– مقدمة –

1) تمهيد:

إن الوظيفة الأساسية لمنظومة النقل في أي مدينة هي تأمين حركة العربات والمشاة على حد سواء بالإضافة إلى تأمين سرعة الحركة وأمانها، عندما لا يتوفر ذلك التوازن يصبح من الضروري اتخاذ عدد من الإجراءات الهندسية والتنظيمية والمرورية الملائمة وخاصة فيما يتعلق بالتقاطعات المرورية.

تعد مدينة اللاذقية من المدن الساحلية السياحية في الجمهورية العربية السورية، وهي كمثيلاتها من المدن السورية قد شهدت في الآونة الأخيرة زيادة كبيرة في عدد سكانها وتوسعاً كبيراً في حدودها وتطوراً واضحاً في فعالياتها الاقتصادية والاجتماعية والثقافية وهو ما ترافق مع زيادة سنوية ملحوظة في عدد وسائط النقل بمختلف أنواعها، مما استدعى اتخاذ عدد من الإجراءات الهندسية والمرورية بهدف التخفيف من الاختناقات والفوضى المرورية.

بهدف إيجاد التوازن الملائم بين سعة شوارعنا الحالية وتزايد أعداد السيارات، لجأ مجلس مدينة اللاذقية إلى تنفيذ عدد من العقد المرورية مثل (عقدة ساحة اليمن، عقدة السادس من تشرين، عقدة القوى البحرية) بالإضافة إلى عدد من الأنفاق المرورية كنفق الزراعة بهدف تخفيف الازدحام عن مركز المدينة بالإضافة إلى عدد من المشاريع قيد الدراسة كجسر تقاطع عدن.

غير أن المفاجأة كانت ظهور عدد من الاختناقات المرورية في أماكن تنفيذ عدد من العقد المرورية السابقة في ساعة الذروة (المستوى السطحي من عقدة السادس من تشرين مثلاً)، وهو ما يثير تساؤلات كبيرة عن دقة حساب الغزارات المرورية الراهنة والتوقع الصحيح للغزارات المستقبلية، وهل إنشاء العقد المرورية يكون دائماً هو الحل الأفضل؟ أم أن اتخاذ عدد من الإجراءات المرورية البسيطة كإعادة تقييم تقاطع مروري مثلاً واختيار برنامج الإشارة الضوئية الأفضل بما يتلاءم مع المعطيات الهندسية والمرورية على حد سواء بحيث يتم في النهاية تحسين أداء هذا التقاطع عن طريق رفع مستوى خدمته وتخفيض أزمنة التأخير قد يكون أفضل؟

2) منشأ البحث والهدف منه :

الحلول البسيطة والتي تراعي متغيرات قد تبدو لغير الدارس في موضوع المرور مهمله كحركة الانعطاف إلى اليسار مثلاً، يمكن أن يكون لها بالغ الأثر في تحسين الواقع المروري في مدننا السورية، ريثما يتم إعداد دراسة متكاملة تكون مواكبة للتقنيات الحديثة في مجال الدراسة والتطبيق وبحيث تشمل كافة نواحي النقل والمرور لهذه المدينة أو تلك.

تعد الحركة المنعطفة إلى اليسار من الحركات ذات التأثير الكبير على معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، لذلك يعطي المصممون لهذه الحركة أهمية كبيرة عند تصميم برنامج إشارة ضوئية عبر تخصيص أطوار أو حارات مرور بهدف رفع كفاءة الحركة المرورية على هذه التقاطعات وبالتالي زيادة السعة وتحسين درجة السلامة المرورية.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الحركات المنعطفة إلى اليسار على أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك من خلال :

1. دراسة تأثير الحركات المنعطفة إلى اليسار حسب الوضع الراهن للتقاطعات أي قياس المعايير المطلوبة حقلياً (غزارة الإشباع، السعة، أزمنة التأخير....) في ظل وجود البيانات الحقلية الهندسية (وجود جزر وسطية، عدد الحارات، عرض الحارة .....) والبيانات الحقلية المرورية (الغزارات المرورية، زمن دورة الإشارة الضوئية، نسب الانعطاف....) للتقاطعات المدروسة.
2. تطبيق دراسة (قبل- بعد) على التقاطعات المدروسة باستخدام برنامج HCS2000 حسب دليل سعة الطرق الأمريكية HCM2000 وذلك من الناحية الهندسية والمرورية، حيث سيتم من الناحية الهندسية:
   a. قبل استخدام حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار(حالة حارة مشتركة)
   b. بعد استخدام حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار.

   من الناحية المرورية:
   a. قبل تطبيق الطور المحمي(حالة الطور المسموح)
   b. بعد تطبيق الطور المحمي.

   يكون هدف دراسة (قبل – بعد) معرفة مدى تأثير النواحي الهندسية والمرورية لحركة الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية.
3. دراسة تأثير الحركات المنعطفة إلى اليسار باستخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA) في الحالات المختلفة لطور حركة الانعطاف إلى اليسار:
   a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي
   b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح
   c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح

   ومن ثم محاكاة حالة كل طور وذلك لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة.

4. المقارنة النظرية بين نتائج قياس معايير التقييم المعتمدة (غزارة الإشباع، أزمنة التأخير،مستوى الخدمة، مقدار استهلاك الوقود وانبعاث الغازات، ودرجة السلامة المرورية) عند حسابها بكل من الطريقة الحقلية والطريقة الأمريكية باستخدام برنامج HCS2000 وطريقتي (HBS, Schnabel/Lohse) عند استخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA) ستتم بهدف اعتماد الطريقة الأكثر دقة ليتم استخدامها لاحقاً كأساس لدراسة أطوار الإشارات الضوئية المتعلقة بالانعطاف إلى اليسار (محمي، مسموح، محمي/مسموح...) وتحديد حالات استخدام كل منها في ظل وجود عدد من المتغيرات المؤثرة على حركة الانعطاف إلى اليسار (نسب الانعطاف إلى اليسار، عدد الحارات المرورية ...).

تمت الدراسة في هذا البحث على خمسة تقاطعات توزعت في مناطق مختلفة من مدينة اللاذقية وهي (تقاطع قنينص، تقاطع 6 تشرين (الريفييرا)، تقاطع مضر، تقاطع نقابة المهندسين وتقاطع زنوبيا) تم تطبيق الطريقة الحقلية على التقاطعات الخمسة المذكورة في حين تم استثناء تقاطع نقابة المهندسين عند تطبيق الطرق التحليلية (HBS,Scnabel/Lose,HCS) نظراً لظروف التقاطع المرورية، وتوزع الحركة على ذراعين فقط من أذرع التقاطع الأربعة.

3) تنظيم البحث :

توزع البحث على خمسة فصول :

الفصل الأول : حركة الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية

الفصل الثاني: الدراسة العملية والحقلية

الفصل الثالث : تطبيق دراسة (قبل – بعد) باستخدام برنامج التحليل المروري HCS2000

الفصل الرابع : نمذجة التقاطعات المدروسة باستخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA)

الفصل الخامس : النتائج الختامية والتوصيات.

نشير أخيراً إلى أنه وبتاريخ 2012/9/25 تم الحصول على موافقة بنشر هذا البحث في سلسلة العلوم الهندسية من مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية.

الفصل الأول

حركة الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية
Left – Turn Movement on Signalized Intersections

1-1 التقاطع المروري Traffic Intersection:

التقاطع هو منطقة مشتركة بين طريقين أو أكثر. تخصص هذه المنطقة لتمكين العربات من الحركة باتجاهات مختلفة بهدف الوصول إلى غاياتهم المطلوبة، هذا ما يجعل التقاطعات المرورية مواقع معقدة لأن العربات تتحرك باتجاهات مختلفة لتشغل نفس المكان في نفس الزمن، بالإضافة إلى تواجد المشاة في نفس المكان لإنجاز العبور.

يجب على السائقين أن يتخذوا القرار اللحظي على أي تقاطع آخذين بعين الاعتبار الخصائص الهندسية للتقاطع، سرعة واتجاه العربات الأخرى .....الخ.

إن أي خطأ صغير في قرار السائق أو في الخصائص الهندسية للتقاطع أو نوع وسيلة ضبط الحركة، يمكن أن يسبب حوادث خطيرة وأزمنة تأخير كبيرة بالنسبة للعربات التي تجتاز منطقة التقاطع مما يؤثر سلباً على سعة التقاطع.

لذلك فإنه من منظور كل من الحوادث والسعة تعد دراسة التقاطعات مهمة جداً لمهندسي المرور خصوصاً في مناطق المدن. [1]

1- 2 إشارات المرور الضوئية Traffic Signals:

تعتبر إشارات المرور الضوئية إحدى أهم الاختراعات التي أنجزها الإنسان في مطلع القرن الماضي، نظراً للدور الهام والحيوي الذي تقوم به في تنظيم وتسهيل حركة مرور العربات وضمان سلامتها وسلامة المشاة على حد سواء.

1-2-1 أنواع إشارات المرور الضوئية Types of Traffic Signals:

هناك ثلاثة أنواع للإشارات الضوئية : [2]

a. إشارات ذات زمن ثابت Pretimed signals :

تستخدم هذه الإشارات برامج ستاتيكية من أجل تعاقب الأطوار، حيث أن زمن دورة الإشارة الضوئية والزمن الأخضر الفعّال يكون مضبوطاً تبعاً لفترات اليوم، فهي تعتمد على افتراض أن الطلب يكون ثابتاً

خلال فترات اليوم الواحد، أي في الصباح، الظهر، المساء، أو إن كان يوم عمل أو عطلة، فمثلاً في الذروة الصباحية (7-8.5) وفي الذروة المسائية (3.5-5) تكون قيمة غزارة المرور أكبر من باقي أجزاء النهار والليل.

إن استخدام هذه الإشارات يجب أن يُراقب من أجل القيام بتعديلات صحيحة عند الحاجة.

b. إشارات مرتبطة بحركة العربات Actuated signals :

هي تلك الإشارات ذات الزمن الثابت من الناحية الوظيفية، ولكن لها القدرة على إطالة فترة الزمن الأخضر بمقدار محدد، ومن أجل تحقيق هذه الغاية، فإن هذه الإشارات تحتاج إلى كاشف من أجل تحديد الطلب لكل طور، أما عيبها فهو أنه لا يمكن تحقيق موجة خضراء بسبب التعديلات التي تحدث في أزمنة الإشارات خلال دورات الإشارات المتعاقبة.

c. إشارات التلاؤم Adaptive signals :

هي عبارة عن شبكة من الإشارات التي تحاول تحسين مقياس الفعالية، والأساس في هذه الإشارات هو الكشف الموثوق، والتنبؤ القريب للمرور، ويجب أن تكون هذه الإشارات قادرة على التعامل مع المظاهر الديناميكية للمرور. تستخدم هذه الإشارات بيانات قديمة بالإضافة إلى بيانات الكواشف الحديثة، وذلك لتحديد التنبؤات القصيرة المدى التي ستحدث (مثلاً خلال العشر دقائق القادمة) لهذا السبب، فإن تلك الإشارات ليست متكيفة كلياً، لأنها تعتمد على التنبؤات القصيرة المدى .

1- 3 التصميم الهندسي للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية
Geometric design of a Signalized Intersections:

1-3-1 العربة التصميمية Design Vehicle:

إن التقييم الإجمالي لغزارات المرور بتركيبه المختلط يصبح ممكناً باستعمال فكرة العربة التصميمية والتي تساوي عربة سياحية، ويتم أخذ تأثير العربات الأخرى باستخدام عوامل لتحويلها إلى عربات حسابية.

تؤثر العربة التصميمية في تصميم التقاطعات من ناحية تأثيرها على التخطيط الأفقي والشاقولي، عرض الحارة، نصف قطر الانعطاف، مسافة الرؤية على التقاطع، طول منطقة التخزين وأطوال التسارع والتباطؤ بالنسبة للحارات المساعدة. [3]

2-3-1 السرعة التصميمية Design Speed:

تعرّف السرعة التصميمية بأنها السرعة القصوى الآمنة التي يمكن المحافظة عليها فوق قطاع معين من طريقٍ ما عندما تكون الظروف ملائمة ومناسبة، وهي أيضاً السرعة التي يتم على أساسها تصميم العناصر الهندسية للطريق. [3]

3-3-1 القنولة Channelization:

إن الهدف الأساسي من تصميم التقاطعات هو أن يحدد ويخفض خطورة التصادم المروري بين مستعملي الطريق، المبادئ الأساسية لقنولة التقاطعات التي يمكن أن تخفض هذا التصادم المروري هي كالتالي: [5,4]

1-3-3-1 إعاقة الحركات غير المرغوبة Discourage Undesirable Movement:

يمكن أن يتم ذلك عن طريق رفع المنصفات أو باستعمال جزر مرورية وذلك لمنع الحركات غير المرغوبة مثل منع الانعطاف إلى اليسار من الشوارع الثانوية بسبب مخاوف تتعلق بدرجة السلامة المرورية، أو الخصائص التشغيلية.

يظهر الشكل(1-1) منصف مرفوع لتقييد حركات الانعطاف إلى اليسار من الطريق المتوضع بين تقاطعين منظمين بإشارات ضوئية

الشكل(1-1) منصف مرفوع لتقييد حركات الانعطاف إلى اليسار

2-3-3-1 تحديد ممرات العربات المرغوبة Define Desirable Paths For Vehicles :

يتم ذلك عن طريق استخدام الطلاء الطرقي لكل من منطقة التقاطع بالإضافة إلى الأذرع المؤدية إلى التقاطع، هذا يسمح للسائقين باختيار الحارة الصحيحة وبالتالي تجنب تراكم العربات في الحارة غير الصحيحة، مما يؤدي إلى تحسين درجة السلامة المرورية وزيادة سعة التقاطع.

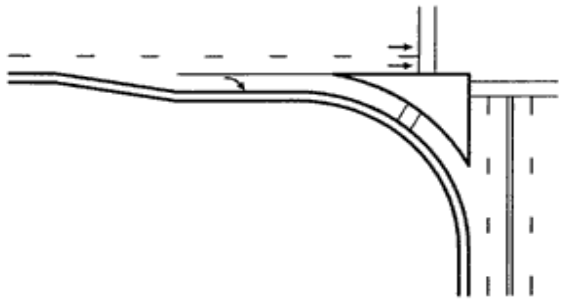
يظهر الشكل (1-2) استخدام الطلاء الطرقي لتحديد حارات التقاطع.

الشكل(1-2) تحديد حارات المرور باستخدام الطلاء الطرقي .

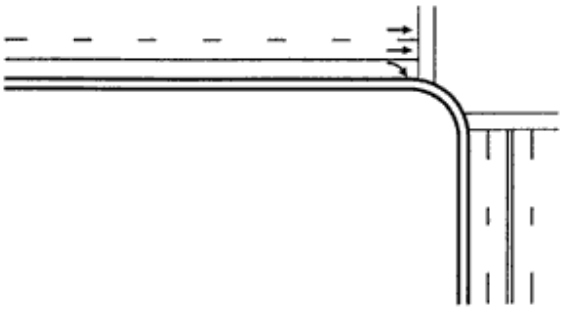
3-3-3-1 تشجيع السرعات الآمنة أثناء التصميم Encourage Safe Speeds Through Design:

تختلف السرعات الملائمة بالاعتماد على نوع وموقع التقاطع، فعلى الأذرع ذات السرعات العالية بدون وجود المشاة يكون من المفضل تشجيع السائقين على إنجاز الانعطاف بسرعة مما يسمح بإزالة العربات المنعطفة من تيار الحركة المستقيمة، يتم ذلك بتنفيذ منطقة ذات توسع تدريجي أطول وأنصاف أقطار أكبر. أما على الأذرع ذات السرعات المنخفضة،أو في مناطق وجود المشاة، فيتم الانعطاف بسرعات منخفضة، وذلك باستخدام أنصاف أقطار أصغر، أو بالاعتماد على القنولة.

يظهر الشكل(1-3) كيفية معالجة حركة الانعطاف إلى اليمين حسب السرعة.



a. في حالة السرعات العالية



b. في حالة السرعات المنخفضة

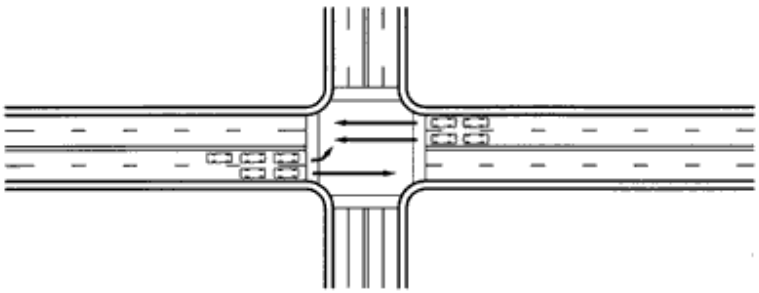
الشكل(1-3) معالجة حركة الانعطاف إلى اليمين حسب السرعة.

4-3-3-1 فصل نقاط التصادم المروري المحتملة

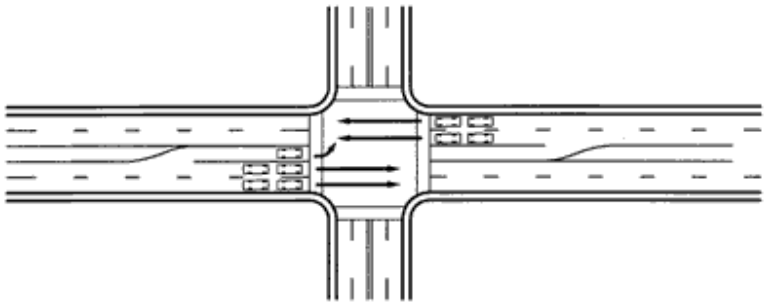
Separate Points of Conflict where Possible:

تحسن عملية فصل نقاط التصادم كل من السعة ودرجة السلامة المرورية على التقاطعات، إن استخدام حارات الانعطاف الخاصة، الانعطاف إلى اليمين المقنول، واستخدام المنصفات المرفوعة تعد طرقاً فعالة لفصل نقاط تصادم العربات .

يوضح الشكل (1-4) أن تأمين حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار يخفض التصادم المروري المحتمل بين العربات المنعطفة إلى اليسار، والعربات المتحركة بحركة مستقيمة، والقادمة من الذراع المقابل، مما يزيد سعة الذراع لأجل كل من المرور المنعطف إلى اليسار والمرور المتحرك بحركة مستقيمة.



a. الشارع الرئيسي مع حارة مشتركة (مستقيمة + انعطاف لليسار) تسبب للعربات المتحركة بحركة مستقيمة انتظاراً في رتل خلف العربات المنعطفة إلى اليسار.



b. يخصص في الشارع الرئيسي حارة للانعطاف إلى اليسار مما يزيل العربات المنعطفة من تيار الحركة المستقيمة .

الشكل (1- 4) أهمية وجود حارة الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية

1-3-3-5 تسهيل الحركة لغزارات المرور ذات الأولوية العالية

:Facilitate The Movement of High- Priority Traffic Flow

يتم تلبية حاجات الحركات المرورية ذات الأولوية العالية على التقاطعات بحيث تتوافق مع توقعات السائقين وسعة التقاطع، ففي المناطق الريفية ومناطق الضواحي ذات الكثافة المرورية المنخفضة تعطى الأولوية للعربات، أما في أماكن المدينة فإن الأولوية العالية تعطى أحياناً للمشاة وسائقي الدراجات من بين كل مستعملي نظام الطريق.

يظهر الشكل (1-5) تقاطع بحارتين للانعطاف إلى اليمين وكذلك حارتين للانعطاف إلى اليسار وذلك لتسهيل حركات الانعطاف ذات الحجوم المرورية العالية.

الشكل (1-5) تقاطع بحارتين للانعطاف إلى اليمين وكذلك حارتين للانعطاف إلى اليسار

1-3-3-6 تصميم الأذرع لتتقاطع بزوايا قائمة تقريباً ولتندمج بزوايا مستوية

Design Approaches to Intersect at near Right Angles and Merage at Flat Angles:

إن الطرق التي تتقاطع بزوايا 90° يمكن أن تخفض من إمكانية تصادم العربات وكذلك من حدة الاصطدام. تنتج التقاطعات المائلة (تقاطع مائل بزاوية 75° أو بزاوية 60°) زوايا رؤية صعبة للسائقين، وزيادة في المسافة والزمن اللازم لتفريغ التقاطع لكل من العربات والمشاة بسبب زيادة عرض أذرع التقاطع، وهو ما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند تطوير أزمنة الإشارة الضوئية.

1-3-3-7 تسهيل النظام المرغوب للضبط المروري

Facilitate the Desired Scheme of Traffic Control:

يجب أن يعمل التقاطع المنظم بإشارات ضوئية على زيادة سلامة وفعالية الحركات المرورية بينما يؤمن المرونة التشغيلية المطلوبة. توزع الحركة على حارات المرور، حارات الانعطاف إلى اليسار الخاصة، وموقع جزر القنولة والمنصفات يجب أن تصمم بحيث تسهل عبور المشاة، وتؤمن أماكن مناسبة لتوضع الشاخصات، وإشارات المرور الضوئية والعلامات الأرضية. إن اعتبار هذه القضايا كجزء من التصميم يمكن أن تحسن فعالية الحركات المرورية على التقاطع.

1-3-3-8 ملاءمة العربات المتباطئة، البطيئة أو المتوقفة خارج حارات الحركة المرورية المستقيمة ذات السرعة العالية

Accommodate Decelerating ,Slow ,or Stopped Vehicles Outside Higher Speed Through Traffic Lanes:

تكون فروق السرعة بين العربات في تيار المرور السبب الأساسي في حوادث الاصطدام المروري. تعد فروق السرعة على التقاطعات أمراً طبيعياً حيث تتباطأ العربات لإنجاز مناورة الانعطاف.

إن وجود حارات الانعطاف إلى اليمين أو إلى اليسار يحسن درجة السلامة المرورية وذلك بإزالة العربات المنعطفة البطيئة الحركة من تيار المرور المتحرك بحركة مستقيمة الذي يمتلك السرعة الأعلى مما يخفض إمكانية حوادث الصدم من الخلف، بالإضافة إلى أنه يخفض أزمنة تأخير الحركات المستقيمة.

1-3-3-9 تأمين مكان آمن وإيجاد حارات خاصة لسائقي الدراجات والمشاة

Provide Safe Refuge and Wayfinding for Bicyclists and Pedestrians

يجب أن يلبي التقاطع حاجات كل مستعملي التقاطع حيث أن قنولة التقاطع يمكن أن تسهل حركة العربات بالإضافة إلى تأمين المكان الآمن للمشاة حيث أنها تخفض من مسافة تعرض المشاة وسائقي الدراجات لتيار الحركة المرورية .

1-3-4 عدد أذرع التقاطع Number of Intersection Legs:

باختلاف هندسة الأنواع المختلفة من التقاطعات فإن درجة تعقيد التقاطع تزداد بزيادة عدد أذرعه، حيث يزداد عدد التصادمات المحتملة لأجل كل مستعملي التقاطع على التقاطعات بأربع أذرع أو أكثر. [5,1]

يوضح الشكل (1-6) تقاطع متعدد الأذرع.

الشكل (1-6) تقاطع متعدد الأذرع.

1-3-5 زاوية التقاطع Intersection Angle:

يمكن أن تؤثر زاوية تقاطع طريقين على الخصائص التشغيلية، ودرجة السلامة المرورية لتقاطع معين.

لا تؤثر التقاطعات المائلة على طبيعة التصادمات فقط، بل تؤثر على مناورات السائقين، وعبور المشاة لمنطقة التقاطع، إن مثل هذه التقاطعات الكبيرة تكون أكثر كلفة من ناحية الإنشاء والصيانة. [5,1]

1-3-6 التخطيط الأفقي والشاقولي Horizontal and Vertical Alignment :

يجب أن يعطي الطريق المؤدي إلى التقاطع المنظم بإشارات ضوئية الإدراك الكافي للسائقين على وجود تقاطع في الأمام وذلك بتزويد التقاطع بمسافة رؤية للتوقف قبل التقاطع، تكون هذه المنطقة حرجة بالنسبة للسائقين على الذراع للبدء بالتركيز على المهام المرتبطة بالتقدم خلال التقاطع. [5,1]

وبهدف تأمين مسافة الرؤية المناسبة للتوقف فقد تم اقتراح التعليمات التالية:

a. تجنب أن تكون ميول الأذرع المؤدية إلى التقاطع أكبر من 6% ، من أجل السرعة التصميمية الأكبر من 80 km/h فإن الميل الأعظمي هو 3%.
b. تجنب وقوع التقاطعات على المنحنيات الأفقية الحادة لأن الرفع العرضاني للرصف على المنحنيات يعقد تصميم التقاطع وقد ينقص مسافة الرؤية.

1-3-7 تصميم نصف قطر زاوية التقاطع ورمب الرصيف

Corner Radius and Curb Ramp Design :

يجب أن يلبي اختيار نصف قطر زاوية التقاطع وتصميم رمبات الأرصفة متطلبات المشاة وحاجات العربة التصميمية في منطقة التقاطع. [5]

1-3-7-1 نصف قطر الزاوية Corner Radius:

يجب أن يصمم نصف قطر زاوية التقاطع لتسهيل الانعطاف ولتأمين متطلبات العربة التصميمية المختارة، بالإضافة إلى عدد من الاعتبارات الأخرى مثل السرعة وموقع أجهزة الضبط المروري (أعمدة إشارات المرور الضوئية، الشاخصات المرورية ..الخ) .

العوامل التي تؤثر في اختيار نصف قطر الزاوية الملائم تتضمن التالي :

a. العربة التصميمية Design Vehicle:

إن اختيار العربة التصميمية يجب أن يعتمد على نوع العربة الأكبر التي ستعبر بانتظام منطقة التقاطع.

b. زاوية التقاطع Angle of Intersection:

زوايا التقاطع الكبيرة قد تجعل مناورات الانعطاف أكثر صعوبة خصوصاً لأجل العربات الكبيرة. بزيادة حجم التقاطع الكلي، ، تزداد الفواصل الزمنية للإشارة الضوئية اللازمة لتفريغ التقاطع، ويصبح التصريف المطري أكثر صعوبة.

c. المشاة وراكبي الدراجات Pedestrians and Bicyclists:

في المناطق ذات الاستعمال الكبير من قبل المشاة وراكبي الدراجات يفضل نصف القطر الصغير وذلك لتخفيض سرعات الانعطاف وتخفيض مسافة عبور المشاة والدراجات للتقاطع.

d. القيود Constraints:

يمكن أن تستخدم الأقواس متعددة المركز أو الأقواس البسيطة مع إزاحات مماسية وذلك لتنسجم بشكل أفضل مع ممر الانعطاف للعربة التصميمية وتخفيض حدود الاستملاك المطلوبة.

1-3-7-2 تصميم رمب الرصيف Curb Ramp Design :

تؤمن رمبات الأرصفة وصول حرج وآمن بين الرصيف والطريق للناس ذوي الإعاقات الحركية. وتستخدم عموماً على التقاطعات ويمكن استخدامها على معابر منتصف الطريق والمنصفات.

1-3-8 مسافة الرؤية Sight Distance :

إن قدرة السائق أن يرى كل من الطريق ومستعملي الطريق الآخرين تعد من القضايا الهامة بالنسبة للاستعمال الجيد والآمن لكل مناطق الطريق، خاصة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية . [5,1]

1-3-8-1 مسافة الرؤية للتوقف Stopping Sight Distance :

هي المسافة على طول الطريق التي تتطلب من السائق أن يدرك ويستجيب لأي جسم في الطريق ومن ثم يقوم باستعمال مكابح العربة بغرض التوقف التام قبل الوصول إلى ذلك الجسم.

يجب أن تزود مسافة الرؤية للتوقف على كافة أذرع التقاطع .

يبين الجدول(1-1) القيم التصميمية لأجل مسافة الرؤية للتوقف حسب AASHTO.

الجدول (1-1)القيم التصميمية لأجل مسافة الرؤية للتوقف

السرعة km/h	* المسافة المحسوبة m	المسافة التصميمية m
20	18.5	20
30	31.2	35
40	46.2	50
50	63.5	65

85	83.0	60
105	104.9	70
130	129.0	80
160	155.5	90
185	184.2	100
220	215.3	110
250	248.6	120

*بفرض أن زمن الإدراك ورد الفعل = 2.5 sec ، سرعة التباطؤ = 3.4m/s .

يجب أن تقاس مسافة الرؤية للتوقف بفرض أن ارتفاع عين السائق 1080mm والارتفاع المفترض للجسم 600mm.

1-3-8-2 مسافة الرؤية لاتخاذ القرار Decision Sight Distance :

هي المسافة التي يحتاجها السائق لاكتشاف جسم غير متوقع أو إدراك معلومات صعبة الفهم في ظروف بيئة الطريق التي قد تشتت الرؤية، يدرك الوضع وتهديده المحتمل ومن ثم يقوم باختيار الممر والسرعة الملائمة ويبدأ بإنجاز المناورة بشكل آمن وفعال.

تختلف مسافة الرؤية لاتخاذ القرار بالاعتماد على أن السائق يتقدم لينجز التوقف أو يقوم بتغيير السرعة أو تغيير الحارة أو الاتجاه. كما تختلف حسب البيئة المحيطة بالسائق (مدينة، ضواحي، أرياف).

1-3-8-3 مسافة الرؤية على التقاطع Intersection Sight Distance :

هي المسافة على الطريق المتقاطع والتي يجب أن تكون مرئية بشكل كامل بحيث يتمكن السائق الذي يقوم بحركة انعطاف، أو حركة عبور من اتخاذ القرار وإكمال الحركة بدون أي تصادم مع الحركة المقتربة من الطريق المتقاطع، تسمح هذه المسافة للسائق من رؤية التقاطع بدون أية معوقات.

معايير مسافة الرؤية على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية :

a. يجب أن تكون العربة الأولى المتوقفة على الذراع مرئية للسائق الأول المتوقف على كل الأذرع الأخرى.
b. يجب أن يكون للعربات التي تنجز الحركات المسموحة (الانعطاف إلى اليسار المسموح، الانعطاف إلى اليمين ضمن الزمن الأحمر ...الخ) مسافة رؤية كافية لاختيار الثغرات في تيار المرور القادم.

1-3-9 منشآت المشاة Pedestrian Facilities :

يجب أن تكون التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية مزودة بأرصفة مشاة ذات عرض مناسب على كل أذرع التقاطع. كما تزود بمعابر خاصة لتأمين عبور المشاة بشكل آمن ومريح. [6,5]

اعتبارات تصميم منشآت المشاة على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية:

a. إبقاء الزوايا خالية من العوائق لتأمين مجال كافي للمشاة للانتظار، ومن ثم العبور.
b. المحافظة على مسافات رؤية كافية بين السائقين والمشاة على زاوية التقاطع ومعبر المشاة
c. ضمان وجود رمبات الأرصفة.
d. تصميم نصف قطر القوس الزاوي بحيث يضمن أن العربات لن تسير فوق منطقة المشاة بسرعات انعطاف غير ملائمة.
e. تأمين فواصل زمنية ملائمة لعبور المشاة، وزمن الانتظار الأدنى.
f. ضمان أن يكون عبور المشاة خالي من الحواجز، العقبات والأخطار.
g. تأمين جزر التجاء عندما لا يمكن تفادي تصادم العربات مع المشاة.

1-3-10 منشآت الدراجات Bicycle Facilities :

تملك بعض التقاطعات حارة مخصصة للدراجات، مما يستدعي أن يصمم التقاطع بحيث يلبي احتياجات راكبي الدراجات. [7,5]

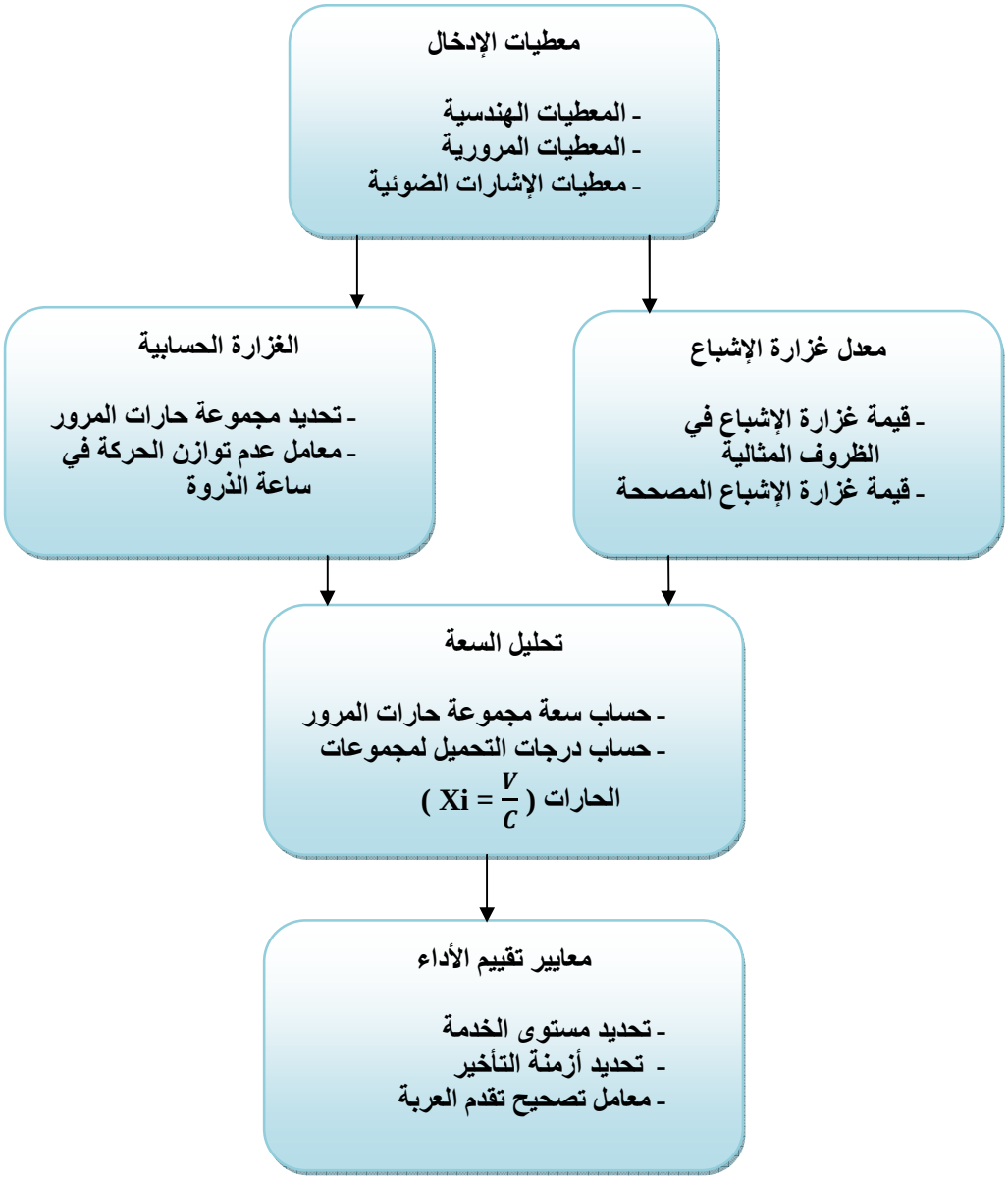
الاعتبارات الهندسية التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند وجود حارة مخصصة للدراجات في منطقة التقاطع:

a. تأمين الحارات المخصصة للدراجات وانتقالها بين حارات الحركة المستقيمة وحارات الانعطاف إلى اليمين.
b. حارات مخصصة للدراجات للانعطاف إلى اليسار.
c. جزر التجاء مع عرض ملائم للدراجة لا يقل عن 2.5m .

4-1 منهجية دراسة سعة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية

Signalized Intersection Methodology:

تمكن طريقة Highway Capacity Manual (HCM2000) من حساب سعة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وكذلك من تقييم أدائها وفق عدد من المعايير حسب المنهجية التالية:[8]



الشكل (1-7) منهجية دراسة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية .

5-1 معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية :

تحدد منهجية دراسة سعة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية بأهم معايير تقييم أداء هذه التقاطعات: [8]

1-5-1 معيار مستوى الخدمة:

يعرّف مستوى الخدمة ((Level of Service (LOS) بأنه المقياس النوعي لظروف حركة المرور مع اعتبار إحساس السائقين والمستخدمين الآخرين على الطريق، وتقسم مستويات الخدمة إلى:

a. المستوى A يتميز بحركة حرة بشكلٍ كاملٍ وإمكانية كبيرة لاختيار السرعات وقدرة كبيرة على المناورة

b. المستوى B يتميز بحركةٍ متوازنةٍ ويبدأ السائق في هذا المستوى بالإحساس بوجود العربات الأخرى على الطريق، وتكون إمكانية اختيار السرعات كاملة تقريباً ولكن إمكانية المناورة أقل منها بقليل عن المستوى A

c. المستوى C تكون فيه الحركة متوازنة ولكن تؤثر العربات بشكلٍ واضحٍ على أسلوب القيادة ويكون اختيار السرعات مقيداً بشكلٍ واضحٍ، كما تتم فيه المناورة مع الانتباه الشديد والحذر نتيجةً لوجود العربات الأخرى

d. المستوى D تكون فيه الحركة متوازنة أيضاً، ولكن في حال الكثافة العالية للعربات تكون إمكانية المناورة واختيار السرعات مقيدة بشكل كبير جداً وتنخفض راحة القيادة، ويمكن أن تتم عرقلة وإعاقة للحركة عند ارتفاع قيمة الغزارة

e. المستوى E تكون كثافة الحركة في هذا المستوى قريبة أو مساوية للسعة، ويتميز بسرعاتٍ منخفضةٍ وبمناوراتٍ قسريةٍ، وإعاقاتٍ كبيرةٍ في الحركة تؤدي إلى توقفها في بعض الأحيان

f. المستوى F تكون فيه الحركة قسرية والغزارة أكبر من السعة وتكون العربات على شكل أرتال وتتحرك بشكل قفزاتٍ.

حسب معدل أزمنة التأخير لكل عربة لأجل مجموعة الحارة ولأجل كل ذراع وللتقاطع ككل يبين الجدول (1-2) مستوى الخدمة (LOS) حسب أزمنة تأخير العربة

الجدول (1-2) تحديد مستوى الخدمة حسب أزمنة تأخير العربة [8].

LOS مستــوى الخدمــة	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

1-5-2 معيار معدل أزمنة التأخير:

تعرف HCM2000 زمن التأخير بأنه الاختلاف بين زمن الرحلة الفعلي المختبر وزمن الرحلة الذي ينتج من الظروف المثالية أي في حال عدم وجود إشارات ضبط المرور، وعدم وجود أزمنة تأخير وعدم وجود حوادث وعربات أخرى على الطريق.

يعطى معدل أزمنة التأخير بسبب الضبط المروري(control delay) لكل مجموعة حارات بالعلاقة التالية :

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

حيث:

d: زمن التأخير بسبب ضبط الحركة لكل عربة (s/veh)

d1: زمن التأخير بفرض وصول منتظم للعربات.

PF: معامل تصحيح تقدم الحركةوذلك حسب العمل المشترك والربط الزمني 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).

1-5-3 معامل تصحيح تقدم الحركة (PF):

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 الإشارات ذات الزمن الثابت أو الإشارات 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 (استمرارية 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.

عند تقاطع منظم بإشارة ضوئية فإنه يجب معرفة نوعية تقدم العربات، والعامل الذي يصف هذه الخاصية هو شكل وصول العربات إلى التقاطع AT (Arrival Type)، حيث يتم تعريف ستة أشكال لوصول العربات:

AT1: يتميز بوصول رتل كثيف من العربات يمثل 80% من غزارة مجموعة الحارات في بداية الزمن الأحمر، وهو أسوأ أشكال الوصول ويترافق مع عدم وجود تنسيق بين الإشارات الضوئية.

AT2: يتميز برتلٍ معتدل الكثافة يصل في منتصف الزمن الأحمر أو برتلٍ متفرقٍ يمثل (40%-80%) من غزارة مجموعة الحارات يصل خلال الزمن الأحمر.

AT3: يتألف من وصول عشوائي حيث يضم الرتل الرئيسي أقل من 40% من غزارة مجموعة الحارات.

AT4: يتميز برتلٍ معتدل الكثافة يصل في منتصف الزمن الأخضر أو برتلٍ متفرقٍ يمثل (40%-80%) من غزارة مجموعة الحارات ويصل خلال الزمن الأخضر.

AT5: يتميز بوصول رتل كثيف أو معتدل الكثافة من العربات حيث إن 80% من غزارة مجموعة الحارات تصل في بداية الزمن الأخضر.

AT6: يمثل نوعية تعاقب استثنائية على الطرق مع وجود خصائص وظروف مثالية.

يعطى عامل تصحيح تقدم العربة (P_f) حسب شكل وصول العربات ونسبة الزمن الأخضر(g) إلى زمن دورة الإشارة الضوئية (c) أي نسبة (g/c).

يبين الجدول (1-3) عامل تصحيح تقدم العربة (P_f) حسب شكل وصول العربات ونسبة (g/c).

الجدول(1-3) عامل تصحيح تقدم العربة حسب شكل وصول العربات و نسبة g/c

نسبة الزمن الأخضر إلى زمن دورة الإشارة الضوئية (g/c)	شكل الوصول					
	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	1.15	1.00	1.15	1.00	1.00

6-1 معالجة حركة الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية

Left Turn Treatment on Signalized Intersections:

تعد الحركة المنعطفة إلى اليسار من الحركات ذات التأثير الكبير على معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، فمن المعلوم أن مستوى الخدمة للتقاطعات (LOS) يؤثر بشكل ملحوظ على مستوى الخدمة للطريق ككل، كما أن مستوى الخدمة للتقاطعات يمكن أن يؤثر على السماح المتكرر لمرور العربات المنعطفة إلى اليسار، حيث إن معدلات التصادم تكون أكبر في مناطق التقاطعات منها في باقي مقاطع الطريق. وبالتالي فإن ضمان انفصال العربات المنعطفة إلى اليسار عن التيار المروري المتحرك بشكل مستقيم، وبشكل آمن يعد شرطاً هاماً لفعالية، وسلامة التقاطعات المرورية.

يعطي المصممون لحركة الانعطاف إلى اليسار أهمية كبيرة عند تصميم برنامج إشارة ضوئية عبر تخصيص أطوار أو حارات مرور خاصة بحركة الانعطاف إلى اليسار، بهدف رفع كفاءة الحركة المرورية على هذه التقاطعات وبالتالي زيادة السعة وتحسين درجة السلامة المرورية.

تتم معالجة حركة الانعطاف إلى اليسار من خلال:

1. الوضع الهندسي (حارات الانعطاف إلى اليسار).
2. الوضع المروري (أطوار الانعطاف إلى اليسار).

1-6-1 الوضع الهندسي (حارات الانعطاف إلى اليسار Left – Turn Lanes) :

تصادف العربات المنعطفة إلى اليسار مشاكل تتعلق بالسلامة المرورية وذلك بسبب العديد من مصادر التصادم: سائقي الدراجات، المشاة، المرور المتحرك بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة، المرور المتحرك بحركة مستقيمة في نفس الاتجاه (على نفس الذراع)، والمرور المتقاطع.

غالباً ما تكون أنواع التصادمات: بزاوية، اصطدام جانبي للعربات المتحركة في نفس الاتجاه، حوادث الصدم من الخلف.

1-1-6-1 إضافة حارة واحدة للانعطاف إلى اليسار Add Single Left – Turn Lane :

إن إضافة حارة واحدة للحركة المنعطفة إلى اليسار على أي ذراع يتضمن حارة مشتركة (الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة) تكون قابلة للتطبيق عندما تسبب أزمنة التأخير للحركات المستقيمة تأثيرات سلبية على أداء التشغيل و/ أو درجة السلامة المرورية على الذراع، ففي حالة وجود مقدار كبير من

حوادث الصدم من الخلف للعربات المنعطفة إلى اليسار المتبوعة بالعربات المستقيمة تكون إشارة إلى ضرورة تصميم، وإضافة حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار.
عملياً نلاحظ أن العربات المنعطفة المنفصلة من تيار الحركة المستقيمة تنتقل ببطء أو تسبب بطء في حركة العربات المتحركة بحركة مستقيمة، وهذا ما يزيد من إمكانية الصدم من الخلف. تزيد حارات الانعطاف إلى اليسار من سعة الذراع مما يسمح بدوره بتنوع أكثر في خيارات طور إشارة المرور الضوئية.

من ناحية أخرى، وبالاعتماد على كيفية إضافة حارة الانعطاف إلى اليسار فإن هذه الحارة قد تزيد من مسافة، زمن، وتعرض المشاة لتصادم مروري محتمل هذا كله قد يزيد من زمن دورة الإشارة الضوئية، ويسبب أزمنة تأخير إضافية لكل مستخدمي التقاطع.

1-6-1-1-1 العوامل الرئيسية لتبرير وجود حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار :

1. التصنيف الوظيفي (Functional Classification):
يجب أن تؤخذ حارة الانعطاف إلى اليسار بعين الاعتبار في حالة الشريانات والشريانات الرئيسية و ذلك لتلائم أي زيادة متوقعة في الحجوم المرورية .
2. سرعات الاقتراب على الذراع (Prevailing Approach Speeds):
أي زيادة في فروقات السرعة بين العربات المنعطفة إلى اليسار ذات السرعة الأخفض والمتحركة بحركة مستقيمة يمكن أن تؤدي إلى زيادة عدد حوادث الصدم من الخلف.
3. سعة التقاطع (Capacity of an Intersection):
إن إضافة حارة انعطاف إلى اليسار على التقاطع يمكن أن يزيد من عدد العربات التي تستفيد من التقاطع.
4. نسبة عربات الذراع المنعطفة إلى اليسار
(Proportion of Approach Vehicles Turning Left) :
إن الحجوم المرتفعة للمرور المنعطف إلى اليسار ينتج تصادمات مرورية متزايدة وأزمنة تأخير للعربات المتحركة بحركة مستقيمة.
5. الحجوم المرورية للعربات المتحركة بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة
(Volumes of Opposing Through Vehicles):

إن الحجوم المرورية المرتفعة للعربات في الجهة المقابلة تنقص عدد الثغرات المتوفرة لأجل الحركة المنعطفة إلى اليسار(بافتراض أن الطور مسموح). وهكذا تزداد التصادمات المرورية وأزمنة التأخير للحركات المتحركة بحركة مستقيمة القادمة من الذراع المقابل .

6. شروط التصميم (Design conditions):

قد نحتاج لحارة الانعطاف إلى اليسار لتحسين مسافة الرؤية .

7. سجل الحوادث المرتبط بالعربات المنعطفة (Crash history associated with turning vehicles):

يجب اعتماد حارة الانعطاف إلى اليسار الخاصة في حال وجد عدد كبير من التصادمات المرورية التي تتضمن العربات المنعطفة إلى اليسار على الذراع .

في ظل غياب بيانات موقع معين فإن HCM 2000 تبين الحاجة لوجود حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار في حال كان حجم الانعطاف إلى اليسار أكبر من 100 عربة في ساعة الذروة.

عموماً، قد نحتاج إلى حارات الانعطاف إلى اليسار الخاصة عندما يكون حجم الانعطاف إلى اليسار أكبر من 20% من حجم المروري الكلي على الذراع، أو عندما يكون حجم الانعطاف إلى اليسار أكبر من 100 عربة لكل ساعة في فترات الذروة. [9]

يبين الجدول (1–4) ثلاث حالات مختلفة لمعالجة حركة الانعطاف إلى اليسار: [4]

a. الحالة الأولى: لا يوجد حارات خاصة للانعطاف إلى اليسار.
b. الحالة الثانية: حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار على الذراع الرئيسي فقط.
c. الحالة الثالثة: حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار على كلا الذراعين الرئيسي والثانوي.

الجدول (1–4) حالات معالجة حركة الانعطاف إلى اليسار

الحالة الأولى: لا يوجد حارات خاصة للانعطاف إلى اليسار				
بافتراض أطوار الإشارة الضوئية الحرجة*			2	
حجوم الانعطاف إلى اليسار			الذراع الرئيسي الحرج ≥ 125** veh/hr	
			الذراع الثانوي الحرج ≥ 100 veh/hr	
مستوى السعة التصميمي (veh/hr)، مجموع حجوم الذراع الحرجة ***			عدد الحارات الرئيسية**** ، الذراع الرئيسي	
		2	3	4
عدد الحارات	1	1700	2300	-

الرئيسية ، الذراع الثانوي	2	2400	3000	-
	3	-	-	-
الحالة الثانية: حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار على الذراع الرئيسي فقط				
بافتراض أطوار الإشارة الضوئية الحرجة	3			
حجوم الانعطاف إلى اليسار	الذراع الرئيسي الحرج: 150 – 350 veh/hr			
	الذراع الثانوي الحرج ≥ 125 veh/hr			
مستوى السعة التصميمي (veh/hr)، مجموع حجوم الذراع الحرجة	عدد الحارات الرئيسية ، الذراع الرئيسي			
	2	3	4	
عدد الحارات الرئيسية ، الذراع الثانوي	1	1600	2100	2300
	2	2100	2600	2800
	3	2700	3000	3200
الحالة الثالثة: حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار على كلا الذراعين الرئيسي والثانوي				
بافتراض أطوار الإشارة الضوئية الحرجة	4			
حجوم الانعطاف إلى اليسار	الذراع الرئيسي الحرج: 150 – 350 veh/hr			
	الذراع الثانوي الحرج: 150 – 350 veh/hr			
مستوى السعة التصميمي (veh/hr)، مجموع حجوم الذراع الحرجة	عدد الحارات الرئيسية ، الذراع الرئيسي			
	2	3	4	
عدد الحارات الرئيسية ، الذراع الثانوي	1	1500	1800	2000
	2	1900	2100	2400
	3	2200	2300	2800

*أطوار الإشارة الضوئية الحرجة تكون أطوار غير متزامنة .

**الذراع الحرج هو الذراع ذو الغزارة الأعلى للذراعين المتقابلين (بافتراض نفس عدد الحارات).

***استخدم نسبة من السعة لأجل الأغراض التصميمية (مثل 80 أو 90%).

****الحارات الرئيسية تكون الحارات المستقيمة ، وحارات الانعطاف الخاصة.

2-1-1-6-1 عناصر التصميم الأساسية (Key Design Features):

تتضمن عناصر التصميم الأساسية لأجل حارة الانعطاف إلى اليسار الخاصة منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي، طول منطقة التخزين، عرض الحارة والإزاحة. [1]

1) منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي (Entering Taper):

يجب أن تصمم هذه المنطقة لكي :

a. تسمح للعربات بمغادرة حارة الحركة المستقيمة مع الحد الأدنى من استعمال مكابح العربة بهدف تخفيض السرعة.

b. تؤمن طول كافٍ لإبطاء العربات وانضمامها لمؤخرة الرتل.

إن طول منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي القصير نسبياً وطول حارة التباطؤ الأطول قد تكون قابلة للتطبيق على التقاطعات المزدحمة حيث تكون السرعات منخفضة خلال ساعات الذروة، هذا ما يسمح بمسافة أكثر لتخزين العربات خلال ساعة الذروة ويخفض من إمكانية تجاوز العربات إلى الحارة المستقيمة المجاورة.

يشير AASHTO إلى أن نسبة منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي 1:8 إلى 1:15 تكون شائعة لأجل الطرق السريعة.

طول منطقة الدخول القصير قد يزيد من إمكانية الصدم من الخلف في حال توقفت عربة فجأة، بينما طول منطقة الدخول الطويل جداً قد يؤدي إلى انتقال السائقين المتجهين بشكل مستقيم وبشكل غير مقصود إلى حارة الانعطاف إلى اليسار، خصوصاً إذا وقعت ضمن منحني أفقي.

يشير AASHTO إلى أنه يتم استعمال أطوال منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي مثل 30 m لأجل حارة واحدة للانعطاف إلى اليسار، كما يجب تصميم منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي بدقة وعند كل زاوية، لأنه في حالة الصدم من الخلف فإن العربة المنعطفة إلى اليسار يمكن أن تدفع إلى داخل حارة الحركة المستقيمة للمرور القادم مما يسبب حوادث خطيرة. [1]

2) طول منطقة التخزين (Storage Length):

يجب أن يكون طول منطقة التخزين لحارة الانعطاف إلى اليسار طويل بشكل كاف لتخزين عدد من العربات التي من المحتمل أن تتراكم أثناء فترة الذروة لذلك فإن الحارة قد تعمل بشكل مستقل عن حارات الحركة المستقيمة. يجب أن يكون طول منطقة التخزين كافٍ لمنع العربات من التجاوز من حارة حركة الانعطاف إلى اليسار إلى حارة الحركة المستقيمة المجاورة.

يتعلق طول منطقة التخزين بطول دورة إشارة المرور الضوئية، أطوار إشارة المرور الضوئية نسبة وصول ومغادرة العربات واختلاط العربات .

يجب أن تصمم حارة الانعطاف إلى اليسار لتلائم من مرة ونصف إلى مرتين من العدد المتوسط لأرتال العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية . [9,1]

3) عرض الحارة (Lane width):

ترتكز متطلبات عرض حارة الانعطاف إلى اليسار على اعتبارات التشغيل بشكل كبير .

تشير HCM2000 إلى أن عرض حارة المرور القياسي يكون 3.6m حيث أنه يلبي متطلبات غزارة المرور العالية.

عندما يكون من غير الممكن إنجاز العرض القياسي لأجل حارة الانعطاف إلى اليسار أو عندما تفرض حاجات المشاة شروط معينة، يمكن استخدام عرض حارة أقل من القياسي بشرط أن لا يقل عن 2.7m. ولكن في بعض الحالات على الطرق ذات السرعات المنخفضة يسمح بأن يكون عرض الحارة 2.4m لأجل بعض حارات الانعطاف إلى اليسار. [1]

4) الإزاحة (Offset):

تعد مسافة الرؤية الكافية عامل هام يؤثر على حركات الانعطاف إلى اليسار المسموحة من حارات الانعطاف إلى اليسار في الجهة المقابلة على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية.

في هذه الحالات، يجب على السائقين أن يختاروا الثغرات في تيار المرور المتحرك بحركة مستقيمة والقادم من الجهة المقابلة لكي يقوموا بعمليات الانعطاف إلى اليسار. هذه المناورة تصبح أكثر خطورة عندما تعيق العربات في حارة الانعطاف إلى اليسار في الجهة المقابلة رؤية المرور القادم. مما يجعل المناورة أكثر صعوبة لإيجاد ثغرات كبيرة تكون كافية لإنجاز عملية الانعطاف إلى اليسار بأمان.

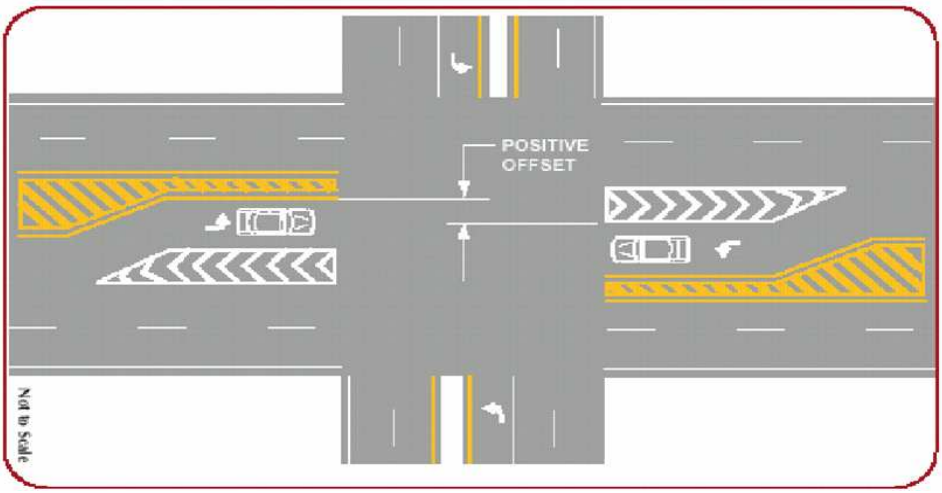
تنخفض مسافة الرؤية للانعطاف إلى اليسار من قبل العربات المنعطفة إلى اليسار في الجهة المقابلة بالاعتماد على عوامل عديدة تتضمن:

a. حجم وموقع العربات المنعطفة إلى اليسار في الجهة المقابلة.
b. عرض أذرع التقاطع.
c. عرض المنصف.
d. العرض ومقدار الإزاحة لحارات الانعطاف إلى اليسار.
e. التخطيط الأفقي والشاقولي لأذرع التقاطع.

