB,SB .

نحصل على العامل f_{LT} من الجدول (5–11) ومنه نلاحظ أن الحالة تقع تحت بند الحالة الخاصة التي تحل وفق ورقتي العمل التاليتين :

حساب عامل الانعطاف نحو اليسار حالة تستعمل هذه الورقة عندما يكون الذراع على الاتجاه المعاكس للذراع المدروس متعدد الحارات				
SB	***NB***	***WB***	***EB***	*الذراع*
		70	70	ادخل زمن دورة الإشارة الضوئية C
		26	26	ادخل الزمن الأخضر لمجموعة الحارات G
		27	27	ادخل الزمن الأخضر الفعال لمجموعة الحارات g
		27	27	ادخل الزمن الأخضر الفعال على الذراع المعاكس g_0
		2	2	ادخل عدد الحارات في مجموعة الحارات N
		2	2	ادخل عدد الحارات في مجموعة الحارات على الذراع المعاكس N_0
		33	72	ادخل معدل الجريان المصحح المنعطف نحو اليسار v_{LT}
		0.04	0.09	ادخل نسب الانعطاف نحو اليسار في مجموعة الحارات p_{LT}
		840	875	ادخل معدل الجريان المصحح على الاتجاه المعاكس v_0
		3	3	ادخل مقدار الزمن الضائع لكل طور t_L
		0.64	1.4	احسب نسب الانعطاف نحو اليسار لكل دورة: $LTC=v_{LT}*C/3600$
		8.17	8.51	احسب معدل الجريان على الاتجاه المعاكس لكل حارة لكل دورة: $v_{olc}=vo*C/(3600*N_o)$
		1.33	0.67	حدد نسبة على لاتجاه الرتل المعاكس R_{po} الجدول (5–2)
		10.69	5.46	احسب $gf^{**}=G*\exp(-0.882*LTC^{0.717})-t_L$, $gf \le g$
		0.49	0.74	احسب نسبة الرتل المستمر على الاتجاه المعاكس: $q_{ro}=1-R_{po}(g_o/C)$
		8.53	12.07	احسب g_q باستعمال المعادلة ، $g_q \le g$
		16.31	14.93	احسب g_w : $g_w=g-g_f$ if $g_q<g_f$ ، $g_w=g-g_q$ if $g_q \ge g_f$
		0.35	0.33	احسب $f_{S=}$ (875-0.625vo)/1000 , $f_S \ge 0$
		014	0.35	احسب $P^*=p_{LT}+\{(N-1)g/(f_{S*}g_w+4.5)\}]$
		8.00	9.75	حدد E_{L1} الجدول(5–12)
		0.08	0.10	احسب $f_{min}=2(1+P_L)/g$
		0.70	034	احسب fm : $fm=[g_w/g][1/\{1+p_L(E_{L1}-1)\}]$ min=fmin , max= 1.00
		0.80	0.62	احسب $f_{LT}=[f_m+0.91(N-1)]/N^{***}$

*إذا كان $p_L \ge 1$ من أجل حارات انعطاف مشتركة و N>1 عندئذ افترض أن الحارة تعمل حارة مخصصة للانعطاف نحو اليسار واعد الحساب.

**من أجل الطريقة الخاصة لذراع بحارة واحدة وعلى الاتجاه المعاكس ذراع متعدد الحارات ، انظر النص.

*** ولأجل انعطاف نحو اليسار مسموح مع حارة مخصصة للانعطاف نحو اليسار $f_{LT} = f_m$

ساب عامل الانعطاف نحو اليسار حالة تستعمل هذه الورقة عندما يكون الذراع على الاتجاه المعاكس للذراع المدروس بحارة واحدة				
EB	***WB***	***SB***	***NB***	*الذراع*
		70	70	ادخل زمن دورة الإشارة الضوئية C
		36	36	ادخل الزمن الأخضر لمجموعة الحارات G
		37	37	ادخل الزمن الأخضر الفعال لمجموعة الحارات g