تتم إزاحة حارات الانعطاف إلى اليسار بحيث تتوضع العربات بشكل ملائم على الأذرع، وعلى مسافة أبعد إلى اليسار، وبالتالي تبعد العربات من خط الرؤية للعربات المنعطفة إلى اليسار في الجهة المقابلة. هذا يساعد على تحسين مسافات الرؤية، وعمليات تشغيل حركة الانعطاف إلى اليسار عن طريق تحسين قبول السائق للثغرات في المرور المتحرك بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة، وإزالة إمكانية تداخل ممرات العربة. هذا يكون صحيحاً خصوصاً لأجل السائقين الأكبر سناً والذين قد يجدون صعوبة في تقدير الثغرات في المرور المتحرك بحركة مستقيمة القادم .

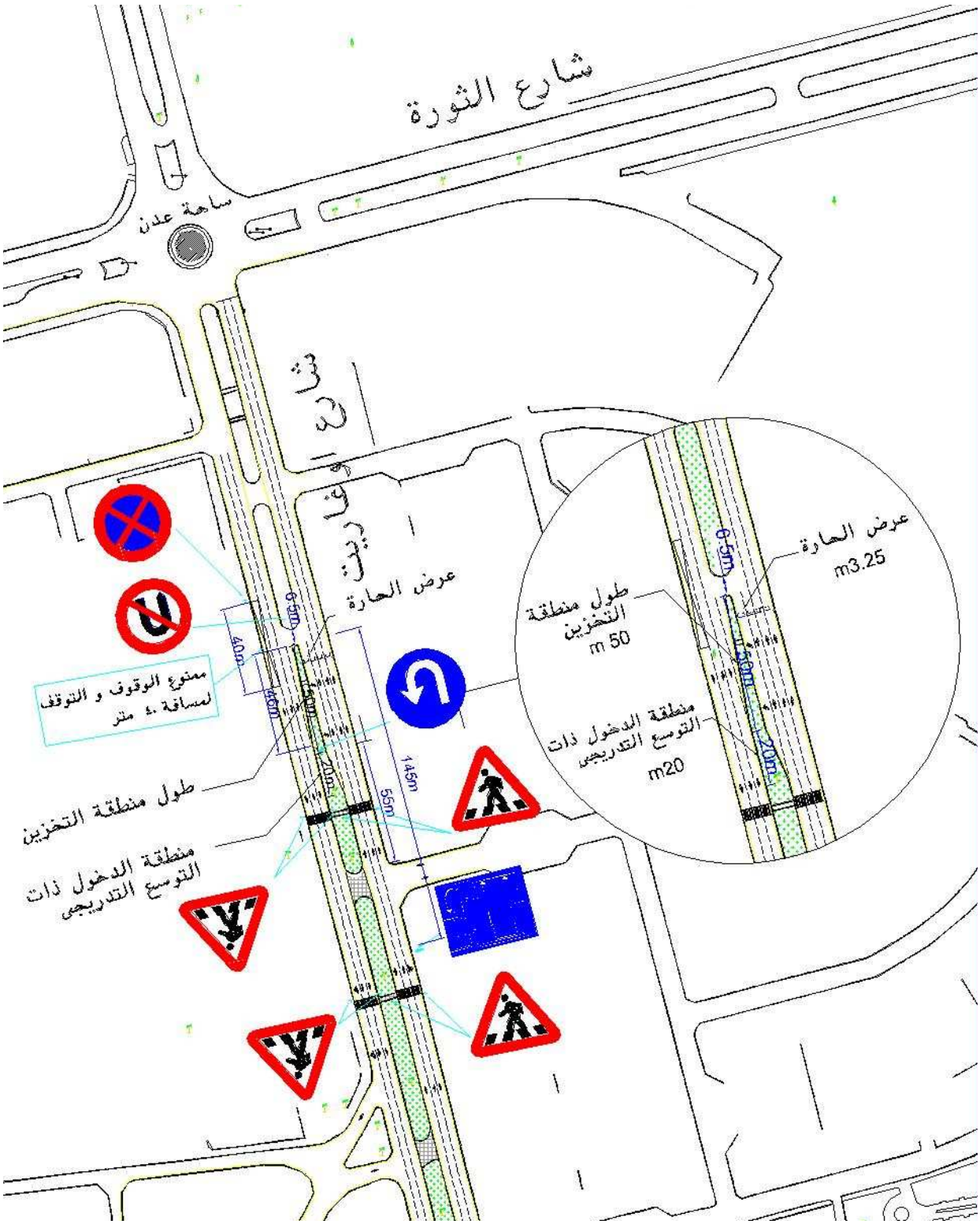
توصي سياسة AASHTO أن المنصف ذا العرض الأكبر من 5.4m يجب أن يملك إزاحة لحارات الانعطاف إلى اليسار. [1]

يوضح الشكل (1-8) إزاحة لحارات الانعطاف إلى اليسار على تقاطع بأربعة أذرع



الشكل (1-8) إزاحة حارات الانعطاف إلى اليسار .

كما يوضح الشكل (1-9) تصميم حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار حيث تظهر عناصر التصميم الأساسية (منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي، طول منطقة التخزين، عرض الحارة)



الشكل (1-9) حارة انعطاف لليسار في شارع أوغاريت (مدينة اللاذقية).

3-1-1-6-1 قنولة حركة الانعطاف إلى اليسار (Left – Turn Channelization):

تضمن قنولة حركة الانعطاف إلى اليسار افتراق العربات المنعطفة إلى اليسار من تيار المرور المتحرك بحركة مستقيمة، حيث توجه السائقين خلال أي ذراع من أذرع التقاطع وتؤمن زيادة السعة وراحة السائق.
يؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم قنولة الانعطاف إلى اليسار اعتبارات العربة التصميمية، ومقطع الطريق العرضي، الحجوم المرورية، وسرعات العربة، ونوع وموقع عملية الضبط المروري، المشاة ومواقف الحافلات، بالإضافة إلى معايير التصميم السابقة، يجب أن تعطى الاعتبارات لحارة المرور حيث لا يجب أن تسبب للسائقين انعطافات بزوايا تتفاوت أكثر من 90°.
تنفذ القنولة باستعمال الأطاريف البيتونية، أو الجزر المحددة باستخدام الطلاء الطرقي أو المحددات في حين أن استخدام المنصفات المرفوعة يعتمد على شروط التقاطع المعطى.
تؤمن القنولة باستخدام الطلاء الطرقي توجيه السائقين بدون إظهار أية إعاقة في الطريق وتكون أكثر ملائمة للعربات التي تتقدم بسرعات عالية خلال التقاطع. ولكن ومن ناحية أخرى فإن الطلاء الطرقي يكون أكثر صعوبة للرؤية في الليل، و خصوصاً على التقاطعات غير المضاءة.
إن الجزر ذات الأطاريف المرفوعة يجب أن تؤمن التوجيه المناسب في منطقة التقاطع ولكن يجب أن لا تظهر أية إعاقة بالنسبة للعربات. [5]

تضمن القنولة المحددة بالأطاريف لحارات الانعطاف إلى اليسار فوائد السلامة التالية:

1- تحدد ممرات الانعطاف بشكل واضح عند بداية منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي للمنصف
2- تحسين مسافة الرؤية لسائقي الانعطاف إلى اليسار.
3- تزيح حارات الانعطاف إلى اليسار المقابلة بشكل آني من أحدها إلى الآخر.
4- تمنع الصدم الجانبي الناتج من انتقال السائقين من حارات الانعطاف إلى اليسار إلى حارات الحركة المستقيمة أو العكس بالعكس.

4-1-1-6-1 أداء السلامة المرورية (Safety Performance):

إن وجود حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار يمكن أن يخفض عدد حوادث الصدم من الخلف وحوادث الصدم خلال الزمن الأحمر.
حسب تقرير NCHRP-279 وجد أنه عند إنشاء حارات الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية بدون طور الإشارة الضوئية للانعطاف إلى اليسار المحمي، تم الحصول على تخفيض قدره 15% في حوادث الصدم الكلية، وتخفيض قدره 35% في حوادث الصدم الكلية عندما يزود طور الانعطاف إلى اليسار المحمي.[5,4]

إن تنفيذ حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار على أحد الأذرع الرئيسية للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية يخفض عدد الحوادث الكلية بنسبة 18%، وبنسبة 33% عند تنفيذ حارات الانعطاف إلى اليسار على كلا الذراعين الرئيسيين. [10]

يبين الجدول (1-5) مقدار نسبة التخفيض الحاصل في عدد الحوادث وذلك حسب نوع القنولة

الجدول (1–5) التخفيض الحاصل في الحوادث حسب نوع القنولة.[11]

المعالجة	الفوائد
القنولة المحددة بالأطاريف لحارة الانعطاف إلى اليسار	26% التخفيض المقدر في كل حوادث الصدم
	79% التخفيض المقدر في حوادث الصدم الجانبي و المباشر
القنولة بالطلاء الطرقي لحارة الانعطاف إلى اليسار	45% التخفيض المقدر في كل حوادث الصدم
	63% التخفيض المقدر في الصدم المباشر
	39% التخفيض المقدر في حوادث الصدم من الخلف
	35% التخفيض المقدر في حوادث اصطدام الانعطاف إلى اليسار

1-1-6-1-5 أداء التشغيل (Operational Performance):

إن إضافة حارة انعطاف إلى اليسار تزيد من سعة الذراع بانتقال حركات الانعطاف إلى اليسار من تيار المرور المتحرك بحركة مستقيمة، كما أن إضافة حارة انعطاف لليسار قد تسمح باستعمال طول دورة إشارة ضوئية أقصر أو تخصيص زمن أخضر للحركات الحرجة الأخرى. [5]

1-1-6-1-6 التأثيرات المتعددة النماذج (Multimodal Impacts):

في الحالات التي تتطلب زيادة عرض الذراع بهدف إضافة حارة انعطاف لليسار، فإن مسافة العبور ومنطقة تصادم المشاة تزداد، مما يزيد الحد الأدنى للزمن المطلوب لأجل عبور المشاة.

في هذه الحالة يجب أن تؤخذ أماكن التجاء المشاة (جزر المشاة) وإشارة المشاة حسب الطلب بعين الاعتبار. [5]

1-1-6-1-7 التأثيرات الفيزيائية (Physical Impacts):

يجب على المصممين أن يستعملوا تحذير مناسب عند إعادة تخطيط الأكتاف لتأمين أو زيادة طول حارة الانعطاف إلى اليسار حيث أننا قد نفقد جزء من فوائد الأمان نتيجة تنفيذ حارة الانعطاف إلى اليسار بسبب الخسارة في عرض الكتف، القرب من الأجسام الموجودة على جانبي الطريق ونقصان مسافة الرؤية على التقاطع. [5]

8-1-1-6-1 التأثيرات الاجتماعية – الاقتصادية (Socioeconomic Impacts):

إن التخفيض المحتمل في زمن الرحلة وفي الانبعاثات الناجمة عن العربات يكون من فوائد حارات الانعطاف إلى اليسار. يزود السائقين بمدى معين من الراحة عندما يكونون قادرين على الانتظار للانعطاف خارج تيار الحركة المستقيمة، وبحيث لا يؤخرون العربات الأخرى ويمكن أن ينتظروا الثغرة المريحة.

إن كلف البناء والشاخصات المرورية، والتخطيط المرافق يعد واحد من الأضرار الاقتصادية الرئيسية عند تنفيذ حارة الانعطاف إلى اليسار. [5]

9-1-1-6-1 التنفيذ، التعليم و الصيانة

:(Enforcement, Education, and Maintenance)

قد نحتاج إلى التنفيذ الدوري لحارة الانعطاف إلى اليسار لمنع إغلاق الذراع بشكل كامل أمام مرور العربات، يعد وجود حارات انعطاف إلى اليسار شائع على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، لا يوجد تعليمات معينة قد نحتاج إليها من أجل تهيئة السائقين عند وجود حارة الانعطاف إلى اليسار على أي تقاطع.

إن قضايا الصيانة لأجل حارات الانعطاف إلى اليسار ستكون مشابهة لصيانة المناطق الأخرى من التقاطع. الشاخصات والعلامات الأرضية يجب أن تبقى واضحة ومرئية. [5]

2-1-6-1 الحارات المتعددة للانعطاف إلى اليسار Multiple Left – Turn Lanes :

إن حارات الانعطاف إلى اليسار الثنائية والثلاثية تكون ملائمة للتقاطعات ذات حجوم الانعطاف إلى اليسار العالية بشكل كبير، والتي لا يمكن أن تخدم بشكل كاف عن طريق الحارة الواحدة للانعطاف إلى اليسار.

تستخدم حارتين للانعطاف إلى اليسار عندما يتجاوز حجم الانعطاف إلى اليسار 300 عربة في ساعة الذروة (بافتراض مستويات معتدلة من المرور المتحرك بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة والمرور في الشارع المجاور)، في حين تستخدم ثلاث حارات الانعطاف إلى اليسار، عندما يتجاوز حجم الانعطاف إلى اليسار 600 عربة في ساعة الذروة . [5]

إن حارات الانعطاف إلى اليسار الثنائية أو الثلاثية لا تكون ملائمة:

a. عندما يحدث عدد كبير من التصادمات بين العربات – المشاة.
b. لا يتوقع من العربات المنعطفة إلى اليسار أن تتمكن من التوزع بانتظام على مجموعة الحارات من دون حدوث تصادمات فيما بينها.
c. عندما تسبب القنولة إعاقة في الرؤية.

2-6-1 الوضع المروري (أطوار الانعطاف إلى اليسار Left – Turn Phasing)

1-2-6-1 مفهوم أطوار الانعطاف إلى اليسار (Concept of Left-Turn Phasing):

يكون هدف الإشارة الضوئية الموضوعة على أي تقاطع تأمين مستوى سلامة ملائم للعربات والمشاة، وتأمين نوع من التفاعل والانسجام بين الحركات المختلفة. إن أهداف السلامة والسعة غالباً ما تتعارض، هذا التعارض يكون أكثر وضوحاً في حالة وجود طور انعطاف إلى اليسار محمي أو مسموح.

يعرف **طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي** بأنه الطور الذي يسمح للعربات بإنجاز حركة الانعطاف إلى اليسار في ظل توقف الغزارة المرورية على الذراع المقابل للذراع المدروس.

حسب MUTCD تستخدم إشارة السهم الأخضر للدلالة على الطور المحمي. [12]

الشكل (1- 10) طور الانعطاف إلى اليسار المحمي .

وأما **طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح** فهو الطور الذي يؤمن مرور العربات المنعطفة إلى اليسار خلال الثغرات الحاصلة في تيار المرور القادم من الذراع المقابل.

حسب MUTCD تستخدم إشارة الكرة الخضراء للدلالة على الطور المسموح. [12]

الشكل (1-11) طور الانعطاف إلى اليسار المسموح .

طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي / المسموح: الطور المحمي يتبع بالطور المسموح، هنا قد تستمر بعض العربات بالانعطاف إلى اليسار بعد أن تنتهي الحماية و تتصادم مع المرور المتحرك بحركة مستقيمة.

إن نوع طور الإشارة الضوئية المستعمل لأجل حركة الانعطاف إلى اليسار يؤثر بشكل مباشر على درجة السلامة المرورية وأداء التشغيل لحركة الانعطاف. إن مخططات الطور الأقل تقييداً تكون مفضلة وذلك لأنها تنتج أزمنة تأخير أقل بالنسبة لكل مستعملي التقاطع.

لقد اعتمد عدد كبير من الباحثين لتبرير وجود طور انعطاف لليسار سواء كان (محمي أو مسموح أو محمي/ مسموح) على المبادلة بين عدد من القضايا ذات الصلة الوثيقة بطور الانعطاف إلى اليسار، وهي:

a) الحجوم المرورية (حجم المرور المنعطف إلى اليسار وحجم المرور المتحرك بحركة مستقيمة والقادم من على الذراع المقابل).
b) أزمنة التأخير (سواء المتعلقة بالانعطاف إلى اليسار، الحركة المستقيمة أو لكامل التقاطع).
c) درجة السلامة المرورية (حوادث الانعطاف إلى اليسار، الصدم من الخلف، الصدم الجانبي، الصدم المباشر بين الحركة المنعطفة إلى اليسار والمرور المتحرك بحركة مستقيمة، الحوادث الكلية لكامل التقاطع).

إن عدد الأطوار لأجل زمن دورة الإشارة الضوئية يجب أن لا يقل عن الحد الأدنى، كما أن عدد الأطوار يتزايد وبالتالي فإن الزمن الأخضر المتوفر لأجل أطوار أخرى سوف ينقص، هذا قد ينقص فعالية التقاطع بسبب أزمنة التأخير التي تحدث في البداية، وتغير الفواصل الزمنية الصفراء، وبالتالي ينتج زمن دورة إشارة ضوئية أطول مما ينعكس سلباً على التعاقب المثالي للعربات على التقاطع. [13]

عندما تزداد حجوم الانعطاف إلى اليسار والحجوم المرورية المتحركة بحركة مستقيمة على الذراع المقابل، فإن الثغرات المقبولة في الغزارة المرورية المقابلة ستنقص وبالتالي سوف تتأخر حركة العربات المنعطفة إلى اليسار بشكل متزايد، أي أن هناك مستوى معين من الغزارة المرورية تتم حركة الانعطاف إلى اليسار فيها من خلال الطور المسموح، هذا الطور المسموح ومع زيادة الغزارة المنعطفة إلى اليسار لم يعد قادر على تأمين حاجة الانعطاف إلى اليسار. [13]

إن إدخال طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي يؤمن الحماية للعربات المنعطفة إلى اليسار ولكنه في نفس الوقت يسبب أزمنة تأخير إضافية للمرور المتحرك بحركة مستقيمة على الذراع المقابل. إدخال

الطور المحمي يتطلب زمن أخضر إضافي يؤخذ من الزمن الأخضر للحركة المستقيمة في الجهة القابلة مما يسبب زيادة في الزمن الضائع وارتفاع لمستوى الازدحام للعربات المتحركة بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة. لأجل أن يكون الانعطاف إلى اليسار المسموح مقبول من قبل المرور المتحرك بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة، فإنه يجب تأمين حجم الثغرة الكافي، حيث تتعلق الثغرة بسرعة المرور في الجهة المقابلة مع قبول الثغرة المثالية التي تتراوح من 3.5 sec – 6.5 . [13]

1-2-6-2 تجارب ودراسات عدد من الباحثين في مجال الانعطاف إلى اليسار:

❖ **Federal Highway Administration (FHWA) – 1981:**

هدفت دراسة (FHWA) إلى اختيار المعالجة الأكثر ملائمة للانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية.

اعتمدت هذه الدراسة على نسبة غزارة الانعطاف إلى اليسار في ساعة الذروة إلى السعة (v/c) وعدد الحوادث التي يمكن أن تحصل على التقاطع ونسبتها. [14]

توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1- لأجل نسبة (v/c < 0.7) للحركة المنعطفة إلى اليسار، فإنه لا توجد حاجة لطور الانعطاف إلى اليسار المحمي.

2- لأجل نسبة [v/c = (0.7 ~ 0.9)] للحركة المنعطفة إلى اليسار فإننا نحتاج إلى الطور المحمي حسب عدد الحوادث على التقاطع المدروس.

3-لأجل نسبة (v/c ≥ 0.9) تبرز الحاجة لوجود طور محمي للحركة المنعطفة إلى اليسار.

❖ **Agent – 1981 :**

ذكر تقرير Agent النتائج من دراسة استبدال طور الانعطاف إلى اليسار المحمي بالطور المسموح على أربعة تقاطعات بشكل حرف T مع مسافات رؤية كافية وحارات انعطاف إلى اليسار. [15]

يبين الجدول (1-6) التغير الحاصل في أزمنة التأخير نتيجة استبدال الطور المحمي بالطور المسموح والنسبة المئوية للتخفيض نتيجة هذا التبديل.

الجدول (1- 6) التغير في أزمنة التأخير مرتبط بالانتقال من الطور المحمي إلى الطور المسموح .

معدل أزمنة التأخير seconds / vehicle			
	قبل	بعد	النسبة المئوية للتخفيض
الانعطاف لليسار	26.1	13.1	50
لكامل التقاطع	14.1	10.7	24

الحركة المستقيمة المقابلة	16.3	14.6	10
الشارع الفرعي	8.0	9.0	-13

يبين الجدول (1-7) التغير الحاصل في الحوادث نتيجة استبدال الطور المحمي بالطور المسموح.

الجدول (1-7) التغير في الحوادث مرتبط بالانتقال من الطور المحمي إلى المسموح .

	سنة واحدة قبل	سنة واحدة بعد
الكلي	44	78
الانعطاف إلى اليسار	0	35
أخرى	44	43

يمكن أن تنسب الزيادة الشديدة من 0 إلى 35 وبشكل جزئي إلى عدم إلمام السائقين الذين اعتادوا على الطور المحمي وعدم تعودهم على عملية الطور المسموح.

❖ **1982 – معهد مهندسي النقل (ITE):**

في عام 1982 درس ITE القرارات المختلفة المرتبطة بطور الانعطاف إلى اليسار. جمعت بيانات الحوادث من على 17 ذراع من التقاطعات حيث تم تغير طور الانعطاف إلى اليسار من المحمي إلى المحمي/المسموح و11 ذراع حيث تغيرت في الاتجاه المقابل من المحمي/المسموح إلى المحمي.

يبين الجدول (1- 8) نتائج دراسة فلوريدا عند تطبيق دراسة قبل و بعد .

الجدول (1-8) نتائج دراسة فلوريدا.

تغير طور الانعطاف إلى اليسار	حوادث الانعطاف إلى اليسار حوادث / سنة		حوادث أخرى / سنة	
	قبل	بعد	قبل	بعد
محمي إلى محمي / مسموح	6.5	41.5	94	114.5
محمي /مسموح إلى محمي	53	7	135	219.5

من الجدول يمكن ملاحظة أنه عند الانتقال من طور الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح إلى طور الانعطاف إلى اليسار المحمي فإن عدد الحوادث ينخفض إلى حوالي 14%، نلاحظ أيضاً من الجدول (2-5) وبصرف النظر عن الاتجاه لتغيير الطور فإن عدد الحوادث الأخرى قد ازداد.

توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

1. بالنسبة للأذرع التي يجب تزويدها بطور خاص للانعطاف إلى اليسار يكون اختيار الطور المحمي/ المسموح هو الخيار الأنسب، ما لم يكن هناك سبب مقنع لاستعمال نوع آخر من أطوار الانعطاف إلى اليسار.
2. تمت الملاحظة أن السائقين يفضلون هذا النوع من أطوار الانعطاف إلى اليسار لأن التخفيض في أزمنة التأخير سيكون ملحوظاً بشكل كبير(40% تخفيض في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار و24% قيمة التخفيض لأزمنة تأخير الحركة المستقيمة المقابلة).
3. إن الطور المحمي يجب أن يزود فقط في حالة وجود حارات انعطاف إلى اليسار ثنائية، مسافة رؤية غير كافية وسرعة عالية في الجهة المقابلة معاكسة للمرور المنعطف أو عدد كبير من الحوادث.

الانتقاد الذي وجه إلى هذه الدراسة أن النقص في معلومات أزمنة التأخير المتوفرة لديهم جعلتهم يلجؤون إلى الرأي العام وحدسهم الخاص لأجل القرار النهائي. بالرغم من أن هذا قد يكون تقدير جيد في حالة أزمنة التأخير فإنه يفتقر إلى القاعدة العلمية. [16]

❖ **Perfater – 1983 :**

درس Perfater بشكل رئيسي رد فعل السائقين عند التغيير من الطور المحمي إلى طور الانعطاف إلى اليسار المحمي / المسموح في ولاية فرجينيا. بالإضافة إلى المسح السكاني الذي أجراه والذي تم فيه ملاحظة الحجوم المرورية والتصادمات ومن ثم تحليل الحوادث.[17]

خلصت الدراسة إلى النتائج التالية:

1. تناقصت الحوادث الكلية من 70 إلى 58 .
2. تزايدت حوادث الانعطاف إلى اليسار من 16 إلى 24 .
3. إن 70% من ردود المسح السكاني كانت لمصلحة طور الإشارة الضوئية المحمي / المسموح وأن 77% منهم اعتقدوا أنه تم تخفيض أزمنة التأخير.

❖ **Federal Highway Administration (FHWA) – 1983**:

تمكنت من وصف مبررات وجود طور مخصص للانعطاف إلى اليسار وذلك من خلال مسوحات لـ 45 تقاطع في ظل شروط مرورية متنوعة بشكل كبير. حيث أن معايير ضرورة وجود طور الانعطاف إلى اليسار المحمي اعتمدت على الحجم، و أزمنة التأخير، والحوادث. [13]

1- الحجم :

a. مجموع العربات المنعطفة إلى اليسار والمتصادمة بشكل مباشر مع العربات الأخرى خلال ساعة الذروة يجب أن يكون أكبر من 100 عربة .
b. حجوم فترة ساعة الذروة المنعطفة إلى اليسار والتي تبقى منتظرة في نهاية الزمن الأخضر أكبر من عربتين لكل دورة إشارة ضوئية وذلك لكل ذراع (من أجل الإشارات الضوئية ذات الزمن الثابت).
c. حجوم الانعطاف إلى اليسار أكبر من 50 عربة لأجل ساعة الذروة عندما تتجاوز سرعة المرور المتحرك بحركة مستقيمة 70 Km/h.

2- أزمنة التأخير :

a. أزمنة التأخير للعربات المنعطفة يساراً تكون أكبر من زمن دورتي إشارة ضوئية.
b. أزمنة تأخير العربة الواحدة المنعطفة إلى اليسار دورة إشارة ضوئية واحدة أو أكثر أثناء ساعة الذروة.

3- الحوادث :

a. خمسة حوادث أو أكثر لحركة الانعطاف إلى اليسار في فترة 12 شهر.
b. عند استعمال طور محمي / مسموح (P/P (Protected/Permissive)) رئيسي يتم استخدام كاشف رتل الانعطاف إلى اليسار وذلك لتحسين فعالية تشغيل التقاطعات عموماً.

❖ **Rouphail – 1986 :**

تتم حماية حركة الانعطاف إلى اليسار عندما نسبة الحجم إلى السعة لأجل العربات المنعطفة إلى اليسار تتجاوز نسبة الحجم إلى السعة لأجل المرور المتحرك بحركة مستقيمة.

حيث إن السعة تحسب باستخدام مفاهيم غزارة الإشباع، الزمن الأخضر الفعال وزمن دورة الإشارة الضوئية القصوى Webster.

وبالتالي يتم استخدام طور الانعطاف إلى اليسار المحمي على التقاطع عندما :

$$\frac{Vjl}{Cjl} \geq \frac{Vjo}{Cjo}$$

Vjl: حجم المرور المنعطف إلى اليسار .

Vjo : حجم المرور المتحرك بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة في الطور j حيث أن j = 1,2,...

Cjl : سعة حارة الانعطاف إلى اليسار في الطور j .

Cjo : سعة الحارة المستقيمة في الطور j .

الانتقاد الذي وجه لهذه الدراسة :

أولاً : يمكن أن نجعل نسب حجمين إلى السعة تتساوى بتخصيص ثانية إضافية للزمن الأخضر وذلك بدون تأمين حماية الانعطاف إلى اليسار.

ثانياً : إن حماية الانعطاف إلى اليسار ستبدو مبررة حتى إذا كانت نسبة الحجم إلى السعة لأجل الانعطاف إلى اليسار صغيرة ونسبة الحجم إلى السعة للمرور المتحرك في الجهة المقابلة أصغر منها.

وهكذا وحسب Rouphail فإن أزمنة التأخير فقط لأجل المرور المنعطف إلى اليسار يعتقد أنها ستكون الحافز لحماية الانعطاف إلى اليسار. [18]

❖ **Stonex and Upchurch- 1987** :

فحص كل من Stonex and Upchurch تأثير تغيير طور الانعطاف إلى اليسار من الطور المسموح إلى الطور المحمي/المسموح على أزمنة التأخير والتوقفات على تقاطع واحد، ولكن لم يتم دراسة تأثير هذا التغيير على الحوادث.

كان لدى قسم **Phoenix** لهندسة المرور مانع من استعمال طور محمي أو طور محمي /مسموح للأسباب التالية :

1. يأخذ زمناً أخضر من الحركة المستقيمة.
2. يزيد من أزمنة التأخير الكلية و ينقص السعة.
3. يعرقل تعاقب العربات الذي يعمل بشكل جيد جداً على نظام شبكة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية (يعرقل تنفيذ الموجة الخضراء).

استنتج الباحثون أن تأمين الحماية للمرور المنعطف إلى اليسار يستوجب استعمال أزمنة دورة إشارة ضوئية أطول وفعالية أقل بالنسبة للزمن الأخضر. مما يمكن أن يسبب زيادة في أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع بالمقابل انخفضت أزمنة التأخير للعربات المنعطفة إلى اليسار بنسبة 18% . [19]

❖ **Upchurch -1991:**

قارن الباحث بين معدلات الحوادث لأنواع مختلفة من أطوار الانعطاف إلى اليسار وذلك وفقاً لحجم الانعطاف إلى اليسار والحجوم المرورية المتحركة بحركة مستقيمة على الذراع المقابل. تمت الدراسة على 523 ذراع لتقاطعات مع حارات انعطاف لليسار في ولاية أريزونا. أشارت النتائج إلى أن الطور المحمي يملك نسبة حوادث منخفضة أكثر من الطور المحمي / المسموح. ولكن في نفس الوقت فإن الطور المحمي قد لا يكون بفعالية الطور المحمي /المسموح. [20]

❖ **Clark and Daniel – 1994:**

يرى كل من Clark and Daniel أن حماية حركة الانعطاف إلى اليسار تعد كالمبادلة بين تخفيض أزمنة التأخير وحوادث المرور المنعطف إلى اليسار، وبين الزيادات في أزمنة التأخير والحوادث الكلية. [21]

1- موقع الكاشف (Detector Location):

عن طريق الموقع المناسب لوجود الكاشف في حارة الانعطاف إلى اليسار فإنه يمكن التحكم بنسبة دورات الإشارة الضوئية والتي يمكن للمرور المنعطف إلى اليسار أن يكتسب طور محمي.

تم فحص خيارين:

a. الخيار الأول (Option 1):

مكان وجود الكاشف في منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي لحارة الانعطاف إلى اليسار بذلك يدعى طور الإشارة الضوئية المحمي/المسموح حيث تنتظر العربة لانجاز عملية الانعطاف إلى اليسار.

b. الخيار الثاني (Option 2):

مكان وجود الكاشف يكون على بعد حوالي 15m بعكس اتجاه تيار المرور المار من منطقة الدخول ذات التوسع التدريجي لحارة الانعطاف إلى اليسار، يدعى طور الإشارة الضوئية بالطور المحمي /المسموح عندما تنتظر أكثر من ثلاث عربات و ذلك لإنجاز الانعطاف إلى اليسار.

عندما يكون المرور المنعطف إلى اليسار من نوع العربات الثقيلة فإنه خلال دورة الإشارة الضوئية تنتظر ثلاث عربات على الأقل لإنجاز الانعطاف إلى اليسار.

إن الخيار الأول يهتم بدرجة السلامة المرورية في حين أن الخيار الثاني يهتم بأزمنة التأخير.

2- دراسات قبل – بعد (Before – After Studies):

إن المجموع الكلي للحوادث متضمنة العربات المنعطفة إلى اليسار جمعت من على خمسة تقاطعات ريفية، حيث طبق طور الإشارة الضوئية " المحمي /المسموح " على ذراع واحد على الأقل.

يبين الجدول (1-9) نتائج تطبيق دراسة قبل – بعد على خمسة تقاطعات من ناحية درجة السلامة المرورية.

الجدول (1-9) نتائج تطبيق دراسة قبل – بعد على خمسة تقاطعات

نوع الحادث	التغير بـ %
حوادث الانعطاف إلى اليسار على ستة أذرع حيث استخدم الطور المحمي/المسموح	-50%
حوادث الانعطاف إلى اليسار على تسع أذرع مع حارة انعطاف لليسار ولكن بدون حماية	+22.1%
المجموع الكلي لحوادث التقاطع	-10.4%

❖ **Shebeeb -1995** :

قام الباحث بفحص المبادلات بين درجة السلامة المرورية وفعالية التشغيل لعدد من أنواع أطوار الانعطاف إلى اليسار على 54 تقاطع في ولايتي تكساس ولويزيانا، حيث قيست الفعالية بواسطة أزمنة تأخير التوقف/ العربة التي تنجز مناورة الانعطاف إلى اليسار في ساعة الذروة، استنتجت الدراسة العلاقة المتبادلة بين درجة السلامة المرورية وفعالية التشغيل.

يبين الجدول (1– 10) نسبة الحادث وأزمنة التأخير حسب أطوار الانعطاف إلى اليسار .

الجدول (1– 10) نسبة الحادث وأزمنة التأخير حسب أطوار الانعطاف إلى اليسار .

نوع الطور	عدد الأذرع	نسبة الحادث	أزمنة تأخير التوقف / عربة منعطفة لليسار
مسموح	38	49.2	14 sec
محمي/ مسموح	63	45.0	30 sec
محمي	58	17.9	46 sec

عرفت **نسبة الحادث :** عدد الحوادث على الذراع الذي يتضمن الحركات المنعطفة إلى اليسار مضروبة ب 10^6وقسمت على الحجم المنعطف إلى اليسار الساعي × الحجم المروري الساعي المتحرك بحركة مستقيمة على الذراع المقابل.

غير أن الانتقاد الموجه لهذه الدراسة كان أنها قامت بدراسة أزمنة تأخير الحركات المنعطفة إلى اليسار فقط بدون اعتبار أزمنة تأخير الحركات المتحركة بحركة مستقيمة، واستنتاج الباحث أنه " من وجهة النظر الهندسية، وإذا كان الهدف فعالية التشغيل فإنه يجب على مهندسي المرور أن يفضلوا الانعطاف إلى اليسار المسموح على المحمي " . [22]

❖ **National Cooperative Highway Research Program (NCHRP)- 1996:**

إن الشرط الأساسي لطور الانعطاف إلى اليسار لإشارة المرور الضوئية على أي تقاطع يعتمد على الحجوم المرورية لحركة الانعطاف إلى اليسار، أزمنة تأخير العربات، مسافة الرؤية ودرجة السلامة المرورية على التقاطع.

أكدت الدراسة أيضاً أنه بينما ينقص طور الانعطاف إلى اليسار من أزمنة تأخير المرور المنعطف إلى اليسار فإنه من الممكن أن ينتج أزمنة تأخير أكثر لكامل التقاطع لأنها تتطلب زمن أخضر أكثر من زمن دورة الإشارة الضوئية وذلك من أجل هذه الحركات المنعطفة الأكبر. [23]

❖ **Koupai and Kothari 1999 – (Koupai) – 1999 :**

يعتبر طور الانعطاف إلى اليسار المحمي فقط ضرورياً إذا وافق أي من المعايير التالية : [24]

a. الحد الأدنى للانعطاف إلى اليسار عربتان لكل دورة إشارة ضوئية وناتج ضرب الحجم الساعي للانعطاف إلى اليسار بالحجم الساعي للحركة المستقيمة في الجهة المقابلة يتجاوز

150000 لأجل حارة حركة مستقيمة واحدة في الجهة المقابلة ويتجاوز 300000 لأجل حارتين للحركة المستقيمة في الجهة المقابلة، مع ثغرة غير كافية (تقدر الثغرة الكافية بـ 5.5 sec) لأجل إنجاز الانعطاف إلى اليسار في المرور المتحرك بحركة مستقيمة والقادم من الذراع المقابل.

b. تتجاوز سرعة انطلاق المرور في الجهة المقابلة 70 km/h.
c. حوادث اصطدام الانعطاف إلى اليسار لكل ذراع (من ضمن ذلك حوادث صدم المشاة) تساوي 4 أو أكثر لكل سنة أو 6 أو أكثر لكل سنتين أو 8 أو أكثر لكل ثلاث سنوات
d. حركة الانعطاف إلى اليسار تجتاز ثلاث حارات أو أكثر للمرور المتحرك بحركة مستقيمة في الجهة المقابلة.
e. وجود حارات الانعطاف إلى اليسار.
f. مسافات الرؤية للمرور القادم تكون أقل من المسافات الدنيا في الجدول (2–8).
g. تشير الدراسة الهندسية إلى الحاجة لإشارات ضوئية للانعطاف إلى اليسار.

يبين الجدول (1-11) الحد الأدنى لمسافة الرؤية الموصى بها لأجل السماح بالانعطاف إلى اليسار المسموح.

الجدول (1-11)الحد الأدنى لمسافة الرؤية الموصى بها لأجل السماح بالانعطاف إلى اليسار المسموح

السرعة التصميمية km/h	تصميم مسافات الرؤية للتقاطعات لأجل عربات المسافرين* m	السرعة التصميمية km/h	تصميم مسافات الرؤية للتقاطعات لأجل عربات المسافرين* m
30	50	80	125
40	65	90	140
50	80	100	155
60	95	110	170
70	110	120	185

*لأجل عربة المسافرين التي تنجز الانعطاف إلى اليسار من الطرق السريعة غير المقسمة للشروط الأخرى والعربات التصميمية ، زمن الثغرة يجب أن يعدل و يجب إعادة حساب مسافة الرؤية .

❖ **Highway Capacity Manual (HCM) – 2000 :**

تهدف الدراسات المرورية في مجال تقييم الوضع المروري الراهن إلى تقدير مستوى الخدمة للطرق من خلال العديد من المعايير المرورية مثل غزارة الإشباع (Saturation Flow) والسعة

(Capacity) وأزمنة التأخير (Delay Time) ..الخ . تعطي العديد من الكودات العالمية مثل الكود الأمريكي (HCM2000) بعض العلاقات التحليلية لحساب وتقدير هذه المعايير بالاعتماد على العديد من المعاملات المستنتجة من خلال تجارب وخبرات عالمية.

من أهم هذه المعاملات من ناحية تأثيره الكبير على المعايير المرورية السابقة عامل الانعطاف إلى اليسار ("F_{LT}" Adjustment for Left turns) . [8]

يعتمد عامل الانعطاف لليسار على مجموعة من المتغيرات :

- إذا كانت حركة الانعطاف لليسار تتم من حارة خاصة أو مشتركة.
- نوع الطور (محمي ، مسموح ، محمي/ مسموح).
- نسبة العربات المنعطفة لليسار في حارة مشتركة من مجموعة الحارات.
- معدل غزارة المرور على الذراع المقابل عندما يكون الانعطاف لليسار مسموحاً.

بالإضافة إلى عامل تأثير المشاة الذي يعتمد على قيم غزارة المشاة .

يستخدم عامل الانعطاف إلى اليسار f_{LT} ست حالات موضحة في الجدول التالي :

الجدول (1-12) الحالات المختلفة للانعطاف إلى اليسار

الحالة	نوع مجموعة الحارة	عامل الانعطاف إلى اليسار F_{LT}
1	حارة خاصة + طور محمي	0.95
2	حارة خاصة + طور مسموح	إجراءات خاصة حسب أوراق العمل
3	حارة خاصة + طور محمي /مسموح	طبق الحالة 1 للطور المحمي طبق الحالة 2 للطور المسموح
4	حارة مشتركة + طور محمي	$f_{LT} = \frac{1}{(1+0.05PLT)}$
5	حارة مشتركة + طور مسموح	إجراءات خاصة حسب أوراق العمل
6	حارة مشتركة + طور محمي /مسموح	طبق الحالة 4 للطور المحمي طبق الحالة 5 للطور المسموح

PLT: نسبة العربات المنعطفة إلى اليسار في مجموعة الحارات

نلاحظ من الجدول السابق وفي الحالة التي يكون فيها من ضمن مجموعة حارات المرور حارة خاصة أو مشتركة للعربات المنعطفة نحو اليسار ضمن الطور المسموح، ففي هذه الحالة يتم حساب عامل الانعطاف إلى اليسار ضمن الطور المسموح باستخدام مجموعة من العلاقات المعقدة.

❖ **Brehmer et al – 2003 :**

هدفت الدراسة إلى تقييم معيار درجة السلامة المرورية وتأثير شكل إشارة المرور الضوئية المختلفة على عملية التحكم بواسطة طور الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح ضمن المختبر، ومن خلال الدراسات الحقلية.

إن الهدف من تحليل التصادم المروري كان لتحديد ومقارنة نسب تصادم الانعطاف إلى اليسار المرتبطة بعروض الإشارة الضوئية المختلفة لطور الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح.

تم تحليل التصادم المروري على 24 تقاطع في أمريكا الشمالية، حيث تم تقييم أداء طور الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح بالاعتماد على عدد حوادث التصادم المروري لكل 100 عربة منعطفة إلى اليسار وذلك حسب شكل إشارة المرور الضوئية.

من النتائج المخيبة للآمال والتي تم التوصل إليها عام 2003 كان تأثير شكل فانوس إشارة المرور الضوئية للطور المحمي/المسموح (أصفر دائري وماض، أخضر دائري، سهم أحمر وماض) على عدد حوادث الانعطاف إلى اليسار، حيث أن الانتقاد الذي وجه لهذه الدراسة كان اعتمادها على شكل فانوس إشارة المرور الضوئية دون الأخذ بعين الاعتبار الاختلاف في غزارة المرور المنعطف إلى اليسار، غزارة المرور في الجهة المقابلة، غزارة المشاة، عدد الحارات في الجهة المقابلة، سرعة العربات على الذراع، تقرير مستوى الحادث، حدود تقرير الحادث، عمر السائق، نسبة الكحول في دم السائق، مستوى ثقافة السائق .....؟ [25]

❖ **Federal Highway Administration (FHWA) – 2010:**

هدفت هذه الدراسة إلى الإجابة عن الأسئلة التالية :

a. ما هي خيارات المعالجة الأقل كلفة لتخفيض الحوادث على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية ؟
b. كم عدد الحوادث التي تم تخفيضها ؟

تمت الدراسة على ثلاثة تقاطعات منظمة بإشارات ضوئية من مدن ديترويت، غراندرابيدز في ولاية ميشغان، حيث تم ملاحظة نسبة كبيرة من حوادث الانعطاف إلى اليسار على هذه التقاطعات .

تم تحويل طور الانعطاف إلى اليسار من المسموح إلى المسموح / المحمي، وتوصلت الدراسة وبالاعتماد على طريقة (قبل – بعد) إلى أن حوادث الانعطاف إلى اليسار انخفضت بنسبة 84%، في حين انخفضت نسبة الحوادث الناتج عنها إصابات خفيفة بنسبة 58.9% وانخفضت الحوادث الكلية بنسبة 32%.

تمكنت الدراسة من تقدير كلفة التحويل من طور الانعطاف إلى اليسار المسموح إلى الطور المسموح /المحمي والتي قدرت بحوالي 25000$ لكل تقاطع. [26]

مما سبق نجد أن مجمل الدراسات المرجعية السابقة تشير إلى:

- اعتماد عدد كبير من الباحثين عند دراسة أطوار الانعطاف إلى اليسار(طور محمي، طور مسموح، طور محمي/مسموح) على المبادلة بين عدد من القضايا ذات الصلة الوثيقة بطور الانعطاف إلى اليسار، وهي:

a) الحجوم المرورية (حجم المرور المنعطف إلى اليسار وحجم المرور المتحرك بحركة مستقيمة والقادم من على الذراع المقابل).

b) أزمنة التأخير (سواء المتعلقة بالانعطاف إلى اليسار، الحركة المستقيمة أو لكامل التقاطع)

c) درجة السلامة المرورية (حوادث الانعطاف إلى اليسار، الصدم من الخلف، الصدم الجانبي، الصدم المباشر بين الحركة المنعطفة إلى اليسار والمرور المتحرك بحركة مستقيمة، الحوادث الكلية لكامل التقاطع).

- اعتماد الباحثين على دراسة (قبل – بعد) وذلك عند الانتقال من تطبيق طور معين لحركة الانعطاف إلى اليسار (طور مسموح مثلاً) إلى تطبيق نوع آخر من أطوار حركة الانعطاف إلى اليسار (طور محمي مثلاً) مما ساعد وبشكل كبير على إجراء عملية مقارنة دقيقة بين معياري (أزمنة التأخير ودرجة السلامة المرورية) من أجل حالة كل طور، حيث تعد طريقة دراسة (قبل- بعد) من أكثر الطرق فاعلية عند تبرير استخدام طور معين لحركة الانعطاف إلى اليسار دون آخر، سيتم الاعتماد وبشكل كبير على دراسة (قبل – بعد) في هذا البحث عند دراسة الحالات المختلفة لأطوار الانعطاف إلى اليسار.

- إن الدراسات التي قدمها عدد كبير من الباحثين (نذكر منهم الباحث Agent والذي قدم بحث في عام 1981 ومن ثم توالت أبحاثه في عام 1987 و عام 1997) هدفت في النهاية إلى تقديم رؤية شاملة يتم على أساسها اختيار الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار بناءً على عدد من المعايير. الصياغة النهائية لهذه المعايير تمت على يد الباحث (Koupai-1999) والذي حدد المعايير الأساسية لضرورة وجود طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وهي المعايير التي تم الاعتماد عليها لتفسير عدد من الحالات في هذا البحث.

الفصل الثاني

الدراسة العملية والحقلية
Filed and Practical Study

1-2 اختيار المتغيرات المؤثرة على حركة الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات
Selection of Variables Affecting Left Turn Movement at Intersections:

يؤثر على الحركة المنعطفة إلى اليسار على التقاطعات عدد من المتغيرات هي :

- سرعة انعطاف الحركة المنعطفة إلى اليسار.
- مسافة عبور العربات على التقاطع المدروس.
- عرض الذراع المدروس.
- عرض الذراع في الجهة المقابلة.
- النسبة المئوية للعربات الثقيلة.

2-2 اختيار مواقع العمل Selection of Sites:

تم اختيار عدد من التقاطعات في مدينة اللاذقية وذلك مع مراعاة اختلاف الخصائص الهندسية والمرورية والمتغيرات السابقة المؤثرة على الحركة المنعطفة إلى اليسار.

التقاطعات المدروسة هي:

- تقاطع قنينص.
- تقاطع 6 تشرين (الريفييرا).
- تقاطع مضر (شارعي المغرب العربي و أبو فراس الحمداني).
- تقاطع نقابة المهندسين.
- تقاطع زنوبيا.

يبين الشكل(2-1) خريطة مدينة اللاذقية حيث تم تحديد مواقع التقاطعات المدروسة.

الشكل(2-1) مواقع التقاطعات المدروسة

2- 3 جمع البيانات الحقلية Field Data Collection:

يتطلب تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية توفر عدد من البيانات الهندسية والمرورية وبيانات الإشارات الضوئية، لذلك فقد تم جمع البيانات المطلوبة عن طريق القيام بمجموعة من القياسات والإحصائيات الحقلية والآلية .

2-3-1 البيانات الهندسية:

تشمل بيانات عن هندسة التقاطع حيث تم تحديدها عن طريق المخطط الطبوغرافي لمدينة اللاذقية وعن طريق القياس الحقلي وذلك لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة وهي :

- تحديد مكان توضع التقاطع (مركز المدينة، مناطق أخرى).
- عدد حارات المرور لكل ذراع من أذرع التقاطع.
- عرض حارات المرور (m).
- وجود حارات مخصصة للانعطاف (لليمين أو لليسار) .
- تحديد طول منطقة تخزين العربات لحارات الانعطاف في حال وجودها.

2-3-2 البيانات المرورية :

تم الحصول على البيانات المرورية باستخدام كاميرا فيديو قامت بتصوير التقاطعات المرورية في ساعة الذروة مع مراعاة جو صحو وسطح طريق جاف، حيث تم التنسيق مع فرع شرطة مرور اللاذقية لضمان تواجد شرطي مرور في موقع التقاطع طيلة فترة تصويره، وذلك لضمان وقوف جميع العربات خلف خط التوقف بهدف الإقلال قدر الإمكان من الأخطاء الحقلية.

يبين الجدول (2-1) ساعة الذروة وتاريخ تصوير كل تقاطع من التقاطعات المدروسة

الجدول (2-1) ساعة الذروة للتقاطعات المدروسة

اسم التقاطع	ساعة الذروة	تاريخ تصوير التقاطع
تقاطع قنينص	11:00 – 12:00	25/9/2011
تقاطع 6 تشرين	12:00-1:00	4/10/2011
تقاطع مضر	11:00-12:00	27/9/2011
تقاطع نقابة المهندسين	11:00-12:00	29/9/2011
تقاطع زنوبيا	12:00-1:00	5/10/2011

تم في المرحلة اللاحقة تفريغ شريط تسجيل الفيديو على الحاسب المحمول بهدف الحصول على البيانات المرورية المطلوبة:

- نسبة العربات الثقيلة (HV%).
- معامل عدم توازن الحركة في ساعة الذروة (PHF).
- الغزارات المرورية وتركيبها النوعي وتوزعها الاتجاهي على أذرع التقاطع.
- نسب الانعطاف.

تظهر الأشكال (2-2)، (2-3)، (2-4)، (2-5)، (2-6) البيانات المرورية لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة.

3-3-2 بيانات إشارات المرور الضوئية:

تم الحصول على بيانات إشارات المرور الضوئية من دائرة السير والمرور في مجلس مدينة اللاذقية، كما تم القياس الحقلي لبعض الأزمنة الصفراء والخضراء للإشارات الضوئية على التقاطعات المدروسة.

تظهر الجداول (2-2)، (2-3)، (2-4)، (2-5)، (2-6) البيانات الهندسية وبيانات الإشارات الضوئية لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة.

❖ تقاطع قنينص :

- البيانات الهندسية :

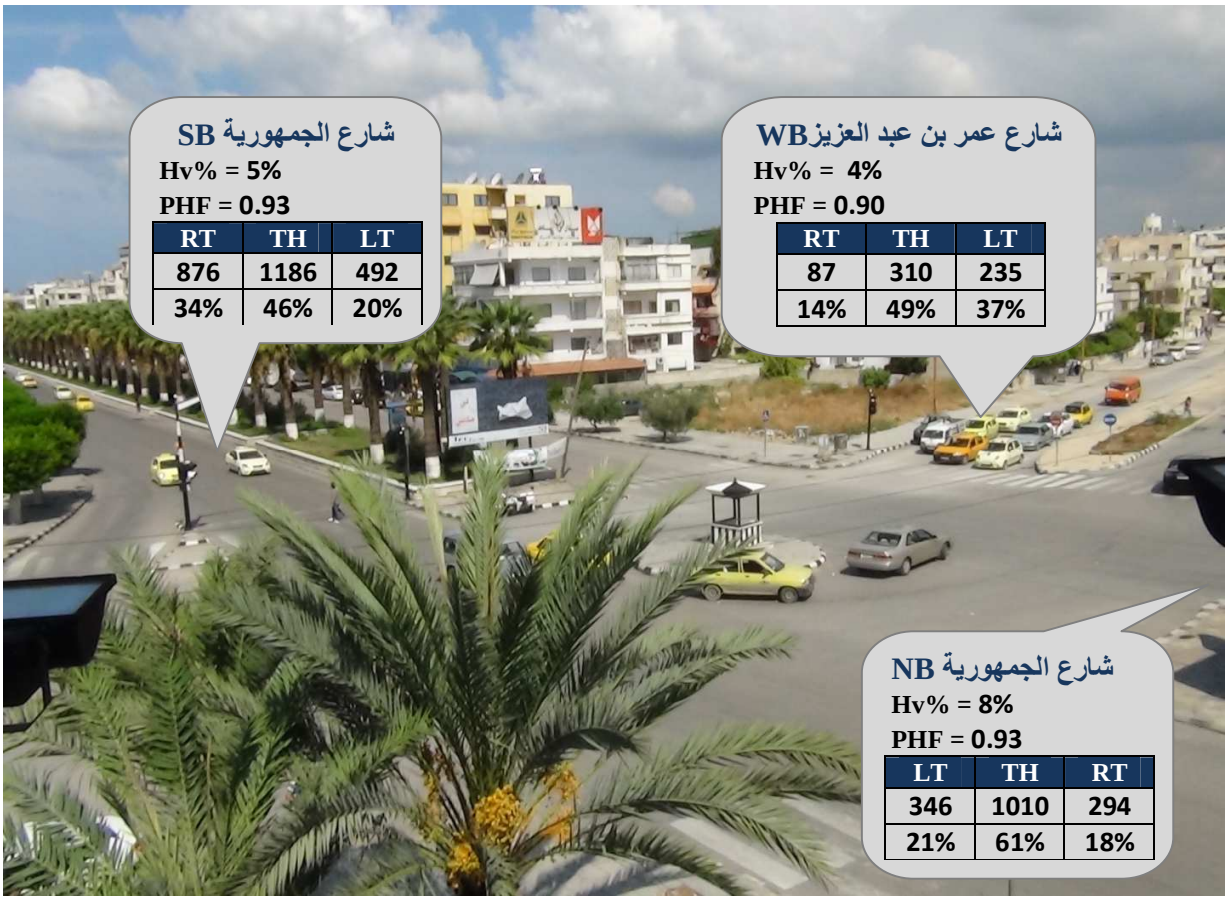
يبين الجدول(2-2) البيانات الهندسية (عدد الحارات، عرض الحارة، نوع منطقة التقاطع، حارة مخصصة للانعطاف) وبيانات الإشارة الضوئية لتقاطع قنينص.

الجدول (2-2) البيانات الهندسية وبيانات الإشارة الضوئية لتقاطع قنينص

اسم الذراع	البيانات الهندسية				بيانات الإشارة الضوئية	
	عدد الحارات	عرض الحارة W (m)	نوع منطقة التقاطع	حارة مخصصة للانعطاف	الزمن الأخضر G	الزمن الأصفر Y
شارع الجمهورية (SB)	4	1*3.3+3*3.5	CBD[1]	1(RT)	33 sec	4 sec
شارع عمر بن عبد العزيز (WB)	3	2.8	CBD	-	14 sec	4 sec
شارع الجمهورية (NB)	3	3.6	CBD	-	24 sec	4 sec

(1) CBD: Central Building district

- البيانات المرورية :



الشكل (2-2) البيانات المرورية لتقاطع قنينص

❖ تقاطع 6 تشرين(الريفييرا) :

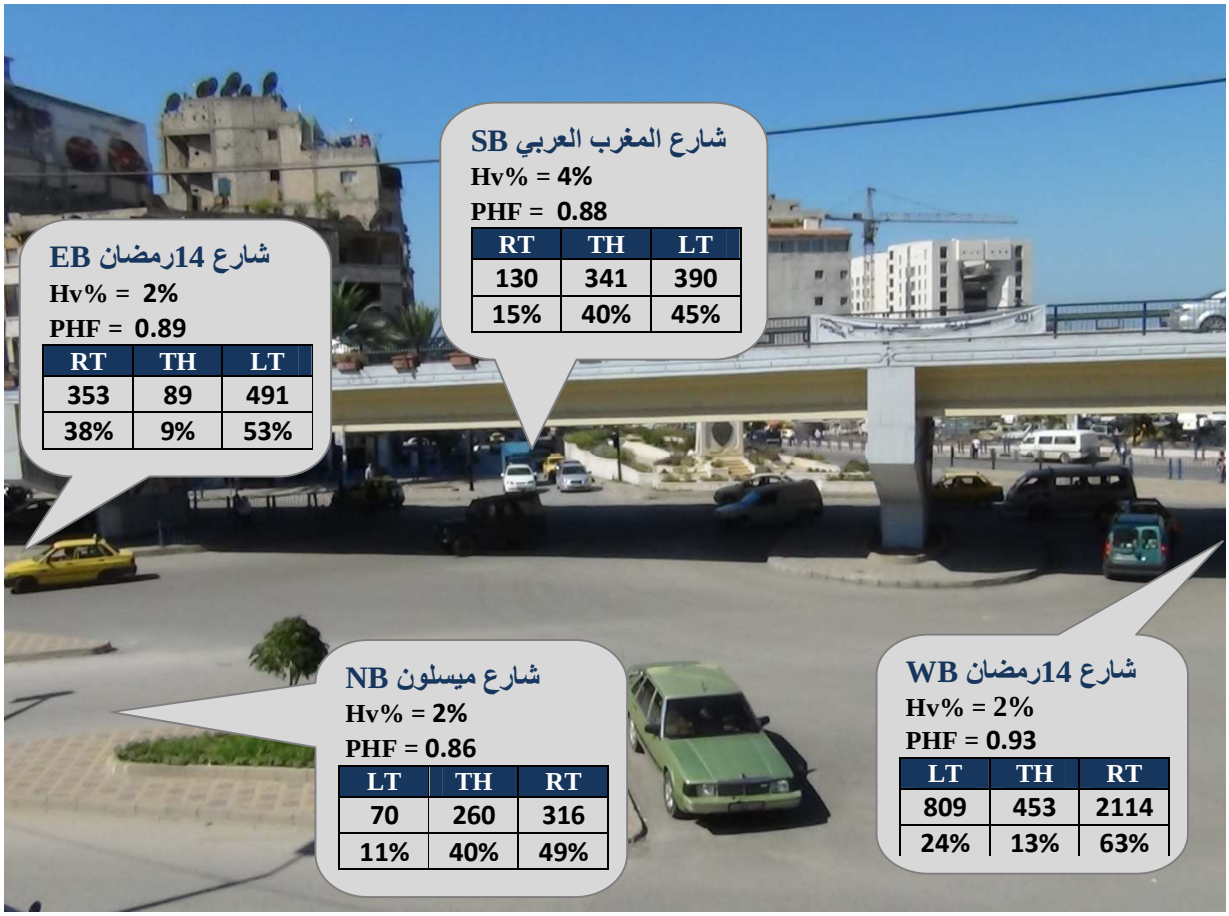
- البيانات الهندسية :

يبين الجدول (2-3) البيانات الهندسية (عدد الحارات، عرض الحارة، نوع منطقة التقاطع، حارة مخصصة للانعطاف) وبيانات الإشارات الضوئية لتقاطع 6 تشرين.

الجدول (2-3) البيانات الهندسية وبيانات الإشارة الضوئية لتقاطع6 تشرين

اسم الذراع	البيانات الهندسية					بيانات الإشارة الضوئية	
	عدد الحارات	عرض الحارة W (m)	نوع منطقة التقاطع	حارة مخصصة للانعطاف		الزمن الأخضر G	الزمن الأصفر Y
المغرب العربي (SB)	3	1*4+2*3.6	CBD	1(RT)		11 sec	4 sec
14رمضان (EB)	4	1*3.6+3*3	CBD	1(RT)		16 sec	4 sec
ميسلون (NB)	3	1*3.2+2*3.2	CBD	1(RT)		10 sec	4 sec
14رمضان (WB)	6	3*3+3*2.8	CBD	3(RT)		32 sec	4 sec

- البيانات المرورية :



الشكل (2-3) البيانات المرورية لتقاطع 6 تشرين

❖ تقاطع مضر :

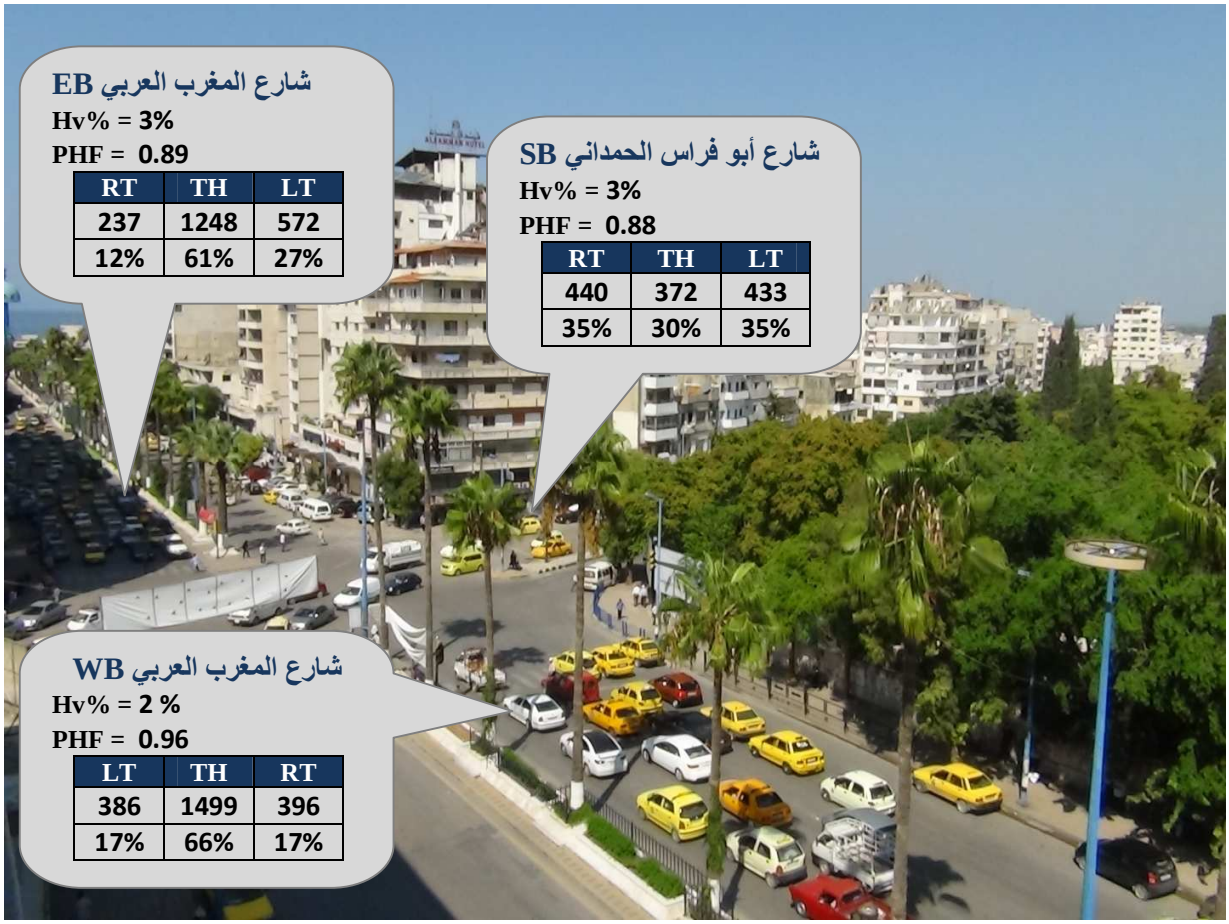
- البيانات الهندسية :

يبين الجدول (2-4) البيانات الهندسية (عدد الحارات، عرض الحارة، نوع منطقة التقاطع، حارة مخصصة للانعطاف) وبيانات الإشارات الضوئية لتقاطع مضر.

الجدول (2-4) البيانات الهندسية وبيانات الإشارة الضوئية لتقاطع مضر

اسم الذراع	البيانات الهندسية					بيانات الإشارة الضوئية	
	عدد الحارات	عرض الحارة W (m)	نوع منطقة التقاطع	حارة مخصصة للانعطاف	الزمن الأخضر G	الزمن الأصفر Y
المغرب العربي (WB)	5	1*3+4*3	CBD	1(RT)	27 sec	4 sec
أبو فراس الحمداني (SB)	4	1*3.8+3*3.8	CBD	1(RT)	35 sec	4 sec
المغرب العربي (EB)	4	3.6	CBD	-	35 sec	4 sec

- البيانات المرورية :



الشكل (2-4) البيانات المرورية لتقاطع مضر

❖ تقاطع نقابة المهندسين :

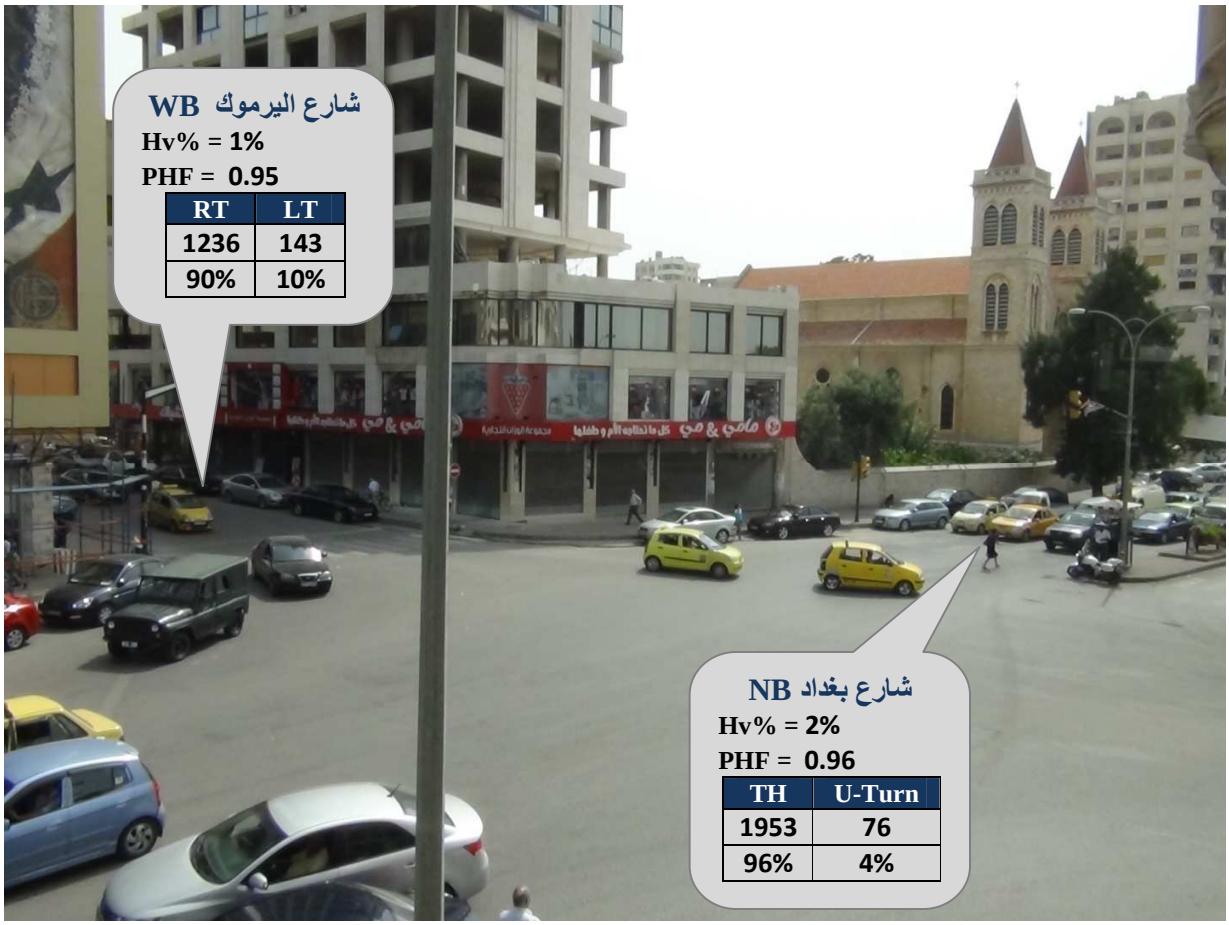
- البيانات الهندسية :

يبين الجدول (2-5) البيانات الهندسية (عدد الحارات، عرض الحارة، نوع منطقة التقاطع، حارة مخصصة للانعطاف) وبيانات الإشارات الضوئية لتقاطع نقابة المهندسين.

الجدول (2-5) البيانات الهندسية وبيانات الإشارة الضوئية لتقاطع نقابة المهندسين

اسم الذراع	البيانات الهندسية				بيانات الإشارة الضوئية	
	عدد الحارات	عرض الحارة W (m)	نوع منطقة التقاطع	حارة مخصصة للانعطاف	الزمن الأخضر G	الزمن الأصفر Y
بغداد (NB)	4	3	CBD	-	37 sec	4 sec
اليرموك (WB)	4	2*3+2*3	CBD	2(RT)	15 sec	4 sec

- البيانات المرورية :



الشكل (2-5) البيانات المرورية لتقاطع نقابة المهندسين

❖ تقاطع زنوبيا :

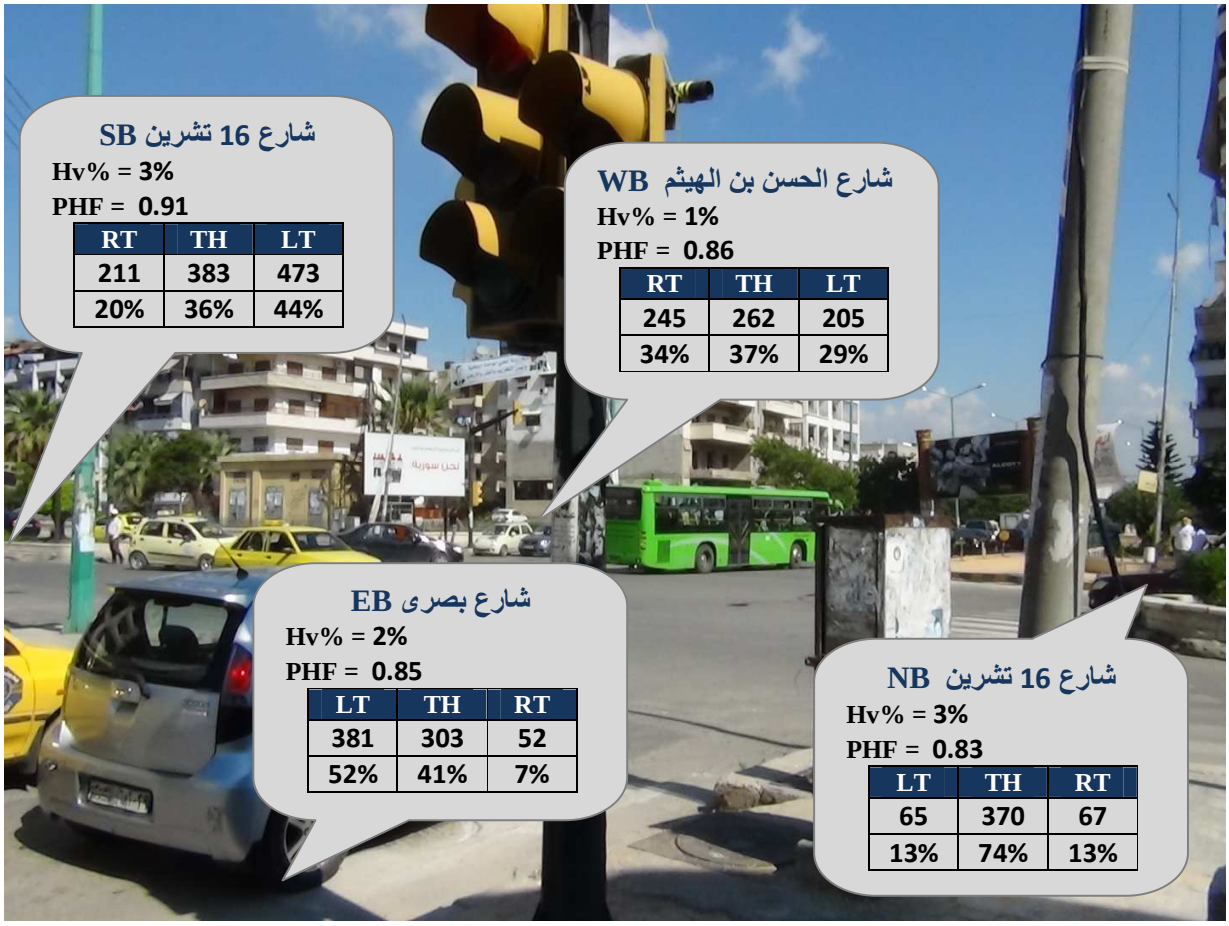
- البيانات الهندسية :

يبين الجدول (2-6) البيانات الهندسية (عدد الحارات، عرض الحارة، نوع منطقة التقاطع، حارة مخصصة للانعطاف) وبيانات الإشارات الضوئية لتقاطع زنوبيا.

الجدول (2-6) البيانات الهندسية وبيانات الإشارة الضوئية لتقاطع زنوبيا

اسم الذراع	البيانات الهندسية				بيانات الإشارة الضوئية	
	عدد الحارات	عرض الحارة W (m)	نوع منطقة التقاطع	حارة مخصصة للانعطاف	الزمن الأخضر G	الزمن الأصفر Y
16تشرين (SB)	3	3.3	CBD	-	24 sec	4 sec
بصرى (EB)	3	3	CBD	-	25 sec	4 sec
الحسن بن الهيثم (WB)	3	1*2.8+2*2.8	CBD	1(RT)	11sec	4 sec
16تشرين (NB)	3	3.2	CBD	-	10 sec	4 sec

- البيانات المرورية :



الشكل (2-6) البيانات المرورية لتقاطع زنوبيا

4-2 القياس الحقلي لمعايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية
Field Measurement of Signalized Intersections Performance:

تهدف الدراسات المرورية في مجال تقييم الوضع المروري الراهن إلى تقدير مستوى الخدمة للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية من خلال العديد من المؤشرات مثل غزارة الإشباع والسعة ودرجة تحميل الذراع وأزمنة التأخير ...الخ.

تتضمن الكودات العالمية المختلفة العديد من الطرق التحليلية لإجراء مثل هذه الدراسات، إلا أن استخدام هذه العلاقات في ظروفنا المحلية قد يعطي نتائج غير متطابقة مع الواقع لأن العوامل المستخدمة مناسبة للظروف المرورية السائدة هناك.

1-4-2 غزارة الإشباع (Saturation Flow Rate):

a. تعبر غزارة الإشباع عن معدل التصريف الأقصى خلال الزمن الأخضر وعادة يتم تحقيقها بعد 10sec إلى 14sec من الزمن الأخضر، والذي يوافق عادة عبور المحور الأمامي لعربة الركاب الرابعة إلى السادسة لخط التوقف بعد بداية الزمن الأخضر.
b. تعرف غزارة الإشباع الأساسية على أنها معدل التصريف من رتل متوقف في حارة مرور عرضها 3.6m ويحتوي فقط على عربات الركاب، وغير متأثر بالظروف المحيطة مثل الميل، حارة التوقف، والعربات المنعطفة.
c. بينما تحسب غزارة الإشباع الفعلية من زمن التتابع بعد عبور العربة الرابعة لخط التوقف.

1-1-4-2 حجم عينة القياس (Sample Size):

حسب (Institute of Transportation Engineers(ITE 2000)) ومن أجل مستوى ثقة يتراوح بين (95% ~ 90%) فإن عدد مرات القياس تتراوح بين (30 ~ 20) مرة على التوالي، وذلك من أجل انحراف معياري δ = 140 vph وخطأ ε = 50 vph.

تمكنا من قياس المعايير السابقة بدقة بلغت 95% على معظم أذرع التقاطعات المدروسة مع الأخذ بعين الاعتبار أنه يتم إلغاء القياس في الحالات التالية :

a. في حال كان طول رتل العربات أقل من سبع عربات حيث أن الرتل القصير يعطي نتائج غير ثابتة.
b. عند وجود عربات ثقيلة في أول سبع أماكن في الرتل، أما إذا كانت العربة الثقيلة هي العربة الثامنة فيمكن للمراقب أن يسجل الزمن بين العربة الرابعة والسابعة.
c. يجب عدم تسجيل القياس في حال كان هناك باصات متوقفة في التيار المروري.

d. عند وجود عربات منعطفة لليسار تنتظر الحركة المقابلة (الحركة المتحركة بحركة مستقيمة القادمة من الذراع المقابل)، أو عربات منعطفة لليمين تنتظر حركة المشاة.

2-1-4-2 طريقة القياس :

تم الاستعانة بفرع شرطة مرور اللاذقية وذلك عن طريق التنسيق مع شرطي مرور يتواجد على التقاطعات المدروسة طيلة فترة تصوير هذه التقاطعات، وذلك لضمان وقوف جميع العربات على كافة أذرع التقاطع خلف خط التوقف، حيث حددت المهام الحقلية في هذه المرحلة بـ :

- **المهام العامة (General Tasks):** قياس وتسجيل صنف المنطقة–عرض الحارة–الميل– وتسجيل ذلك في استمارة القياس. اختيار مكان توضع كاميرا الفيديو بحيث يكون خط التوقف ومسافة التتابع للعربات في الحارة المدروسة واضحة. يعد خط التوقف هو النقطة المرجعية للقياس حيث يجب على العربات باستمرار أن تقف خلف هذا الخط، حيث تدخل العربة منطقة التقاطع بعبورها لهذا الخط دون إعاقة.
- **المهام المسجلة (Recorded Tasks):** من خلال تفريغ شريط الفيديو على الحاسب المحمول، يتم ملاحظة العربة الأخيرة المتوقفة في الرتل عندما تتحول الإشارة الضوئية إلى اللون الأخضر. يتم التمييز على استمارة تفريغ البيانات أي العربات ثقيلة، وأيها تنعطف لليمين أو لليسار.
- **المهام الزمنية (Timer Tasks):** يبين عرض شريط تسجيل الفيديو على الحاسب المحمول زمن التسجيل بالساعات والدقائق والثواني، حيث يتم قياس الزمن بدءاً من بداية الزمن الأخضر حتى عبور المحور الخلفي للعربة المقاسة الأخيرة لخط التوقف، ومن ثم تسجيل الزمن على استمارة القياس.

2-4-2 زمن التتابع (Headway):

الزمن الفاصل بين اجتياز المرور المتعاقب لنقطة معينة، يكون زمن التتابع الأول هو الزمن الفاصل بين بداية الزمن الأخضر واجتياز المحور الخلفي للعربة الأولى لخط التوقف، في حين يكون زمن التتابع الثاني هو الزمن الفاصل بين اجتياز المحور الخلفي للعربة الأولى لخط التوقف واجتياز المحور الخلفي للعربة الثانية لخط التوقف وهكذا.

3-4-2 الزمن الضائع في بداية حركة العربات (Start up-Lost Time):

الزمن الإضافي الذي تحتاجه العربات الثلاث الأولى لاجتياز خط التوقف.

4-4-2 السعة (Capacity):

عبارة عن معدل المرور الأعظمي الذي يمكن أن يعبر قطاع معين في الظروف الهندسية والمرورية وظروف الإشارات الضوئية الموجودة على التقاطع المدروس.

لقياس المعايير السابقة (غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع) تم استخدام طريقتين حقليتين :

A. **الطريقة الحقلية الأولى** : تعتمد على تسجيل زمن عبور العربات بدءاً من بداية الزمن الأخضر حتى عبور المحور الخلفي للعربة المقاسة الأخيرة لخط التوقف (تعتبر العربة العاشرة هي الحد الأقصى وتهمل باقي العربات في الرتل ولا تؤخذ العربات التي انضمت للرتل بعد بداية الزمن الأخضر)، بعد جمع البيانات من عملية القياس يتم حساب غزارة الإشباع من المعادلة التالية:

$$S = \frac{3600 * n}{\frac{a}{3} + \frac{b}{4} + \frac{c}{5} + \frac{d}{6}}$$

حيث:

n: عدد مرات المراقبة.

a,b,c,d:مجموع البيانات في الأعمدة الخاصة بالعربة السابعة – الثامنة – التاسعة – العاشرة والواردة في استمارة القياس الحقلي في الملحق(1).

B. **الطريقة الحقلية الثانية** : تعتمد على تسجيل زمن عبور العربات بدءاً من بداية الزمن الأخضر وحتى عبور المحور الخلفي لآخر عربة في الرتل لخط التوقف (يمكن أن تكون آخر عربة في الرتل قد انضمت بعد بداية الزمن الأخضر).

حيث يتم أولاً حساب زمن التتابع ومن ثم حساب غزارة الإشباع من خلال العلاقات التالية:

زمن التتابع (hs) = (زمن العربة الأخيرة – زمن العربة الرابعة)/(رقم العربة الأخيرة–4)

$$\text{غزارة الإشباع (Si)} = \frac{3600}{hs}$$

5-4-2 أزمنة التأخير بسبب التوقفات (Stopped Delay):

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

الجدول(2-7) مستوى الخدمة استناداً إلى أزمنة التأخير بسبب التوقفات.

مستـــوى الخدمـــة level of service	أزمنة التأخير بسبب التوقف لكل مركبة Stopped delay per vehicle
A	≤ 5.0

B	≤ 15.0 & > 5.0
C	≤ 25.0 & > 15.0
D	≤ 40.0 & > 25.0
E	≤ 60.0 & > 40.0
F	> 60.0

2-4-5-1 طريقة قياس أزمنة التأخير بسبب التوقفات :

تتضمن طريقة القياس حساب العربات المتوقفة على ذراع التقاطع في فواصل زمنية متعاقبة (أخذت الفواصل في هذه الدراسة 20+ sec)، حيث أنه تم الاعتماد على شريط تسجيل الفيديو لإنجاز عملية القياس الحقلي لأزمنة التأخير بسبب التوقفات.

حددت خطوات القياس بالتالي:

a. حددت خصائص التقاطع المدروس من ناحية عدد الحارات، غزارة المشاة، حارات الانعطاف، حارات التوقف ...الخ وتسجيل ذلك في استمارة القياس الحقلي الواردة في الملحق (1).

b. تم تسجيل عدد العربات المتوقفة على كل ذراع وذلك لكل فاصل زمني(20sec). يظهر شريط تسجيل الفيديو بعد تفريغه على الحاسب المحمول مقدار الزمن المسجل بالثواني طيلة فترة التسجيل، حيث تم الاعتماد على ذلك في تحديد الفاصل الزمني بدقة، وأما في الحالة العادية فيمكن استخدام مراقب مع ساعة ميقاتية لتقدير الفاصل الزمني الصحيح لعد العربات المتوقفة.

تحسب العربات أكثر من مرة في عمود (العدد الإجمالي للعربات المتوقفة على الذراع خلال الفاصل الزمني) في استمارة القياس عند تحديد أزمنة التأخير بسبب التوقفات وذلك إن هي توقفت خلال فاصل زمني واحد أو أكثر، ذلك يعني أن عربة معينة سيستمر حسابها في عينة الفواصل الزمنية طول الفترة التي تبقى فيها متوقفة على ذراع التقاطع.

c. يتم في هذه المرحلة تصنيف غزارة المرور على الذراع المدروس لكل فترة زمنية وذلك عن طريق تصنيف العربات كعربات متوقفة وأخرى غير متوقفة، حيث تعد العربة متوقفة في حال توقفت بشكل كامل عن الحركة وأما العربات غير المتوقفة فهي العربات التي التحقت بنهاية رتل العربات المتوقف مع بداية تحركها نتيجة تغير طور إشارة المرور الضوئية إلى الزمن الأخضر.

d. يتم بعد ذلك إنجاز الحسابات الواردة في استمارة القياس الحقلي.

5-2 نتائج القياسات الحقلية(Field Measurements Results):

تم إدراج نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية حسب الطريقتين الحقليتين في الجداول التالية :

1-5-2 تقاطع قنينص :

يبين الجدول (2-8) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية حسب الطريقتين الحقليتين الأولى والثانية.

الجدول(2-8) نتائج قياس(غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع عند الإقلاع، السعة) لتقاطع قنينص

تقاطع قنينص	الطريقة الحقلية الأولى			الطريقة الحقلية الثانية		
	شارع الجمهورية (SB)	شارع عمر بن عبد العزيز (WB)	شارع الجمهورية (NB)	شارع الجمهورية (SB)	شارع عمر بن عبد العزيز (WB)	شارع الجمهورية (NB)
غزارة الإشباع S(veh/h/Ln)	1602	1641	1990	1838	1745	2020
زمن التتابع hs(sec)	2.248	2.194	1.809	2.029	2.133	1.851
الزمن الضائع عند الإقلاع Lost time start –up (sec)	2.406	2.736	3.239	3.273	3.130	3.319
السعة C(veh/h)	629	273	569	731	294	584

يبين الجدول(2-9) نتائج قياس أزمنة التأخير بسبب التوقفات ومستوى الخدمة لتقاطع قنينص.

الجدول(2-9) نتائج قياس أزمنة التأخير وتقييم مستوى الخدمة لأذرع تقاطع قنينص

اسم الذراع	شارع الجمهورية (SB)	شارع عمر بن عبد العزيز (WB)	شارع الجمهورية (NB)
أزمنة التأخير بسبب التوقفات (sec)	41	54	54
مستوى الخدمة (LOS)	E	E	E

2-5-2 تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):

يبين الجدول (2-10) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية حسب الطريقتين الحقليتين الأولى والثانية لتقاطع 6 تشرين.

الجدول(2-10) نتائج قياس(غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع عند الإقلاع، السعة) لتقاطع 6 تشرين

تقاطع 6 تشرين	الطريقة الحقلية الأولى				الطريقة الحقلية الثانية			
	المغرب العربي (SB)	14 رمضان (EB)	ميسلون (NB)	14 رمضان (WB)	المغرب العربي (SB)	14 رمضان (EB)	ميسلون (NB)	14 رمضان (WB)
غزارة الإشباع S(veh/h/Ln)	1594	1807	1870	1758	1687	1904	2007	1784
زمن التتابع hs(sec)	2.256	1.992	1.925	2.048	2.202	2.003	1.875	2.085
الزمن الضائع عند الإقلاع Lost time start –up (sec)	2.533	2.691	2.939	3.004	2.904	2.994	3.334	3.093
السعة C(veh/h)	209	344	356	670	221	363	239	679

يبين الجدول(2-11) نتائج قياس أزمنة التأخير بسبب التوقفات ومستوى الخدمة لتقاطع 6 تشرين.

الجدول(2-11) نتائج قياس أزمنة التأخير وتقييم مستوى الخدمة لأذرع تقاطع 6 تشرين

اسم الذراع	المغرب العربي (SB)	14رمضان (EB)	ميسلون (NB)	14رمضان (WB)
أزمنة التأخير بسبب التوقفات(sec)	90	62	68	60
مستوى الخدمة (LOS)	F	F	F	E

3-5-2 تقاطع مضر:

يبين الجدول (2-12) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية حسب الطريقتين الحقليتين الأولى والثانية لتقاطع مضر.

الجدول(2-12) نتائج قياس(غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع عند الإقلاع، السعة) لتقاطع مضر

تقاطع مضر	الطريقة الحقلية الأولى			الطريقة الحقلية الثانية		
	المغرب العربي (WB)	أبو فراس الحمداني (SB)	المغرب العربي (EB)	المغرب العربي (WB)	أبو فراس الحمداني (SB)	المغرب العربي (EB)
غزارة الإشباع S(veh/h/Ln)	1599	1665	1470	1694	1738	2042
زمن التتابع hs(sec)	2.252	2.163	2.449	2.147	2.136	2.14
الزمن الضائع عند الإقلاع Lost time start –up (sec)	3.619	3.596	2.594	3.999	3.869	4.653
السعة C(veh/h)	396	535	472	420	558	656

يبين الجدول(2-13) نتائج قياس أزمنة التأخير بسبب التوقفات ومستوى الخدمة لتقاطع مضر.

الجدول(2-13) نتائج قياس أزمنة التأخير وتقييم مستوى الخدمة لأذرع تقاطع مضر

اسم الذراع	المغرب العربي (WB)	أبو فراس الحمداني (SB)	المغرب العربي (EB)
أزمنة التأخير بسبب التوقفات(sec)	41	54	54
مستوى الخدمة (LOS)	E	E	E

4-5-2 تقاطع نقابة المهندسين :

تم قياس (غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع، السعة) لشارع بغداد (NB)، في حين لم نتمكن من قياس المعايير السابقة لشارع اليرموك (WB) وذلك لأن طول الرتل في جميع حالات القياس كان أقل من سبع عربات مع وجود عربات ثقيلة متوقفة.

يبين الجدول (2-14) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية حسب الطريقتين الحقليتين الأولى والثانية لتقاطع نقابة المهندسين.

الجدول(2-14) نتائج قياس(غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع عند الإقلاع، السعة) لتقاطع نقابة المهندسين

تقاطع نقابة المهندسين	الطريقة الحقلية الأولى	الطريقة الحقلية الثانية
	شارع بغداد (NB)	شارع بغداد (NB)
غزارة الإشباع S(veh/h/Ln)	1551	1653
زمن التتابع hs(sec)	2.322	2.282
الزمن الضائع عند الإقلاع Lost time start –up (sec)	2.554	2.983
السعة C(veh/h)	956	1019

يبين الجدول(2-15) نتائج قياس أزمنة التأخير بسبب التوقفات ومستوى الخدمة لتقاطع نقابة المهندسين.

الجدول(2-15) نتائج قياس أزمنة التأخير وتقييم مستوى الخدمة لأذرع تقاطع نقابة المهندسين

اسم الذراع	شارع بغداد (NB)	شارع اليرموك (WB)
أزمنة التأخير بسبب التوقفات(sec)	36	35
مستوى الخدمة (LOS)	D	D

5-5-2 تقاطع زنوبيا :

يبين الجدول (2-16) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية حسب الطريقتين الحقليتين الأولى والثانية لتقاطع زنوبيا.

الجدول(2-16) نتائج قياس(غزارة الإشباع، زمن التتابع، الزمن الضائع عند الإقلاع، السعة) لتقاطع زنوبيا

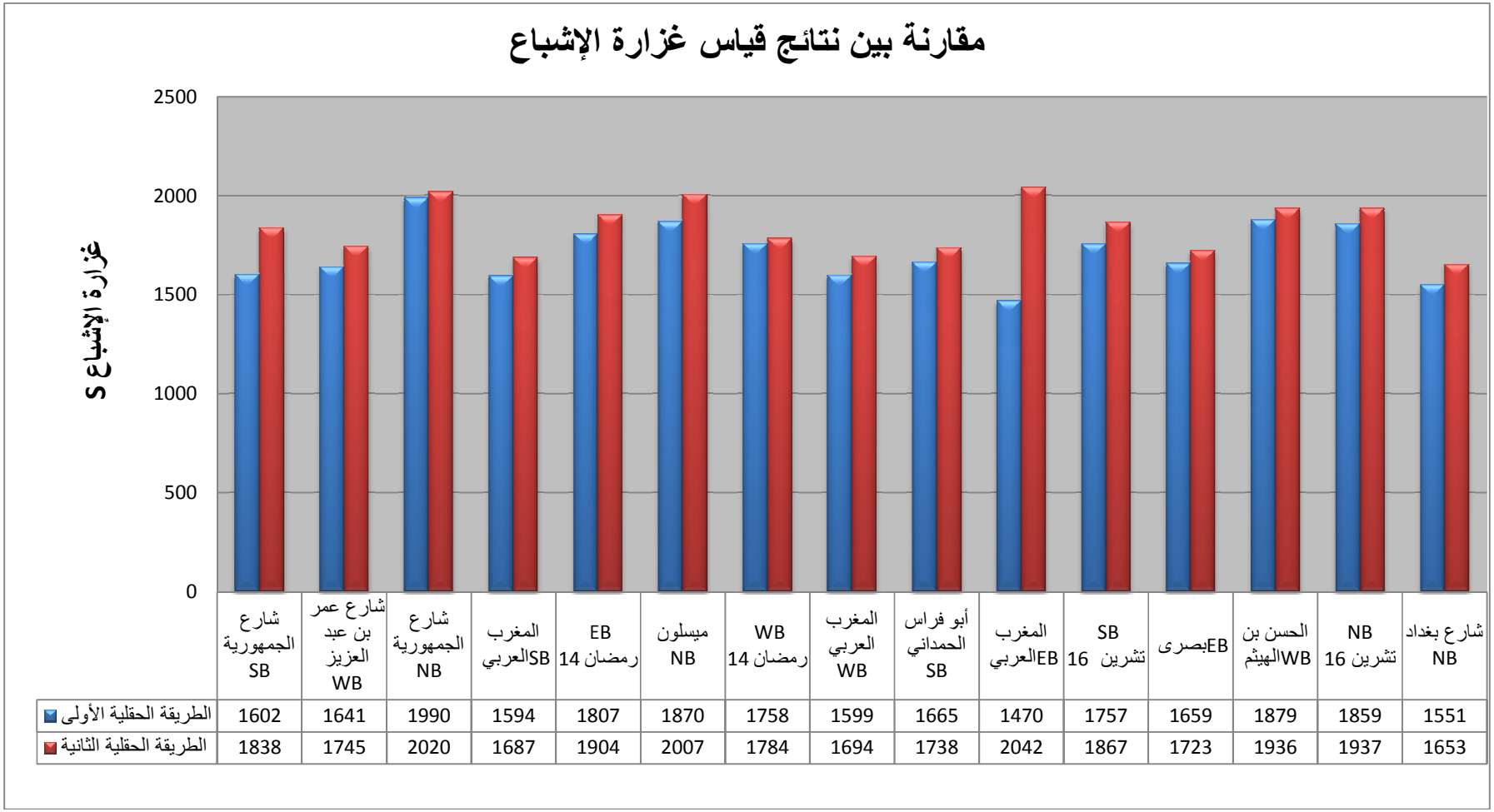
تقاطع زنوبيا	الطريقة الحقلية الأولى				الطريقة الحقلية الثانية			
	16تشرين (SB)	بصرى (EB)	الحسن بن الهيثم (WB)	16تشرين (NB)	16تشرين (SB)	بصرى (EB)	الحسن بن الهيثم (WB)	16تشرين (NB)
غزارة الإشباع S(veh/h/Ln)	1757	1659	1879	1859	1867	1723	1936	1937
زمن التتابع hs(sec)	2.049	2.169	1.915	1.937	1.968	2.148	1.921	1.925
الزمن الضائع عند الإقلاع Lost time start –up (sec)	4.157	2.292	3.402	2.761	4.518	2.533	3.570	2.995
السعة C(veh/h)	490	482	240	216	521	501	248	225

يبين الجدول(2-17) نتائج قياس أزمنة التأخير بسبب التوقفات ومستوى الخدمة لتقاطع زنوبيا.

الجدول(2-17) نتائج قياس أزمنة التأخير وتقييم مستوى الخدمة لأذرع تقاطع زنوبيا

اسم الذراع	16تشرين (SB)	بصرى (EB)	الحسن بن الهيثم (WB)	16تشرين (NB)
أزمنة التأخير بسبب التوقفات(sec)	49	56	69	60
مستوى الخدمة (LOS)	E	E	F	E

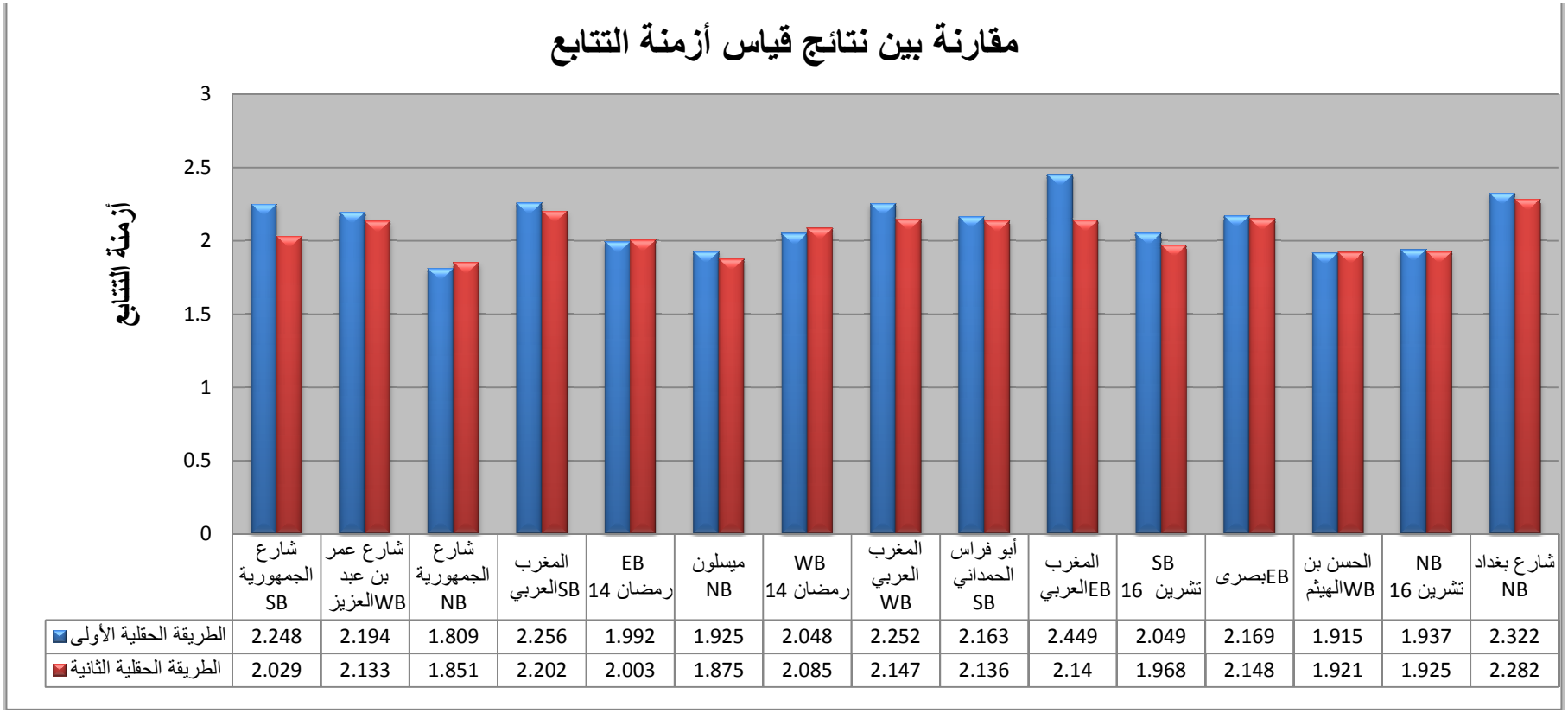
يوضح الشكل (2-7) مقارنة بين نتائج القياس الحقلي لغزارة الإشباع لكل أذرع التقاطعات المدروسة حسب الطريقتين الحقليتين.



	شارع الجمهورية SB	شارع عمر بن عبد العزيز WB	شارع الجمهورية NB	المغرب العربي SB	EB رمضان 14	ميسلون NB	WB رمضان 14	المغرب العربي WB	أبو فراس الحمداني SB	المغرب العربي EB	SB تشرين 16	EB بصرى	الحسن بن الهيثم WB	NB تشرين 16	شارع بغداد NB
الطريقة الحقلية الأولى	1602	1641	1990	1594	1807	1870	1758	1599	1665	1470	1757	1659	1879	1859	1551
الطريقة الحقلية الثانية	1838	1745	2020	1687	1904	2007	1784	1694	1738	2042	1867	1723	1936	1937	1653

الشكل (2-7) مقارنة بين نتائج القياس الحقلي لغزارة الإشباع.

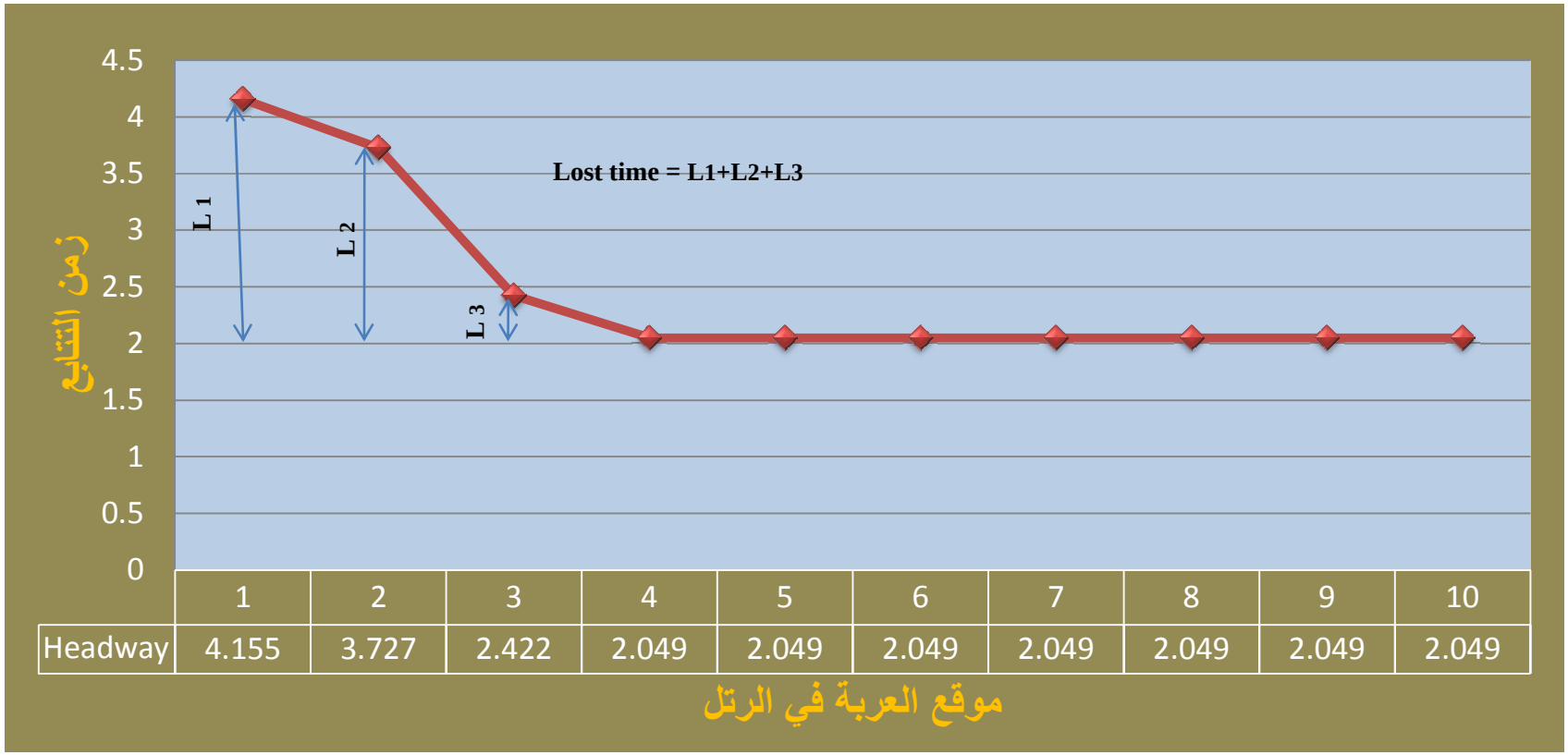
يوضح الشكل (2-8) مقارنة بين نتائج قياس أزمنة التتابع لكل أذرع التقاطعات المدروسة حسب الطريقتين الحقليتين.



	شارع الجمهورية SB	شارع عمر بن عبد العزيزWB	شارع الجمهورية NB	المغرب العربيSB	EB رمضان 14	ميسلون NB	WB رمضان 14	المغرب العربي WB	أبو فراس الحمداني SB	المغرب العربيEB	SB تشرين 16	EBبصرى	الحسن بن الهيثمWB	NB تشرين 16	شارع بغداد NB
الطريقة الحقلية الأولى	2.248	2.194	1.809	2.256	1.992	1.925	2.048	2.252	2.163	2.449	2.049	2.169	1.915	1.937	2.322
الطريقة الحقلية الثانية	2.029	2.133	1.851	2.202	2.003	1.875	2.085	2.147	2.136	2.14	1.968	2.148	1.921	1.925	2.282

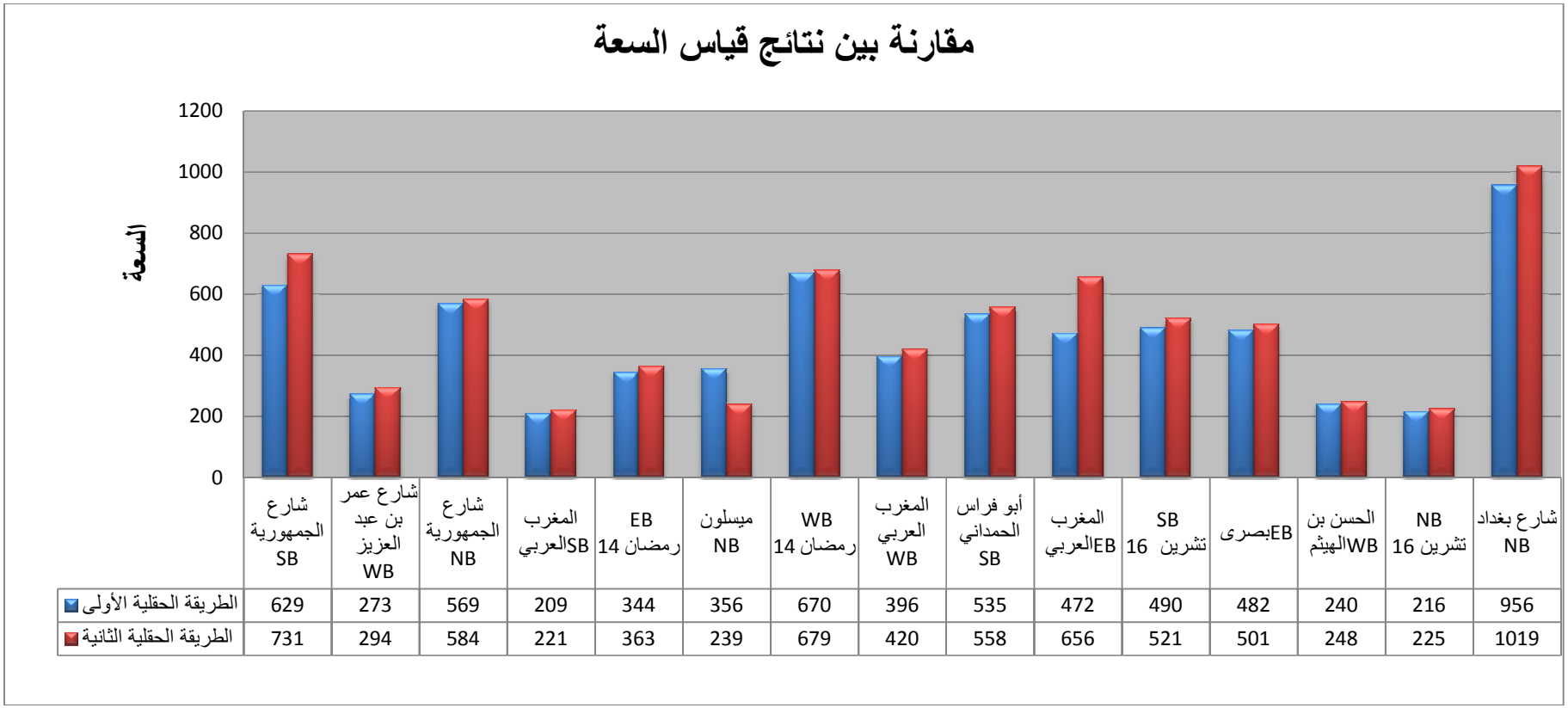
الشكل (2-8) مقارنة بين نتائج القياس الحقلي لأزمنة التتابع

يوضح الشكل (2-9) أزمنة التتابع للذراع 16 تشرين (SB) – تقاطع زنوبيا حيث يظهر المخطط مقدار الزمن الضائع لأول ثلاث عربات.



الشكل (2-9) زمن التتابع للذراع 16 تشرين (SB).

يوضح الشكل (2-10) مقارنة بين نتائج قياس السعة لكل أذرع التقاطعات المدروسة حسب الطريقتين الحقليتين.



	شارع الجمهورية SB	شارع عمر بن عبد العزيز WB	شارع الجمهورية NB	المغرب العربي SB	EB رمضان 14	ميسلون NB	WB رمضان 14	المغرب العربي WB	أبو فراس الحمداني SB	المغرب العربي EB	SB تشرين 16	EB بصرى	الحسن بن الهيثم WB	NB تشرين 16	شارع بغداد NB
الطريقة الحقلية الأولى	629	273	569	209	344	356	670	396	535	472	490	482	240	216	956
الطريقة الحقلية الثانية	731	294	584	221	363	239	679	420	558	656	521	501	248	225	1019

الشكل (2-10) مقارنة بين نتائج قياس السعة حقلياً.

لخصت نتائج هذه المرحلة على الشكل التالي:

A. نلاحظ من الجداول (2-9) , (2-11) , (2-13) , (2-15) , (2-17) تفاوت في مستويات الخدمة لأذرع التقاطعات المدروسة.

B. تعبر غزارة الإشباع المقاسة حقلياً عن غزارة الإشباع للحارة المرورية، وذلك بغض النظر عن نوع الحركة المرورية في هذه الحارة (حارة مشتركة، حارة للحركة المستقيمة، حارة للانعطاف) حيث أنه لا توجد علاقة واضحة ووثيقة بين غزارة الإشباع، ونسب الانعطاف إلى اليسار.

C. من مخطط غزارة الإشباع نلاحظ أن التفاوت بين الطريقتين بلغ ذروته في شارع المغرب العربي (EB) بنسبة بلغت 39% في حين قدرت أقل نسبة للاختلاف بين الطريقتين في شارع الجمهورية (NB) بنسبة بلغت 1.5%.

يفسر هذا الاختلاف على شارع المغرب العربي بالأخطاء الناتجة عن تأثير تصريف العربات في هذا الشارع المزدحم بالإضافة إلى تأثير العربات المتوقفة خلال الزمن الأحمر.

D. تعد الطريقة الحقلية الأولى هي الطريقة الحقلية الأكثر دقة وهي الطريقة التي سيتم الاعتماد عليها عند إجراء المقارنات النهائية بين الطريقة الحقلية والطرق التحليلية، وذلك بالنسبة لمعيار غزارة الإشباع، حيث يقل عدد الأخطاء الحقلية التي يمكن للمراقب أن يرتكبها نتيجة قصر طول الرتل (كما ذكرنا تعتبر العربة العاشرة هي الحد الأقصى للقياس، وتهمل باقي العربات في الرتل ولا تؤخذ العربات التي انضمت للرتل بعد بداية الزمن الأخضر).

الفصل الثالث

تطبيق دراسة (قبل _ بعد) باستخدام برنامج التحليل المروري
Application of (Before – After) Study By Using Traffic Analysis Program

1-3 تطبيق برنامج (HCS2000) – Application HCS 2000 Software:

يعد برنامج دليل سعة الطرق (HCS2000) أداة هندسة النقل والمرور المطبقة بشكل كبير عند حساب معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، وذلك بسبب قدرته على مراعاة الظروف والمتغيرات الحقلية (الهندسية والمرورية وظروف الإشارات الضوئية) المختلفة.

بعد القيام بكافة القياسات، والأعمال الحقلية الإحصائية تم استخدام البيانات التي حصلنا عليها في برنامج التحليل المروري (HCS2000)، حيث تم تطبيق دراسة (قبل – بعد) بالاستناد على برنامج التحليل المروري (HCS2000) وذلك في الحالتين:

A. الوضع الهندسي (حارات الانعطاف إلى اليسار):

1. **قبل** استخدام حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار(حالة وجود حارة مشتركة).
2. **بعد** استخدام حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار، وبالتالي سنتمكن من الإجابة على السؤال التالي: في حالة وجود نسب عالية من الانعطاف إلى اليسار هل تكفي **حارة واحدة** تكون مخصصة للانعطاف إلى اليسار؟ أو نعتمد **حارتين**.

B. الوضع المروري (أطوار الانعطاف إلى اليسار):

1. **قبل** تطبيق الطور المحمي (حالة الطور المسموح).
2. **بعد** تطبيق الطور المحمي.

وذلك بهدف قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وبالأخص أزمنة التأخير في حالتي الطور المسموح والطور المحمي للحركة المنعطفة إلى اليسار لكل من:

- أزمنة التأخير للحركة المنعطفة إلى اليسار.
- أزمنة التأخير للحركة المستقيمة.
- أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع.