		37	37	ادخل الزمن الأخضر الفعال على الذراع المعاكس g_0
		1	1	ادخل عدد الحارات في مجموعة الحارات N
		44	33	ادخل معدل الجريان المصحح المنعطف نحو اليسار v_{LT}
		0.07	0.07	ادخل نسب الانعطاف نحو اليسار في مجموعة الحارات p_{LT}
		0.07	0.07	ادخل نسب الانعطاف نحو اليسار على الاتجاه المعاكس p_{LTO}
		466	667	ادخل معدل الجريان المصحح على الاتجاه المعاكس v_0
		3	3	ادخل مقدار الزمن الضائع لكل طور t_L
		0.86	0.64	احسب نسب الانعطاف نحو اليسار لكل دورة: $LTC=v_{LT}*C/3600$
		9.06	12.97	احسب معدل الجريان على الاتجاه المعاكس لكل حارة لكل دورة: $v_{olc}=vo*C/(3600)$
		1	1	حدد نسبة على لاتجاه الرتل المعاكس R_{po} الجدول (5-2)
		13.51	15.78	احسب $gf^{**}=G*\exp(-0.860*LTC^{0.629})-t_L$, $gf \le g$
		0.47	0.47	احسب نسبة الرتل المستمر على الاتجاه المعاكس: $q_{ro}=1-R_{po}(g_o/C)$
		8.94	12.69	احسب $g_q \le g$ ، $g_q = 4.943*v_{olc}^{0.762}*q_{ro}^{1.061}-tL$
		23.49	21.22	احسب g_w: $g_w=g-g_f$ if $g_q<g_f$ ، $g_w=g-g_q$ if $g_q \ge g_f$
		0.00	0.00	احسب $n=(g_o-g_f)/2$, $n \ge 0$
		0.93	0.93	احسب $P_{THO}=1-P_{LTO}$
		4.36	9.68	حدد E_{L1} الجدول (5-12)
		0.00	0.00	احسب $E_{L2}=(1-P_{THO}^{n})/P_{LTO}$
		0.06	0.06	حدد $f_{min}=2(1+P_{LT})/g$
		0.88	0.78	احسب $f_{LT}^{**}=f_m=[g_f/g]+[(g_q-g_o/g][1/\{1+P_{LT}(E_{L2}-1)\}]$

** من أجل الطريقة الخاصة لذراع متعدد الحارات يوجد على الاتجاه المعاكس له ذراع بحارة وحيدة أو عندما $g_f<g_q$

ننتقل الآن لتحليل السعة من خلال ورقة العمل التالية:

ورقة العمل لتحليل السعة CAPACITY ANALAYSIS WORK SHEET

الحركات في مجموعة الحارات	شكل الطور (P,S,T)	معدل الجريان المصحح V	معدل الإشباع المصحح	نسبة الجريان V/S	نسبة الزمن الأخضر g/C	سعة مجموعة الحارات c	X=V/c	مجموعة الحارات الحرج
EB								
		840	1947	0.431	0.386	751	1.119	*
WB								
	T	875	2516	0.348	0.386	970	0.902	
NB								
	T	466	1214	0.384	0.529	642	0.726	
SB								
	T	667	1363	0.489	0.529	720	0.926	*

زمن دورة الإشارة الضوئية : 70 ثا الزمن الضائع لكل دورة: 6 ثا

$X_c = Y*c / (c-L) = 1.007$

$Y = Sum\ (V/S)_c = 0.921$

والقيمة الأخيرة هي مجموع للقيم الأكبر لـ $_c$ (V/S) بعد المقارنة بين الذراعين EB و WB من جهة والذراعين NB و SB.

تحسب قيم التأخرات الزمنية ومستوى الخدمة من خلال ورقة العمل التالية:

ورقة العمل لتحديد مستوى الخدمة LOS MODULE WORKSHEET												
الذراع		مجموعة الحارات		الجزء الثاني لتحديد التأخر			الجزء الأول لتحديد التأخر				الدورة الضوئية 70 ثا	
LOS	D	LOS	D	D_2	m	السعة c	DF	D1	g/C	X=V/c	مجموعة الحارات	
*	*	*	*	*	12	751	0.910	*	0.386	1.119		EB
C	23.8	C	23.8	6.5	12	970	1.124	15.4	0.386	0.902		WB
B	12.4	B	12.4	2.9	16	642	1.00	9.6	0.529	0.726		NB
C	C	C	C	12.9	16	720	1.00	11.6	0.529	0.926		SB

- هو عبارة عن الزمن الأصفر مضافا إليه الزمن الأحمر للكل " All red " ، وهو عبارة عن الزمن بين الأطوار والذي يؤمن تفريغ كافة الحركات خلال طور معين قبل بدء الحركة للحركات التالية " المتصادمة " .
- الزمن الأخضر Gi هو الزمن لطور ما والذي تكون الإشارة خلاله خضراء (Gi) لطور ما i .
- الزمن الضائع هو الزمن الذي يكون خلاله التقاطع غير منشط أو غير مستخدم بشكل فعال من قبل أي حركة ويحدث خلال فترة التبديل (زمن الإخلاء) ، وخلال كل طور (زمن تأخير أثناء الإقلاع .
- الزمن الأخضر الفعال هو الزمن الذي يكون خلال طور معين مستخدم بشكل فعال من قبل حركات معينة، ويؤخذ عادة الزمن الأخضر مضافا إليه زمن التبديل مطروحا منه الزمن الضائع يرمز له بـ gi (لطور معين i) .
- الزمن الأحمر الفعال ri: هو الزمن الذي تكون خلاله حركة محددة أو مجموعة حركات غير مسموحة (وهو عبارة عن زمن دورة الإشارة الضوئية مطروحا منه الزمن الفعال).