2-3 تطبيق دراسة (قبل – بعد) على التقاطعات المدروسة باستخدام برنامج HCS2000:

1-2-3 إدخال البيانات Input Data:

تم إدخال البيانات الهندسية والمرورية وبيانات الإشارات الضوئية للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، (وبشكل متوافق مع نتائج قياسات الغزارة وتوزعها الاتجاهي)، إلى برنامج التحليل المروري HCS2000 وقد شملت ما يلي:

- عدد حارات الذراع وشكل استخدامها (مشتركة أم مخصصة)، حيث إن حارات المرور قد تكون مؤلفة من عدة حارات توجه الحركة بشكل مستقيم أو تكون مشتركة للحركة المستقيمة وإحدى حركات الانعطاف نحو اليمين أو اليسار أو كليهما معاً، وقد تكون عبارة عن حارات مخصصة للانعطاف نحو اليمين أو اليسار بحيث تشكل مجموعة مستقلة.
- الغزارات المرورية على التقاطعات وتوزعها الاتجاهي.
- عرض حارات المرور.
- معامل عدم توازن الحركة في ساعة الذروة PHF (Peak Hour Factor) حيث يعبر هذا العامل عن عدم انتظام الغزارة في ساعة الذروة ويعطى بالعلاقة التالية: $$PHF = \frac{V}{4V_{15max}}$$

V: الغزارة الساعية (veh/h)

V_{15max}: أعظم غزارة مقاسة خلال مدة ربع ساعة

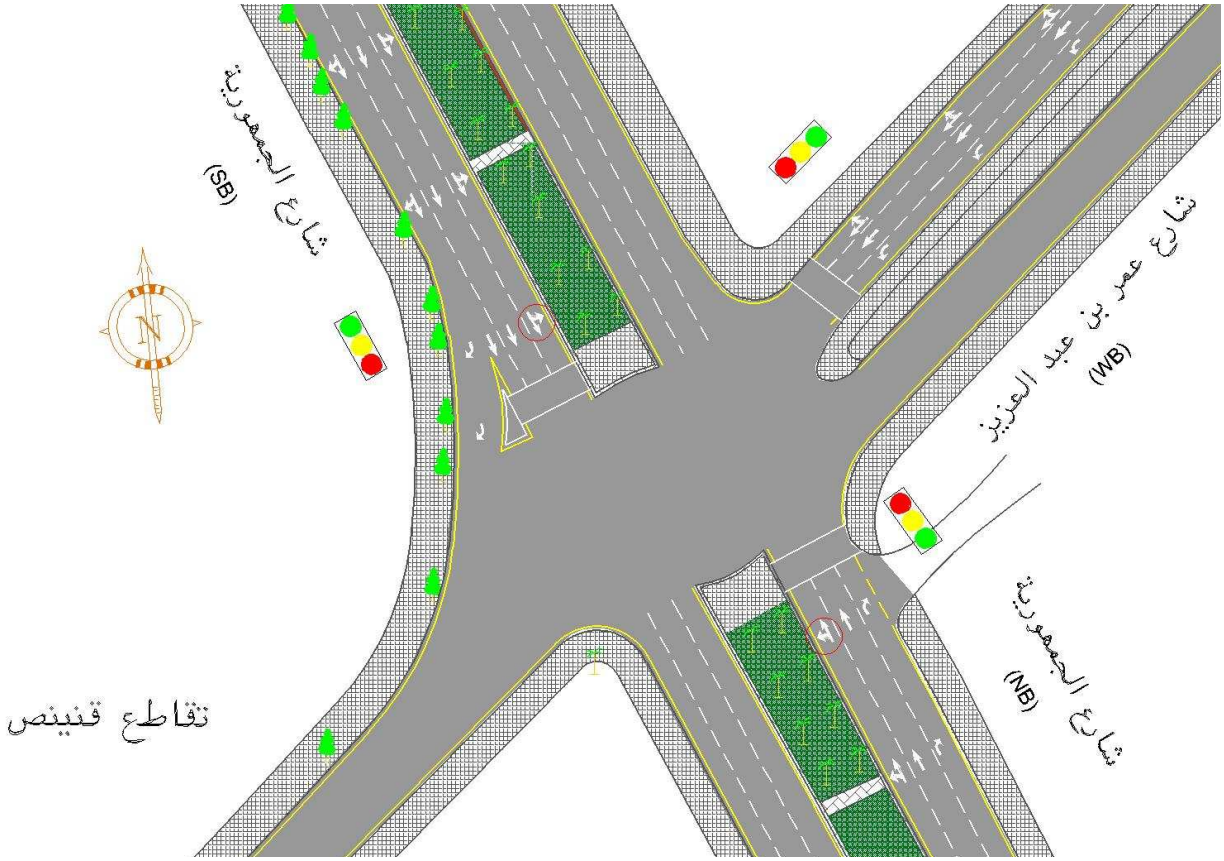
- الأزمنة الخضراء للبرنامج الحالي للإشارة الضوئية (والتي تم قياسها لكافة التقاطعات).
- غزارات المشاة.
- النسبة المئوية للعربات الثقيلة ($H_V\%$).

2-2-3 الوضع الهندسي (حارات الانعطاف إلى اليسار):

1-2-2-3 قبل استخدام حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار(حالة وجود حارة مشتركة):

A. تقاطع قنينص :

يوضح الشكل (3-1) حالة وجود حارة مشتركة (الحركة المستقيمة +حركة الانعطاف إلى اليسار) على كل من شارع الجمهورية (SB) وشارع الجمهورية(NB).



الشكل(3-1) تقاطع قنينص(حالة وجود حارة مشتركة)

يبين الجدول(3-1) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع قنينص في حالة وجود حارة مشتركة.

الجدول(3-1) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع قنينص في حالة وجود حارة مشتركة.

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
West Bound (WB)						

L	240	1423	1.09	0.17	117.9 F	83.7 F
TR	468	2776	0.94	0.17	63.5 E	
North Bound (NB)						
LT	876	3028	1.66	0.29	333.5 F	282.0 F
R	389	1346	0.81	0.29	44.1 D	
South Bound (SB)						
LT	1723	4333	1.05	0.40	60.2 F	169.7 F
R	532	1338	1.77	0.40	379.4 F	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 83 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 196.3 sec/veh**	

حيث:

R : حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليمين.

T : حارة خاصة للحركة المستقيمة على التقاطع.

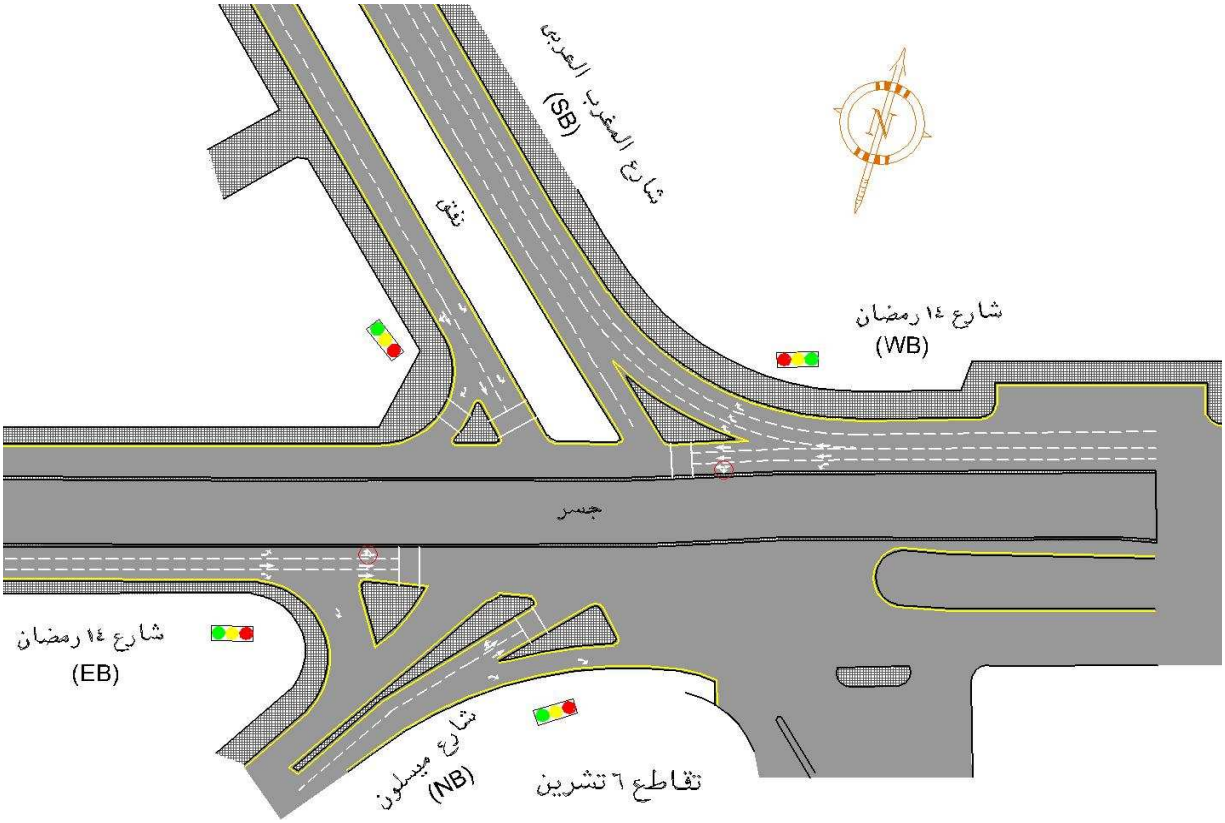
L: حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار.

TR: حارة مشتركة لكل من حركة الانعطاف إلى اليمين والحركة المستقيمة.

LT: حارة مشتركة لكل من حركة الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة.

B. تقاطع 6 تشرين(الريفييرا) :

يوضح الشكل (3-2) حالة وجود حارة مشتركة (الحركة المستقيمة +حركة الانعطاف إلى اليسار) على كل من شارع 14 رمضان (WB) وشارع 14 رمضان (EB).



الشكل(3-2) تقاطع 6 تشرين(حالة وجود حارة مشتركة)

يبين الجدول(3-2) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع 6 تشرين في حالة وجود حارة مشتركة.

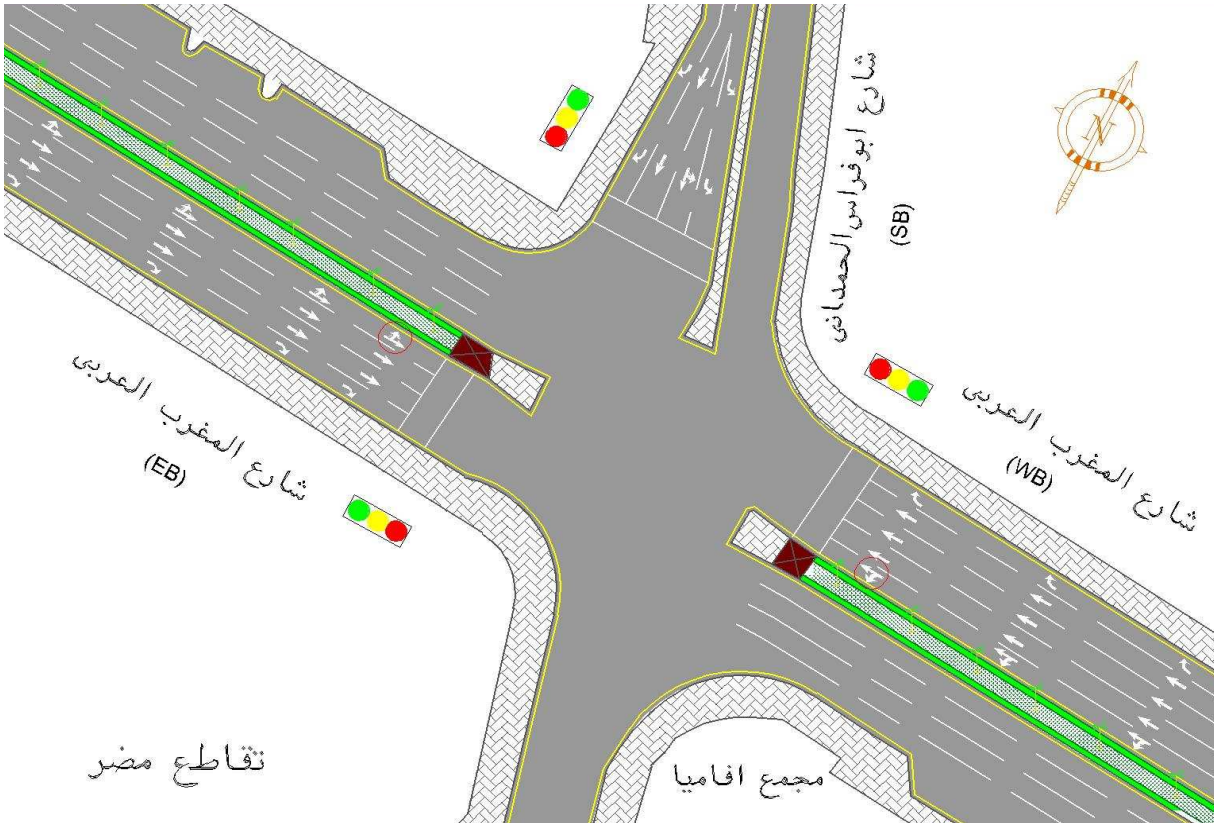
الجدول(3-2) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع6 تشرين في حالة وجود حارة مشتركة.

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
LT	771	4098	0.85	0.19	44.3 D	129.8 F
R	268	1425	1.48	0.19	270.1 F	
West Bound (WB)						

LT	1521	4040	0.89	0.38	33.2 C	32.7 C
R	1361	3615	0.03	0.38	16.8 B	
North Bound (NB)						
LT	356	3024	1.08	0.12	106.9 F	367.3 F
R	160	1362	2.29	0.12	639.0 F	
South Bound (SB)						
L	202	1562	2.19	0.13	589.8 F	444.6 F
T	213	1644	1.82	0.13	424.6 F	
R	189	1460	0.78	0.13	62.8 E	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 85 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 213.5 sec/veh**	

C. تقاطع مضر:

يوضح الشكل (3-3) حالة وجود حارة مشتركة (الحركة المستقيمة +حركة الانعطاف إلى اليسار) على كل من شارع المغرب العربي (WB) وشارع المغرب العربي (EB) .



الشكل(3-3) تقاطع مضر(حالة وجود حارة مشتركة)

يبين الجدول(3-3) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع مضر في حالة وجود حارة مشتركة.

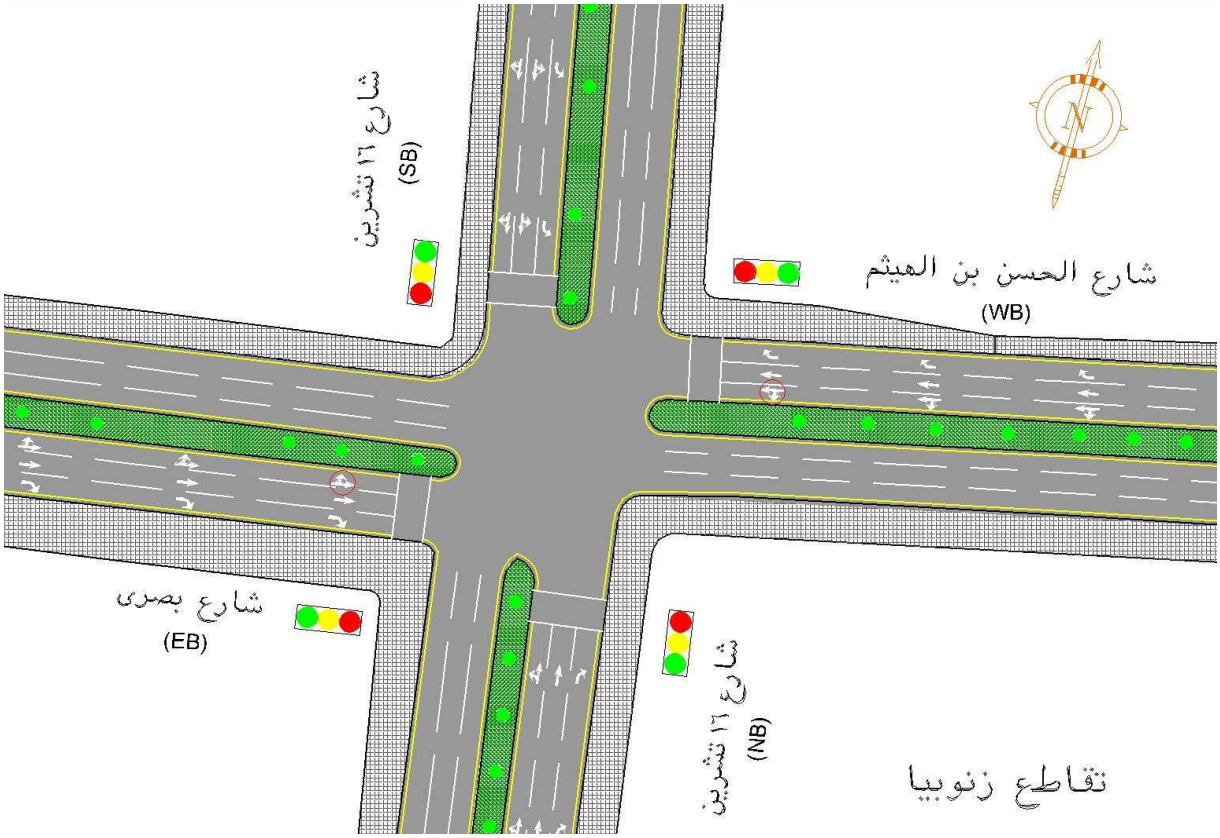
الجدول(3-3) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع مضر في حالة وجود حارة مشتركة.

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
LT	1476	4596	1.39	0.32	214.8 F	194.1 F
R	467	1454	0.57	0.32	35.7 D	
West Bound (WB)						
LT	1397	5638	1.41	0.25	227.7 F	219.1 F

R	329	1330	1.26	0.25	178.4 F	
South Bound (SB)						
L	518	1612	0.95	0.32	65.0 E	67.7 E
LT	1035	3224	0.41	0.32	30.1 C	
R	463	1443	1.08	0.32	102.0 F	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 109 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 174.5 sec/veh**	

D. تقاطع زنوبيا :

يوضح الشكل (3-4) حالة وجود حارة مشتركة (الحركة المستقيمة +حركة الانعطاف إلى اليسار) على كل من شارع الحسن بن الهيثم (WB) وشارع بصرى (EB).



الشكل(3-4) تقاطع زنوبيا(حالة وجود حارة مشتركة)

يبين الجدول(3-4) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع زنوبيا في حالة وجود حارة مشتركة.

الجدول(3-4) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع زنوبيا في حالة وجود حارة مشتركة.

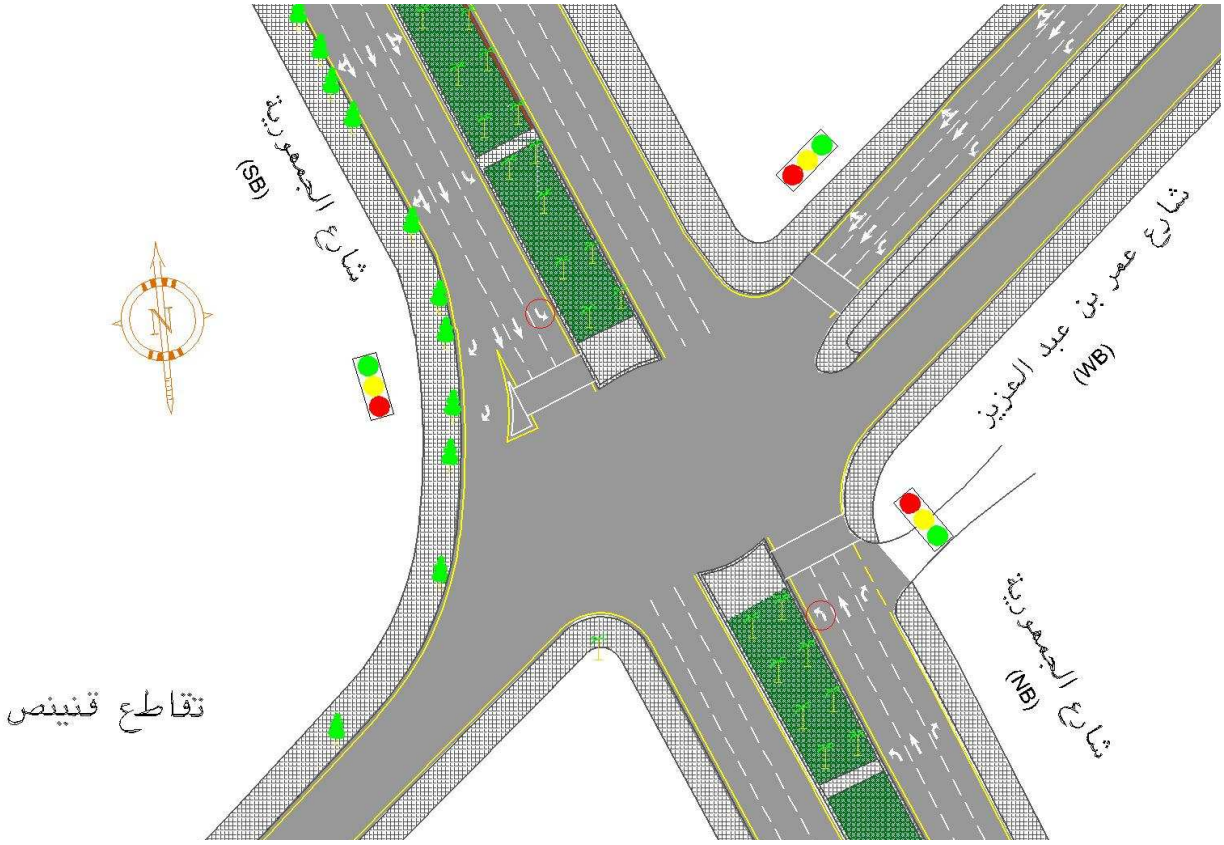
مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
LT	858	2950	0.94	0.29	48.5 D	46.7 D
R	423	1454	0.14	0.29	23.3 C	
West Bound (WB)						
LT	367	2868	1.48	0.13	267.5 F	304.5 F

R	168	1311	1.70	0.13	375.1 F	
North Bound (NB)						
LT	349	3005	1.50	0.12	278.2 F	247.3 F
R	157	1348	0.52	0.12	47.3 D	
South Bound (SB)						
L	426	1525	1.22	0.28	149.8 F	87.0 F
LTR	814	2917	0.80	0.28	37.0 D	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 86 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 156.8 sec/veh**	

3-2-2-2 بعد استخدام حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار:

A. تقاطع قنينص :

يوضح الشكل (3-5) حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار على كل من شارع الجمهورية (SB) وشارع الجمهورية (NB).



الشكل(3-5) تقاطع قنينص(حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار)

يبين الجدول(3-5) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع قنينص في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

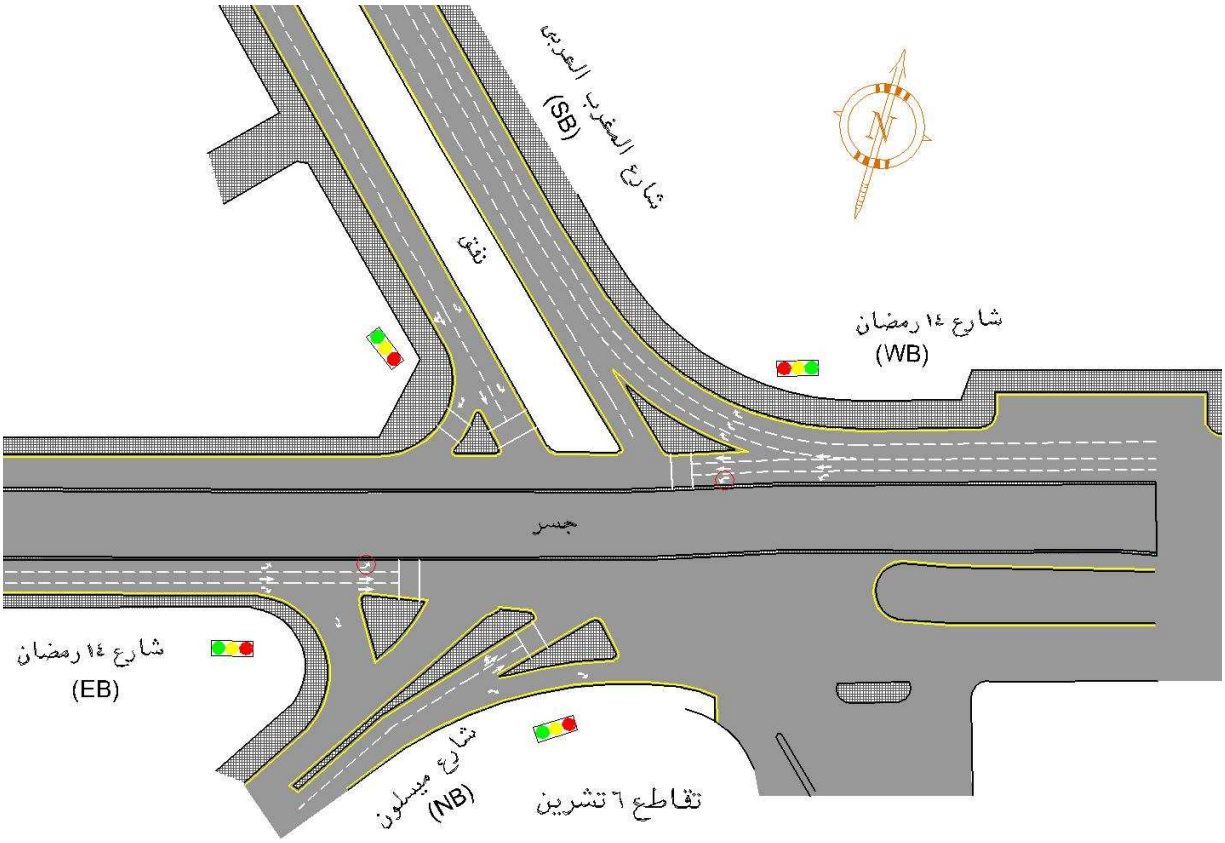
الجدول(3-5) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع قنينص في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
West Bound (WB)						
L	240	1423	1.09	0.17	117.9 F	83.7 F

TR	468	2776	0.94	0.17	63.5 E	
North Bound (NB)						
L	470	1624	0.79	0.29	40.0 D	416.2 F
T	458	1583	2.37	0.29	653.3 F	
R	389	1346	0.81	0.29	44.1 D	
South Bound (SB)						
L	595	1496	0.89	0.40	41.2 D	167.9 F
T	1217	3060	1.05	0.40	64.2 E	
R	532	1338	1.77	0.40	379.4 E	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 83 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 240.9 sec/veh**	

B. تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):

يوضح الشكل (3-6) حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار على كل من شارع 14 رمضان (WB) وشارع 14 رمضان (EB).



الشكل(3-6) تقاطع 6 تشرين (حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار)

يبين الجدول(3-6) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع 6 تشرين في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

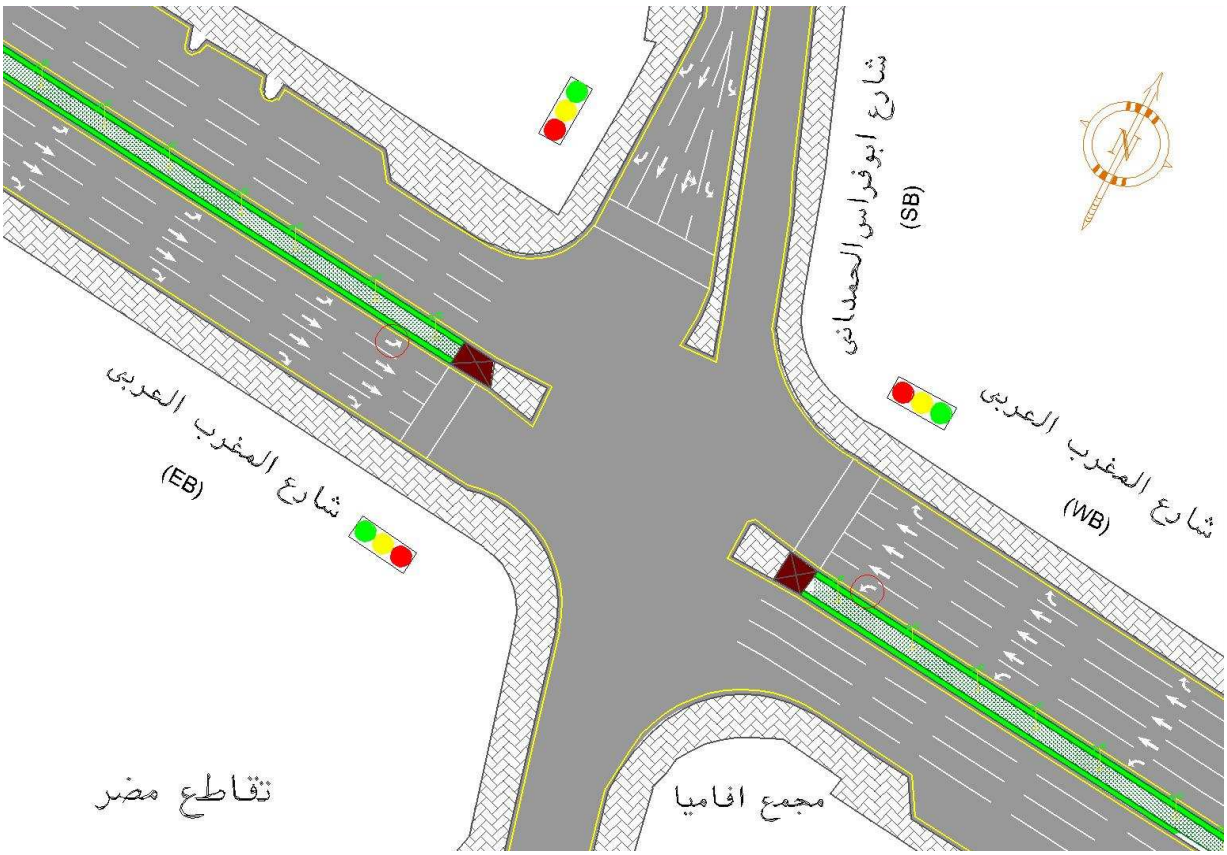
الجدول(3-6) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع 6 تشرين في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
L	280	1486	1.97	0.19	484.3 F	359.9 F

T	560	2973	0.18	0.19	29.7 C	
R	268	1425	1.48	0.19	270.1 F	
West Bound (WB)						
L	546	1451	1.59	0.38	302.1 F	195.2 F
T	1093	2902	0.45	0.38	21.2 C	
R	1361	3615	0.03	0.38	16.8 B	
North Bound (NB)						
LT	356	3024	1.08	0.12	106.9 F	367.3 F
R	160	1362	2.29	0.12	639.0 F	
South Bound (SB)						
L	202	1562	2.19	0.13	589.8 F	444.6 F
T	213	1644	1.82	0.13	424.6 F	
R	189	1460	0.78	0.13	62.8 E	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 85 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 325.8 sec/veh**	

C. تقاطع مضر :

يوضح الشكل (3-7) حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار على كل من شارع المغرب العربي (WB) وشارع المغرب العربي (EB).



الشكل(3-7) تقاطع مضر (حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار)

يبين الجدول(3-7) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع مضر في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

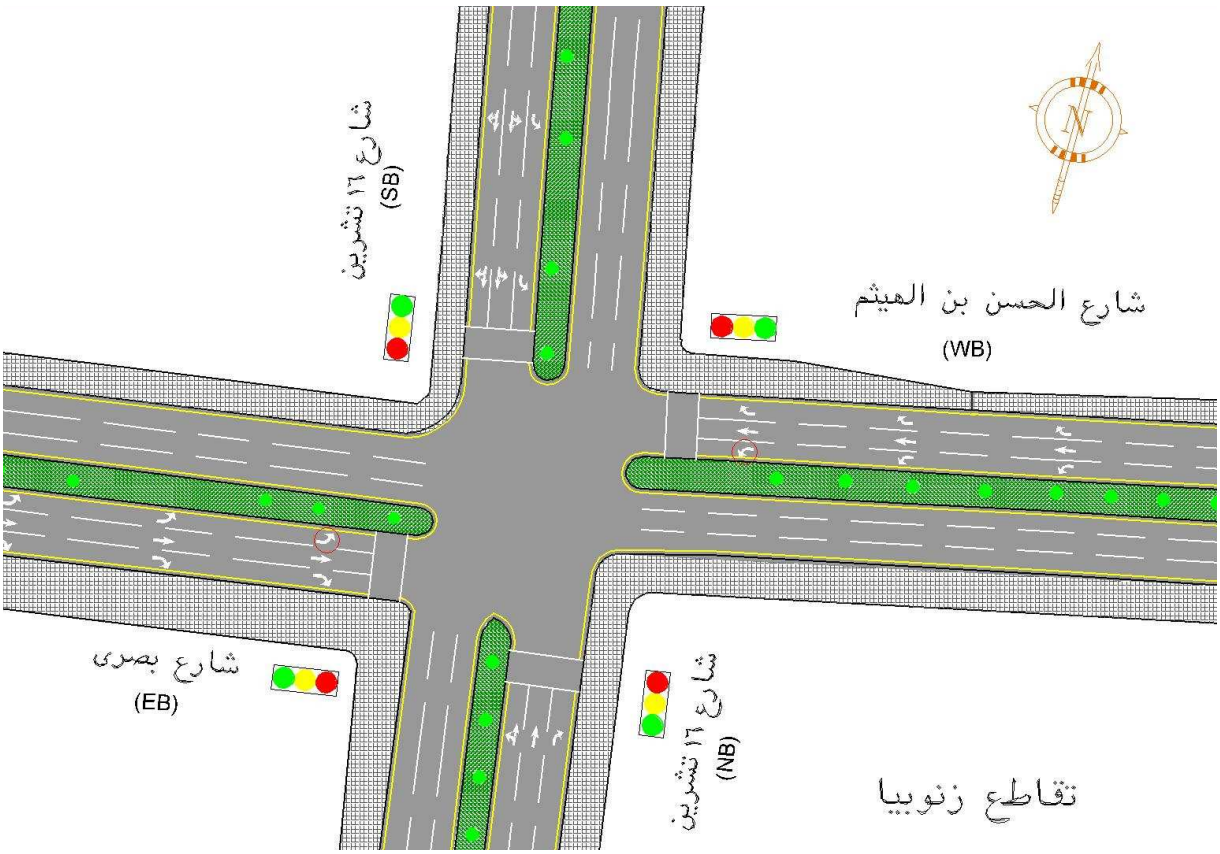
الجدول(3-7) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع مضر في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						

L	521	1624	1.23	0.32	158.2 F	168.5 F
T	1043	3249	1.34	0.32	198.4 F	
R	467	1454	0.57	0.32	35.7 D	
West Bound (WB)						
L	368	1486	1.09	0.25	115.0 F	221.4 F
T	1058	4272	1.48	0.25	260.1 F	
R	329	1330	1.26	0.25	178.4 F	
South Bound (SB)						
L	518	1612	0.95	0.32	65.0 E	67.7 E
LT	1035	3224	0.41	0.32	30.1 C	
R	463	1443	1.08	0.32	102.0 F	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 109 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 165.7 sec/veh**	

D. تقاطع زنوبيا:

يوضح الشكل (3-8) حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار على كل من شارع الحسن بن الهيثم (WB) وشارع بصرى (EB).



الشكل(3-8) تقاطع زنوبيا (حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار)

يبين الجدول(3-8) نتائج قياس معايير تقييم الأداء لتقاطع زنوبيا في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

الجدول(3-8) نتائج تطبيق برنامج HCS2000 على تقاطع زنوبيا في حالة وجود حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.

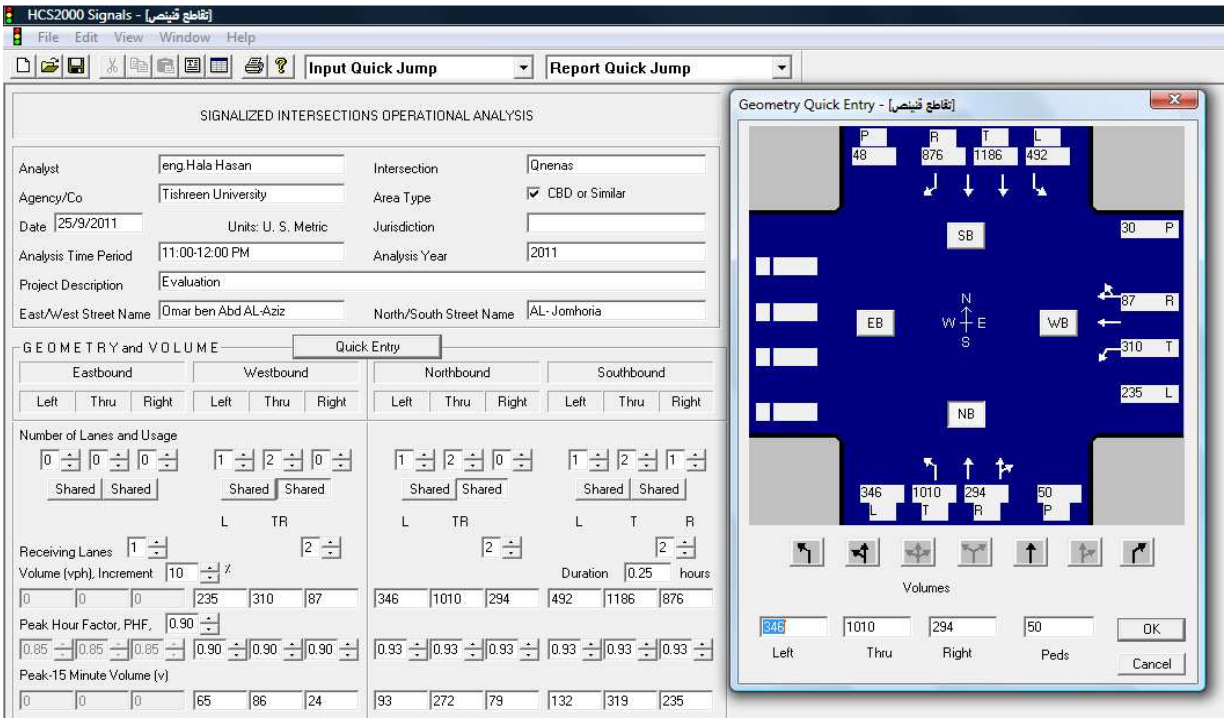
مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						

L	441	1516	1.02	0.29	77.4 E	57.9 E
T	464	1596	0.77	0.29	39.4 D	
R	423	1454	0.14	0.29	23.3 C	
West Bound (WB)						
L	187	1465	1.27	0.13	195.2 F	298.6 F
T	197	1543	1.55	0.13	307.8 F	
R	168	1311	1.70	0.13	375.1 F	
North Bound (NB)						
LT	349	3005	1.50	0.12	278.2 F	247.3 F
R	157	1348	0.52	0.12	47.3 D	
South Bound (SB)						
L	426	1525	1.22	0.28	149.8 F	87.0 F
LTR	814	2917	0.80	0.28	37.0 D	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 86 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 158.2 sec/veh**	

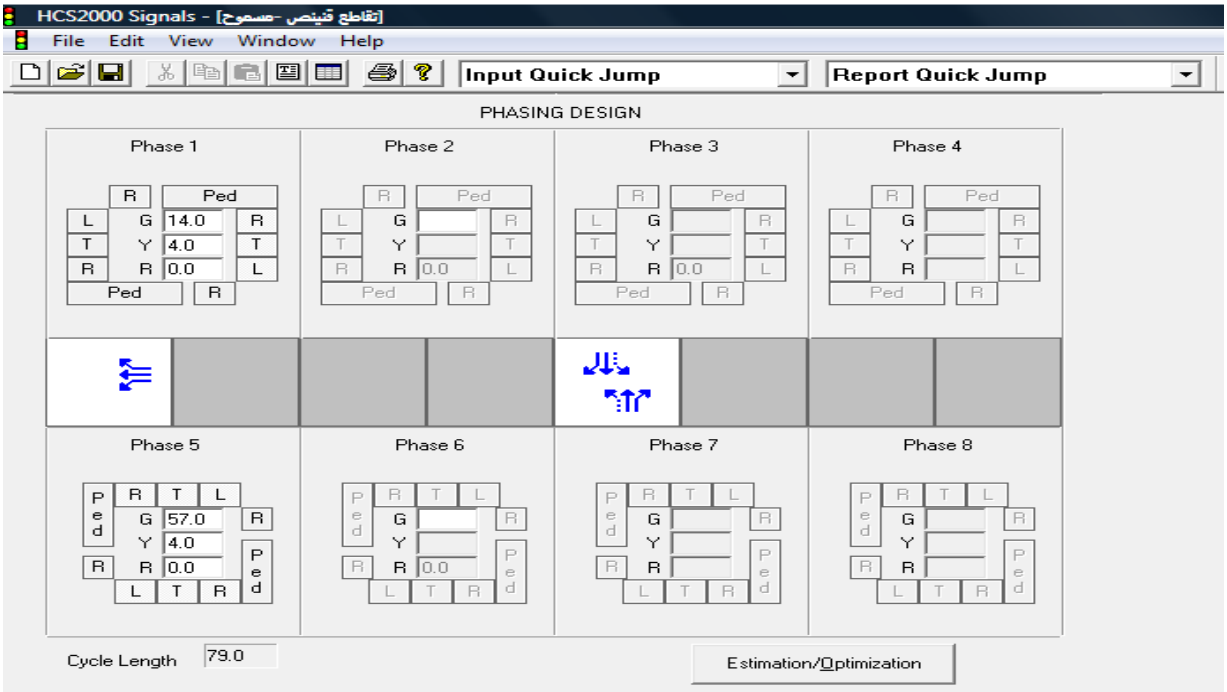
3-2-3 الوضع المروري (أطوارالانعطاف إلى اليسار):

❖ **تقاطع قنينص:**

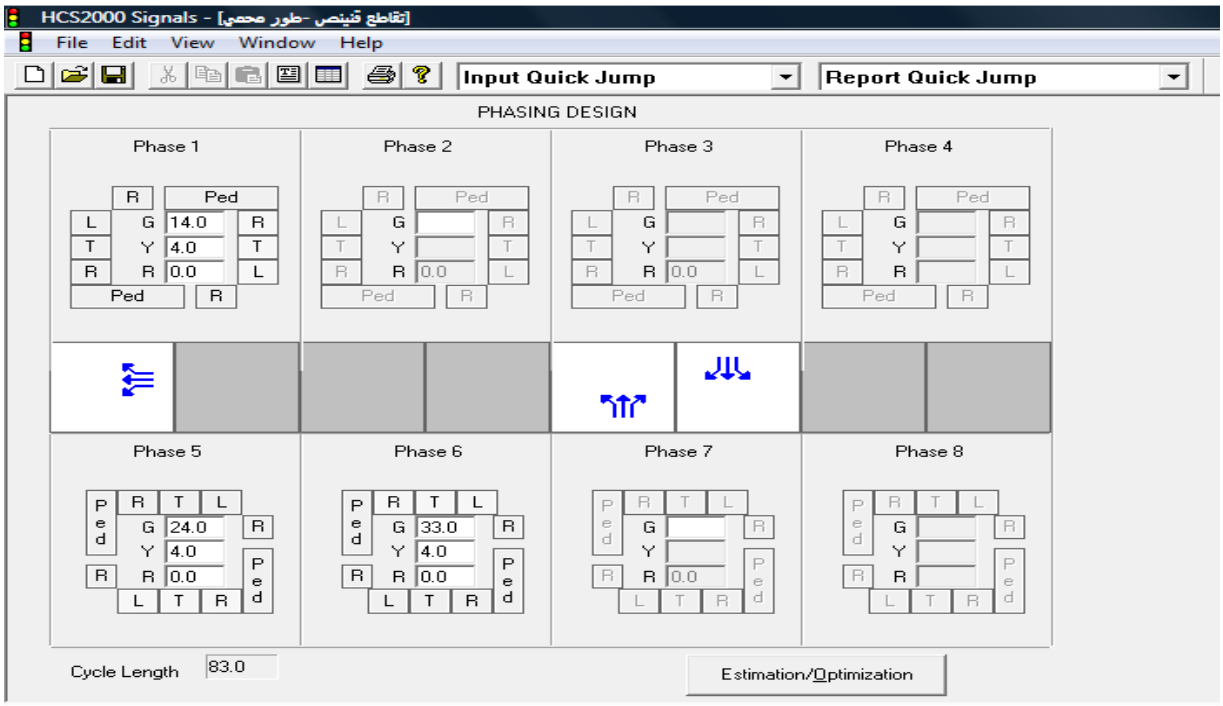
معطيات الإدخال الهندسية والمرورية لتقاطع قنينص في برنامج HCS2000



a. حالة الطور المسموح :



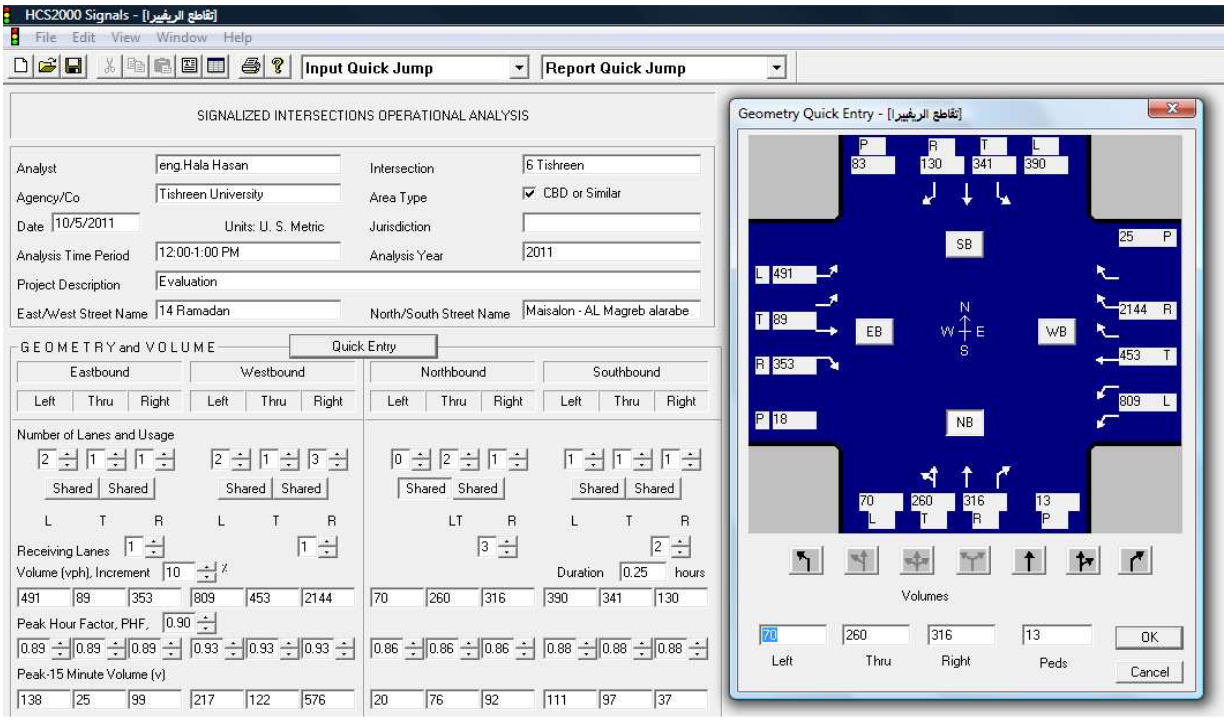
b. حالة الطور المحمي :



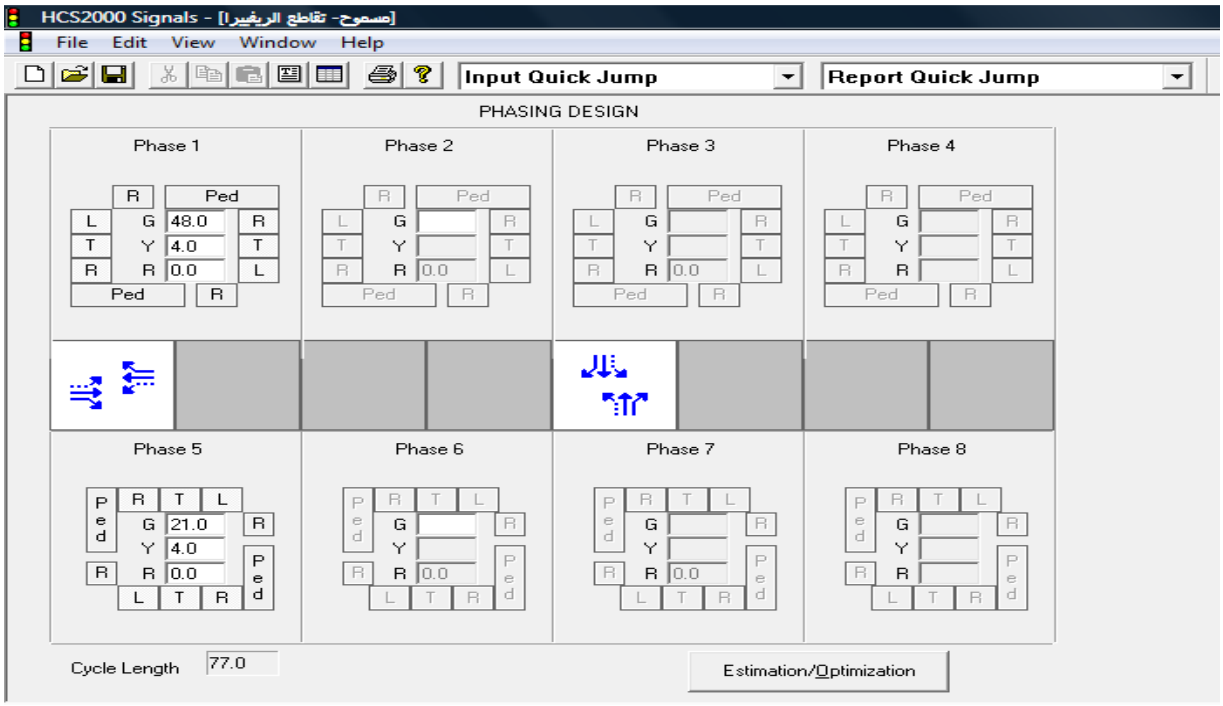
الشكل (3-9) معطيات الإدخال إلى برنامج HCS2000 (تقاطع قنيص)

❖ **تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):**

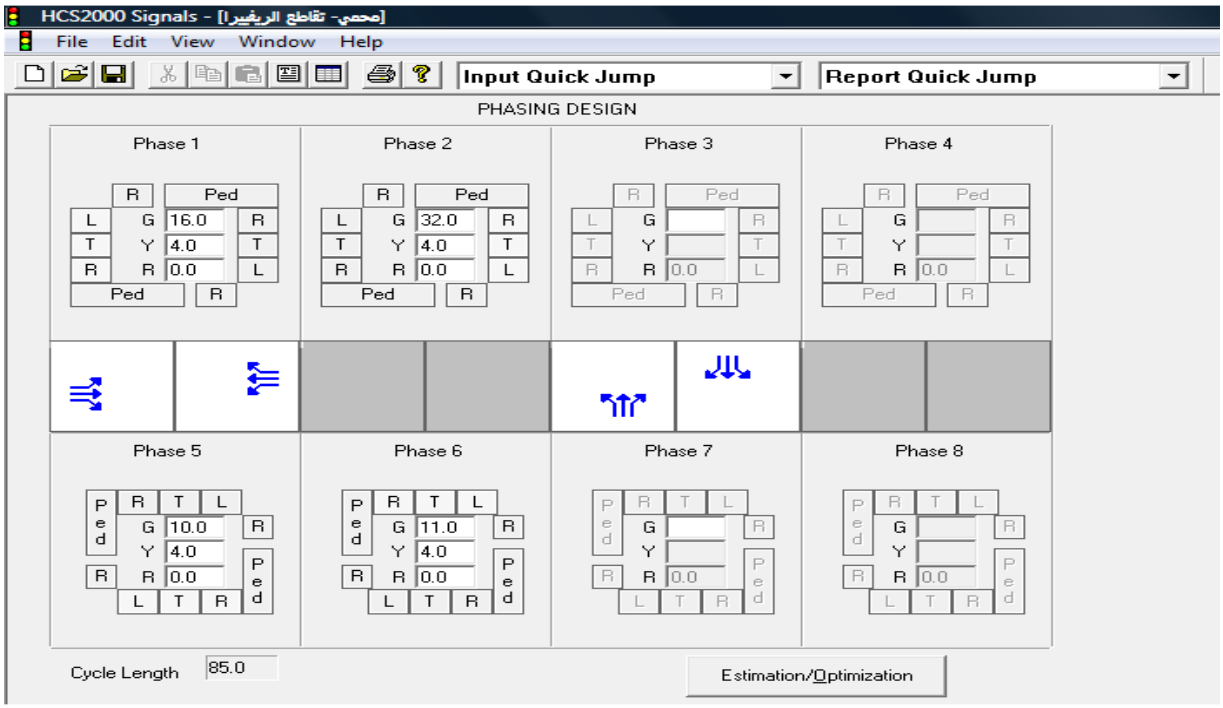
معطيات الإدخال الهندسية والمرورية لتقاطع 6 تشرين(الريفييرا) في برنامج HCS2000



a. حالة الطور المسموح :



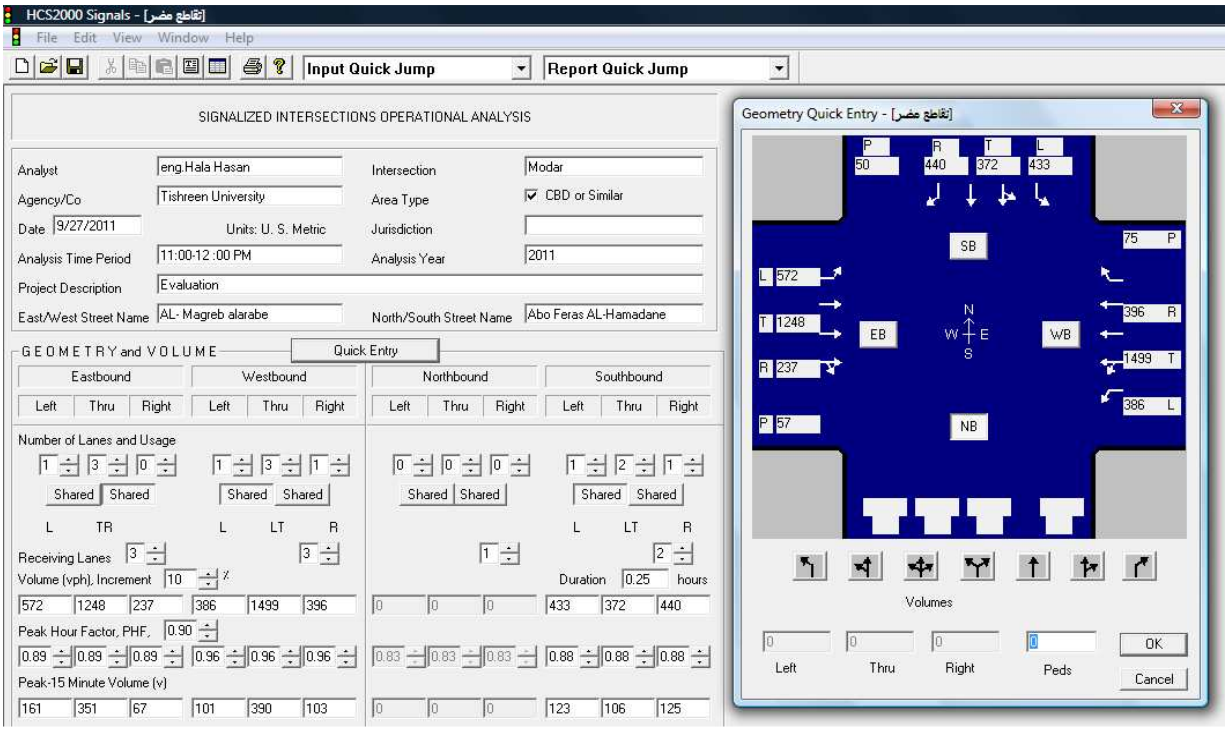
b.حالة الطور المحمي :



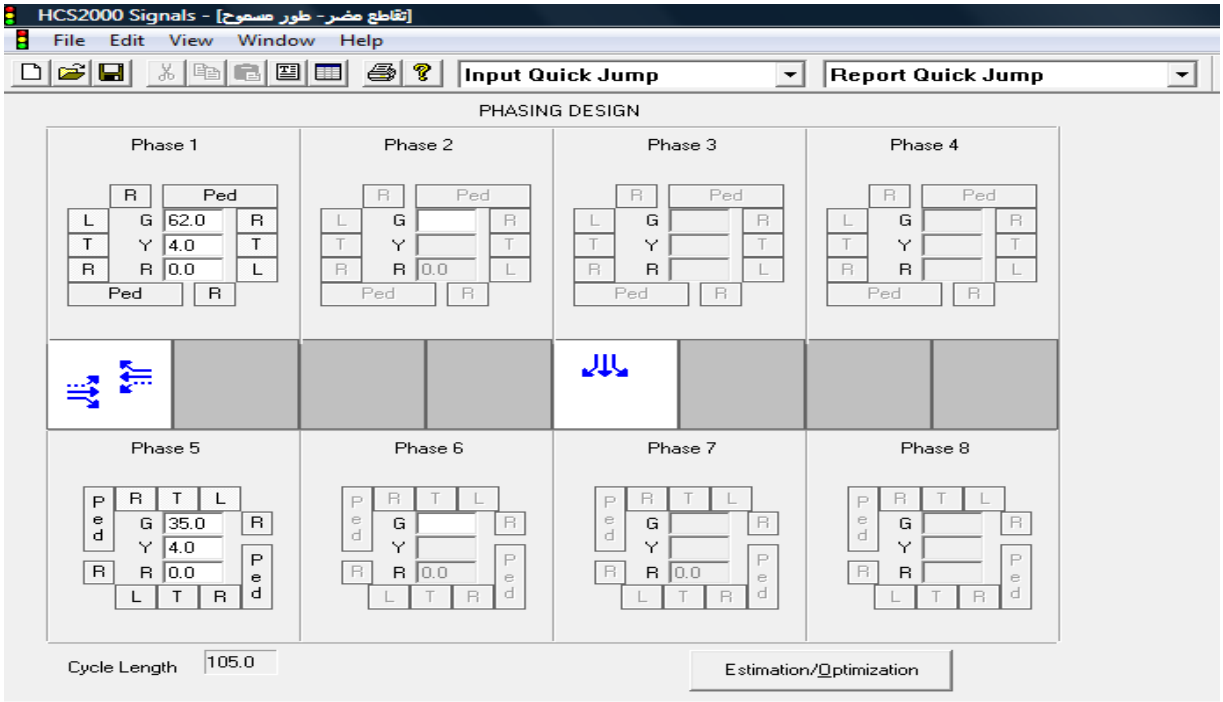
الشكل(3-10) معطيات الإدخال إلى برنامج HCS2000 (تقاطع 6 تشرين)

❖ **تقاطع مضر:**

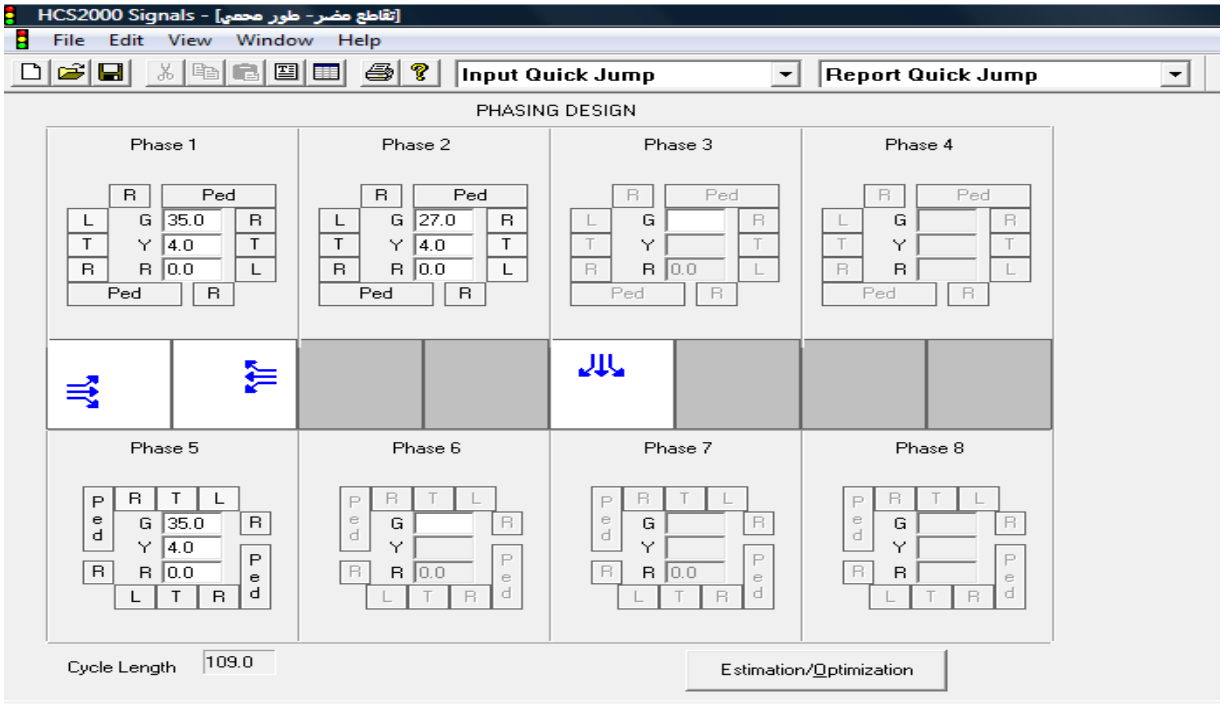
معطيات الإدخال الهندسية والمرورية لتقاطع مضر في برنامج HCS2000



a. حالة الطور المسموح :



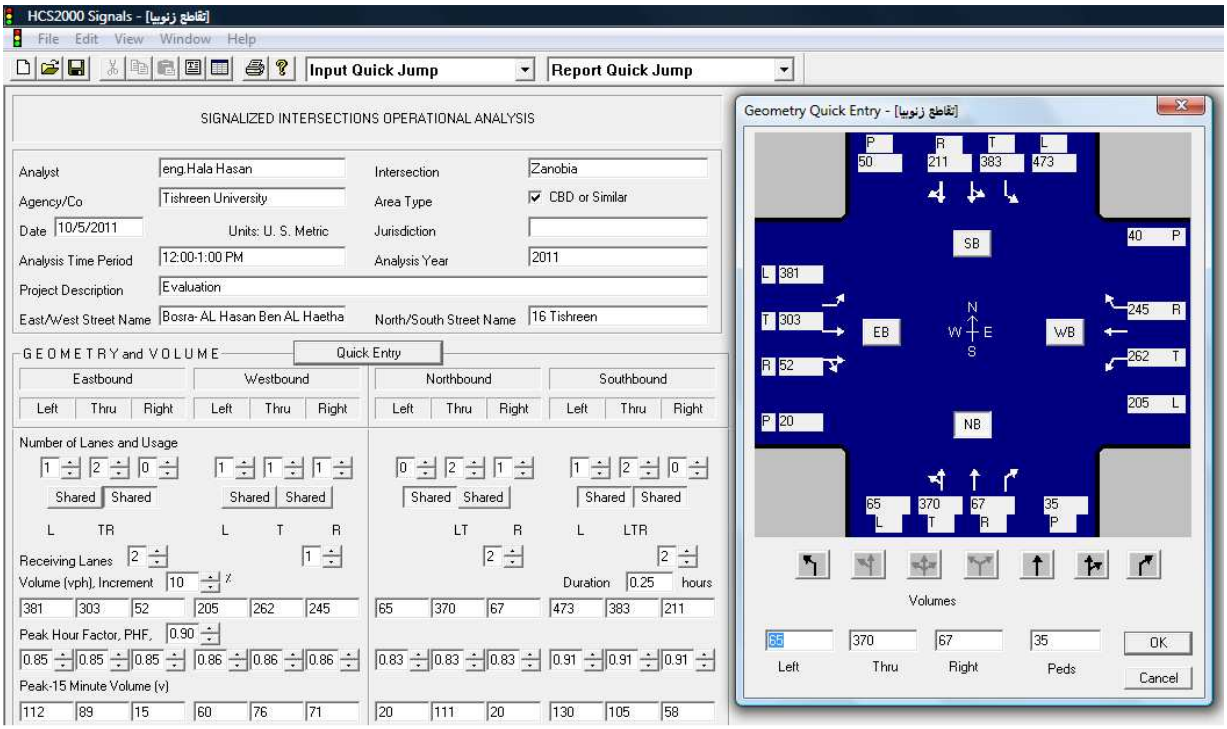
b. حالة الطور المحمي :



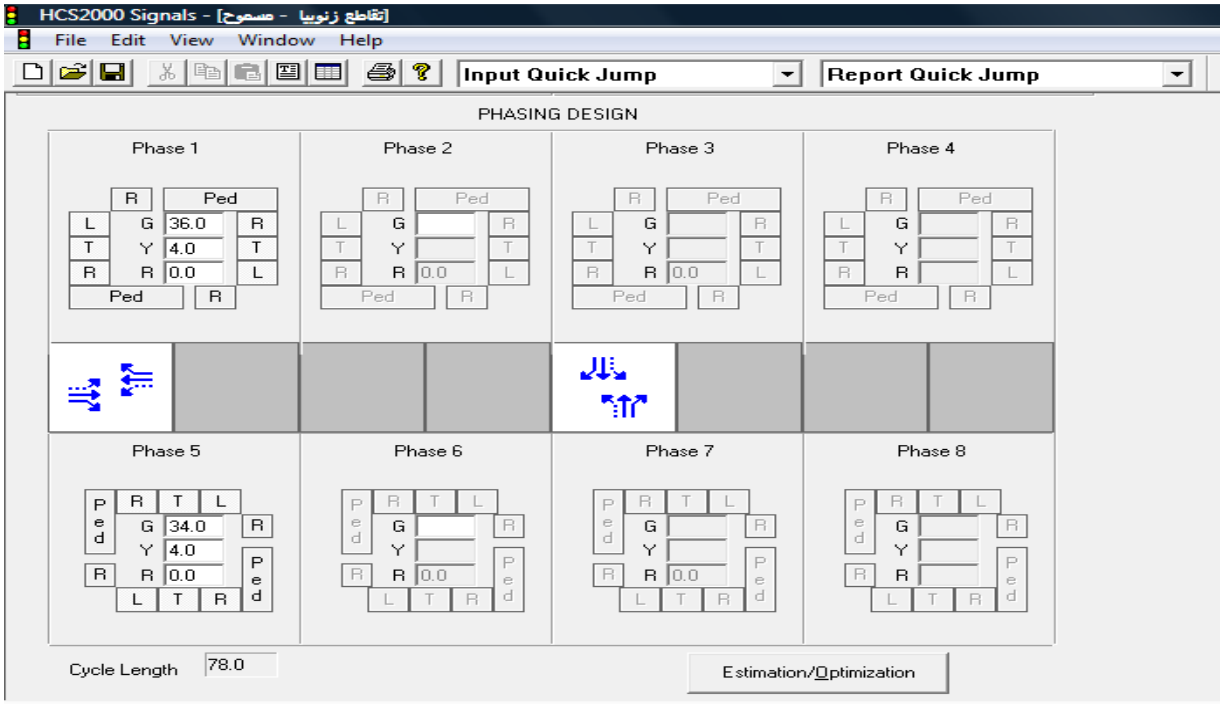
الشكل(3-11) معطيات الإدخال إلى برنامج HCS2000 (تقاطع مضر)

❖ تقاطع زنوبيا:

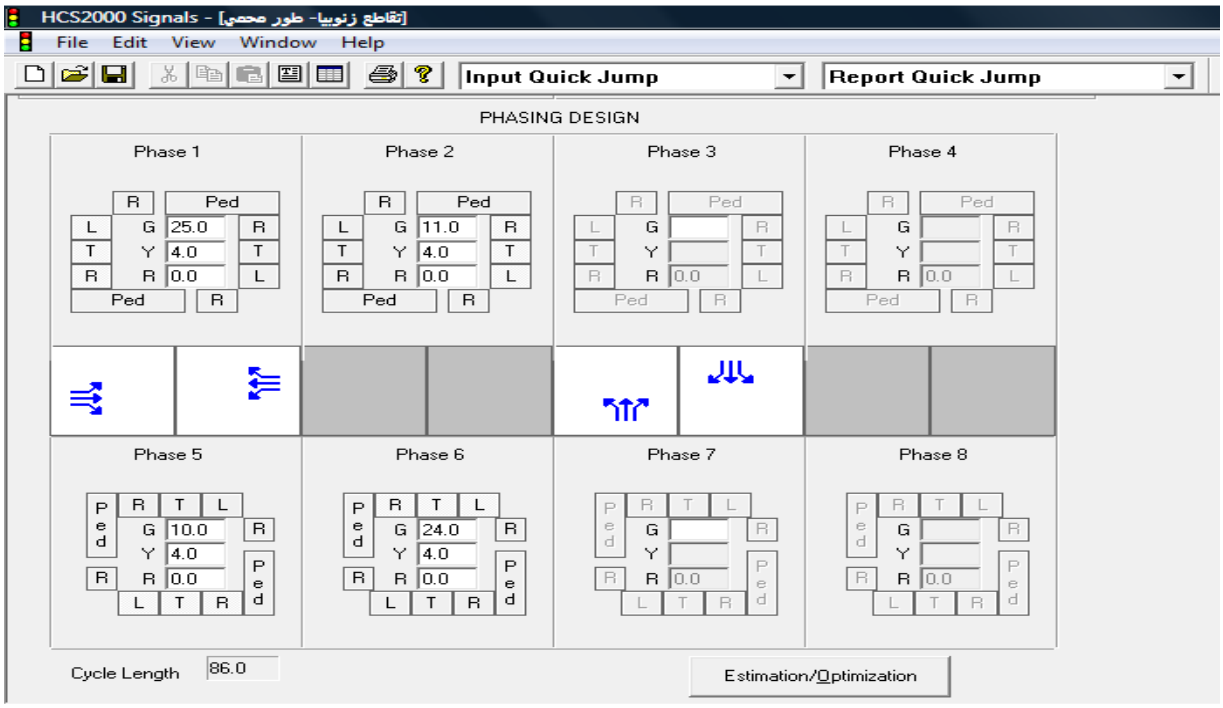
معطيات الإدخال الهندسية والمرورية لتقاطع زنوبيا في برنامج HCS2000



a. حالة الطور المسموح :



b. حالة الطور المحمي :



الشكل(3-12) معطيات الإدخال إلى برنامج HCS2000 (تقاطع زنوبيا)

1-3-2-3 نتائج تطبيق برنامج HCS2000 (out put Data):

بعد إدخال البيانات الهندسية والمرورية وبيانات الإشارات الضوئية إلى البرنامج الهندسي (HCS2000) ومعالجتها تم الحصول على قيم معايير أداء التقاطعات وشملت :

- السعة (Capacity) وهي معدل المرور الأعظمي الذي تتمكن وفقه العربات من دخول التقاطع خلال فترةٍ زمنيةٍ معينةٍ .

- درجة التحميل ($X = \frac{V}{C}$) وهي نسبة الغزارة على ذراع التقاطع إلى سعة هذا الذراع وتعبر عن قدرة هذا الذراع على استيعاب الطلب على الحركة الداخلة على التقاطع، وعند ازدياد درجة التحميل تزداد قيمة أزمنة التأخير ويزداد طول أرتال العربات.

- زمن دورة الإشارة الضوئية cycle Length.

- أزمنة تأخير التقاطع Delay Intersection.

تبين الجداول من (3-9) إلى (3-16)نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية .

1-1-3-2-3 تقاطع قنينص :

A. حالة الطور المسموح:

يبين الجدول (3-9) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المسموح للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع قنينص.

الجدول(3-9) نتائج تطبيق الطور المسموح على تقاطع قنينص

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
West Bound (WB)						
L	252	1423	1.04	0.18	98.8 F	70.3 E
TR	492	2776	0.90	0.18	53.4 D	
North Bound (NB)						
L	209	290	1.78	0.72	380.6 F	85.8 F
TR	2097	2907	0.67	0.72	7.6 A	
South Bound (SB)						
L	178	247	2.97	0.72	913.3 F	190.6 F
T	2208	3060	0.58	0.72	6.4 A	

R	965	1338	0.98	0.72	34.1 C	
أزمنة تأخير التقاطع = 138.8 sec/veh			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**زمن دورة الإشارة الضوئية = 79 sec**	

B. حالة الطور المحمي:

يبين الجدول (3-10) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المحمي للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع قنينص.

الجدول(3-10) نتائج تطبيق الطور المحمي على تقاطع قنينص

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
West Bound (WB)						
L	240	1423	1.09	0.17	117.9 F	83.7 F
TR	468	2776	0.94	0.17	63.5 E	
North Bound (NB)						
L	470	1624	0.79	0.29	40.0 D	273.1 F
TR	841	2907	1.67	0.29	334.9 F	
South Bound (SB)						
L	595	1496	0.89	0.40	41.2 D	167.9 F
T	1217	3060	1.05	0.40	64.2 E	
R	532	1338	1.77	0.40	379.4 E	
أزمنة تأخير التقاطع = 192.3 sec/veh			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**طول دورة الإشارة الضوئية = 83 sec**	

3-2-3-1-2 تقاطع 6 تشرين(الريفييرا):

A. حالة الطور المسموح :

يبين الجدول (3-11) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المسموح للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع 6 تشرين.

الجدول(3-11) نتائج تطبيق الطور المسموح على تقاطع 6 تشرين

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh

East Bound (EB)						
L	392	629	1.41	0.62	212.8 F	116.1 F
T	976	1565	0.10	0.62	6.0 A	
R	888	1425	0.45	0.62	9.2 A	
West Bound (WB)						
L	918	1472	0.95	0.62	32.8 C	24.0 C
T	952	1527	0.51	0.62	10.0 A	
R	2254	3615	0.02	0.62	5.5 A	
North Bound (NB)						
LT	527	1932	0.73	0.27	33.9 C	52.5 D
R	371	1362	0.99	0.27	72.0 E	
South Bound (SB)						
L	201	737	2.20	0.27	585.7 F	287.2 F
T	448	1644	0.87	0.27	46.3 D	
R	398	1460	0.37	0.27	25.3 C	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 77 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 113.8 sec/veh**	

B. حالة الطور المحمي:

يبين الجدول (3-12) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المحمي للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع 6 تشرين.

الجدول(3-12) نتائج تطبيق الطور المحمي على تقاطع 6 تشرين

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
L	543	2884	1.02	0.19	77.3 E	146.1 F
T	295	1565	0.34	0.19	33.0 C	
R	268	1425	1.48	0.19	270.1 F	
West Bound (WB)						
L	1060	2815	0.82	0.38	31.1 C	33.2 C
T	575	1527	0.85	0.38	38.6 D	
R	1361	3615	0.03	0.38	16.8 B	

North Bound (NB)						
LT	356	3024	1.08	0.12	106.9 F	367.3 F
R	160	1362	2.29	0.12	639.0 F	
South Bound (SB)						
L	202	1562	2.19	0.13	589.8 F	444.6 F
T	213	1644	1.82	0.13	424.6 F	
R	189	1460	0.78	0.13	62.8 E	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 85 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 217.8 sec/veh**	

3-1-3-2-3 تقاطع مضر :

A. حالة الطور المسموح :

يبين الجدول (3-13) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المسموح للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع مضر.

الجدول(3-13) نتائج تطبيق الطور المسموح على تقاطع مضر

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
L	114	193	5.64	0.59	2128 F	603.1 F
TR	2691	4557	0.62	0.59	15.0 B	
West Bound (WB)						
L	89	150	4.52	0.59	1629 F	288.3 F
LT	2523	4272	0.62	0.59	15.0 B	
R	785	1330	0.53	0.59	15.3 B	
South Bound (SB)						
L	537	1612	0.92	0.33	56.4 E	58.6 E
LT	1075	3224	0.39	0.33	27.9 C	
R	481	1443	1.04	0.33	86.7 F	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 105 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 354.2 sec/veh**	

B. حالة الطور المحمي :

يبين الجدول (3-14) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المحمي للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع مضر.

الجدول(3-14) نتائج تطبيق الطور المحمي على تقاطع مضر

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound						
L	521	1624	1.23	0.32	158.2 F	122.6 F
LTR	1463	4557	1.14	0.32	108.8 F	
West Bound						
L	368	1486	1.09	0.25	115.0 F	221.4 F
LT	1058	4272	1.48	0.25	260.1 F	
R	329	1330	1.26	0.25	178.4 F	
South Bound						
L	518	1612	0.95	0.32	65.0 E	67.7 E
LT	1035	3224	0.41	0.32	30.1 C	
R	463	1443	1.08	0.32	102.0 F	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 109 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 148.3 sec/veh**	

4-1-3-2-3 تقاطع زنوبيا:

A. حالة الطور المسموح :

يبين الجدول (3-15) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المسموح للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع زنوبيا.

الجدول(3-15) نتائج تطبيق الطور المسموح على تقاطع زنوبيا

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
L	362	785	1.24	0.46	149.5 F	84.1 F
TR	1346	2916	0.31	0.46	13.8 B	
West Bound (WB)						
L	343	744	0.69	0.46	27.6 C	19.7 B
T	712	1543	0.43	0.46	16.0 B	
R	605	1311	0.47	0.46	17.1 B	
North Bound (NB)						
LT	1017	2334	0.52	0.44	17.9 B	17.3 B

R	588	1348	0.14	0.44	13.7 B	
South Bound (SB)						
L	283	649	1.70	0.44	350.0 F	158.4 F
LTR	1272	2917	0.51	0.44	17.5 B	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 78 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 81.3 sec/veh**	

B. حالة الطور المحمي :

يبين الجدول (3-16) نتائج قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وذلك عند تطبيق حالة الطور المحمي للحركة المنعطفة إلى اليسار على تقاطع زنوبيا.

الجدول(3-16) نتائج تطبيق الطور المحمي على تقاطع زنوبيا

مجموعات حارات الذراع	السعة veh/h	معدل غزارة الإشباع veh/h/ln	نسبة الغزارة إلى السعة V/C	الزمن الأخضر/ زمن دورة الإشارة الضوئية g/c	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة sec/veh	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع sec/veh
East Bound (EB)						
L	441	1516	1.02	0.29	77.4 E	53.2 D
TR	862	2966	0.48	0.29	27.1 C	
West Bound (WB)						
L	187	1465	1.27	0.13	195.2 F	298.6 F
T	197	1543	1.55	0.13	307.8 F	
R	168	1311	1.70	0.13	375.1 F	
North Bound (NB)						
LT	349	3005	1.50	0.12	278.2 F	247.3 F
R	157	1227	0.52	0.12	47.3 D	
South Bound (SB)						
L	426	1525	1.22	0.28	149.8 F	87.0 F
LTR	814	2917	0.80	0.28	37.0 D	
زمن دورة الإشارة الضوئية = 86 sec			**مستوى الخدمة للتقاطع = F**		**أزمنة تأخير التقاطع = 157.0 sec/veh**	

لخصت نتائج هذه المرحلة على الشكل التالي:

أولاً- عند دراسة الوضع الهندسي (حارات الانعطاف إلى اليسار):

a. تدني مستوى الخدمة لكامل التقاطع وذلك لكافة التقاطعات المدروسة سواء عند استخدام حارة مشتركة أو استخدام حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار.
b. لم يسجل أي اختلاف في معيار مستوى الخدمة لكامل التقاطع وذلك عند الانتقال من استخدام حارة مشتركة إلى استخدام حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار.
c. انخفاض قيمة أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على معظم أذرع التقاطعات المدروسة، باستثناء كل من الذراعين شارع 14 رمضان (EB)، و شارع 14 رمضان (WB) على تقاطع 6 تشرين، والذراع شارع بصرى (EB) على تقاطع زنوبيا، وذلك عند استخدام حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار، كما تم ملاحظة حدوث زيادة في أزمنة تأخير التقاطع الكلية، لكل من تقاطع قنينص، وتقاطع 6 تشرين وتقاطع زنوبيا.

ثانياً- عند دراسة الوضع المروري (أطوار الانعطاف إلى اليسار):

a. تم ملاحظة تدني مستوى الخدمة لكامل التقاطع وذلك لكافة التقاطعات المدروسة سواء عند تطبيق الطور المسموح أو عند تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.
b. بشكل عام انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع المدروس لتزداد أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل.

الفصل الرابع

نمذجة التقاطعات المدروسة باستخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA)

1-4 البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA):

يعد برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية(LISA) من البرامج المرورية المتخصصة في مجال التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية بشكل خاص، يقدم البرنامج دراسة مرورية متكاملة تشمل كافة النواحي بدءاً من التصميم والتخطيط وانتهاءً بمحاكاة وضع مروري معين على التقاطع المدروس.

على المستخدم قبل البدء باستخدام البرنامج تحديد نوع الضبط المروري المستخدم للتقاطع المدروس (إشارة ضوئية ذات زمن ثابت، أو إشارة ضوئية مرتبطة بالحركة)، حيث تختلف طريقة تخطيط وتصميم ومحاكاة كل حالة عن الأخرى. [27]

يقدم برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية (LISA) طريقتين لقياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية:

4-1-1 طريقة Schnabel/Lohse: استندت على دراسات وأبحاث كل من W.Schnabel & D.Lohse والمنشورة عام 1997 في جامعة برلين[28]، مع الإشارة إلى أن قيم انبعاث الغازات واستهلاك الوقود استندت على تعليمات المنظمة الألمانية الفيدرالية بالنسبة لتلوث الهواء الناتج عن مرور العربات. [29]

4-1-2 الطريقة الألمانية HBS: تعد طريقة HBS الألمانية لتقييم ودراسة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية الطريقة المقابلة لطريقة HCM الأمريكية ولكن مع اختلاف بعض الفرضيات مثل غزارة الإشباع الأساسية [30]، حيث تفرض HCM أن غزارة الإشباع الأساسية S_O=1900 veh/h في حين تتعلق غزارة الإشباع الأساسية حسب طريقة HBS بالزمن الأخضر وذلك حسب الجدول التالي:

الجدول (4-1) العلاقة بين غزارة الإشباع الأساسية والزمن الأخضر

الزمن الأخضر (sec)	غزارة الإشباع الأساسية (veh/h)
>10	2000
10	2400
≤ 6	3000

تم تطبيق برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية على التقاطعات المدروسة المنظمة بإشارات مرورية ذات زمن ثابت ومن ثم تم التوصل إلى قياس شامل لكافة معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، ومن ثم تم إجراء محاكاة لكل حالة من الحالات التالية:

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي.
b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح.
c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح.

2-4 معطيات الإدخال(In put Data):

تشمل معطيات الإدخال:

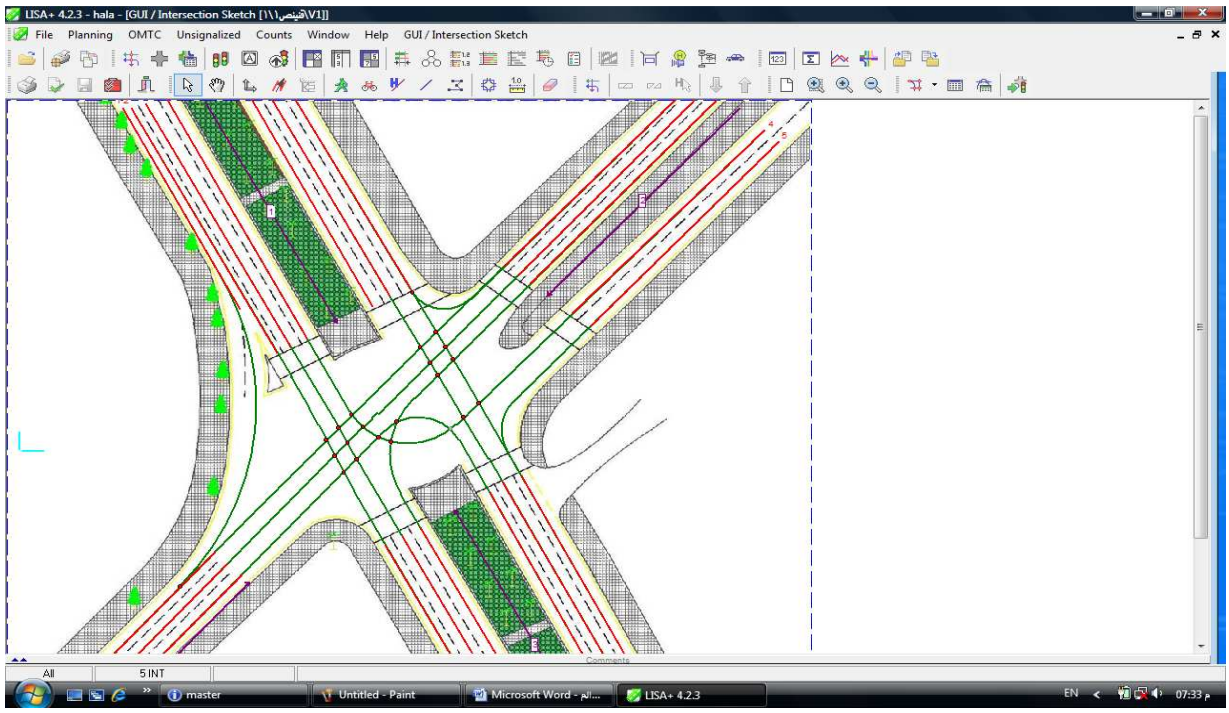
a. البيانات الهندسية.
b. البيانات المرورية.
c. بيانات الإشارات الضوئية .

تم إدخال المعطيات السابقة لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة.

1-2-4 تقاطع قنينص:

4-2-1-1 البيانات الهندسية:

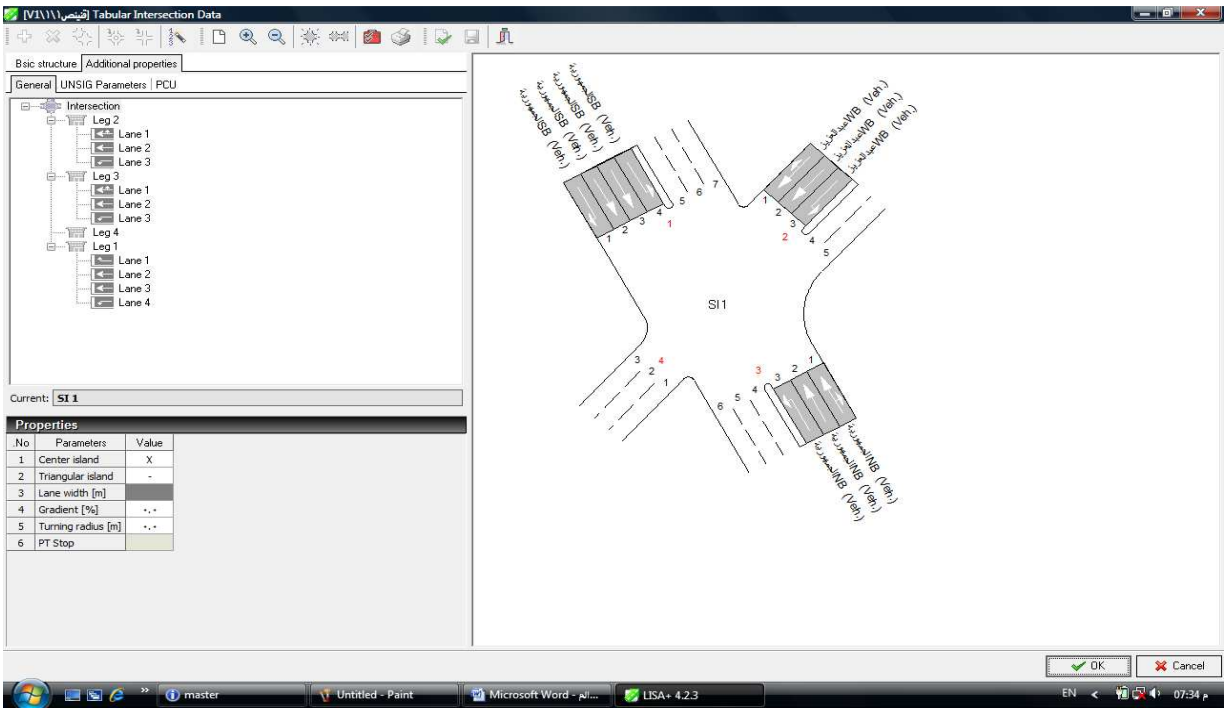
يوضح الشكل (4-1) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع قنينص حيث يظهر مسارات الحركة ونقاط التصادم المروري بين هذه المسارات.



الشكل (4-1) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع قنينص

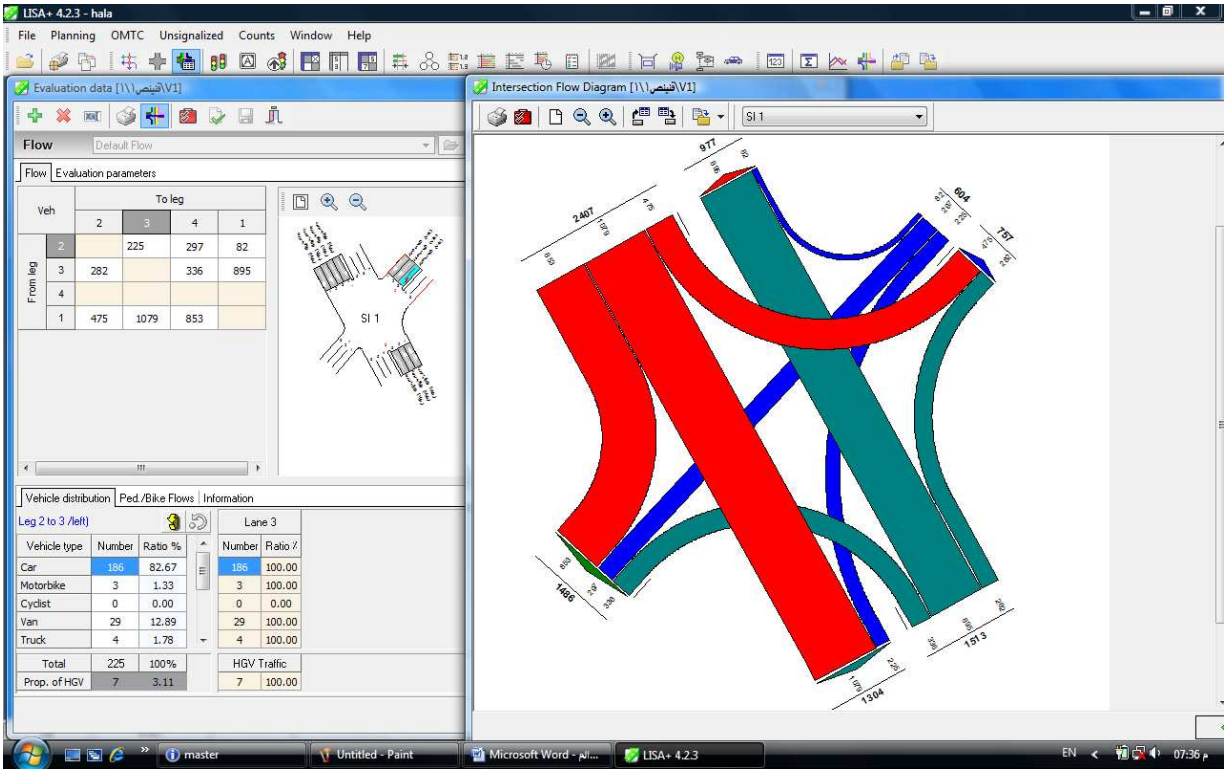
4-2-1-2 البيانات المرورية:

يوضح الشكل (4-2) بيانات الإدخال المرورية حيث يظهر شكل توزع الحركة على حارات تقاطع قنينص.



الشكل (4-2) توزع الحركة على حارات أذرع تقاطع قنيص

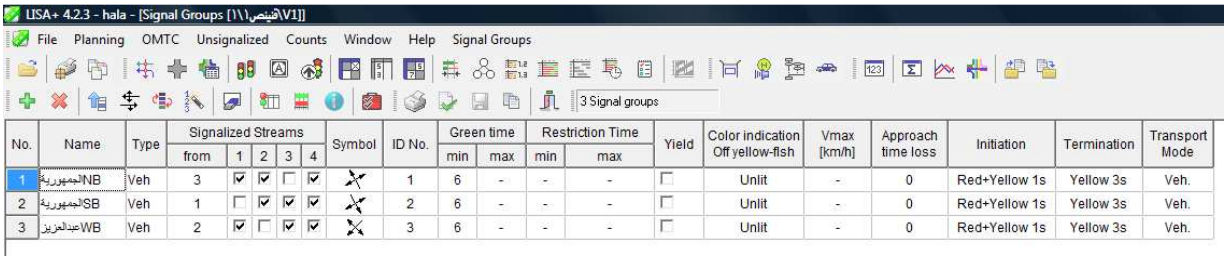
يوضح الشكل (4-3) مخطط الغزارة ونوع العربات لكل حارة من حارات التقاطع



الشكل (4-3) مصفوفة الغزارة (تقاطع قنيص)

3-1-2-4 بيانات الإشارات الضوئية:

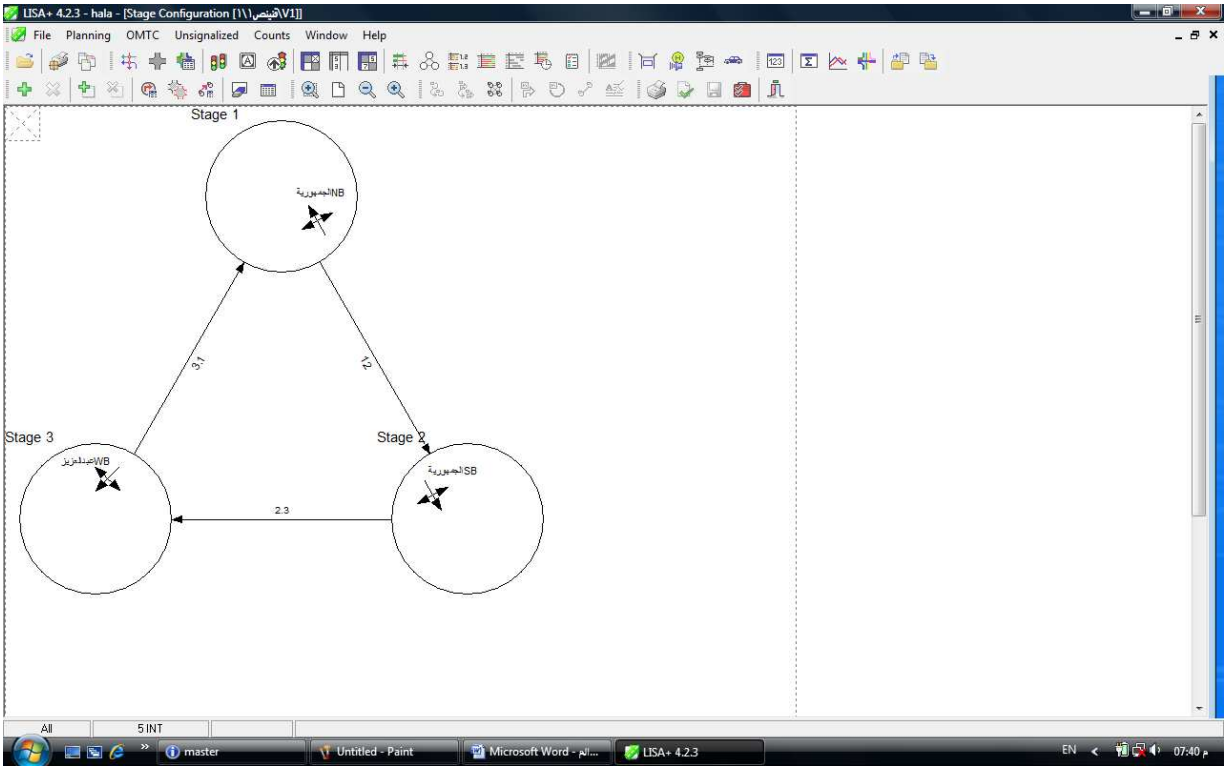
يوضح الشكل (4-4) مجموعة إشارة المرور الضوئية



No.	Name	Type	Signalized Streams from	1	2	3	4	Symbol	ID No.	Green time min	Green time max	Restriction Time min	Restriction Time max	Yield	Color indication Off yellow-flsh	Vmax [km/h]	Approach time loss	Initiation	Termination	Transport Mode
1	NBالجمهورية	Veh	3	☑	☑	☐	☑		1	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
2	SBالجمهورية	Veh	1	☐	☑	☑	☑		2	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
3	WBعبدالعزيز	Veh	2	☑	☐	☑	☑		3	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.

الشكل (4-4) مجموعة إشارة المرور الضوئية(تقاطع قنيص)

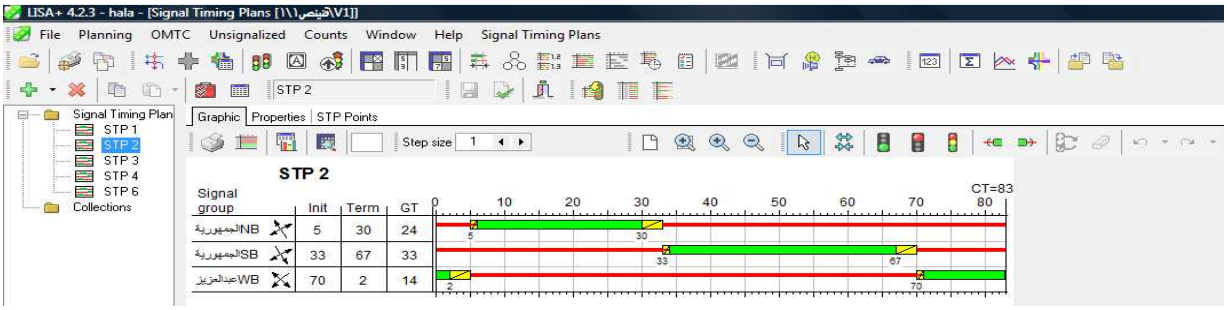
يوضح الشكل (4-5) ترتيبات الطور لكل ذراع من أذرع تقاطع قنيص، حيث إن الطور الأول هو طور شارع الجمهورية (NB) والطور الثاني هو طور شارع الجمهورية (SB) والطور الثالث هو طور شارع عمر بن عبد العزيز (WB)



الشكل (4-5) ترتيبات أطوار تقاطع قنيص

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

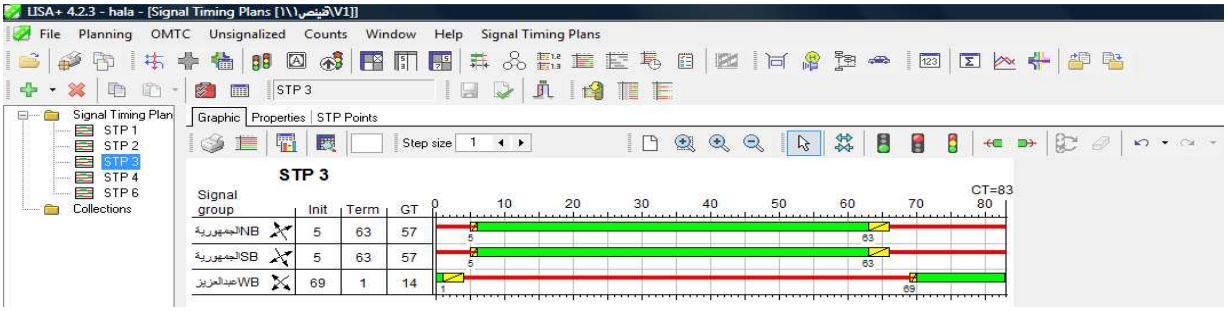
يوضح الشكل (4-6) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-6) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي(تقاطع قنينص)

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

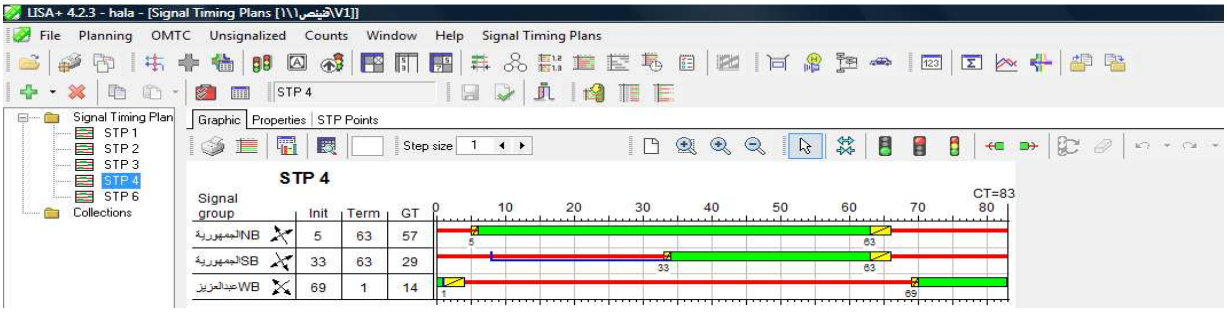
يوضح الشكل (4-7) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-7) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح(تقاطع قنينص)

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يوضح الشكل (4-8) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/ المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.

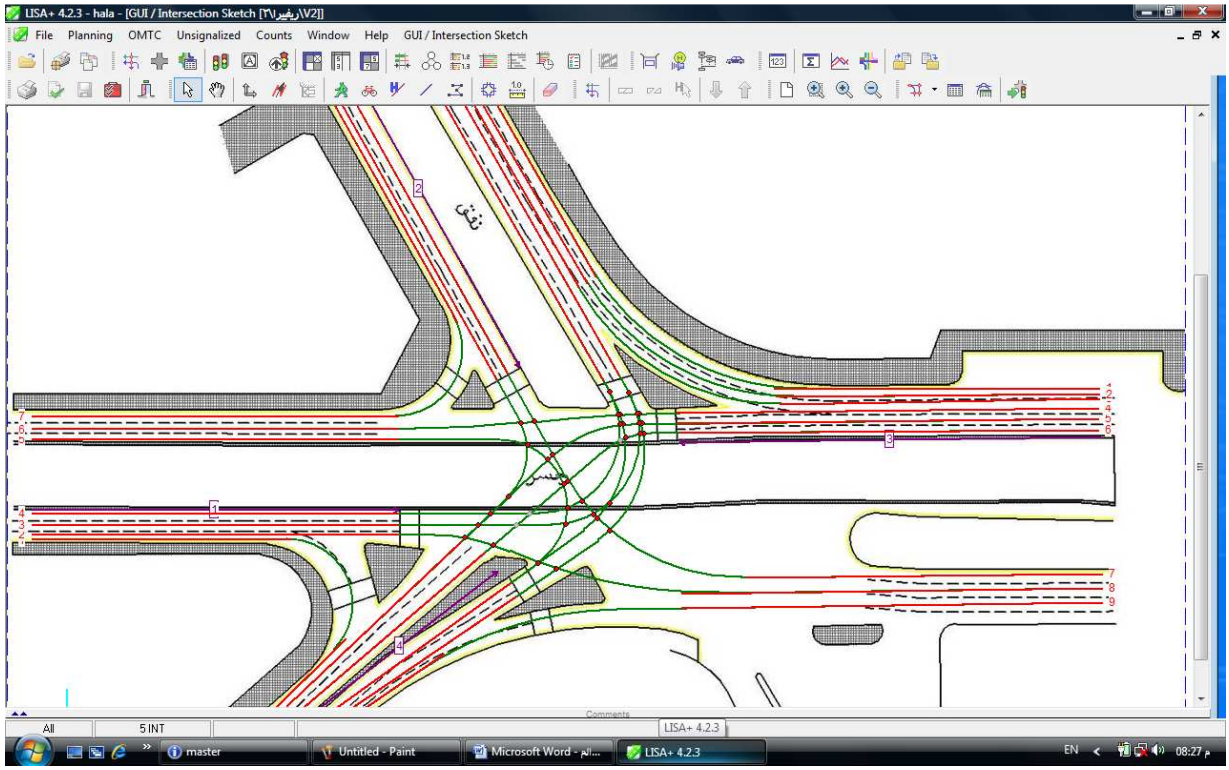


الشكل (4-8) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/ المسموح (تقاطع قنينص)

2-2-4 تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):

1-2-2-4 البيانات الهندسية:

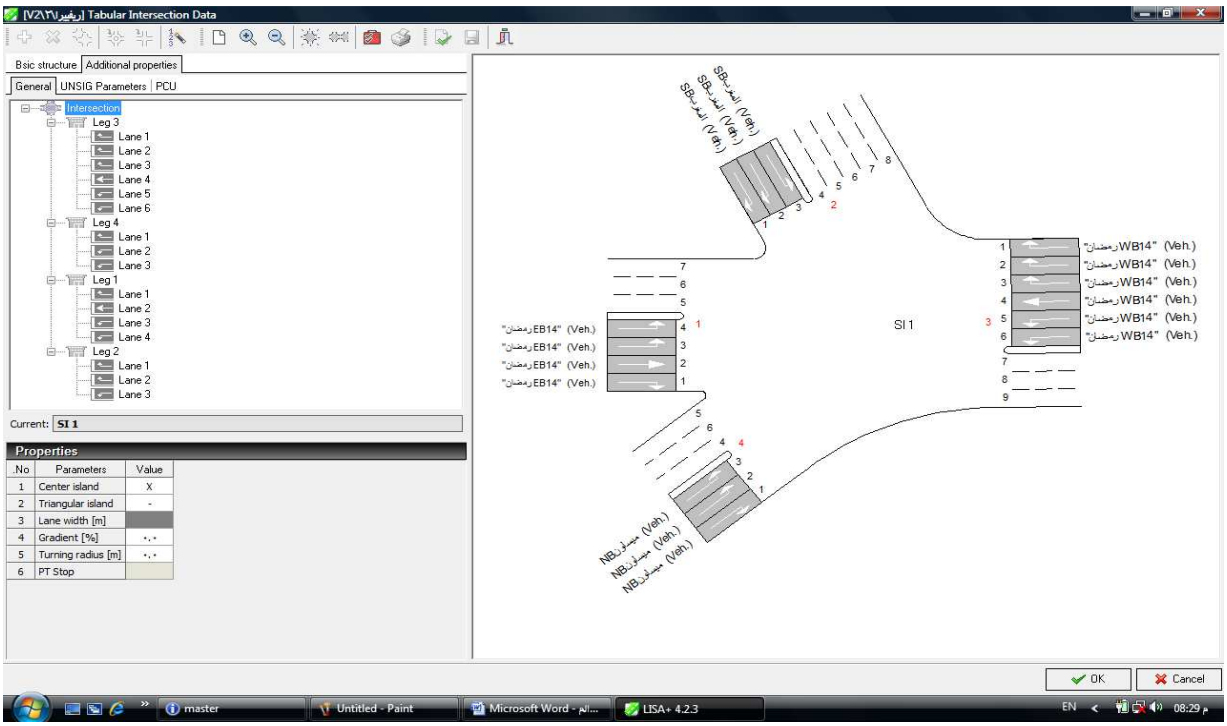
يوضح الشكل (4-9) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع 6 تشرين (الريفييرا) حيث يظهر مسارات الحركة ونقاط التصادم المروري بين هذه المسارات.



الشكل (4-9) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع 6 تشرين

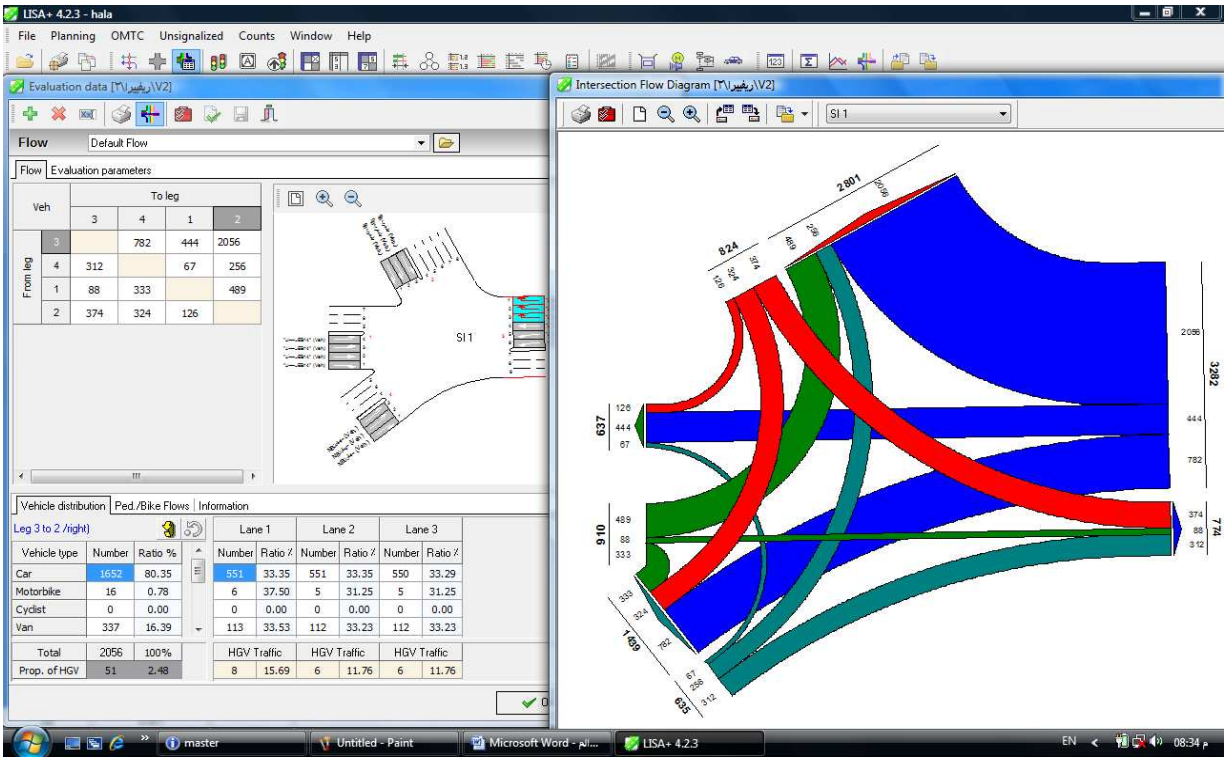
2-2-2-4 البيانات المرورية:

يوضح الشكل (4-10) بيانات الإدخال المرورية حيث يظهر شكل توزع الحركة على حارات تقاطع 6 تشرين (الريفييرا).