<u>أنواع الإشارات الضوئية :</u>

1- إشارات ذات زمن محدد (ثابت) : تتعاقب فيها الأزمنة الخضراء ، أزمنة التبديل ، الأزمنة الحمراء ، بشكل دوري وثابت وقيمها محددة مسبقا .

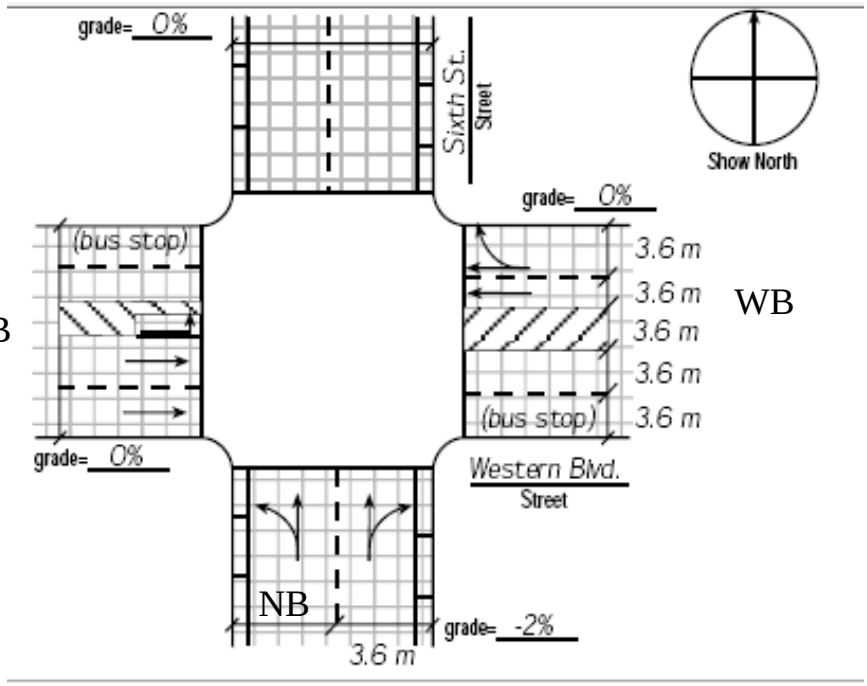
2- إشارات مرتبطة جزئيا بالحركة : تعطي زمن أخضر بشكل مستمر للشارع الرئيسي ما لم يتم الإعلان عن حاجة لزمن أخضر على الاتجاه الثانوي عن طريق الكواشف الخاصة الموضوعة في الطريق الثانوي.

3- إشارات مرتبطة كليا بالحركة : تكون كافة أطوار الإشارة الضوئية مرتبطة بعمل الكواشف التي تتوضع على كافة أذرع التقاطع .

R318-D7V2-W059

مثال 2:

تبين ورقة العمل تقاطع مجهز بإشارات ضوئية لشارع NB مع شارع (EB/WB) حسب الشكل المرفق



المعطيات:

□ EB and WB HV = 5 percent, □ Western Boulevard has two lanes in
□ NB HV = 8 percent, each direction plus an added left-turn
□ PHF = 0.95, □ No parking EB/WB, □ Sixth Street is a NB one-way street with
□ Arrival Type 3, two lanes,
□ Movement lost time = 4 s, each phase □ Bicycle volume = 0.0 bicycles/h, all
□ Sixth Street NB grade = -2 percent approaches,
□ Three-phase signal, □ NB parking = 12 maneuvers/h, and
□ Western Blvd. bus stopping = 15 b/h, □ Peak-hour volume data, by approach
□ Pedestrian volume = 0 p/h, all and movement, are shown on the approaches, Input Worksheet.
□ All lane widths are 3.3 m,

غزارات المرور:

NB			WB		EB		الذراع
LT	TH	RT	TH	RT	LT	TH	
65	825	35	700	140	140	850	الغزارة veh/h

مخطط الأطوار :