الشكل (4-10) توزع الحركة على حارات أذرع تقاطع 6 تشرين

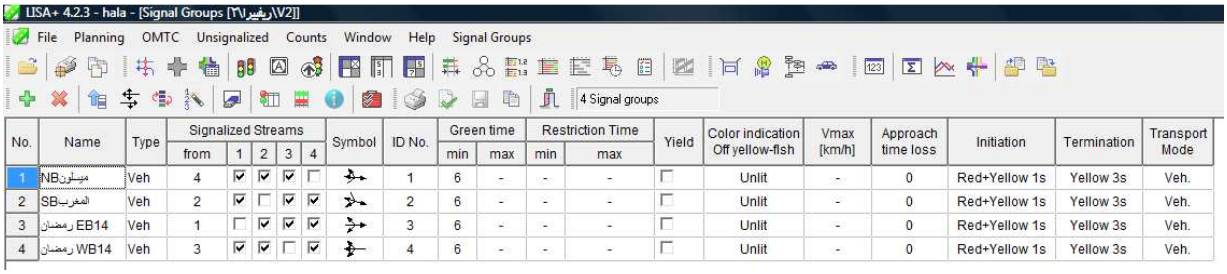
يوضح الشكل (4-11) مخطط الغزارة ونوع العربات في كل حارة من حارات التقاطع



الشكل (4-11) مصفوفة الغزارة لتقاطع 6 تشرين

3-2-2-4 بيانات الإشارات الضوئية:

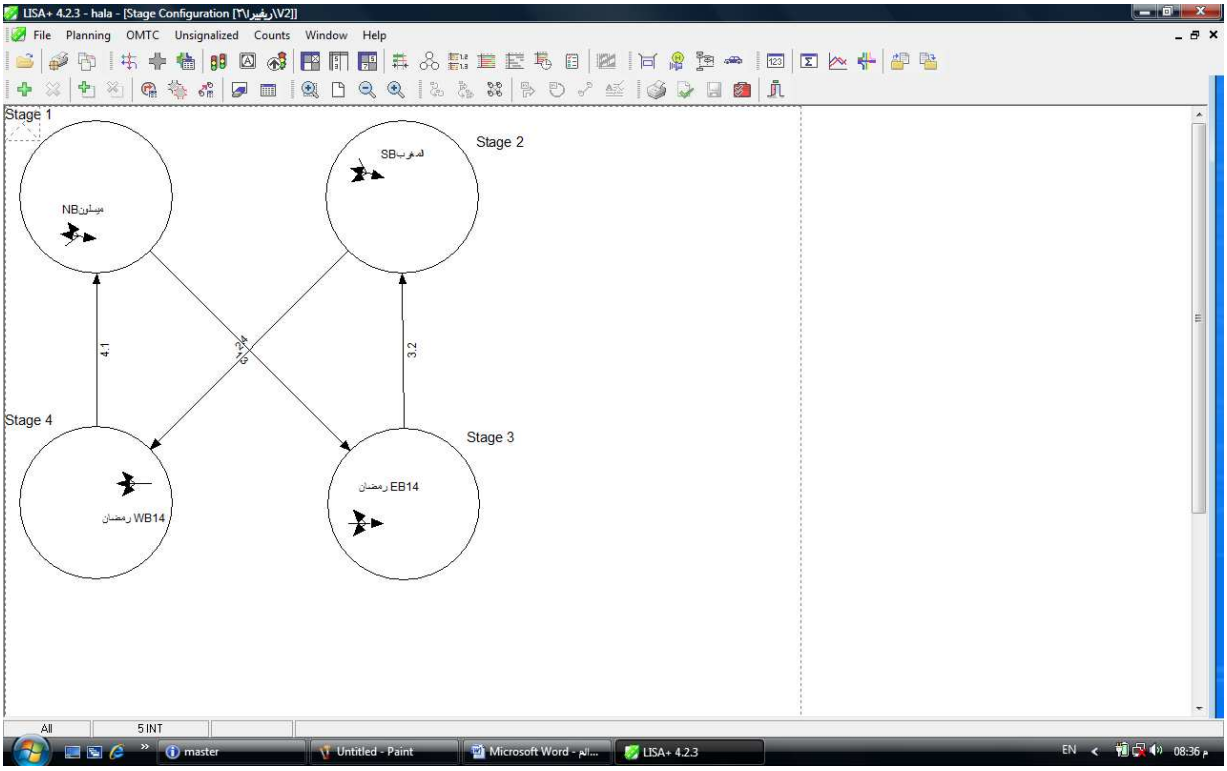
يوضح الشكل (4-12) مجموعة إشارة المرور الضوئية لتقاطع 6 تشرين (الريفييرا)



No.	Name	Type	Signalized Streams from	1	2	3	4	Symbol	ID No.	Green time min	Green time max	Restriction Time min	Restriction Time max	Yield	Color indication Off yellow-flsh	Vmax [km/h]	Approach time loss	Initiation	Termination	Transport Mode
1	NBميسلون	Veh	4	☑	☑	☑	☐		1	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
2	SBالمغرب	Veh	2	☑	☐	☑	☑		2	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
3	رمضان EB14	Veh	1	☐	☑	☑	☑		3	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
4	رمضان WB14	Veh	3	☑	☑	☐	☑		4	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.

الشكل (4-12) مجموعة إشارة المرور الضوئية لتقاطع 6 تشرين

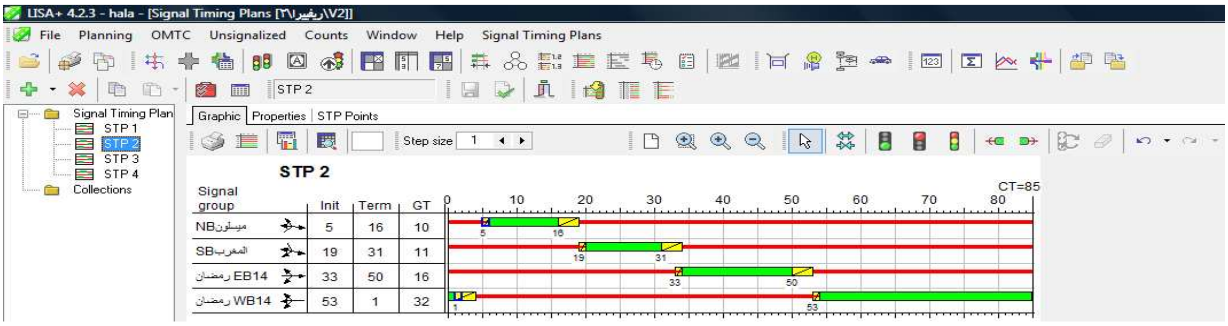
يوضح الشكل (4-13) ترتيبات الطور لكل ذراع من أذرع تقاطع 6 تشرين (الريفييرا)، حيث إن الطور الأول هو طور شارع ميسلون (NB) والطور الثاني هو طور شارع المغرب العربي (SB) والطور الثالث هو طور شارع 14 رمضان (EB) والطور الرابع هو طور شارع 14 رمضان (WB)، الانتقال بين الأطوار يتم وفق الأسهم الواصلة بين الأطوار.



الشكل (4-13) ترتيبات الأطوار لتقاطع 6 تشرين

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

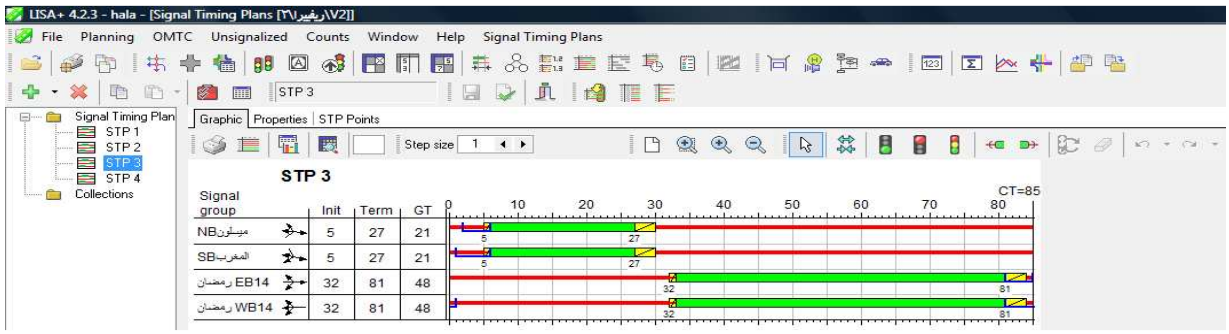
يوضح الشكل (4-14) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-14) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي (تقاطع 6 تشرين)

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

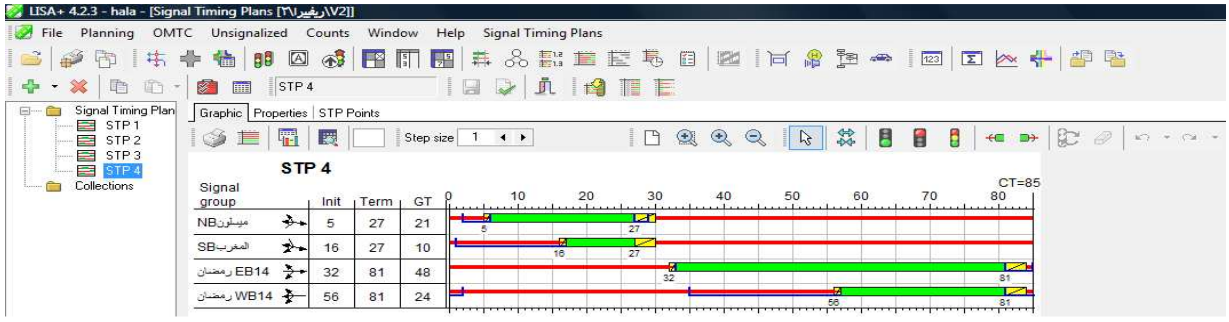
يوضح الشكل (4-15) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-15) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح (تقاطع 6 تشرين)

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يوضح الشكل (4-16) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطورالمحمي/ المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.

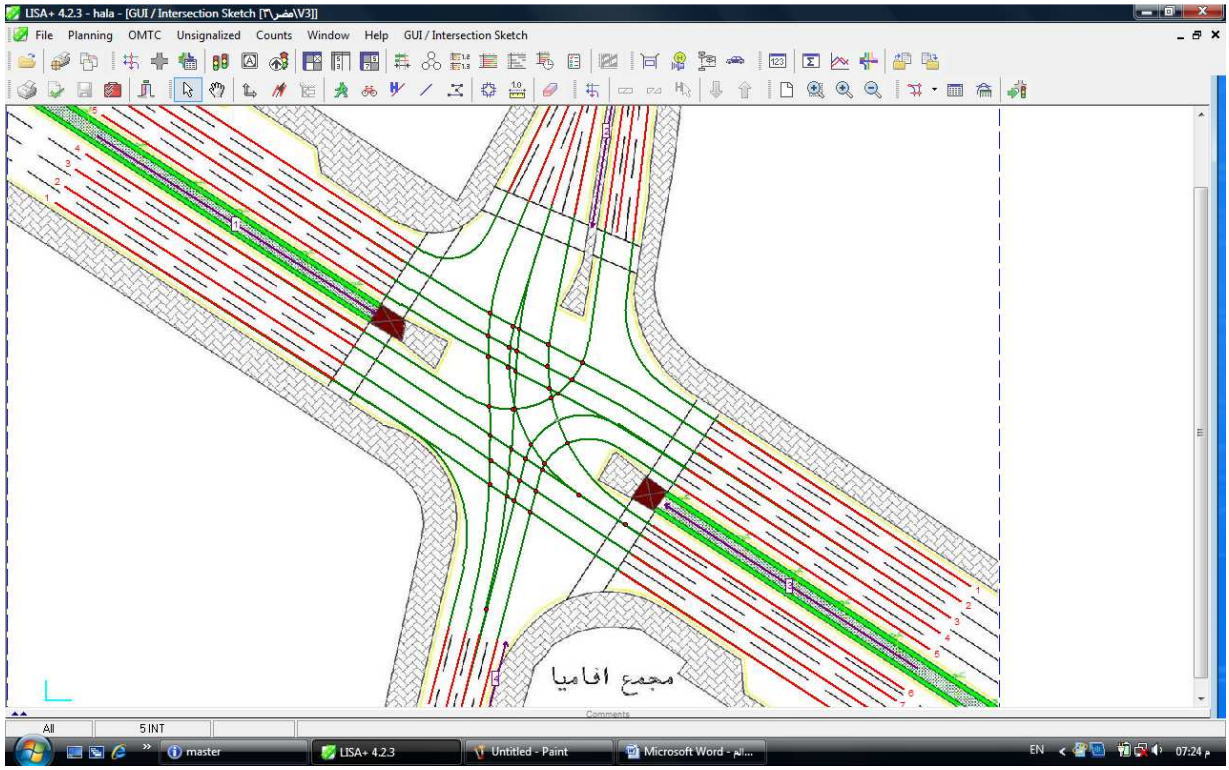


الشكل (4-16) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/ المسموح (تقاطع 6 تشرين)

3-2-4 تقاطع مضر:

1-3-2-4 البيانات الهندسية:

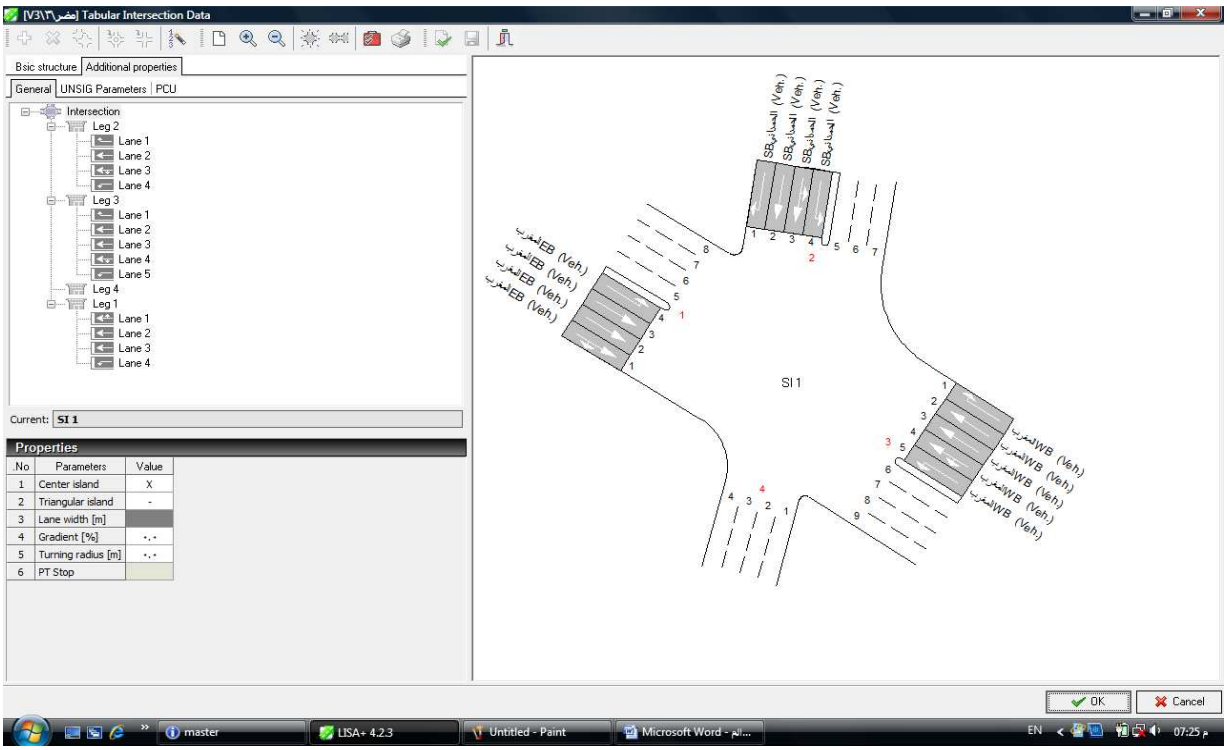
يوضح الشكل (4-17) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع مضر حيث يظهر مسارات الحركة ونقاط التصادم المروري بين هذه المسارات.



الشكل (4-17) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع مضر

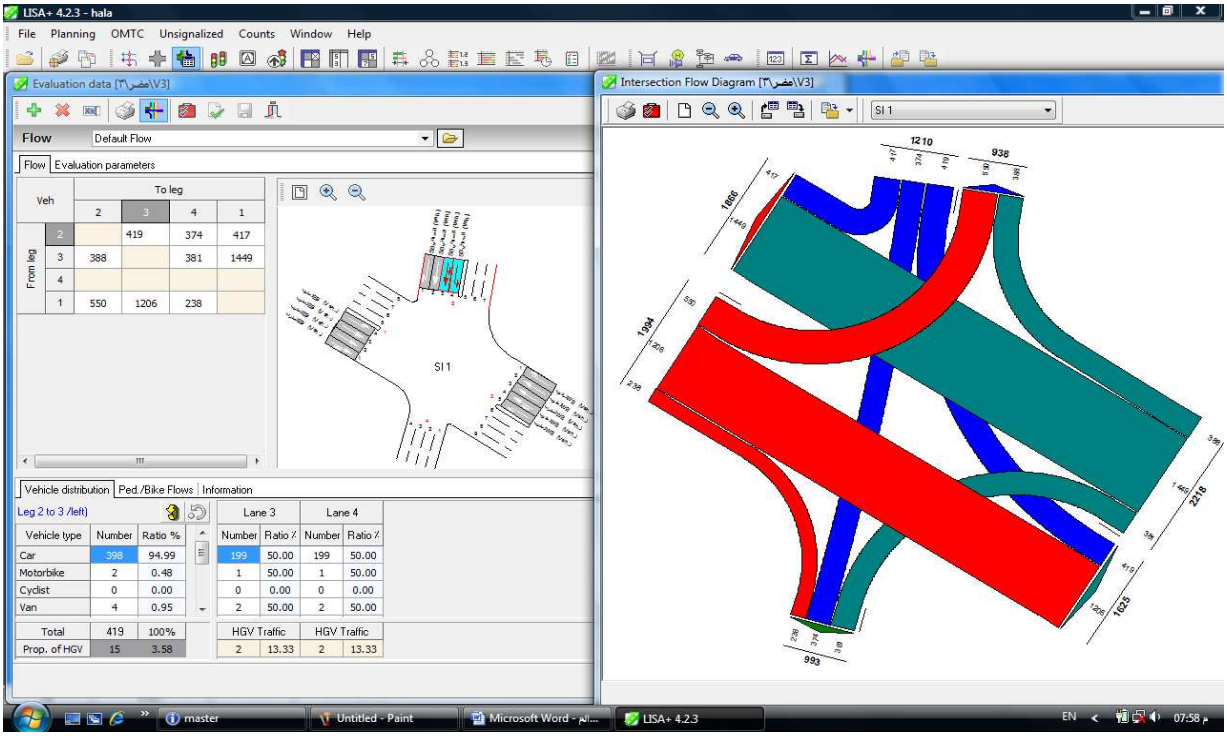
2-3-2-4 البيانات المرورية:

يوضح الشكل (4-18) بيانات الإدخال المرورية حيث يظهر شكل توزع الحركة على حارات تقاطع قنينص.



الشكل (4-18) توزع الحركة على حارات أذرع تقاطع مضر

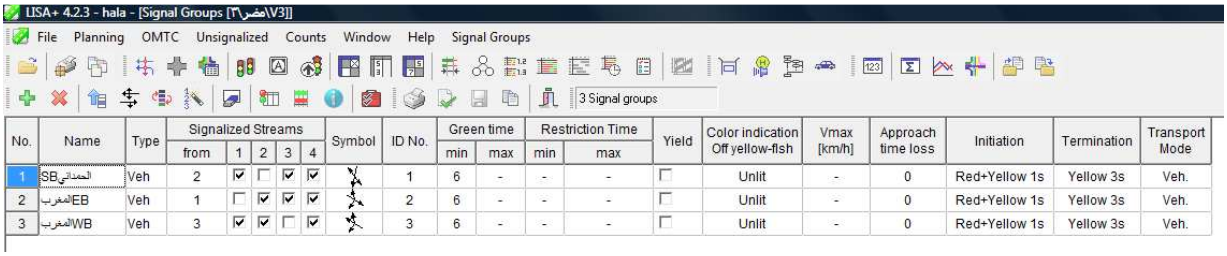
يوضح الشكل (4-19) مخطط الغزارة ونوع العربات في كل حارة من حارات التقاطع



الشكل (4-19) مصفوفة الغزارة لتقاطع مضر

4-2-3-3 بيانات الإشارات الضوئية:

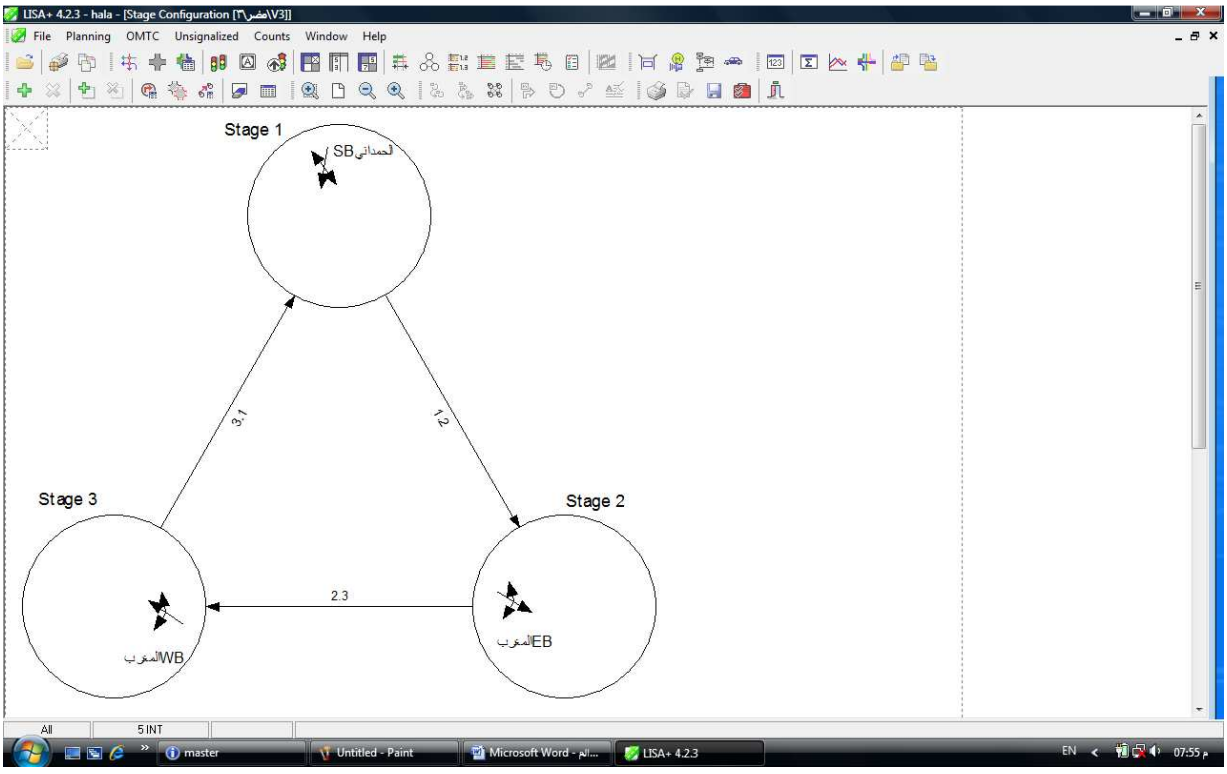
يوضح الشكل (4-20) مجموعة إشارة المرور الضوئية لتقاطع مضر.



No.	Name	Type	Signalized Streams from	1	2	3	4	Symbol	ID No.	Green time min	Green time max	Restriction Time min	Restriction Time max	Yield	Color indication Off yellow-fish	Vmax [km/h]	Approach time loss	Initiation	Termination	Transport Mode
1	الحمداني SB	Veh	2	☑	☐	☑	☑		1	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
2	المغرب EB	Veh	1	☐	☑	☑	☑		2	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
3	المغرب WB	Veh	3	☑	☑	☐	☑		3	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.

الشكل (4-20) مجموعة إشارة المرور الضوئية لتقاطع مضر

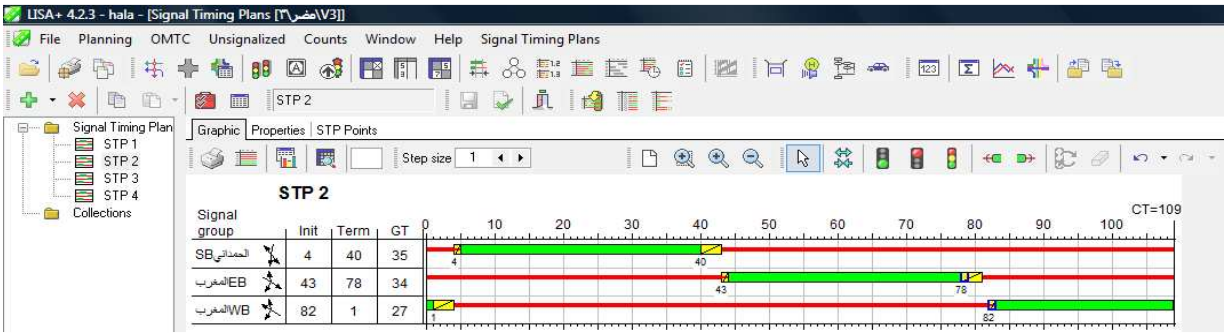
يوضح الشكل (4-21) ترتيبات الطور لكل ذراع من أذرع تقاطع مضر حيث إن الطور الأول هو طور شارع أبو فراس الحمداني (SB) والطور الثاني هو طور شارع المغرب العربي (EB) والطور الثالث هو طور شارع المغرب العربي(WB)، الانتقال بين الأطوار يتم وفق الأسهم الواصلة بين الأطوار.



الشكل (4-21) ترتيبات الأطوار لتقاطع مضر

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

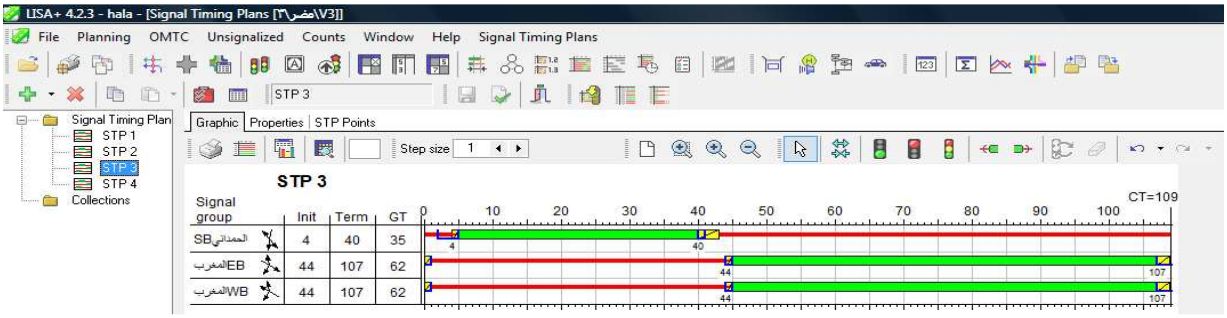
يوضح الشكل (4-22) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-22) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي(تقاطع مضر)

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

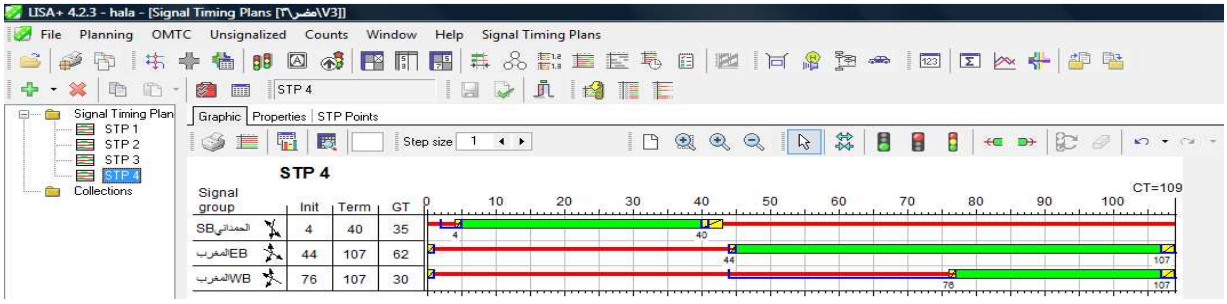
يوضح الشكل (4-23) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-23) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح (تقاطع مضر)

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يوضح الشكل (4-24) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.

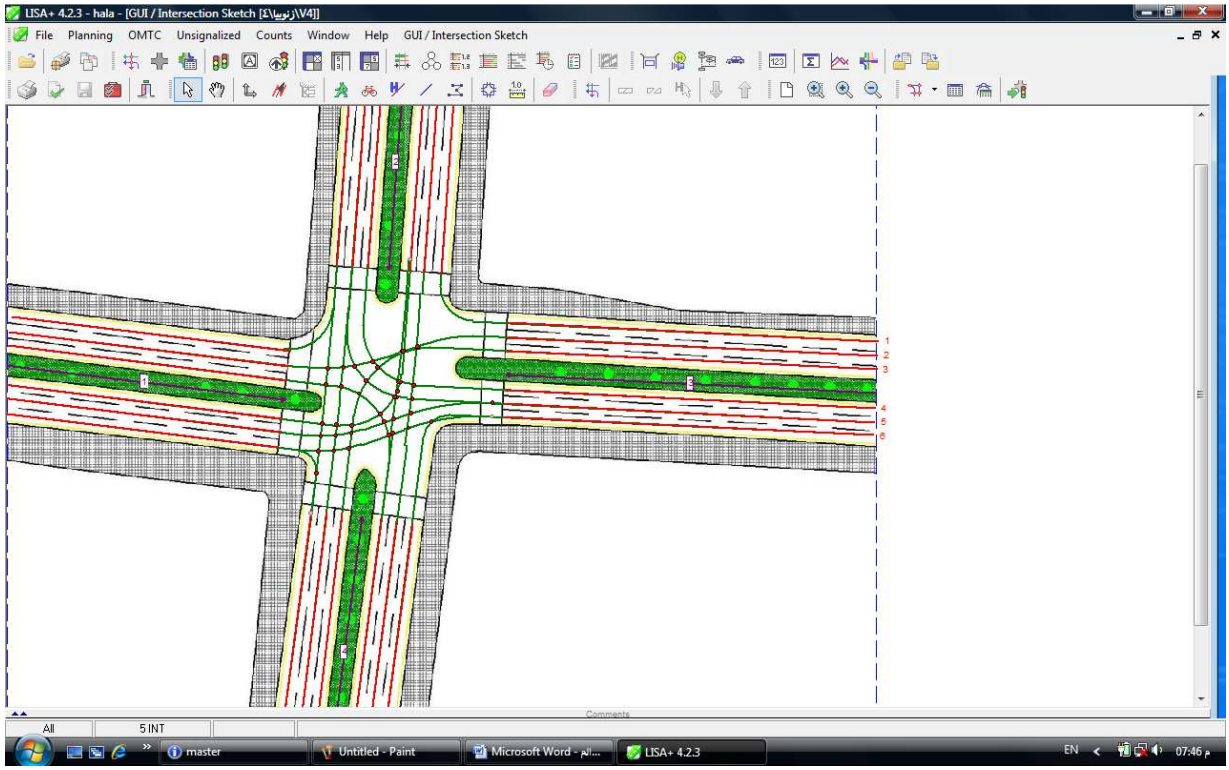


الشكل (4-24) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/المسموح (تقاطع مضر)

4-2-4 تقاطع زنوبيا:

4-2-4-1 البيانات الهندسية:

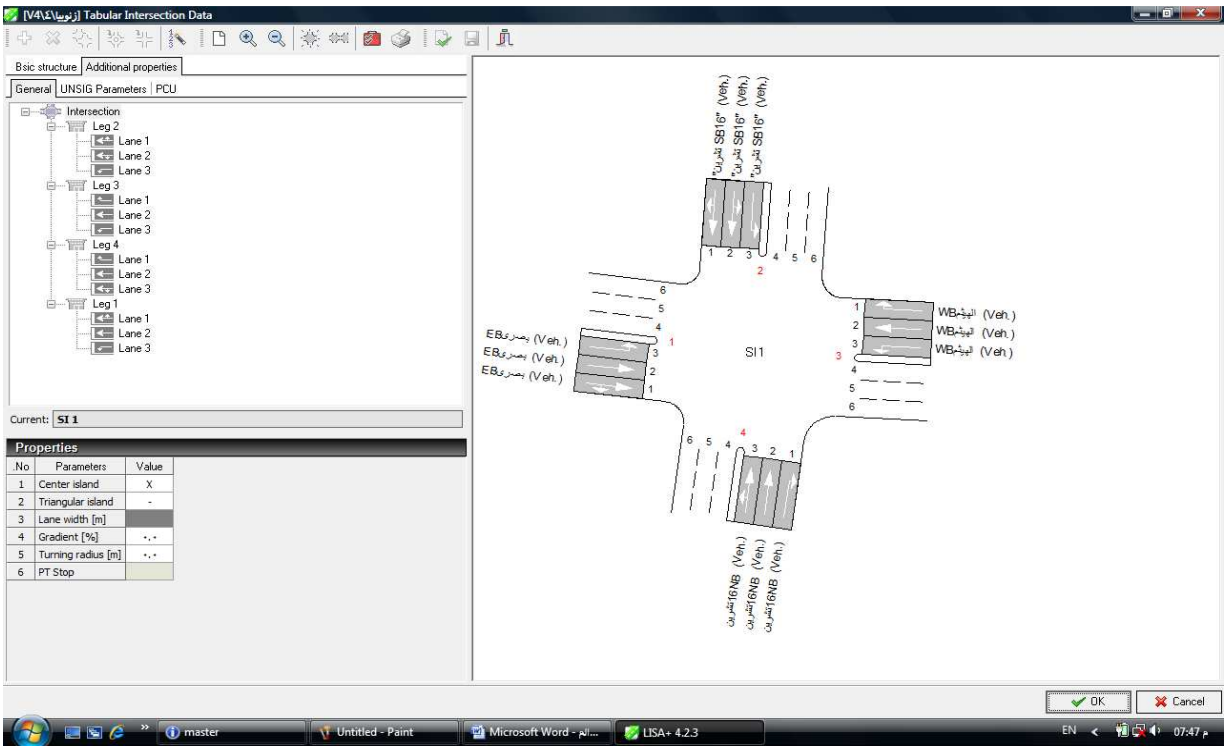
يوضح الشكل (4-25) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع زنوبيا حيث يظهر مسارات الحركة ونقاط التصادم المروري بين هذه المسارات.



الشكل (4-25) بيانات الإدخال الهندسية لتقاطع زنوبيا

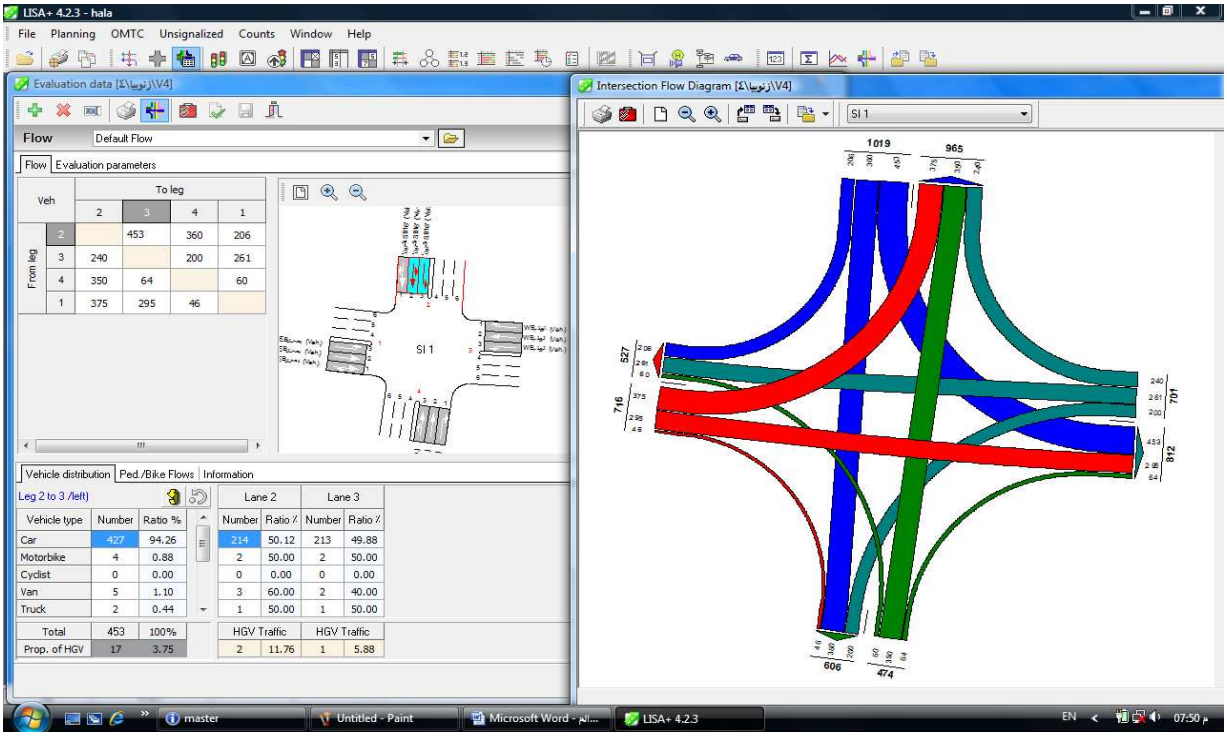
4-2-4-2 البيانات المرورية:

يوضح الشكل (4-26) بيانات الإدخال المرورية حيث يظهر شكل توزع الحركة على حارات تقاطع زنوبيا.



الشكل (4-26) توزع الحركة على حارات أذرع تقاطع زنوبيا

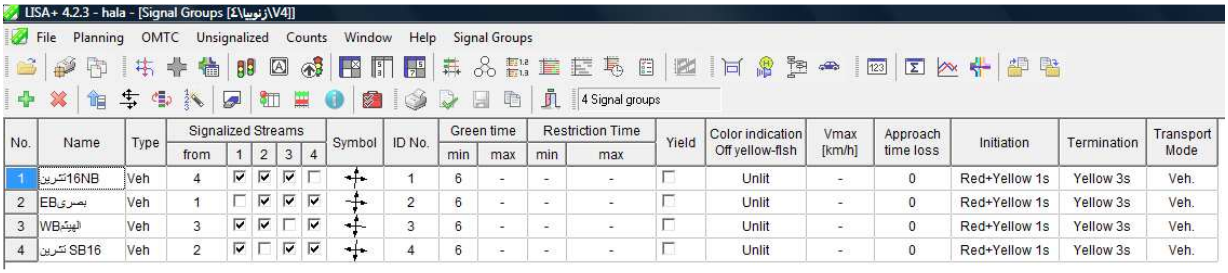
يوضح الشكل (4-27) مخطط الغزارة ونوع العربات في كل حارة من حارات التقاطع



الشكل (4-27) مصفوفة الغزارة لتقاطع زنوبيا

3-4-2-4 بيانات الإشارات الضوئية:

يوضح الشكل (4-28) مجموعة إشارة المرور الضوئية لتقاطع زنوبيا.



LISA+ 4.2.3 - hala - [Signal Groups [Σ\زنوبيا\V4]]

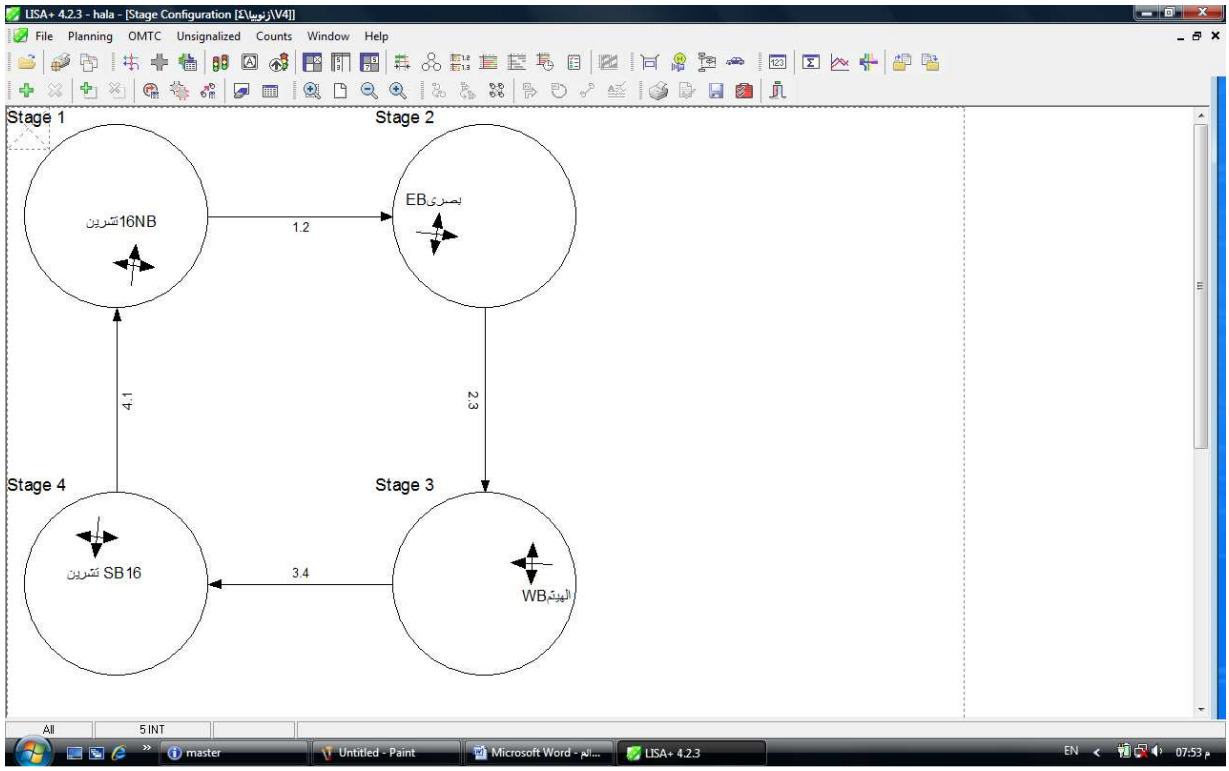
File Planning OMTC Unsignalized Counts Window Help Signal Groups

4 Signal groups

No.	Name	Type	Signalized Streams from	1	2	3	4	Symbol	ID No.	Green time min	Green time max	Restriction Time min	Restriction Time max	Yield	Color indication Off yellow-flsh	Vmax [km/h]	Approach time loss	Initiation	Termination	Transport Mode
1	تشرين16NB	Veh	4	☑	☑	☑	☐		1	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
2	بصرىEB	Veh	1	☐	☑	☑	☑		2	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
3	الهيثمWB	Veh	3	☑	☑	☐	☑		3	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.
4	تشرين SB16	Veh	2	☑	☐	☑	☑		4	6	-	-	-	☐	Unlit	-	0	Red+Yellow 1s	Yellow 3s	Veh.

الشكل (4-28) مجموعة إشارة المرور الضوئية لتقاطع زنوبيا

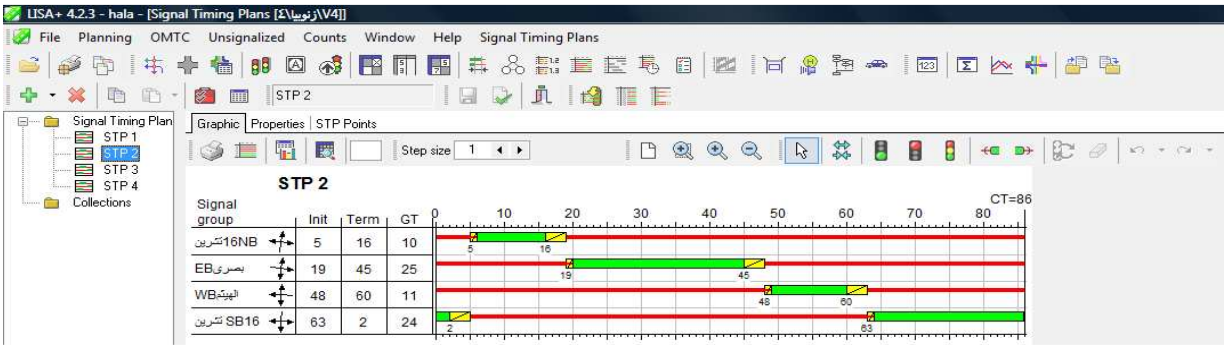
يوضح الشكل (4-29) ترتيبات الطور لكل ذراع من أذرع تقاطع زنوبيا حيث إن الطور الأول هو طور شارع 16 تشرين (NB) والطور الثاني هو طور شارع بصرى (EB) والطور الثالث هو طور شارع الحسن بن الهيثم (WB) والطور الرابع هو طور شارع 16تشرين (SB)، الانتقال بين الأطوار يتم وفق الأسهم الواصلة بين الأطوار.



الشكل (4-29) ترتيبات الأطوار لتقاطع زنوبيا

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

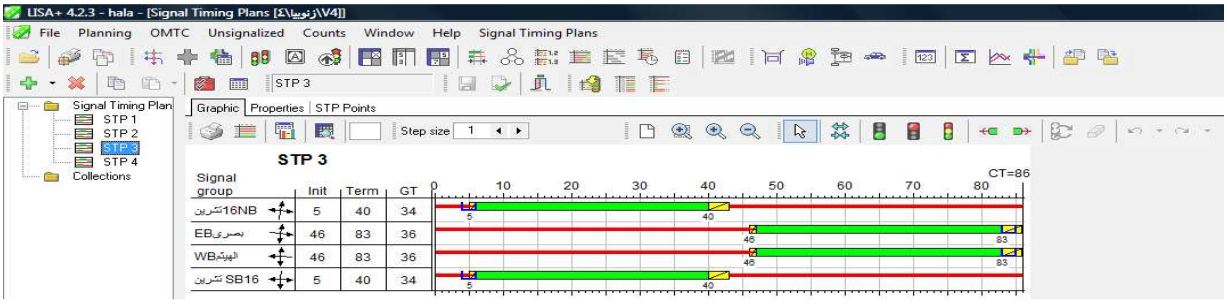
يوضح الشكل (4-30) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-30) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي (تقاطع زنوبيا)

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

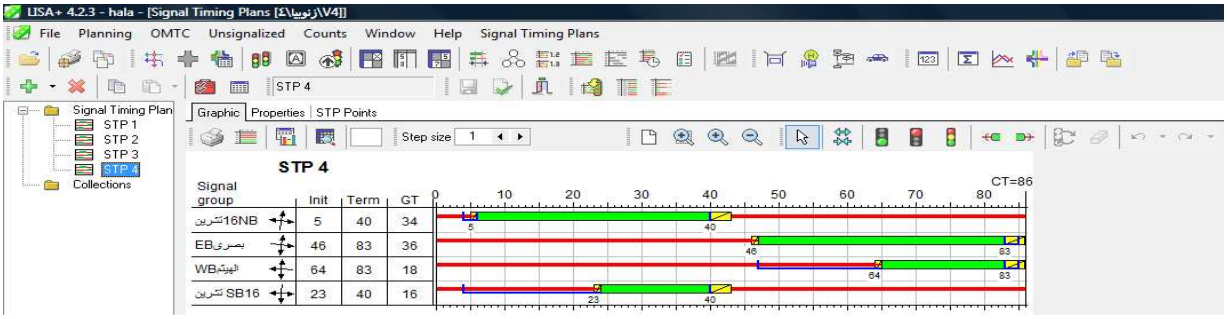
يوضح الشكل (4-31) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-31) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المسموح (تقاطع زنوبيا)

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يوضح الشكل (4-32) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يظهر الزمن الأخضر لكل طور.



الشكل (4-32) مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية في حالة الطور المحمي/المسموح (تقاطع زنوبيا)

3-4 نتائج تطبيق البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (Out put Data):

بعد إدخال البيانات الهندسية والمرورية وبيانات الإشارات الضوئية إلى البرنامج ومعالجتها تم الحصول على معايير تقييم أداء التقاطعات وذلك حسب كل طريقة (طريقة Schnabel/Lohse والطريقة الألمانية HBS).

1-3-4 نتائج تطبيق طريقة Schnabel/Lohse:

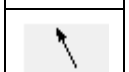
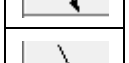
1-1-3-4 تقاطع قنينص:

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-2) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي.

الجدول (4-2) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse) – حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
2		عمر بن عبد العزيز (WB)	14	31.8	0.57	322	185	170	24	4.0	0.6	0.10	0.07
			14	31.8	0.57	337	194	194	50	4.4	0.7	0.11	0.09
			14	37.0	0.74	304	225	225	59	5.5	0.9	0.13	0.10
المعدل/ المجموع				**33.7**	**0.64**	**963**	**604**	**589**		**13.9**	**2.1**	**0.34**	**0.26**

3		الجمهورية (NB)	24	27.0	0.65	520	336	302	73	6.7	1.0	0.16	0.13
			24	154.3	1.04	578	603	603	167	35.9	7.1	0.88	0.32
			24	181.2	1.04	550	574	574	79	38.8	7.8	0.95	0.31
المعدل/ المجموع				**136.2**	**0.95**	**1649**	**1513**	**1479**		**81.5**	**15.9**	**1.99**	**0.76**
1		الجمهورية (SB)	33	387.4	1.19	716	853	853	236	110.5	23.4	2.70	0.59
			33	22.0	0.68	795	540	443	108	9.5	1.4	0.23	0.19
			33	22.0	0.68	795	540	443	108	9.5	1.4	0.23	0.19
			33	21.7	0.66	716	475	378	94	8.1	1.2	0.20	0.16
المعدل/ المجموع				**151.4**	**0.86**	**3022**	**2407**	**2117**		**137.5**	**27.4**	**3.36**	**1.14**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي				**130.6**	**0.86**	**5634**	**4524**	**4185**		**233.0**	**45.4**	**5.69**	**2.17**

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-3) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المسموح.

الجدول (4-3) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC	انبعاث أول أكسيد الكربون	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX

(g/h)		CO (g/h)	(l/h)						(sec)				
0.07	0.10	0.6	4.0	24	170	185	322	0.57	31.8	14	عمر بن عبد العزيز (WB)		2
0.09	0.11	0.7	4.4	50	194	194	337	0.57	31.8	14			
0.10	0.13	0.9	5.5	59	225	225	304	0.74	37.0	14			
0.26	**0.34**	**2.1**	**13.9**		**589**	**604**	**963**	**0.64**	**33.7**		**المعدل/ المجموع**		
0.30	1.69	15.0	69.2	93	336	336	250	1.34	642.4	57	الجمهورية (NB)		3
0.11	0.11	0.6	4.4	100	251	603	1373	0.44	5.8	57			
0.10	0.10	0.5	4.2	95	243	574	1306	0.44	5.8	57			
0.51	**1.90**	**16.1**	**77.8**		**830**	**1513**	**2930**	**0.64**	**147.2**		**المعدل/ المجموع**		
0.18	0.19	1.0	7.6	171	415	853	1236	0.69	8.2	57	الجمهورية (SB)		1
0.09	0.09	0.5	3.8	90	220	540	1373	0.39	5.6	57			
0.09	0.09	0.5	3.8	90	220	540	1373	0.39	5.6	57			
0.74	5.67	51.4	231.9	131	475	475	255	1.86	1582.8	57			
1.10	**6.04**	**53.4**	**247.1**		**1330**	**2407**	**4238**	**0.79**	**317.8**		**المعدل/ المجموع**		
1.87	**8.28**	**71.6**	**338.9**		**2749**	**4524**	**8131**	**0.72**	**222.8**		**المعدل الكلي/ المجموع الكلي**		

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يبين الجدول (4-4) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي/ المسموح.

الجدول (4-4) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي/المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
2		عمر بن عبد العزيز (WB)	14	31.8	0.57	322	185	170	24	4.0	0.6	0.10	0.07
			14	31.8	0.57	337	194	194	50	4.4	0.7	0.11	0.09
			14	37.0	0.74	304	225	225	59	5.5	0.9	0.13	0.10
المعدل/ المجموع				**33.7**	**0.64**	**963**	**604**	**589**		**13.9**	**2.1**	**0.34**	**0.26**
3		الجمهورية (NB)	57	19.5	0.52	648	336	262	70	5.5	0.8	0.13	0.11
			57	5.8	0.44	1373	603	251	100	4.4	0.6	0.11	0.11
			57	5.8	0.44	1306	574	243	95	4.2	0.5	0.10	0.10
المعدل/ المجموع				**8.9**	**0.46**	**3327**	**1513**	**756**		**14.1**	**1.9**	**0.34**	**0.32**
1		الجمهورية	29	669.3	1.36	629	853	853	236	182.6	39.7	4.46	0.77

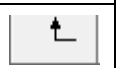
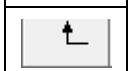
		(SB)	29	27.2	0.77	699	540	480	111	10.8	1.6	0.26	0.21
			29	27.2	0.77	699	540	480	111	10.8	1.6	0.26	0.21
			29	18712.2	11.38	42	475	475	131	2672.8	600.6	65.33	6.61
المعدل/ المجموع				**3942.1**	**3.07**	**2068**	**2407**	**2288**		**2877.0**	**643.5**	**70.32**	**7.80**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي				**2104.9**	**1.87**	**6359**	**4524**	**3633**		**2905.0**	**647.5**	**71.01**	**8.38**

4-3-1-2 تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-5) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي.

الجدول (4-5) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
3		14 رمضان (WB)	32	103.1	1.01	678	685	685	194	30.3	5.7	0.74	0.34
			32	103.1	1.01	678	685	685	194	30.3	5.7	0.74	0.34

0.34	0.74	5.7	30.3	194	685	685	678	1.01	103.1	32		
0.16	0.19	1.1	7.6	88	361	444	753	0.59	21.2	32		
0.14	0.16	1.0	6.6	78	313	391	678	0.58	21.1	32		
0.14	0.16	1.0	6.6	78	313	391	678	0.58	21.1	32		
1.44	**2.73**	**20.0**	**111.8**		**3042**	**3283**	**4141**	**0.85**	**72.5**		**المعدل/ المجموع**	
0.07	0.10	0.7	4.1	23	156	162	212	0.76	41.1	10	**ميسلون (NB)**	**4**
0.07	0.10	0.7	4.1	45	162	162	212	0.76	41.1	10		
0.33	2.14	19.2	87.5	88	312	312	212	1.47	890.5	10		
0.47	**2.34**	**20.5**	**95.7**		**630**	**635**	**635**	**1.11**	**458.4**		**المعدل/ المجموع**	
0.11	0.14	0.9	5.9	64	244	245	339	0.72	36.0	16	**14 رمضان (EB)**	**1**
0.11	0.14	0.9	5.9	64	244	245	339	0.72	36.0	16		
0.03	0.04	0.3	1.8	15	75	88	376	0.23	29.3	16		
0.17	0.39	3.0	16.0	94	333	333	339	0.98	116.1	16		
0.41	**0.72**	**5.1**	**29.6**		**896**	**910**	**1393**	**0.77**	**64.7**		**المعدل/ المجموع**	
0.05	0.07	0.4	2.9	33	118	126	233	0.54	34.6	11	**المغرب العربي (SB)**	**2**
0.31	1.87	16.6	76.4	92	324	324	233	1.39	741.6	11		

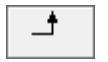
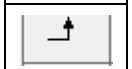
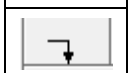
		11	1128.0	1.61	233	374	374	106	131.5	29.0	3.22	0.46
المعدل/ المجموع		**808.9**	**1.36**	**699**	**824**	**816**		**210.8**	**46.1**	**5.15**	**0.82**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي		**222.0**	**0.94**	**6868**	**5651**	**5384**		**447.9**	**91.7**	**10.95**	**3.14**

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-6) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المسموح.

الجدول (4-6) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
3		14 رمضان (WB)	48	13.7	0.67	1016	685	433	139	8.6	1.2	0.21	0.19
			48	13.7	0.67	1016	685	433	139	8.6	1.2	0.21	0.19
			48	13.7	0.67	1016	685	433	139	8.6	1.2	0.21	0.19
			48	10.4	0.39	1129	444	250	75	4.7	0.6	0.11	0.11
			48	16.9	0.70	558	391	243	82	5.2	0.8	0.13	0.11
			48	16.9	0.70	558	391	243	82	5.2	0.8	0.13	0.11

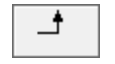
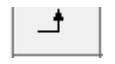
0.88	**1.00**	**5.8**	**40.9**		**2035**	**3282**	**5295**	**0.64**	**14.0**		**المعدل/ المجموع**	
0.06	0.07	0.5	3.0	27	133	162	445	0.36	26.5	21	ميسلون (NB)	**4**
0.07	0.08	0.5	3.4	28	162	162	445	0.36	26.5	21		
0.13	0.17	1.1	6.9	74	295	312	445	0.70	31.8	21		
0.26	**0.33**	**2.0**	**13.4**		**590**	**635**	**1334**	**0.53**	**29.1**		**المعدل/ المجموع**	
0.24	1.45	13.0	59.5	69	244	245	173	1.41	768.4	48	 14 رمضان (EB)	**1**
0.24	1.45	13.0	59.5	69	244	245	173	1.41	768.4	48		
0.02	0.02	0.1	0.8	15	40	88	1129	0.08	8.4	48		
0.08	0.08	0.5	3.5	57	187	333	1016	0.33	9.9	48		
0.57	**3.01**	**26.5**	**123.2**		**715**	**910**	**2493**	**0.89**	**417.3**		**المعدل/ المجموع**	
0.04	0.06	0.4	2.3	21	102	126	445	0.28	25.9	21	المغرب العربي (SB)	**2**
0.14	0.18	1.1	7.3	76	307	324	445	0.73	32.6	21		
0.16	0.22	1.4	8.9	100	359	374	445	0.84	37.1	21		
0.34	**0.45**	**2.9**	**18.5**		**768**	**824**	**1334**	**0.71**	**33.6**		**المعدل/ المجموع**	
2.05	**4.79**	**37.2**	**196.0**		**4108**	**5651**	**10456**	**0.68**	**83.5**		**المعدل الكلي/ المجموع الكلي**	

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يبين الجدول (4-7) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي/ المسموح.

الجدول (4-7) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
3		14 رمضان (WB)	24	658.7	1.35	508	685	685	194	144.5	31.5	3.53	0.61
			24	658.7	1.35	508	685	685	194	144.5	31.5	3.53	0.61
			24	658.7	1.35	508	685	685	194	144.5	31.5	3.53	0.61
			24	32.3	0.79	565	444	417	94	9.8	1.5	0.24	0.18
			24	1379.9	1.75	224	391	391	111	167.1	36.9	4.08	0.55
			24	1379.9	1.75	224	391	391	111	167.1	36.9	4.08	0.55
المعدل/ المجموع				**745.8**	**1.37**	**2537**	**3282**	**3254**		**777.4**	**169.4**	**19.00**	**3.12**
4		ميسلون (NB)	21	26.5	0.36	445	162	133	27	3.0	0.5	0.07	0.06
			21	26.5	0.36	445	162	162	28	3.4	0.5	0.08	0.07

			21	0.70	445	312	295	74	6.9	1.1	0.17	0.13
المعدل/ المجموع				**0.53**	**1334**	**635**	**590**		**13.4**	**2.0**	**0.33**	**0.26**
1		**14 رمضان (EB)**	48	0.48	509	245	212	41	4.5	0.7	0.11	0.09
			48	0.48	509	245	212	41	4.5	0.7	0.11	0.09
			48	0.08	1129	88	40	15	0.8	0.1	0.02	0.02
			48	0.33	1016	333	187	57	3.5	0.5	0.08	0.08
المعدل/ المجموع				**0.39**	**3163**	**910**	**651**		**13.3**	**1.9**	**0.32**	**0.28**
2		**المغرب العربي (SB)**	10	0.59	212	126	120	33	2.9	0.5	0.07	0.05
			10	1.53	212	324	324	92	100.8	22.1	2.46	0.37
			10	1.77	212	374	374	106	164.0	36.3	4.01	0.54
المعدل/ المجموع				**1.49**	**635**	**824**	**818**		**267.7**	**58.9**	**6.54**	**0.96**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي				**1.13**	**7669**	**5651**	**5313**		**1071.8**	**232.2**	**26.20**	**4.62**

3-1-3-4 تقاطع مضر:

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-8) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي

الجدول (4-8) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
2		أبو فراس الحمداني (SB)	35	35.3	0.72	578	417	367	111	9.3	1.5	0.23	0.16
			35	29.2	0.44	642	280	237	61	5.6	0.9	0.14	0.10
			35	29.2	0.44	601	262	220	57	5.2	0.8	0.13	0.10
			35	29.2	0.44	578	252	213	55	5.0	0.8	0.12	0.09
المعدل/ المجموع				**31.3**	**0.53**	**2399**	**1210**	**1037**		**25.2**	**3.9**	**0.61**	**0.46**
3		المغرب العربي (WB)	27	49.0	0.87	446	388	388	141	10.9	1.8	0.27	0.17
			27	83.8	0.95	495	469	469	170	18.0	3.3	0.44	0.22
			27	83.8	0.95	495	469	469	170	18.0	3.3	0.44	0.22
			27	157.6	1.03	495	511	511	186	31.0	6.1	0.76	0.27
			27	47.0	0.85	446	381	366	136	10.2	1.7	0.25	0.16
المعدل/ المجموع				**88.4**	**0.94**	**2378**	**2218**	**2203**		**88.1**	**16.1**	**2.15**	**1.06**
1		المغرب	34	97.7	0.98	561	550	550	200	23.4	4.3	0.57	0.27

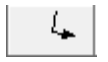
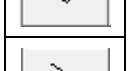
		العربي (EB)	34	38.0	0.78	624	490	453	133	11.6	1.9	0.28	0.20
			34	38.0	0.78	624	490	453	133	11.6	1.9	0.28	0.20
			34	38.9	0.78	592	465	399	81	10.7	1.7	0.26	0.18
المعدل/ المجموع				**54.7**	**0.84**	**2401**	**1994**	**1885**		**57.4**	**9.8**	**1.40**	**0.85**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي				**63.3**	**0.81**	**7178**	**5422**	**5095**		**170.7**	**29.8**	**4.17**	**2.36**

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-9) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المسموح

الجدول (4-9) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
2		أبو فراس الحمداني (SB)	35	35.3	0.72	578	417	367	111	9.3	1.5	0.23	0.16
			35	29.2	0.44	642	280	237	61	5.6	0.9	0.14	0.10
			35	29.2	0.44	601	262	220	57	5.2	0.8	0.13	0.10

			35	29.2	0.44	578	252	213	55	5.0	0.8	0.12	0.09
المعدل/ المجموع				**31.3**	**0.53**	**2399**	**1210**	**1037**		**25.2**	**3.9**	**0.61**	**0.46**
3		**المغرب العربي (WB)**	62	12.9	0.38	1024	388	215	85	4.4	0.6	0.11	0.09
			62	13.2	0.41	1138	469	266	102	5.4	0.8	0.13	0.12
			62	13.2	0.41	1138	469	266	102	5.4	0.8	0.13	0.12
			62	13.6	0.45	1138	511	295	111	6.0	0.9	0.15	0.13
			62	2501.9	2.37	161	381	381	138	291.0	64.8	7.11	0.85
المعدل/ المجموع				**440.8**	**0.75**	**4598**	**2218**	**1423**		**312.2**	**67.9**	**7.63**	**1.30**
1		**المغرب العربي (EB)**	62	5602.8	4.09	134	550	550	200	931.8	208.7	22.78	2.45
			62	13.4	0.43	1138	490	280	107	5.7	0.8	0.14	0.12
			62	13.4	0.43	1138	490	280	107	5.7	0.8	0.14	0.12
			62	13.4	0.43	1079	465	262	101	5.4	0.8	0.13	0.11
المعدل/ المجموع				**1555.1**	**1.44**	**3489**	**1994**	**1372**		**948.5**	**211.1**	**23.19**	**2.81**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي				**759.2**	**0.96**	**10486**	**5422**	**3832**		**1285.9**	**282.9**	**31.43**	**4.56**

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/ المسموح:

يبين الجدول (4-10) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي/ المسموح

الجدول (4-10) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
2		أبو فراس الحمداني (SB)	35	35.3	0.72	578	417	367	111	9.3	1.5	0.23	0.16
			35	29.2	0.44	642	280	237	61	5.6	0.9	0.14	0.10
			35	29.2	0.44	601	262	220	57	5.2	0.8	0.13	0.10
			35	29.2	0.44	578	252	213	55	5.0	0.8	0.12	0.09
المعدل/ المجموع				**31.3**	**0.53**	**2399**	**1210**	**1037**		**25.2**	**3.9**	**0.61**	**0.46**
3		المغرب العربي (WB)	30	41.0	0.78	495	388	360	107	9.6	1.5	0.23	0.16
			30	48.2	0.85	550	469	469	161	13.0	2.1	0.32	0.21
			30	48.2	0.85	550	469	469	161	13.0	2.1	0.32	0.21
			30	71.4	0.93	550	511	511	186	17.7	3.1	0.43	0.24

												11.00	
												11.82	
1		المغرب العربي (EB)										0.28	
												0.12	
												0.12	
												0.11	
												0.64	
												12.91	

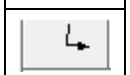
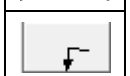
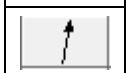
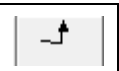
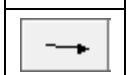
الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
			30	39401.8	22.86	17	381	381	138	4508.7	1013.8	110.21	11.00
		المعدل/ المجموع		6812.3	4.64	2163	2218	2190		4562.0	1022.8	111.51	11.82
1		المغرب العربي (EB)	62	130.7	1.02	540	550	550	200	28.9	5.6	0.71	0.28
			62	13.4	0.43	1138	490	280	107	5.7	0.8	0.14	0.12
			62	13.4	0.43	1138	490	280	107	5.7	0.8	0.14	0.12
			62	13.4	0.43	1079	465	262	101	5.4	0.8	0.13	0.11
		المعدل/ المجموع		45.8	0.59	3895	1994	1372		45.6	8.0	1.12	0.64
		المعدل الكلي/ المجموع الكلي		2810.5	2.23	8457	5422	4599		4632.8	1034.7	113.24	12.91

4-1-3-4 تقاطع زنوبيا:

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-11) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي

الجدول (4-11) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي

0.14	0.18	1.1	7.2	48	327	342	524	0.65	27.7	24	16 تشرين (SB)		2
0.14	0.18	1.1	7.4	50	331	350	538	0.65	28.5	24			
0.13	0.17	1.0	6.8	75	297	327	502	0.65	29.0	24			
0.42	**0.52**	**3.2**	**21.4**		**955**	**1019**	**1565**	**0.65**	**28.4**		**المعدل/ المجموع**		
0.13	0.43	3.5	17.5	69	240	240	230	1.04	198.3	11	الحسن بن الهيثم (WB)		3
0.14	0.41	3.3	16.6	75	261	261	256	1.02	167.3	11			
0.09	0.17	1.2	6.8	57	200	200	230	0.87	69.2	11			
0.37	**1.00**	**8.0**	**40.9**		**701**	**701**	**716**	**0.98**	**149.9**		**المعدل/ المجموع**		
0.09	0.16	1.2	6.7	34	201	202	226	0.89	66.0	10	16 تشرين (NB)		4
0.10	0.20	1.5	8.4	60	208	208	233	0.89	89.6	10			
0.03	0.04	0.2	1.4	11	59	64	209	0.31	34.8	10			
0.22	**0.40**	**2.9**	**16.5**		**468**	**474**	**668**	**0.82**	**72.2**		**المعدل/ المجموع**		
0.15	0.19	1.2	7.9	82	339	375	523	0.72	30.0	25	بصرى (EB)		1
0.07	0.08	0.5	3.4	30	162	173	581	0.30	23.7	25			
0.06	0.07	0.4	2.9	29	130	168	565	0.30	23.7	25			
0.28	**0.35**	**2.1**	**14.2**		**631**	**716**	**1670**	**0.52**	**27.0**		**المعدل/ المجموع**		

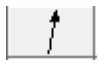
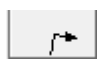
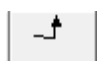
المعدل الكلي/ المجموع الكلي		**64.4**	**0.73**	**4619**	**2910**	**2755**		**92.9**	**16.3**	**2.27**	**1.28**

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-12) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المسموح

الجدول (4-12) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
2		**16 تشرين (SB)**	34	19.2	0.46	743	342	283	59	5.7	0.8	0.14	0.12
			34	21.8	0.49	715	350	302	50	6.3	0.9	0.15	0.13
			34	832.4	1.44	226	327	327	94	86.0	18.8	2.10	0.33
المعدل/ المجموع				**281.1**	**0.79**	**1684**	**1019**	**912**		**98.0**	**20.5**	**2.40**	**0.59**
3		**الحسن بن الهيثم (WB)**	36	16.8	0.32	753	240	180	41	3.6	0.5	0.09	0.08
			36	16.7	0.31	837	261	194	45	3.9	0.5	0.10	0.08
			36	27.4	0.71	280	200	176	56	4.0	0.6	0.10	0.08

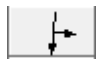
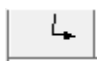
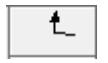
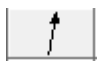
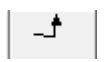
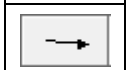
المعدل/ المجموع			**19.8**	**0.43**	**1871**	**701**	**550**		**11.5**	**1.7**	**0.28**	**0.24**
4		**16 تشرين (NB)**	19.7	0.27	756	202	172	35	3.5	0.5	0.08	0.07
			17.5	0.26	791	208	165	36	3.3	0.5	0.08	0.07
			16.3	0.09	712	64	40	11	0.8	0.1	0.02	0.02
المعدل/ المجموع			**18.3**	**0.24**	**2258**	**474**	**377**		**7.6**	**1.1**	**0.19**	**0.16**
1		**بصرى (EB)**	1803.8	1.98	189	375	375	108	207.9	46.2	5.08	0.64
			15.9	0.21	837	173	138	30	2.7	0.4	0.07	0.06
			15.9	0.21	814	168	107	29	2.2	0.3	0.05	0.05
المعدل/ المجموع			**952.3**	**1.14**	**1841**	**716**	**620**		**212.8**	**46.8**	**5.20**	**0.75**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي			**340.5**	**0.70**	**7654**	**2910**	**2459**		**329.9**	**70.1**	**8.06**	**1.74**

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/ المسموح:

يبين الجدول (4-13) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة (Schnabel/Lohse) في حالة الطور المحمي/ المسموح

الجدول (4-13) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة (Schnabel/Lohse)– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)	معدل زمن الانتظار WT	نسبة الغزارة FR	السعة C (veh/h)	الغزارة (veh/h)	عدد العربات المتوقفة (Nst/h)	الطول التصميمي (m)	فائض استهلاك الوقود EFC	انبعاث أول أكسيد الكربون	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX

(g/h)		CO (g/h)	(l/h)						(sec)				
0.17	0.36	2.7	14.7	51	342	342	350	0.98	98.7	16	16 تشرين (SB)		2
0.45	3.18	28.6	129.9	54	350	350	276	1.60	1190.8	16			
2.72	26.34	241.9	1077.4	94	327	327	46	7.06	10938.3	16			
3.33	**29.87**	**273.2**	**1222.0**		**1019**	**1019**	**672**	**3.14**	**3953.7**		**المعدل/ المجموع**		
0.10	0.13	0.8	5.5	62	238	240	377	0.64	32.5	18	الحسن بن الهيثم (WB)		3
0.11	0.15	0.9	6.0	65	258	261	419	0.62	32.2	18			
0.49	4.24	38.7	173.4	57	200	200	78	2.56	2845.1	18			
0.71	**4.52**	**40.4**	**184.8**		**696**	**701**	**873**	**1.18**	**834.8**		**المعدل/ المجموع**		
0.07	0.09	0.5	3.5	35	172	202	702	0.29	19.9	34	16 تشرين (NB)		4
0.07	0.08	0.5	3.3	36	165	208	791	0.26	17.5	34			
0.02	0.02	0.1	0.8	11	40	64	712	0.09	16.3	34			
0.16	**0.19**	**1.1**	**7.6**		**377**	**474**	**2205**	**0.25**	**18.4**		**المعدل/ المجموع**		
0.18	0.33	2.4	13.6	108	375	375	387	0.97	76.9	36	بصرى (EB)		1
0.06	0.07	0.4	2.7	30	138	173	837	0.21	15.9	36			
0.05	0.05	0.3	2.2	29	107	168	814	0.21	15.9	36			

المعدل/ المجموع		**47.8**	**0.61**	**2039**	**716**	**620**		**18.5**	**3.1**	**0.45**	**0.28**
المعدل الكلي/ المجموع الكلي		**1600.3**	**1.58**	**5789**	**2910**	**2712**		**1432.9**	**317.9**	**35.03**	**4.49**

4-3-2 نتائج تطبيق الطريقة الألمانية HBS:

تقدم الطريقة الألمانية HBS مجموعة واسعة من قيم معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، حيث تم إدراج عدد من هذه النتائج في الجداول التالية وذلك لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة وحسب حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار، حيث تم ذكر أهم المعايير في الجداول التالية.

4-3-2-1 تقاطع قنينص :

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-14) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي

الجدول (4-14) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
2		**عمر بن**	14	0.17	190	4.4	1800	304	0	4	0	6	32.07	B

		عبد العزيز (WB)	14	0.17	189	4.4	1794	303	0	4	0	6	32.06	B
			14	0.17	225	5.2	1811	305	1	5	0	9	46.78	C
3		الجمهورية (NB)	24	0.29	336	7.7	1972	570	0	7	0	9	25.28	B
			24	0.29	573	13.2	1820	526	29	13	4	48	231.44	F
			24	0.29	604	13.9	1918	555	31	14	3	49	229.01	F
1		الجمهورية (SB)	33	0.40	853	19.7	1974	1621	0	6	0	17	2.34	A
			33	0.40	541	12.5	1918	763	1	11	0	12	24.23	B
			33	0.40	538	12.4	1918	763	1	11	0	12	23.97	B
			33	0.40	475	11.0	1968	782	0	9	0	10	19.85	A
معدل/المجموع لكامل التقاطع					4524			6492					75.05	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 83 sec								فترة التحليل T= 3600 sec						

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-15) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المسموح

الجدول (4-15) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة	الزمن الأخضر		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات	غزارة الإشباع SF	السعة C	عدد العربات في	عدد العربات المتوقفة	عدد دورات إشارة	عدد العربات في	معدل زمن	مستوى الخدمة

		الضوئية (SGR)	GT (sec)			الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	(veh/h)	(veh/h)	نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	الانتظار WT (sec)	LOS
2		عمر بن عبد العزيز (WB)	14	0.17	190	4.4	1800	304	0	4	0	6	32.07	B
			14	0.17	189	4.4	1794	303	0	4	0	6	32.06	B
			14	0.17	225	5.2	1811	305	1	5	0	9	46.78	C
3		الجمهورية (NB)	57	0.69	336	7.7	1972	132	102	8	36	119	2825.37	F
			57	0.69	573	13.2	1820	1250	0	6	0	7	5.94	A
			57	0.69	604	13.9	1918	1317	0	6	0	7	5.94	A
1		الجمهورية (SB)	57	0.69	853	19.7	1974	2192	0	20	0	10	0.89	A
			57	0.69	541	12.5	1918	1317	0	5	0	7	5.67	A
			57	0.69	538	12.4	1918	1317	0	5	0	7	5.66	A
			57	0.69	475	11.0	1968	180	148	11	38	168	2995.15	F
معدل/المجموع لكامل التقاطع					4524			8617					532.40	

زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 83 sec	فترة التحليل T= 3600 sec

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يبين الجدول (4-16) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي/ المسموح

الجدول (4-16) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
2		عمر بن عبد العزيز (WB)	14	0.17	190	4.4	1800	304	0	4	0	6	32.07	B
			14	0.17	189	4.4	1794	303	0	4	0	6	32.06	B
			14	0.17	225	5.2	1811	305	1	5	0	9	46.78	C
3		الجمهورية (NB)	57	0.69	336	7.7	1972	676	0	6	0	5	21.61	B
			57	0.69	573	13.2	1820	1250	0	6	0	7	5.94	A

			57	29	0.69	604	13.9	1918	1317	0	6	0	7	5.94	A
1		الجمهورية (SB)	29	29	0.35	853	19.7	1974	1526	0	8	0	18	3.76	A
			29	29	0.35	541	12.5	1918	670	2	12	0	14	34.33	B
			29	29	0.35	538	12.4	1918	670	2	12	0	14	34.01	B
			29	29	0.35	475	11.0	1968	92	191	11	95	219	7543.19	F
معدل/المجموع لكامل التقاطع						4524			7113					809.02	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 83 sec									فترة التحليل T= 3600 sec						

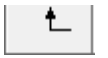
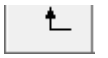
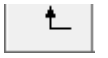
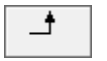
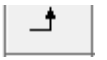
2-2-3-4 تقاطع 6 تشرين (الريفييرا) :

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-17) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي

الجدول (4-17) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC}	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
1														

		N_{ER} (veh)	التقاطع nc		N_{EG} (veh)			(veh)						
A	5.17	15	0	7	0	1417	1972	16.3	689	0.38	32	14 رمضان (WB)		3
A	5.25	15	0	7	0	1412	1972	16.1	684	0.38	32			
A	5.26	15	0	7	0	1411	1972	16.1	683	0.38	32			
B	21.24	10	0	8	0	753	2000	10.5	444	0.38	32			
B	20.62	9	0	7	0	742	1972	9.3	392	0.38	32			
B	20.60	9	0	7	0	742	1972	9.2	390	0.38	32			
C	35.49	6	0	4	0	278	2366	3.8	160	0.12	10	ميسلون (NB)		4
C	35.50	6	0	4	0	282	2400	3.8	163	0.12	10			
F	277.43	32	4	7	19	282	2400	7.4	312	0.12	10			
B	31.88	8	0	5	0	376	2000	5.7	243	0.19	16	14 رمضان (EB)		1
B	32.48	8	0	5	0	376	2000	5.8	246	0.19	16			
B	29.29	4	0	2	0	376	2000	2.1	88	0.19	16			
D	66.24	14	1	8	3	369	1960	7.9	333	0.19	16			
B	29.66	5	0	3	0	378	1972	3.0	126	0.13	11	المغرب العربي (SB)		2
B	25.54	10	0	6	0	571	1956	7.7	324	0.13	11			

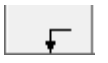
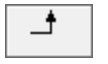
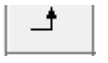
معدل/المجموع لكامل التقاطع			11	0.13	5650			10019				91.36	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 85 sec								فترة التحليل T= 3600 sec					

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-18) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المسموح

الجدول (4-18) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
3		14 رمضان (WB)	48	0.56	689	16.3	1972	1789	0	2	0	11	0.56	A
			48	0.56	684	16.1	1972	1784	0	2	0	11	0.59	A
			48	0.56	683	16.1	1972	1783	0	2	0	11	0.60	A
			48	0.56	444	10.5	2000	1129	0	6	0	8	10.35	A

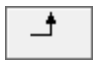
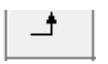
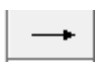
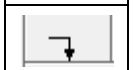
				48	0.56	392	9.3	1972	558	1	8	0	8	B
				48	0.56	390	9.2	1972	558	1	8	0	8	B
4		**ميسلون (NB)**		21	0.25	160	3.8	1972	487	0	3	0	5	B
				21	0.25	163	3.8	2000	494	0	3	0	5	B
				21	0.25	312	7.4	2000	494	0	7	0	9	B
1		**14 رمضان (EB)**		48	0.56	243	5.7	2000	173	35	6	10	46	F
				48	0.56	246	5.8	2000	173	37	6	10	48	F
				48	0.56	88	2.1	2000	1129	0	1	0	2	A
				48	0.56	333	7.9	1960	1107	0	4	0	6	A
2		**المغرب العربي (SB)**		21	0.25	126	3.0	1972	610	0	2	0	4	B
				21	0.25	324	7.7	1956	801	0	5	0	9	A
				21	0.25	373	8.8	1962	485	1	9	1	12	C
معدل/المجموع لكامل التقاطع						5650			13554				81.23	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 85 sec									فترة التحليل T= 3600 sec					

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسارالمحمي/ المسموح:

يبين الجدول (4-19) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي/المسموح.

الجدول (4-19) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
3		14 رمضان (WB)	24	0.28	689	16.3	1972	1232	0	9	0	16	9.20	A
			24	0.28	684	16.1	1972	1227	0	9	0	16	9.29	A
			24	0.28	683	16.1	1972	1226	0	9	0	16	9.30	A
			24	0.28	444	10.5	2000	565	2	10	0	13	38.63	C
			24	0.28	392	9.3	1972	279	56	9	10	74	768.13	F
			24	0.28	390	9.2	1972	279	56	9	10	73	755.18	F
4		ميسلون	21	0.25	160	3.8	1972	487	0	3	0	5	26.22	B

		(NB)	21	0.25	163	3.8	2000	494	0	3	0	5	B
			21	0.25	312	7.4	2000	494	0	7	0	9	B
1		**14 رمضان (EB)**	48	0.56	243	5.7	2000	566	0	5	0	5	B
			48	0.56	246	5.8	2000	566	0	5	0	5	B
			48	0.56	88	2.1	2000	1129	0	1	0	2	A
			48	0.56	333	7.9	1960	1107	0	4	0	6	A
2		**المغرب العربي (SB)**	10	0.12	126	3.0	2366	401	0	3	0	5	B
			10	0.12	324	7.7	2347	594	0	7	0	10	B
			10	0.12	373	8.8	2354	277	48	9	9	66	F
معدل/المجموع لكامل التقاطع					5650			10923				163.82	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 85 sec									فترة التحليل T= 3600 sec				

3-2-3-4 تقاطع مضر:

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-20) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي

الجدول (4-20) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
2		أبو فراس الحمداني (SB)	35	0.32	417	12.6	1964	631	0	11	0	13	32.61	B
			35	0.32	265	8.0	1968	632	0	6	0	9	29.03	B
			35	0.32	264	8.0	1964	631	0	6	0	9	29.02	B
			35	0.32	264	8.0	1966	631	0	6	0	9	29.02	B
3		المغرب العربي (WB)	27	0.25	388	11.7	1968	487	2	11	0	15	51.27	D
			27	0.25	483	14.6	1966	487	9	15	2	26	107.92	F
			27	0.25	483	14.6	1966	487	9	15	2	26	107.92	F
			27	0.25	483	14.6	1966	487	9	15	2	26	107.92	F
			27	0.25	381	11.5	1968	487	2	11	0	15	49.85	C
1		المغرب	34	0.31	550	16.7	1968	614	3	17	1	19	51.35	D

		العربي (EB)	34	0.31	481	14.6	1968	614	1	14	0	16	42.91	C
			34	0.31	481	14.6	1968	614	1	14	0	16	42.91	C
			34	0.31	482	14.6	1974	616	1	14	0	16	42.81	C
معدل/المجموع لكامل التقاطع					5422			7418					59.39	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 109 sec								فترة التحليل T= 3600 sec						

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-21) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المسموح

الجدول (4-21) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
2		أبو فراس	35	0.32	417	12.6	1964	631	0	11	0	13	32.61	B

	الحمداني (SB)		35	0.32	265	8.0	1968	632	0	6	0	9	29.03	B
			35	0.32	264	8.0	1964	631	0	6	0	9	29.02	B
			35	0.32	264	8.0	1966	631	0	6	0	9	29.02	B
3	المغرب العربي (WB)		62	0.57	388	11.7	1968	1119	0	6	0	8	12.63	A
			62	0.57	483	14.6	1966	1118	0	8	0	10	13.43	A
			62	0.57	483	14.6	1966	1118	0	8	0	10	13.43	A
			62	0.57	483	14.6	1966	1118	0	8	0	10	13.43	A
			62	0.57	381	11.5	1968	58	161	99	12	185	10087.80	F
1	المغرب العربي (EB)		62	0.57	550	16.7	1968	35	257	259	17	288	26558.69	F
			62	0.57	481	14.6	1968	1119	0	8	0	10	13.41	A
			62	0.57	481	14.6	1968	1119	0	8	0	10	13.41	A
			62	0.57	482	14.6	1974	1123	0	8	0	10	13.41	A
	معدل/المجموع لكامل التقاطع				5422			10452					3417.76	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 109 sec								فترة التحليل T= 3600 sec						

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يبين الجدول (4-22) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي/ المسموح

الجدول (4-22) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
2		أبو فراس الحمداني (SB)	35	0.32	417	12.6	1964	631	0	11	0	13	32.61	B
			35	0.32	265	8.0	1968	631	0	6	0	9	29.03	B
			35	0.32	264	8.0	1964	631	0	6	0	9	29.02	B
			35	0.32	264	8.0	1966	631	0	6	0	9	29.02	B
3		المغرب العربي (WB)	30	0.28	388	11.7	1968	542	1	11	0	14	40.83	C
			30	0.28	483	14.6	1966	541	3	15	1	18	56.03	D
			30	0.28	483	14.6	1966	541	3	15	1	18	56.03	D

													D	56.03
													F	22758.53
1		المغرب العربي (EB)	30	0.28	483	14.6	1966	541	3	15	1	18	E	78.66
			62	0.57	481	14.6	1968	1119	0	8	0	10	A	13.41
			62	0.57	481	14.6	1968	1119	0	8	0	10	A	13.41
			62	0.57	482	14.6	1974	1123	0	8	0	10	A	13.41
معدل/المجموع لكامل التقاطع					5422			8672						1635.42
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 109 sec								فترة التحليل T= 3600 sec						

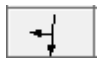
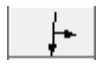
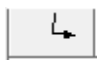
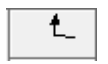
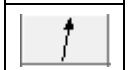
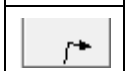
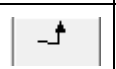
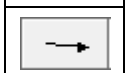
4-2-3-4 تقاطع زنوبيا:

a. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

يبين الجدول (4-23) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي

الجدول (4-23) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST}	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
1		المغرب العربي (EB)	30	0.28	483	14.6	1966	541	3	15	1	18	D	56.03
			30	0.28	381	11.5	1968	28	177	12	222	204	F	22758.53
			62	0.57	550	16.7	1968	579	7	17	1	19	E	78.66
			62	0.57	481	14.6	1968	1119	0	8	0	10	A	13.41
			62	0.57	481	14.6	1968	1119	0	8	0	10	A	13.41
			62	0.57	482	14.6	1974	1123	0	8	0	10	A	13.41
معدل/المجموع لكامل التقاطع					5422			8672						1635.42
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 109 sec								فترة التحليل T= 3600 sec						

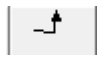
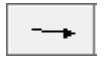
		الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	العربات من عبور التقاطع nc	(veh)	الأخضر N_{EG} (veh)			N_{VC} (veh)						
B	27.02	9	0	7	0	550	1972	8.1	341	0.28	24	16 تشرين (SB)		2
B	27.01	9	0	7	0	549	1966	8.1	339	0.28	24			
B	27.02	9	0	7	0	548	1962	8.1	339	0.28	24			
F	170.70	19	3	6	9	232	1816	5.7	237	0.13	11	الحسن بن الهيثم (WB)		3
F	281.99	28	4	6	16	235	1840	6.2	260	0.13	11			
E	81.80	11	1	5	3	232	1816	4.8	200	0.13	11			
D	53.77	9	0	5	1	274	2354	4.9	204	0.12	10	16 تشرين (NB)		4
D	54.50	9	0	5	1	275	2366	4.9	206	0.12	10			
B	34.52	3	0	1	0	273	2347	1.5	64	0.12	10			
B	26.63	10	0	8	0	581	2000	9.0	375	0.29	25	بصرى (EB)		1
B	23.69	5	0	3	0	573	1972	4.1	171	0.29	25			
B	23.69	5	0	3	0	569	1956	4.1	170	0.29	25			
	68.87					4891			2906			معدل/المجموع لكامل التقاطع		
فترة التحليل T= 3600 sec							زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 86 sec							

b. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح:

يبين الجدول (4-24) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المسموح

الجدول (4-24) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG} (veh)	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع nc	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER} (veh)	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS
2		16 تشرين (SB)	34	0.40	341	8.1	1972	780	0	6	0	8	19.01	A
			34	0.40	339	8.1	1966	169	85	8	23	103	1854.06	F
			34	0.40	339	8.1	1962	169	85	8	23	103	1854.06	F
3		الحسن بن الهيثم (WB)	36	0.42	237	5.7	1816	760	0	4	0	6	16.72	A
			36	0.42	260	6.2	1840	770	0	4	0	6	16.93	A
			36	0.42	200	4.8	1816	221	4	5	2	10	95.65	E
4		16	34	0.40	204	4.9	1962	164	20	5	6	30	479.33	F

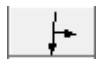
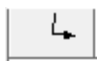
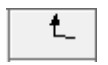
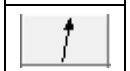
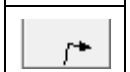
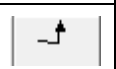
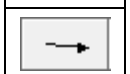
		تشرين (NB)	34	0.40	206	4.9	1972	780	0	3	0	17.55	A
			34	0.40	64	1.5	1956	773	0	1	0	16.26	A
1		بصرى (EB)	36	0.42	375	9.0	2000	190	93	9	22	1795.98	F
			36	0.42	171	4.1	1972	825	0	3	0	15.91	A
			36	0.42	170	4.1	1956	819	0	3	0	15.92	A
معدل/المجموع لكامل التقاطع					2906			6420				713.14	
زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 86 sec								فترة التحليل T= 3600 sec					

c. حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح:

يبين الجدول (4-25) أهم معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية التي تم الحصول عليها عند تطبيق برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) حسب طريقة HBS في حالة الطور المحمي/ المسموح

الجدول (4-25) معايير تقييم أداء إشارة المرور الضوئية حسب طريقة HBS– حالة الطور المحمي/ المسموح

الذراع	الحركة	مجموعة الإشارة الضوئية (SGR)	الزمن الأخضر GT (sec)		الغزارة (veh/h)	متوسط عدد العربات الواصلة إلى التقاطع لكل دورة N_{VC} (veh)	غزارة الإشباع SF (veh/h)	السعة C (veh/h)	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأخضر N_{EG}	عدد العربات المتوقفة لكل دورة إشارة ضوئية N_{ST} (veh)	عدد دورات إشارة المرور الضوئية قبل أن تتمكن العربات من عبور التقاطع	عدد العربات في نهاية الرتل عند نهاية الزمن الأحمر N_{ER}	معدل زمن الانتظار WT (sec)	مستوى الخدمة LOS

		(veh)	nc		(veh)									
E	80.85	16	1	8	5	367	1972	8.1	341	0.19	16	16 تشرين (SB)		2
F	5971.92	153	73	8	130	79	1966	8.1	339	0.19	16			
F	5971.93	153	73	8	130	79	1962	8.1	339	0.19	16			
B	30.92	7	0	5	0	380	1816	5.7	237	0.21	18	الحسن بن الهيثم (WB)		3
B	34.45	8	0	6	0	385	1840	6.2	260	0.21	18			
F	1515.37	59	19	5	45	110	1816	4.8	200	0.21	18			
B	29.11	5	0	4	0	343	1962	4.9	204	0.40	34	16 تشرين (NB)		4
A	17.55	5	0	3	0	780	1972	4.9	206	0.40	34			
A	16.26	2	0	1	0	773	1956	1.5	64	0.40	34			
D	55.88	12	1	9	3	430	2000	9.0	375	0.42	36	بصرى (EB)		1
A	15.91	5	0	3	0	825	1972	4.1	171	0.42	36			
A	15.92	5	0	3	0	819	1956	4.1	170	0.42	36			
	1525.42					5461			2906			معدل/المجموع لكامل التقاطع		
فترة التحليل T= 3600 sec							زمن دورة إشارة المرور الضوئية (CT) = 86 sec							

4-4 التطبيق العملي لبرنامج تجهيزات الإشارة الضوئية (LISA) على أرض الواقع:

تم إجراء تطبيق عملي لبرنامج تجهيزات الإشارة الضوئية (LISA) على تقاطع قنينص، والذي يشهد حالياً غزارات مرورية كبيرة، ونسبة عالية من العربات الثقيلة. وذلك نتيجة إغلاق أتستراد الثورة أمام المرور المتجه شمال المدينة، مما أدى إلى انتقال حركة السير والمرور من أتستراد الثورة إلى أتستراد الجمهورية، وبالتالي عبور هذه الغزارات المرورية الكبيرة لمنطقة تقاطع قنينص.

4-4-1 وصف المشكلة المرورية على تقاطع قنينص:

تتعرض العربات المنعطفة إلى اليسار على أذرع تقاطع قنينص لأزمنة تأخير كبيرة نتيجة عرقلة حركة الانعطاف إلى اليسار من قبل دائرة مرورية صغيرة (يبلغ نصف قطرها 2.5 m). تتوضع في منتصف منطقة التقاطع، كما هو موضح في الشكل (2-2)، مما يسبب أزمنة تأخير إضافية للعربات المتحركة بحركة مستقيمة نتيجة تباطؤ حركتها نظراً لانتظارها العربات المنعطفة إلى اليسار لإنجاز مناورة الانعطاف إلى اليسار، وبالتالي ينتج لدينا أزمنة تأخير لكامل التقاطع.

4-4-2 الحل المروري المقترح:

إزالة هذه الدائرة المرورية من تقاطع قنينص.

تم إدخال جميع البيانات الهندسية والمرورية وبيانات الإشارات الضوئية إلى برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية، ومن ثم تم مناقشة الحالتين التاليتين:

الحالة الأولى : حالة وجود هذه الدائرة المرورية (الوضع الراهن).

الحالة الثانية : حالة عدم وجود هذه الدائرة المرورية.

نتائج تطبيق برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية كانت على الشكل التالي:

الجدول (4-26) نتائج تطبيق برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية حسب حالتي الدراسة

	أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار	
	مع وجود دائرة مرورية (sec)	بدون وجود دائرة مرورية (sec)
شارع الجمهورية (NB)	30.46	25.28
شارع الجمهورية (SB)	25.21	19.85
شارع عمر بن عبد العزيز (WB)	58.75	46.78
أزمنة التأخير الكلية	259.66	75.05

نلاحظ أنه عند إزالة الدائرة المرورية:

انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على كل من الذراعين (شارع الجمهورية (NB) وشارع الجمهورية (SB)) بمقدار 5 sec ، في حين انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع عمر بن عبد العزيز (WB)) بمقدار 12 sec، كما انخفضت أزمنة تأخير التقاطع الكلية بنسبة بلغت 71% مما ساهم في رفع الكفاءة التشغيلية لتقاطع قنينص، عن طريق زيادة السعة، وتخفيض أزمنة التأخير.

نتيجة ما سبق تم رفع المقترح بإزالة هذه الدائرة المرورية من على تقاطع قنينص إلى السيد رئيس مجلس مدينة اللاذقية. وتم الحصول على الموافقة المطلوبة لإزالة هذه الدائرة المرورية من على تقاطع قنينص.

يظهر الملحق (2) نتائج قياس معايير تقييم أداء تقاطع قنينص وذلك في الحالتين المدروستين، وكما هي واردة في برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA).

الفصل الخامس

النتائج الختامية والتوصيات

Conclusions and Recommendations

1-5 النتائج الختامية Conclusions:

تم التوصل إلى قياس معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، باستخدام كل من الطرق التالية:

a. الطريقة الحقلية.
b. الطريقة التحليلية الأمريكية باستخدام برنامج HCS2000.
c. طريقة Schnabel/Lohse باستخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA).
d. طريقة HBS باستخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (LISA).

ومن ثم تم إجراء مقارنة بين أهم المعايير التي تم التوصل إليها في هذا البحث (غزارة الإشباع، أزمنة التأخير، مستوى الخدمة، مقدار استهلاك الوقود وانبعاث الغازات، درجة السلامة المرورية) من خلال الجداول والمخططات.

1-1-5 غزارة الإشباع (Saturation Flow):

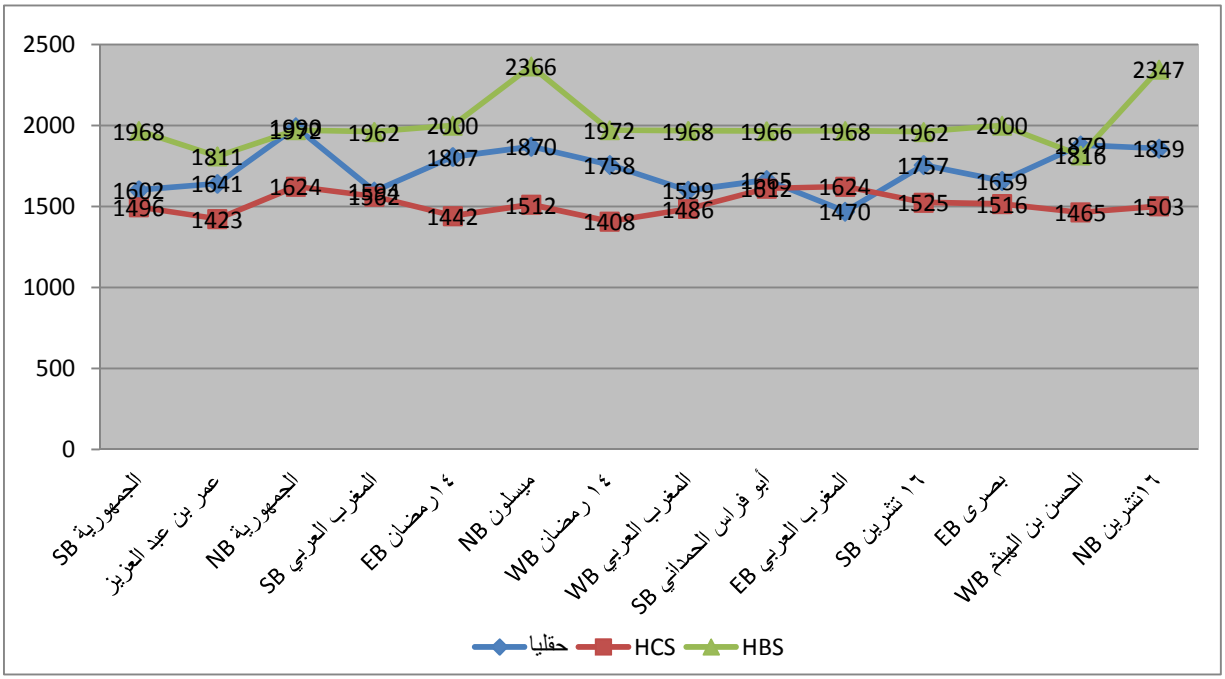
A. تعد غزارة الإشباع من أهم معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية والتي تم قياسها باستخدام كل من الطريقة الحقلية، والطريقتين التحليليتين (الألمانية HBS والأمريكية HCS)، تم إجراء مقارنة بين غزارة الإشباع المحسوبة حقلياً، والطريقة الأمريكية (HCS)، والطريقة الألمانية (HBS) وذلك حسب الوضع الراهن للتقاطعات المدروسة (حالة طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي)، كما هو موضح في الجدول (5-1).

الجدول (5-1) مقارنة بين غزارة الإشباع المحسوبة حقلياً وتحليلياً

اسم الذراع	HBS	HCS	حقلياً
الجمهورية (SB)	1968	1496	1602
عمر بن عبد العزيز (WB)	1811	1423	1641
الجمهورية (NB)	1972	1624	1990
المغرب العربي (SB)	1962	1562	1594
14رمضان (EB)	2000	1442	1807
ميسلون (NB)	2366	1512	1870
14 رمضان (WB)	1972	1408	1758

المغرب العربي (WB)	1968	1486	1599
أبو فراس الحمداني (SB)	1966	1612	1665
المغرب العربي (EB)	1968	1624	1470
16 تشرين (SB)	1962	1525	1757
بصرى (EB)	2000	1516	1659
الحسن بن الهيثم (WB)	1816	1465	1879
16تشرين (NB)	2347	1503	1859

يوضح الشكل (5-1) مقارنة بين قيم غزارة الإشباع عند حسابها بالطريقة الحقلية والطريقتين التحليليتين (HBS,HCS) بشكل تخطيطي.



الشكل (5-1) مقارنة قيم غزارة الإشباع حسب الطريقة الحقلية والطريقتين التحليليتين (HBS,HCS)

يفسر التباين بين الطريقتين الأمريكية، والألمانية باختلاف قيمة غزارة الإشباع الأساسية لكل طريقة. حيث تفرض HCM أن غزارة الإشباع الأساسية S_O=1900 veh/h في حين تتعلق غزارة الإشباع الأساسية حسب طريقة HBS بالزمن الأخضر. وذلك حسب الجدول (4-1).

B. من الشكل (5-1) نلاحظ وجود تباين واضح بين نتائج قيم غزارة الإشباع حسب الطرق الثلاث (الحقلية وHCS وHBS)، مما يستدعي ضرورة معرفة قيمة العامل اللازم لتعديل نتائج الطريقة

التحليلية الأمريكية HCS، وكذلك العامل اللازم لتعديل نتائج الطريقة التحليلية الألمانية HBS من أجل أن تكون النتائج ملائمة لواقع مدينة اللاذقية.

يبين الجدول (5-2) قيمة معامل تصحيح غزارة الإشباع لكل من الطريقتين التحليليتين (HBS,HCS)

الجدول (5-2) إيجاد قيمة معامل تصحيح غزارة الإشباع

التقاطع	الذراع	غزارة الإشباع المقاسة حقلياً S (veh/hr/ln)	غزارة الإشباع المحسوبة تحليلياً حسب HCS S (veh/hr/ln)	غزارة الإشباع المحسوبة تحليلياً حسب HBS S (veh/hr/ln)	النسبة المئوية بين القيمتين(باعتبار القيمة الحسابية حسب HCS هي المرجعية)	النسبة المئوية بين القيمتين(باعتبار القيمة الحسابية حسب HBS هي المرجعية)
قنينص	الجمهورية (SB)	1602	1496	1968	107	77
	عمر بن عبد العزيز (WB)	1641	1423	1811	115	90
	الجمهورية (NB)	1990	1624	1972	123	101
16 تشرين	المغرب العربي (SB)	1594	1562	1962	102	77
	14 رمضان (EB)	1807	1442	2000	125	90
	ميسلون (NB)	1870	1512	2366	124	73
	14 رمضان (WB)	1758	1408	1972	125	88
مضر	المغرب العربي (WB)	1599	1486	1968	108	77

	أبو فراس الحمداني (SB)	1665	1612	1966	103	82
	المغرب العربي (EB)	1470	1624	1968	91	66
زنوبيا	16تشرين (SB)	1757	1525	1962	115	88
	بصرى (EB)	1659	1516	2000	109	79
	الحسن بن الهيثم (WB)	1879	1465	1816	128	103
	16 تشرين (NB)	1859	1503	2347	124	74
القيم الوسطية		**1725**	**1514**	**2006**	**114**	**83**

من الجدول السابق نلاحظ اختلاف نتائج غزارة الإشباع بين الطريقة الحقلية، والطريقتين التحليليتين (HBS,HCS) حيث إنه يمكن الحصول على نتائج أقرب إلى الواقع لدى حساب غزارة الإشباع تحليلياً من خلال ضرب الناتج بعامل تصحيح قدره 1.14 عند استخدام الطريقة الأمريكية (HCS)، وعامل تصحيح قدره 0.83 عند استخدام الطريقة الألمانية. وذلك حسب ظروف مدينة اللاذقية.

5-1-2 أزمنة التأخير (Delay Times):

تم مقارنة أزمنة التأخير وذلك حسب الوضع المدروس:

5-1-2-1 الوضع الهندسي (حارات الانعطاف إلى اليسار):

يبين الجدول (5-3) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير قبل استخدام حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار وبعد استخدام حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار

الجدول (5-3) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير عند دراسة الوضع الهندسي

تقاطع قنينص		
قبل استخدام حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار(حالة وجود حارة مشتركة).	**بعد استخدام حارة خاصة للحركة المنعطفة إلى اليسار.**	**النسبة المئوية**

مجموعات حارات الذراع	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة (sec/veh)	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل حارة (sec/veh)	أزمنة التأخير ومستوى الخدمة لكل ذراع (sec/veh)	**للتخفيض في أزمنة تأخير الانعطاف إلى اليسار وأزمنة التأخير الكلية**
شارع الجمهورية (NB)						
LT	**333.5 F**	282.0 F	**L**	**40.0 D**	416.2 F	88%
R	44.1 D		**T**	653.3 F		
			R	44.1 D		
شارع الجمهورية (SB)						
LT	**60.2 F**	169.7 F	**L**	**41.2 D**	167.9 F	32%
R	379.4 F		**T**	64.2 E		
			R	379.4 F		
أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 196.3 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =240.9 sec/veh			-22%
مستوى الخدمة للتقاطع = F			مستوى الخدمة للتقاطع = F			
تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):						
شارع 14 رمضان (EB)						
LT	**44.3 D**	129.8 F	**L**	**484.3 F**	359.9 F	-993%
R	270.1 F		**T**	29.7 C		
			R	270.1 F		
شارع 14 رمضان (WB)						
LT	**33.2 C**	32.7 C	**L**	**302.1 F**	195.2 F	-810%
R	16.8 B		**T**	21.2 C		
			R	16.8 B		
أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 213.5 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 325.8 sec/veh			-52%
مستوى الخدمة للتقاطع = F			مستوى الخدمة للتقاطع = F			
تقاطع مضر:						
شارع المغرب العربي (EB)						
LT	**214.8 F**	194.1 F	**L**	**158.2 F**	168.5 F	26%
R	35.7 D		**T**	198.4 F		
			R	35.7 D		

شارع المغرب العربي (WB)						
49%	221.4 F	**115.0 F**	**L**	219.1 F	**227.7 F**	**LT**
		260.1 F	**T**		178.4 F	**R**
		178.4 F	**R**			
5%	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =165.7 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =174.5 sec/veh		
مستوى الخدمة للتقاطع = F				مستوى الخدمة للتقاطع = F		
تقاطع زنوبيا:						
شارع بصرى (EB)						
-60%	57.9 E	**77.4 E**	**L**	46.7 D	**48.5 D**	**LT**
		39.4 D	**T**		23.3 C	**R**
		23.3 C	**R**			
شارع الحسن بن الهيثم (WB)						
27%	298.6 F	**195.2 F**	**L**	304.5 F	**267.5 F**	**LT**
		307.8 F	**T**		375.1 F	**R**
		375.1 F	**R**			
-0.8%	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 158.2 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 156.8 sec/veh		
مستوى الخدمة للتقاطع = F				مستوى الخدمة للتقاطع = F		

نلاحظ من الجدول (5-3) انخفاض قيمة أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على معظم أذرع التقاطعات المدروسة، باستثناء كل من الذراعين شارع 14 رمضان (EB)، و شارع 14 رمضان (WB) على تقاطع 6 تشرين، والذراع شارع بصرى (EB) على تقاطع زنوبيا، وذلك عند استخدام حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار، كما تم ملاحظة حدوث زيادة في أزمنة تأخير التقاطع الكلية، لكل من تقاطع قنينص، وتقاطع 6 تشرين وتقاطع زنوبيا.

تفسر هذه الزيادة في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار بنسب الانعطاف إلى اليسار العالية على الأذرع الثلاثة (شارع 14 رمضان (EB) و شارع 14 رمضان(WB) وشارع بصرى(EB))، حيث إن استخدام حارة واحدة مخصصة لحركة الانعطاف إلى اليسار لم يؤمن التخفيض المطلوب لأزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على العكس من ذلك حصلنا على نتائج عكسية عند استخدام حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار على الأذرع الثلاثة.

على الرغم من أهمية وضرورة تحديد نسبة غزارة الانعطاف إلى اليسار التي يتم عندها الانتقال من استخدام حارة خاصة واحدة لحركة الانعطاف إلى اليسار إلى استخدام حارتين للانعطاف إلى اليسار على تقاطع معين، فإننا لم نتمكن من تحديد هذه النسبة بدقة، وذلك نظراً لارتفاع نسبة غزارة المرور المتحرك

بحركة مستقيمة على الذراع المدروس والذراع في الجهة المقابلة وتفاوت نسب هذه الغزارات حسب ساعات اليوم (بلغت نسبة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان (EB)) 53% تم ملاحظة انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار بشكل كبير عند الانتقال من استخدام حارة خاصة واحدة (484.3sec) إلى استخدام حارتين للانعطاف إلى اليسار(77.3sec). كما انخفضت أزمنة التأخير الكلية بنسبة بلغت 33% مع مستوى خدمة F للتقاطع وذلك لكلا الحالتين).

5-1-2-2 الوضع المروري (أطوار الانعطاف إلى اليسار):

من أهم النتائج التي تم التوصل إليها عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي على أذرع التقاطعات المدروسة وذلك عند استخدام كل من الطرق (HBS, Schnabel/Lohse, HCS):

1. انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع المدروس
2. ازدياد أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل للذراع المدروس
3. بالنسبة لأزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع تم الحصول على نتائج متباينة وذلك حسب طريقة التقييم المتبعة.

باستخدام كل من الطرق (HBS, Schnabel/Lohse, HCS) تمكنا من تطبيق كل من الطور المسموح والطور المحمي، حيث تم التوصل على أزمنة التأخير المتعلقة بالطور المحمي/المسموح باستخدام طريقتي برنامج تجهيزات الإشارة الضوئية (HBS, Schnabel/Lohse)

توضح الجداول والمخططات التالية المقارنة بين كل من أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة، وأزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع، وذلك حسب الطور المدروس، والطريقة المتبعة.

❖ **تقاطع قنينص:**

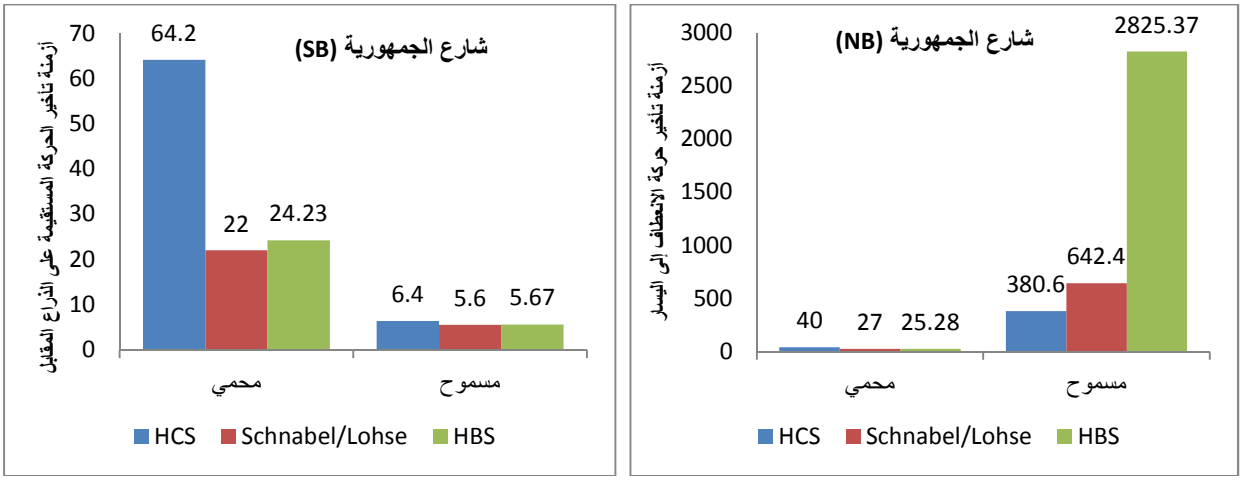
يبين الجدول(5-4) أنه وعند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع المدروس بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل، في حين أنه عند تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع الذي يملك زمناً أخضر أكبر، وازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع الذي يملك زمناً أخضر أقل.

الجدول(5-4) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس (تقاطع قنينص)

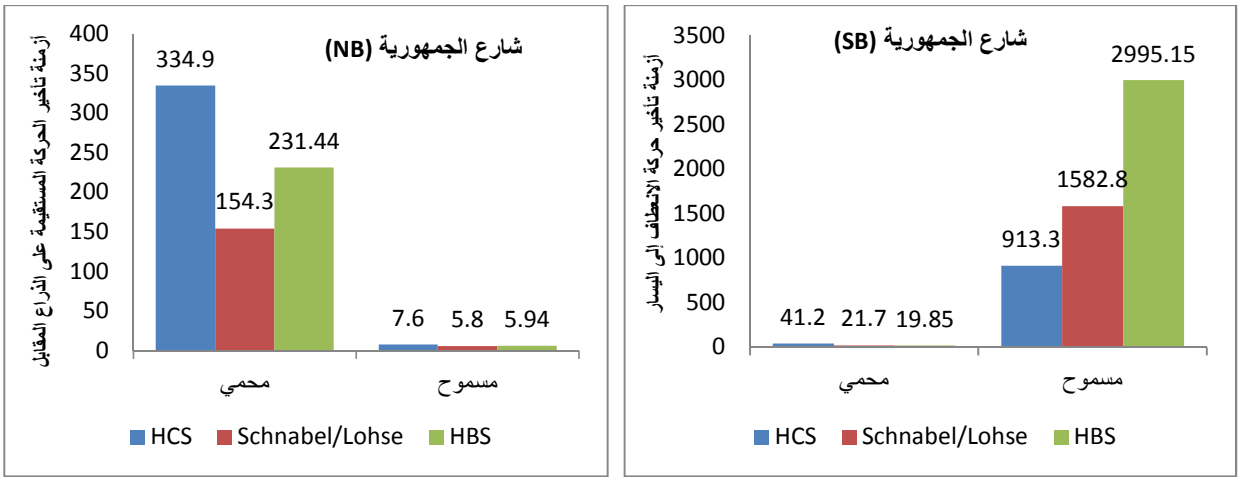
الطريقة	اسم الذراع	حالة الطور المسموح		حالة الطور المحمي		حالة الطور المحمي/المسموح	
		مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)
HCS	شارع الجمهورية (NB)	L	380.6	L	40.0	-	-
		TR	7.6	TR	334.9	-	-
	شارع الجمهورية (SB)	L	913.3	L	41.2	-	-
		T	6.4	T	64.2	-	-
		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 138.8 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 192.3 sec/veh			
Schnabel /Lohse	شارع الجمهورية (NB)	L	642.4	L	27.0	L	19.5
		T	5.8	T	154.3	T	5.8
	شارع الجمهورية (SB)	L	1582.8	L	21.7	L	18712.2
		T	5.6	T	22.0	T	27.2
		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =222.8 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 130.6 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 2104.9 sec/veh	
HBS	شارع الجمهورية (NB)	L	2825.37	L	25.28	L	21.61
		T	5.94	T	231.44	T	5.94
	شارع الجمهورية (SB)	L	2995.15	L	19.85	L	7543.19
		T	5.67	T	24.23	T	34.33
		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 532.4 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 75.05 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 809.02 sec/veh	

من الجدول(5-4) تم التوصل إلى أنه وبالنسبة لأزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع حدثت زيادة في أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي حسب الطريقة الأمريكية باستخدام برنامج HCS2000 في حين حدث نقصان عند استخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (طريقة HBS, Schnabel/Lohse)، يفسر هذا الاختلاف بالفرضيات الأساسية التي يعتمد عليها البرنامج الألماني، التي لا تدخل عند حساب أزمنة التأخير باستخدام برنامج HCS2000 مثل نصف قطر الانعطاف، السرعة ...الخ

تظهر المخططات التالية التغييرات الحاصلة في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة على الذراع المقابل. وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي.



الشكل (5-2) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الجمهورية (NB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع الجمهورية (SB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي



الشكل (5-3) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الجمهورية (SB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع الجمهورية (NB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي

❖ تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):

من الجدول (5-5) وبإجراء المقارنات اللازمة عند الانتقال من تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح إلى تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي:

a. انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان (EB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 14 رمضان (WB)).
b. انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان (WB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 14 رمضان(EB)).
c. بشكل مخالف للمتوقع حدثت زيادة في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على كل من الذراعين (شارع ميسلون (NB) وشارع المغرب العربي (SB)) كما ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على نفس الذراعين وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي، تفسر هذه الحالة حسب قاعدة Koupai على الشكل التالي:

- من أجل الذراع (شارع المغرب العربي (SB)) ومن أجل حارة واحدة للحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع ميسلون (NB)):

$$V_L * V_{O\cdot TH} = 390 * 260 = 101400 \text{ veh/ln} < 150000$$

- من أجل الذراع (شارع ميسلون (NB)) ومن أجل حارة واحدة للحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (SB)):

$$V_L * V_{O\cdot TH} = 70 * 341 = 23870 \text{ veh/ln} < 150000$$

حيث أن:

V_L: حجم الانعطاف إلى اليسار في ساعة الذروة

$V_{O.TH}$: حجم الحركة المستقيمة على الذراع المقابل في ساعة الذروة.

أي أن العربات المنعطفة إلى اليسار على الذراعين تمكنت من إيجاد الثغرات المرورية الكافية في تيار الحركة المستقيمة وبالتالي إنجاز الانعطاف إلى اليسار من خلال هذه الثغرات، أي أن تطبيق الطور المحمي على كل من الذراع (شارع المغرب العربي (SB)) والذراع (شارع ميسلون (NB)) سيؤدي إلى نتائج عكسية حيث نتجت زيادة في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة على كل من الذراعين.

d. عند تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع الذي يملك زمناً أخضر أكبر

وازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع الذي يملك زمن أخضر أقل.

e. ازدادت أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع. وذلك عند الانتقال من تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح إلى تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي.

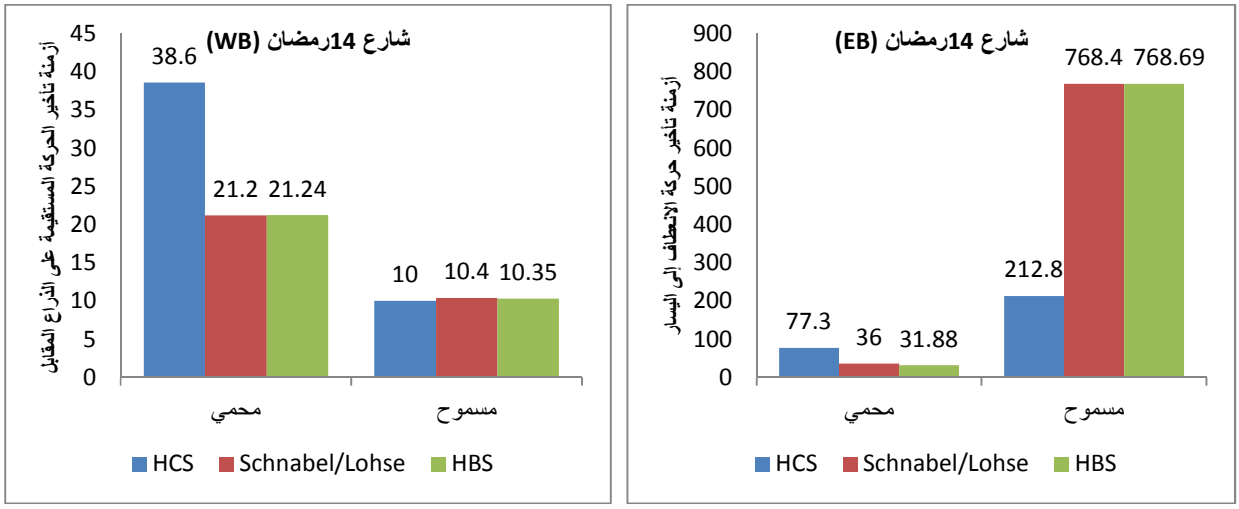
يبين الجدول (5-5) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس

الجدول (5-5) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس(تقاطع 6 تشرين)

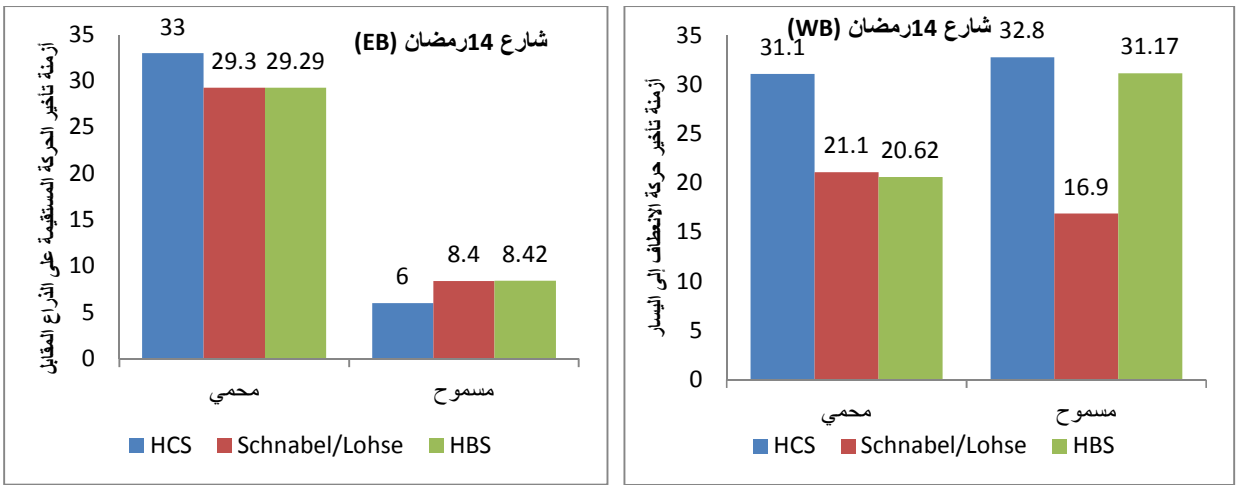
الطريقة	اسم الذراع	حالة الطور المسموح		حالة الطور المحمي		حالة الطور المحمي/المسموح	
		مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)
HCS	شارع 14رمضان (EB)	L	212.8	L	77.3	L	-
		T	6.0	T	33.0	T	-
	شارع 14رمضان (WB)	L	32.8	L	31.1	L	-
		T	10.0	T	38.6	T	-
	شارع ميسلون (NB)	LT	33.9	LT	106.9	LT	-
	شارع المغرب العربي (SB)	L	585.7	L	589.8	L	-
		T	46.3	T	424.6	T	-
		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 113.8 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 217. 8 sec/veh			
Schnabel /Lohse	شارع 14رمضان (EB)	L	768.4	L	36.0	L	23.3
		T	8.4	T	29.3	T	8.4
	شارع 14رمضان (WB)	L	16.9	L	21.1	L	1379.9
		T	10.4	T	21.2	T	32.3
	شارع ميسلون (NB)	L	26.5	L	41.1	L	26.5
		T	26.5	T	41.1	T	26.5
	شارع المغرب العربي (SB)	L	37.1	L	1128.0	L	1417.5
		T	32.6	T	741.6	T	992.5

			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =83.5 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 222.0 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 590.7 sec/veh	
HBS	شارع 14رمضان (EB)	L	768.69	L	31.88	L	24.87	L
		T	8.42	T	29.29	T	8.42	T
	شارع 14رمضان (WB)	L	31.17	L	20.62	L	755.18	L
		T	10.35	T	21.24	T	38.63	T
	شارع ميسلون (NB)	L	26.22	L	35.49	L	26.22	L
		T	26.23	T	35.50	T	26.23	T
	شارع المغرب العربي (SB)	L	40.85	L	883.39	L	663.28	L
		T	17.76	T	25.54	T	27.51	T
	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 81.23 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 91.36		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 163.82		

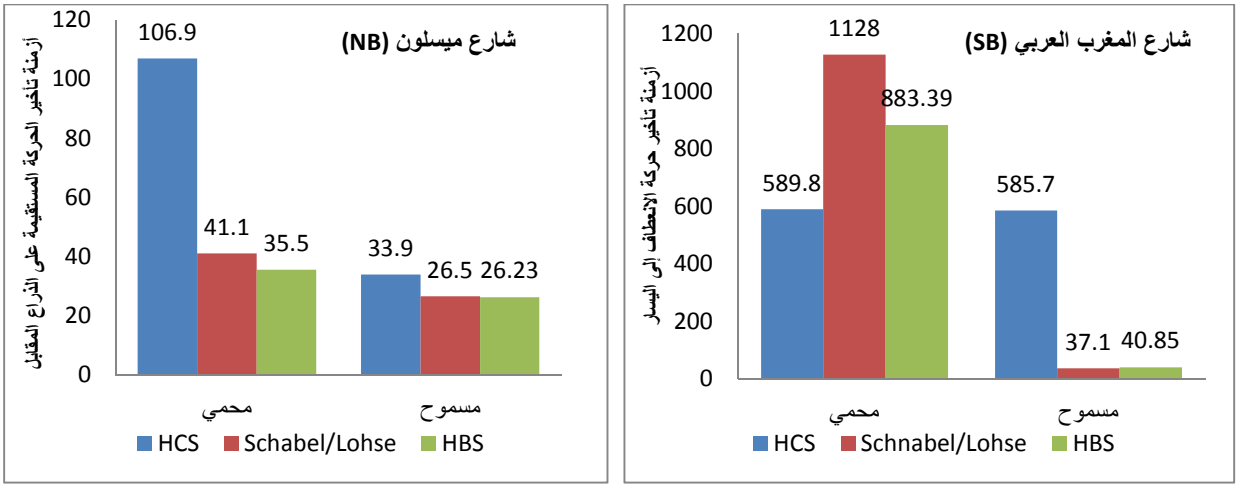
تظهر المخططات التالية التغييرات الحاصلة في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، والحركة المستقيمة على الذراع المقابل. وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي.



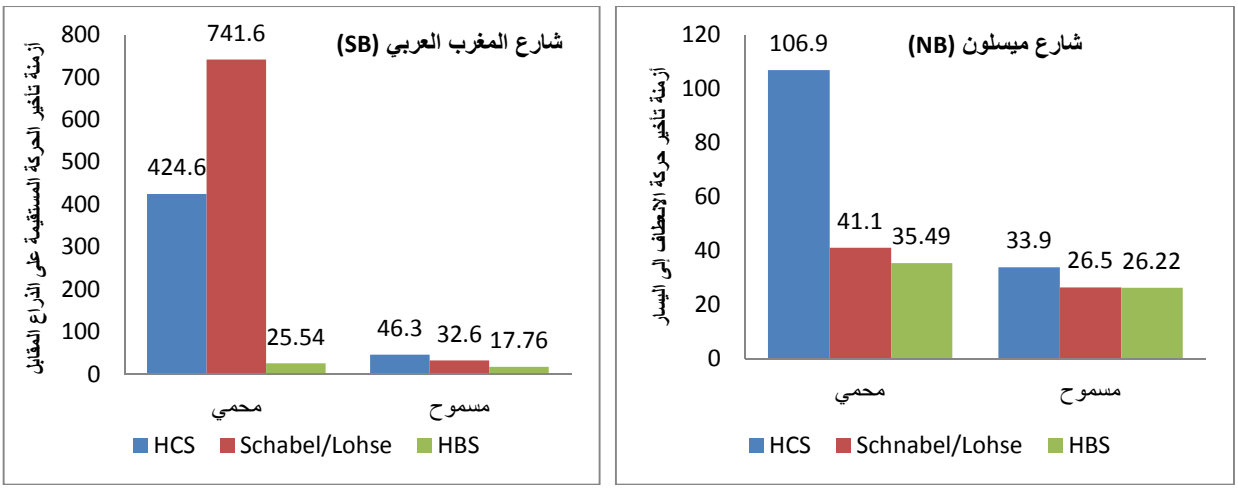
الشكل (5-4) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان(EB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 14 رمضان (WB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي



الشكل (5-5) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان (WB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 14 رمضان (EB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي



الشكل (5-6) قيم أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (SB))، وقيم أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع ميسلون (NB))، عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي



الشكل (5-7) قيم أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع ميسلون (NB)) وقيم أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (SB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي

❖ تقاطع مضر:

أهم النتائج التي تم التوصل إليها عند إجراء مقارنات أزمنة التأخير. وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي على تقاطع مضر :

a. انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (EB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (WB))، كما هو موضح في الشكل (5-8).

b. انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (WB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي(EB))، كما هو موضح في الشكل (5-9)

c. بشكل مخالف لمفهوم طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي الذي قد يسبب زيادة في أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع، تم ملاحظة حدوث انخفاض في أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي. وذلك حسب نتائج الطرق الثلاث (HBS, Schnabel/Lohse, HCS) والواردة في الجدول(5-6)، تفسر هذه الحالة حسب قاعدة Koupai كما يلي:

في حالة الطور المسموح لم تجد العربات المنعطفة إلى اليسار الثغرة الكافية في تيار الحركة المستقيمة لإنجاز الانعطاف إلى اليسار، وبالتالي تعرضت لأزمنة تأخير كبيرة على كل من الذراعين (شارع المغرب العربي (EB))، وشارع المغرب العربي(WB)).

- من أجل الذراع (شارع المغرب العربي (WB))، ومن أجل حارتين للحركة المستقيمة على الأقل على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (EB)):

$$V_L * V_{O\cdot TH} = 386 * 1248 = 481728 \text{ veh/ln} > 300000$$

- من أجل الذراع (شارع المغرب العربي (EB))، ومن أجل حارتين للحركة المستقيمة على الأقل على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (WB)) :

$$V_L * V_{O\cdot TH} = 572 * 1499 = 857428 \text{ veh/ln} > 300000$$

حيث أن:

V_L: حجم الانعطاف إلى اليسار في ساعة الذروة.

$V_{O.TH}$: حجم الحركة المستقيمة على الذراع المقابل في ساعة الذروة.

أي أن الطور المسموح لم يعد قادر على تأمين مطلب الانعطاف إلى اليسار وهذا يستدعي ضرورة الانتقال إلى الطور المحمي، وهو ما نتج عنه تخفيض في أزمنة التأخير الكلية.

d. بالنسبة لطور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح حدث انخفاض في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، والحركة المستقيمة على الذراع (شارع المغرب العربي (EB)) الذي يملك زمناً أخضر أكبر من الذراع (شارع المغرب العربي (WB)) الذي ازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على اعتبار أنه يملك زمناً أخضر أقل.

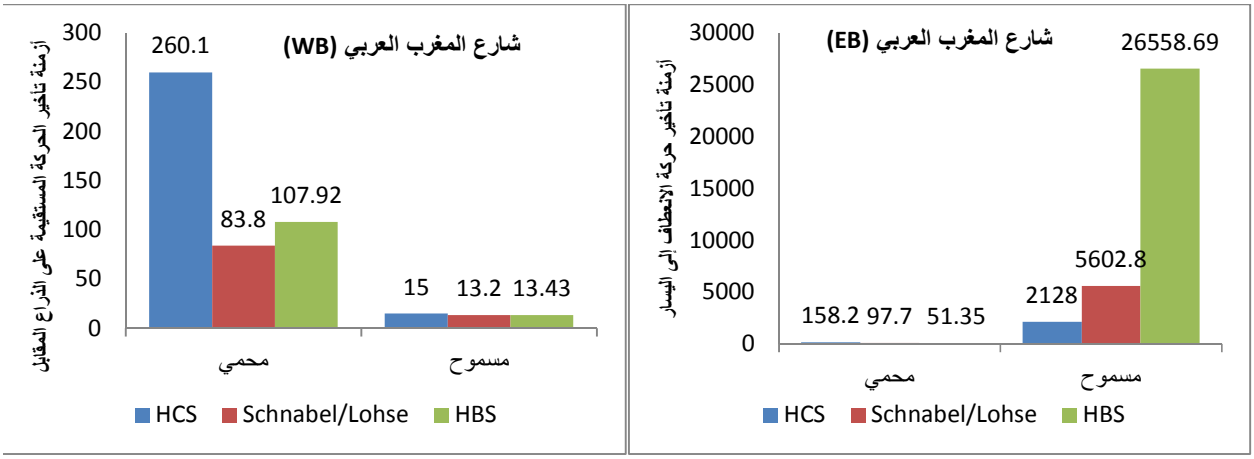
يبين الجدول (5-6) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس.

الجدول (5-6) مقارنة بين قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس (تقاطع مضر)

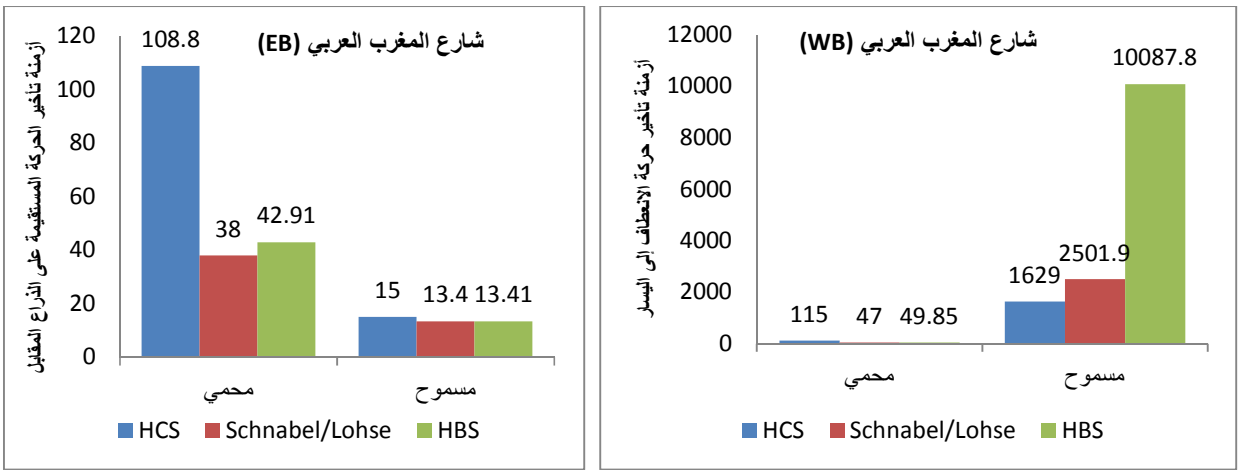
الطريقة	اسم الذراع	حالة الطور المسموح		حالة الطور المحمي		حالة الطور المحمي/المسموح	
		مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)
HCS	شارع المغرب العربي (EB)	L	2128	L	158.2	L	-
		TR	15.0	LTR	108.8	TR	-
	شارع المغرب العربي (WB)	L	1629	L	115.0	L	-
		LT	15.0	LT	260.1	LT	-
	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 354.2 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع			

			sec/veh 148.3=				
130.7	L	97.7	L	5602.8	L	شارع المغرب العربي (EB)	Schnabel /Lohse
13.4	T	38.0	T	13.4	T		
39401.8	L	47.0	L	2501.9	L	شارع المغرب العربي (WB)	
48.2	T	83.8	T	13.2	T		
أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 2810.5		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 63.3		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =759.2 sec/veh			
78.66	L	51.35	L	26558.69	L	شارع المغرب العربي (EB)	HBS
13.41	T	42.91	T	13.41	T		
22758.53	L	49.85	L	10087.80	L	شارع المغرب العربي (WB)	
56.03	T	107.92	T	13.43	T		
أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 1635.42		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 59.39		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = sec/veh 3417.76			

تظهر المخططات التالية انخفاض في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع المدروس بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل، وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.



الشكل (5-8) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (EB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (WB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي



الشكل (5-9) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (WB)) بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع المغرب العربي (EB)) عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي

❖ تقاطع زنوبيا:

عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي على تقاطع زنوبيا، وبعد إجراء المقارنات اللازمة تم التوصل إلى النتائج التالية:

a. انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع بصرى (EB))، بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع الحسن بن الهيثم (WB)) كما هو موضح في الشكل (5-10).

b. انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم (WB))، حسب طريقة (HBS). وازدادت حسب طريقتي (Schnabel/Lohse, HCS). بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع بصرى (EB))، كما هو موضح في الشكل (5-11).

تفسر هذه الحالة حسب قاعدة Koupai، ومن أجل حارة واحدة للحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع بصرى (EB)):

$$V_L * V_{O\cdot TH} = 205 * 303 = 62115 \text{ veh/ln} < 150000$$

حيث أن:

V_L: حجم الانعطاف إلى اليسار في ساعة الذروة.

$V_{O.TH}$: حجم الحركة المستقيمة على الذراع المقابل في ساعة الذروة.

لا توجد ضرورة لتطبيق طور الانعطاف إلى اليسار المحمي حيث إن العربات المنعطفة إلى اليسار على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم (WB)) تمكنت من إيجاد الثغرات المرورية الكافية في تيار الحركة المستقيمة القادم من الذراع (شارع بصرى (EB))، وبالتالي إنجاز الانعطاف إلى اليسار من خلال هذه الثغرات المرورية، بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع بصرى (EB)).

c. من أجل الذراع (شارع 16 تشرين (SB)) انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار حسب الطرق الثلاث (Schnabel/Lohse , HBS, HCS)، بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 16 تشرين (NB)).

d. من أجل الذراع (شارع 16 تشرين (NB)) ازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار حسب طريقتي (HCS, Schnabel/Lohse) في حين انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار حسب طريقة HBS، بالمقابل انخفضت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 16 تشرين (SB)) حسب طريقة HBS، وازدادت حسب طريقتي (HCS, Schnabel/Lohse).

تفسر هذه الحالة حسب قاعدة Koupai ومن أجل حارة مستقيمة واحدة على الذراع المقابل (شارع 16 تشرين (SB)):

$$V_L * V_{O\cdot TH} = 65 * 383 = 24895 \text{ veh/ln} < 150000$$

حيث أن:

V_L: حجم الانعطاف إلى اليسار في ساعة الذروة.

$V_{O.TH}$: حجم الحركة المستقيمة على الذراع المقابل في ساعة الذروة.

لا توجد ضرورة لتطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي حيث إن العربات المنعطفة إلى اليسار البالغة نسبتها 13% تمكنت من إيجاد الثغرات المرورية الكافية في تيار الحركة المستقيمة القادم من الذراع (شارع 16 تشرين (SB)) بسهولة، لذلك توصلنا إلى نتائج عكسية عند تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي على الذراع (شارع 16 تشرين (NB)) حيث ازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار.

e. عند تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح، انخفضت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع الذي يملك زمناً أخضر أكبر(شارع بصرى (EB) وشارع 16 تشرين (NB))، وازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف

إلى اليسار، وأزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع الذي يملك زمناً أخضر أقل (شارع الحسن بن الهيثم (WB) وشارع 16 تشرين (SB)).

f. ازدادت أزمنة التأخير الكلية لكامل التقاطع، عند الانتقال من الطور المسموح إلى الطور المحمي حسب الطريقة الأمريكية باستخدام برنامج HCS2000. في حين حدث نقصان عند استخدام البرنامج الألماني لتجهيزات الإشارة الضوئية (HBS, Schnabel/Lohse) يفسر هذا الاختلاف بالفرضيات الأساسية التي يعتمد عليها البرنامج الألماني وهي لا تدخل عند حساب أزمنة التأخير باستخدام برنامج HCS2000 مثل نصف قطر الانعطاف، السرعة ...الخ.

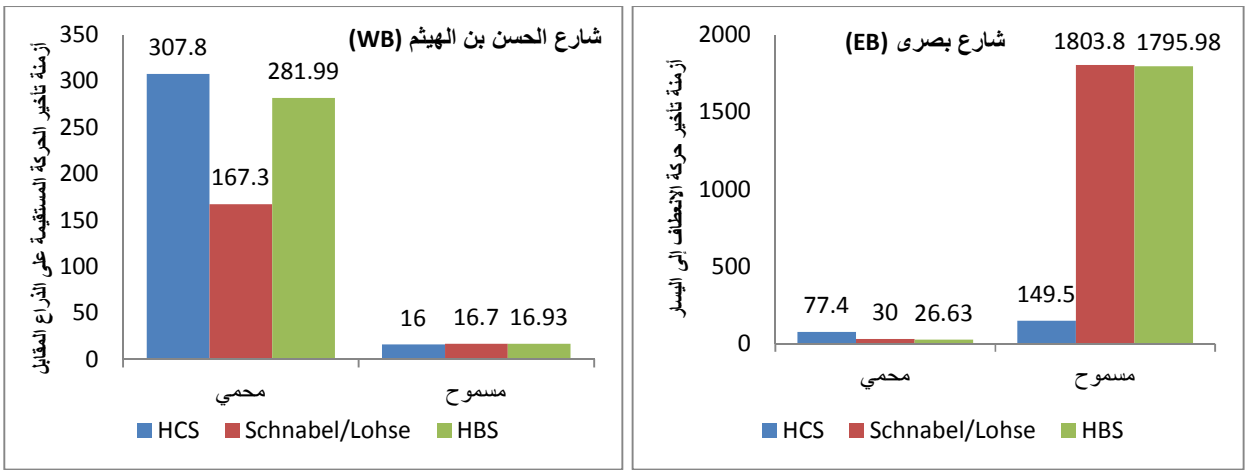
يبين الجدول (5-7) مقارنة قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس.

الجدول (5-7) مقارنة قيم أزمنة التأخير حسب حالة الطور المدروس (تقاطع زنوبيا)

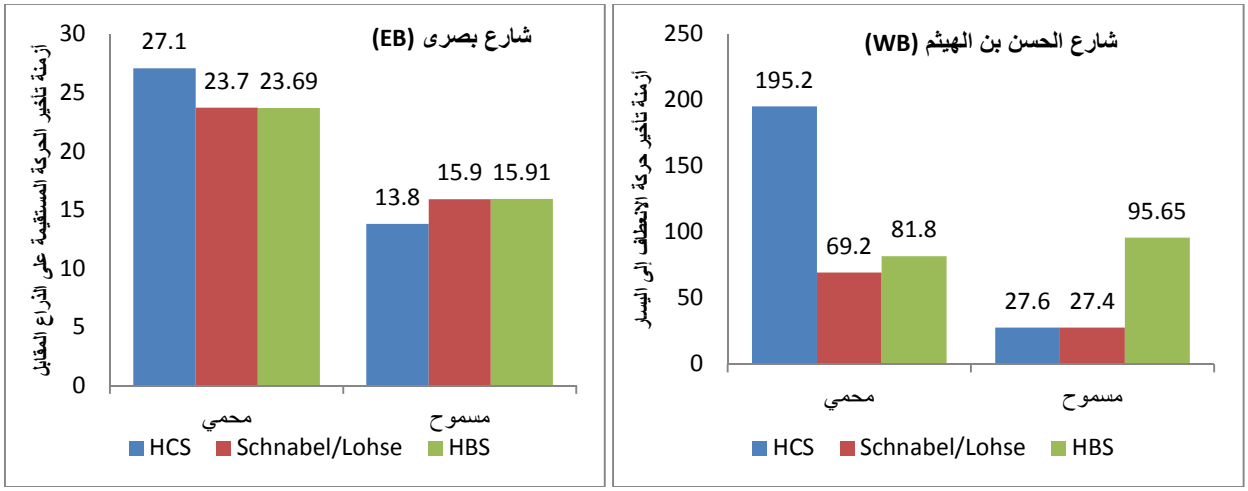
الطريقة	اسم الذراع	حالة الطور المسموح		حالة الطور المحمي		حالة الطور المحمي/المسموح	
		مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	أزمنة التأخير لكل حارة (sec/veh)
HCS	شارع بصرى (EB)	L	149.5	L	77.4	L	-
		T	13.8	T	27.1	T	-
	شارع الحسن بن الهيثم (WB)	L	27.6	L	195.2	L	-
		T	16.0	T	307.8	T	-
	شارع 16تشرين (NB)	LT	17.9	LT	278.2	LT	-
	شارع 16تشرين (SB)	L	350.0	L	149.8	L	-
		T	17.5	T	37.0	T	-
	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 81.3 sec/veh			أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 157.0 sec/veh			
Schnabel /Lohse	شارع بصرى (EB)	L	1803.8	L	30.0	L	76.9
		T	15.9	T	23.7	T	15.9
	شارع الحسن بن الهيثم (WB)	L	27.4	L	69.2	L	2845.1
		T	16.7	T	167.3	T	32.2
	شارع	LT	19.7	LT	66.0	LT	19.9

	17.5	T	89.6	T	17.5	T	**16تشرين (NB)**
	10938.3	L	29.0	L	832.4	L	**شارع 16تشرين (SB)**
	1190.8	LT	28.5	LT	21.8	LT	
	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 1600.3 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 64.4 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع =340.5 sec/veh		
HBS	55.88	L	26.63	L	1795.98	L	**شارع بصرى (EB)**
	15.91	T	23.69	T	15.91	T	
	1515.37	L	81.80	L	95.65	L	**شارع الحسن بن الهيثم (WB)**
	34.45	T	281.99	T	16.93	T	
	29.11	LT	53.77	LT	479.33	LT	**شارع 16تشرين (NB)**
	17.55	T	54.50	T	17.55	T	
	5971.92	L	27.02	L	1854.06	L	**شارع 16تشرين (SB)**
	5971.93	LT	27.01	LT	1854.06	LT	
	أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 1525.42 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 68.87 sec/veh		أزمنة التأخير الكلية للتقاطع = 713.14 sec/veh		

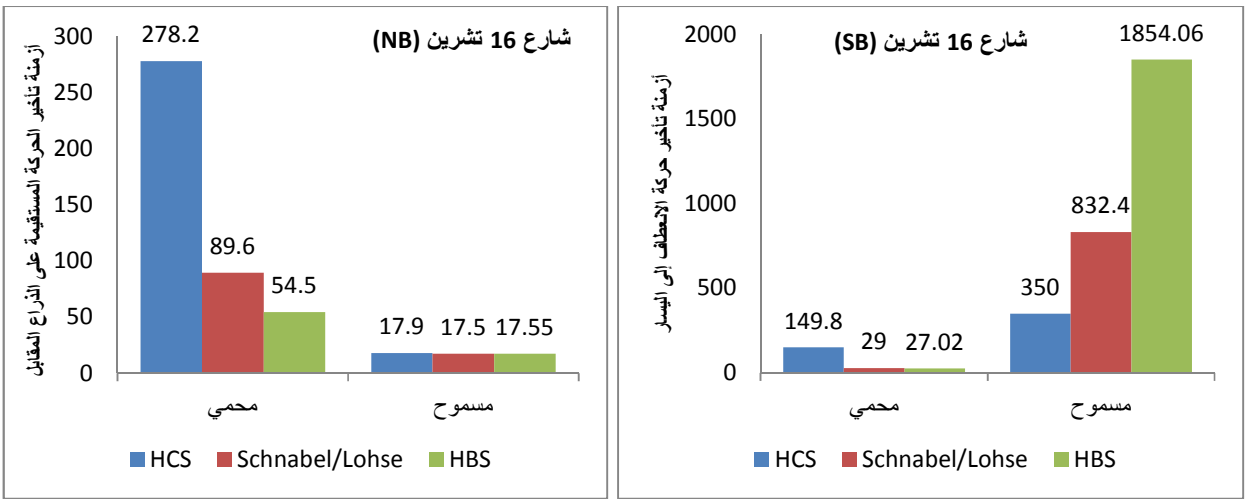
تظهر المخططات والمقارنات التالية نتائج أزمنة التأخير التي تم التوصل إليها بطريقة تخطيطية، وذلك لكل ذراع من أذرع تقاطع زنوبيا، عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار، على تقاطع زنوبيا.



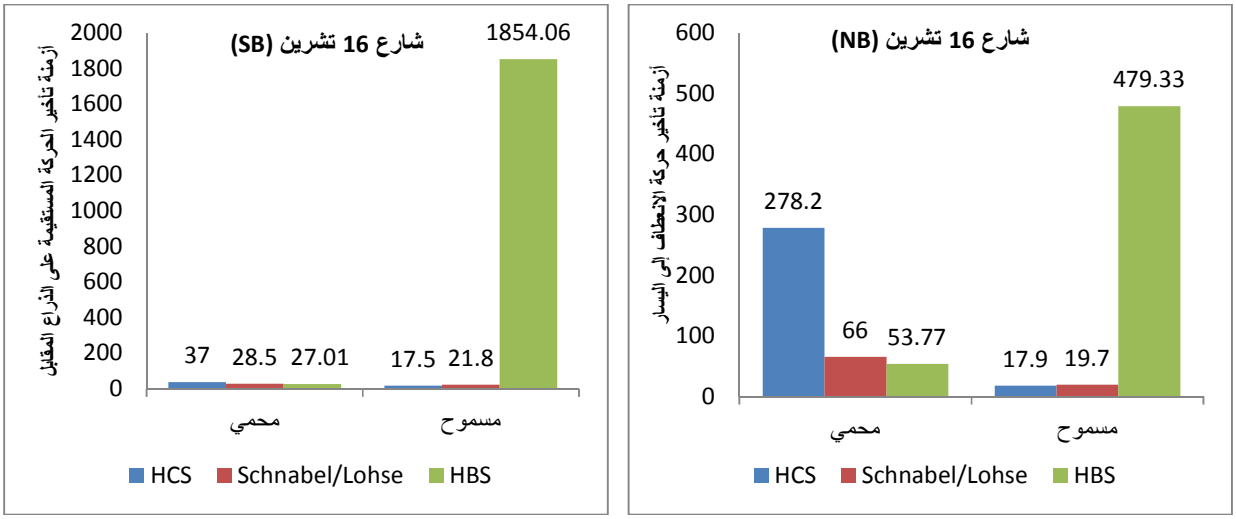
الشكل (5-10) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع بصرى (EB)). بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع الحسن بن الهيثم (WB)).



الشكل (5-11) قيم أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم(WB))، وقيم أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع بصرى (EB)).



الشكل (5-12) انخفاض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع(شارع 16 تشرين (SB)). بالمقابل ازدادت أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 16 تشرين (NB)).



الشكل (5-13) قيم أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 16 تشرين (NB))، وقيم أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل (شارع 16 تشرين (SB)).

5-1-3 مستوى الخدمة (Level of service):

يعد مستوى الخدمة من أهم النتائج التي تم التوصل إليها، فمن المعلوم أن مستوى الخدمة للتقاطعات (Level of service (LOS)) يؤثر بشكل ملحوظ على مستوى الخدمة للطريق ككل، كما أن مستوى الخدمة للتقاطعات يمكن أن يؤثر على السماح المتكرر لمرور العربات المنعطفة إلى اليسار، حيث إن معدلات التصادم المروري تكون أكبر في مناطق التقاطعات منها في باقي مقاطع الطريق. وبالتالي فإن ضمان انفصال العربات المنعطفة إلى اليسار بشكل آمن عن التيار المروري المتحرك بشكل مستقيم، يعد شرطاً هاماً لفعالية، وسلامة التقاطعات المرورية.

5-1-3-1 مقارنة معيار مستوى الخدمة للأذرع حسب الطريقة الحقلية والتحليلية (HCS):

تم إجراء مقارنة بين النتائج التي تم التوصل إليها حسب الطريقة الحقلية، والطريقة التحليلية (HCS)، حيث تم إيجاد مستوى الخدمة لكل ذراع من أذرع التقاطعات المدروسة.

الجدول (5-8) مستوى الخدمة لجميع الأذرع حسب الطريقتين الحقلية والتحليلية (HCS)

اسم الذراع	الطريقة الحقلية	الطريقة التحليلية (HCS)
الجمهورية (SB)	E	F
عمر بن عبد العزيز (WB)	E	F
الجمهورية (NB)	E	F
المغرب العربي (SB)	F	F
14رمضان (EB)	F	F
ميسلون (NB)	F	F
14 رمضان (WB)	E	C
المغرب العربي (WB)	E	F
أبو فراس الحمداني (SB)	E	E
المغرب العربي (EB)	E	F
16 تشرين (SB)	E	F
بصرى (EB)	E	D
الحسن بن الهيثم (WB)	F	F
16تشرين (NB)	E	F

5-1-3-2 مقارنة معيار مستوى الخدمة لحركات (الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة) حسب الطور المدروس (محمي، مسموح) وذلك حسب الطريقتين التحليليتين (HCS, HBS):

تمكن الطرق التحليلية من تحديد مستوى الخدمة لكل حركة من حركات الذراع المدروس، يبين الجدول التالي مستوى الخدمة لكل من حركة الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة. وذلك في كل من حالة الطور المحمي، والطور المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار.

يبين الجدول (5-9) أنه عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي، تحسن مستوى الخدمة لحركة الانعطاف إلى اليسار بالمقابل انخفض مستوى الخدمة للحركة المستقيمة على الذراع المقابل وذلك حسب الطريقتين التحليليتين (HCS, HBS).

تعد هذه النتيجة نتيجة متوافقة مع نتائج أزمنة التأخير لحركة الانعطاف إلى اليسار، والحركة المستقيمة على الذراع المقابل. وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي، حيث إنه عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي. تنخفض أزمنة تأخير حركة

الانعطاف إلى اليسار، أي يرتفع مستوى الخدمة بالمقابل تزداد أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل أي ينخفض تقييم مستوى الخدمة للحركة المدروسة.

الجدول (5-9) مستوى الخدمة لحركات الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة

اسم التقاطع	اسم الذراع	طريقة HCS			طريقة HBS		
		مجموعات حارات الذراع	الطور المسموح	الطور المحمي	مجموعات حارات الذراع	الطور المسموح	الطور المحمي
تقاطع قنينص	الجمهورية (NB)	**L**	F	D	**L**	F	B
		TR	A	F	**T**	A	F
	الجمهورية (SB)	**L**	F	D	**L**	F	A
		T	A	E	**T**	A	B
تقاطع 6 تشرين	14 رمضان (EB)	**L**	F	E	**L**	F	B
		T	A	C	**T**	A	B
	14 رمضان (WB)	**L**	D	C	**L**	B	B
		T	A	D	**T**	A	B
تقاطع مضر	المغرب العربي (EB)	**L**	F	F	**L**	F	D
		LTR	B	F	**T**	A	C
	المغرب العربي (EB)	**L**	F	F	**L**	F	C
		LT	B	F	**T**	A	F
تقاطع زنوبيا	بصرى (EB)	**L**	F	E	**L**	F	B
		TR	B	C	**T**	A	B
	الحسن بن الهيثم (WB)	**L**	C	F	**L**	E	E
		T	B	F	**T**	A	F

يفسر الاختلاف بين قيم مستوى الخدمة بين الطريقتين التحليليتين (HCS, HBS) وذلك بسبب اختلاف مجال أزمنة التأخير بين الطريقتين الأمريكية والألمانية، حيث إن الطريقة الألمانية (HBS) تقيم مستوى الخدمة حسب أزمنة التأخير الواردة في الجدول (5-10) والتي تختلف بدورها عن مجالات أزمنة التأخير حسب الطريقة الأمريكية(HCS -HCM2000) والواردة في الجدول (1-2).

الجدول (5-10) مستوى الخدمة حسب معدل زمن انتظار العربة

Limit value of ave .wait time مجال معدل زمن الانتظار WT(sec)	LOS مستــوى الخدمــة
≤ 20	A
≤ 35	B
≤ 50	C
≤ 70	D
≤ 100	E
>100	F

5-1-4 مقدار استهلاك الوقود وانبعاث الغازات (Fuel consumption and emissions) :

من أهم النتائج التي تم التوصل إليها عند تقييم كل تقاطع من التقاطعات المدروسة، وذلك في حالة كل من الطور المحمي، والطور المسموح، والطور المحمي/المسموح لحركة الانعطاف إلى اليسار، تمكننا من دراسة الناحية البيئية لكل حالة من حالات الطور المدروس وذلك حسب طريقة برنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (Schnabel/Lohse).

عند مقارنة نتائج المعايير البيئية (فائض استهلاك الوقود، انبعاث أول أكسيد الكربون، انبعاث الهيدروكربون، انبعاث أكسيد النتريك) لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار، تم ملاحظة انخفاض المعدل الكلي للمعايير البيئية لكامل التقاطع على كل من (تقاطع قنينص، تقاطع مضر، تقاطع زنوبيا) في حين حدثت زيادة في كافة المعايير البيئية (معيار فائض استهلاك الوقود، انبعاث أول أكسيد الكربون، انبعاث الهيدروكربون، انبعاث أكسيد النتريك) لأجل تقاطع 6 تشرين.

توضح الجداول مقارنة المعايير البيئية حسب الطور المدروس وذلك لكل من حركة الانعطاف إلى اليسار والحركة المستقيمة لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة.

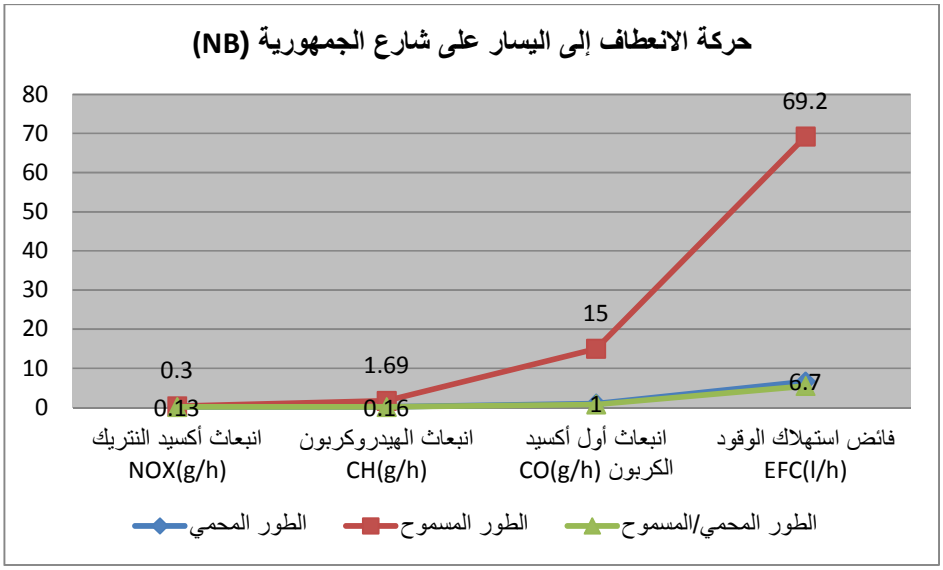
- **تقاطع قنينص :**

يبين الجدول (5-11) أنه وبالنسبة لحركة الانعطاف إلى اليسار، انخفضت كافة قيم المعايير البيئية لكل من الذراعين (شارع الجمهورية (NB) وشارع الجمهورية (SB)) في حين ازدادت قيم كافة المعايير البيئية بالنسبة للحركة المستقيمة على كل من الذراعين (شارع الجمهورية (NB) وشارع الجمهورية (SB)). وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.

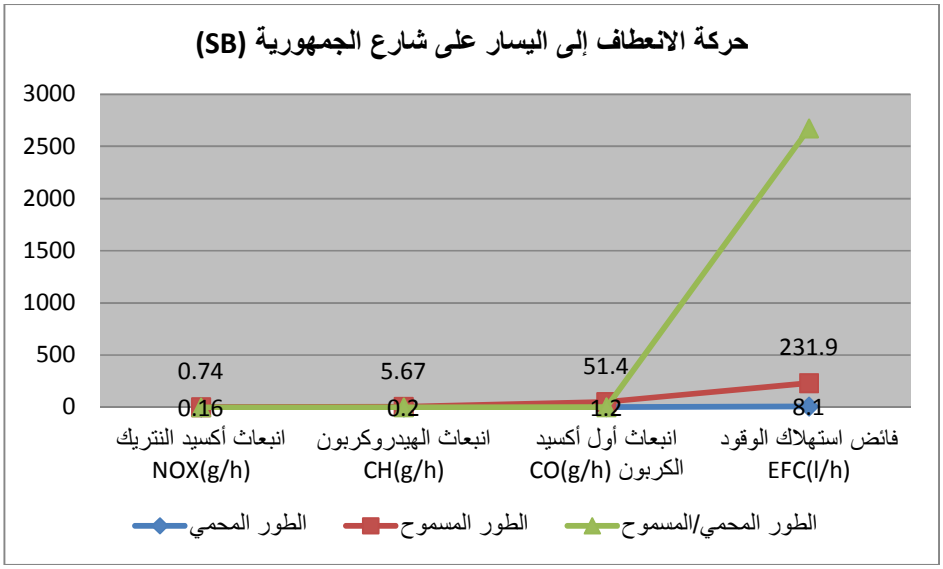
الجدول(5-11) قيم المعايير البيئية حسب حالة الطور المدروس (تقاطع قنينص)

طور الانعطاف إلى اليسار المدروس	اسم الذراع	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
الطور المحمي	الجمهورية (NB)	L	6.7	1.0	0.16	0.13
		T	35.9	7.1	0.88	0.32
	الجمهورية (SB)	L	8.1	1.2	0.20	0.16
		T	9.5	1.4	0.23	0.19
الطور المسموح	الجمهورية (NB)	L	69.2	15.0	1.69	0.30
		T	4.4	0.6	0.11	0.11
	الجمهورية (SB)	L	231.9	51.4	5.67	0.74
		T	3.8	0.5	0.09	0.09
الطور المحمي/المسموح	الجمهورية (NB)	L	5.5	0.8	0.13	0.11
		T	4.4	0.6	0.11	0.11
	الجمهورية (SB)	L	2672.8	600.6	65.33	6.61
		T	10.8	1.6	0.26	0.21

توضح الأشكال (5-14,5-15)انخفاض الخط البياني لقيم المعايير البيئية، وذلك لحركة الانعطاف إلى اليسار على كل من الذراعين (شارع الجمهورية (NB) وشارع الجمهورية (SB)) وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.

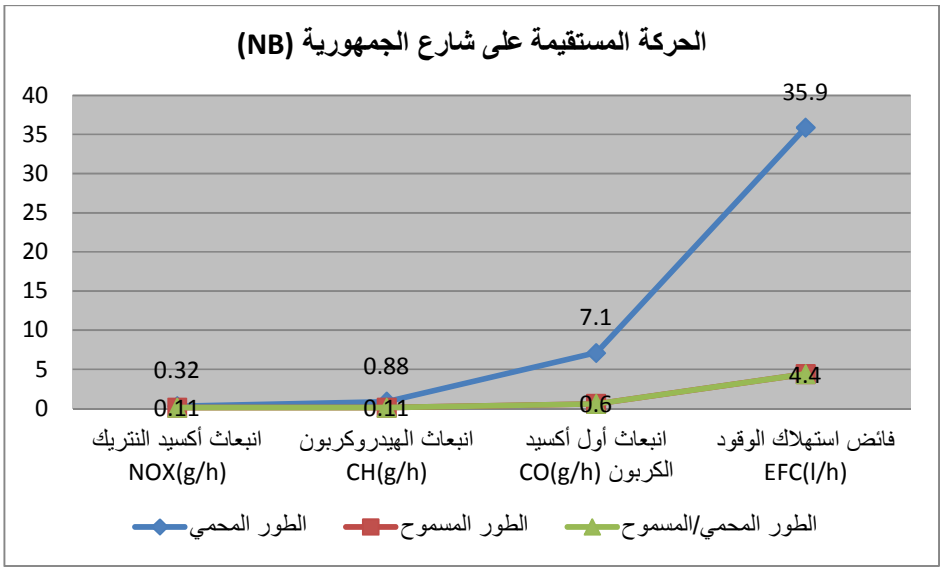


الشكل (5-14) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الجمهورية (NB))

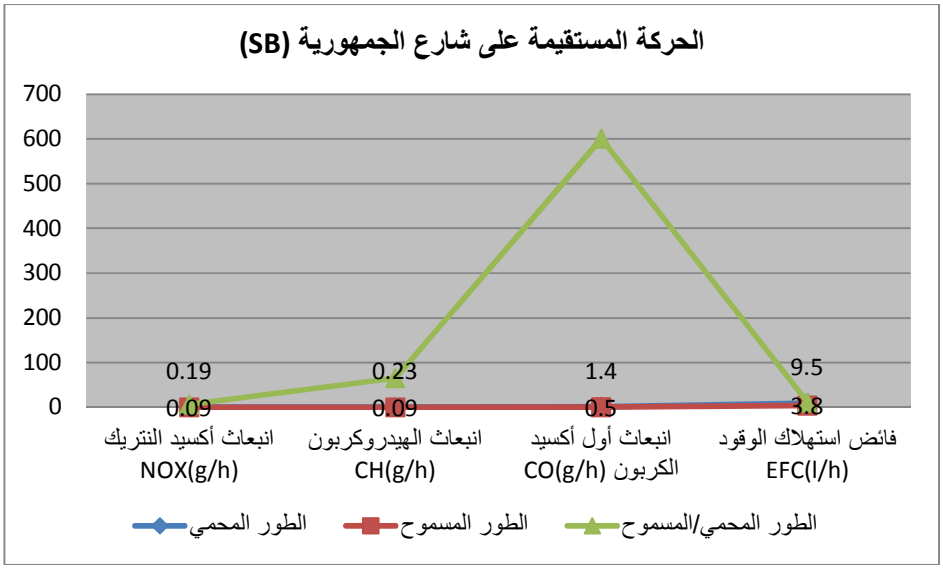


الشكل (5-15) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الجمهورية (SB))

توضح الأشكال (5-5,16-17) ارتفاع الخط البياني لقيم المعايير البيئية بسبب زيادة قيم المعايير البيئية للحركة المستقيمة على كل من الذراعين (شارع الجمهورية (NB) وشارع الجمهورية (SB)) وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.



الشكل (5-16) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع الجمهورية (NB))



الشكل (5-17) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع الجمهورية (SB))

❖ تقاطع 6 تشرين (الريفييرا):

يبين الجدول (5-12) ازدياد قيم كافة المعايير البيئية بالنسبة لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14رمضان (WB)). في حين انخفضت قيم كافة المعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14رمضان (EB)).

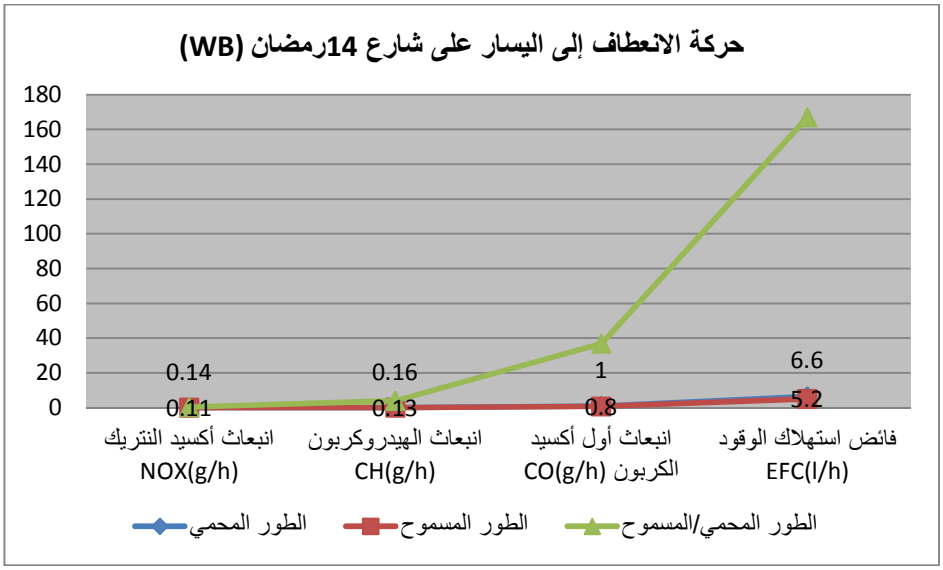
الجدول(5-12) قيم المعايير البيئية حسب حالة الطور المدروس (تقاطع 6 تشرين)

طور الانعطاف إلى اليسار المدروس	اسم الذراع	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
الطور المحمي	14 رمضان (WB)	L	6.6	1.0	0.16	0.14
		T	7.6	1.1	0.19	0.16
	14 رمضان (EB)	L	5.9	0.9	0.14	0.11
		T	1.8	0.3	0.04	0.03
الطور المسموح	14 رمضان (WB)	L	5.2	0.8	0.13	0.11
		T	4.7	0.6	0.11	0.11
	14 رمضان (EB)	L	59.5	13.0	1.45	0.24
		T	0.8	0.1	0.02	0.02
الطور	14 رمضان	L	167.1	36.9	4.08	0.55

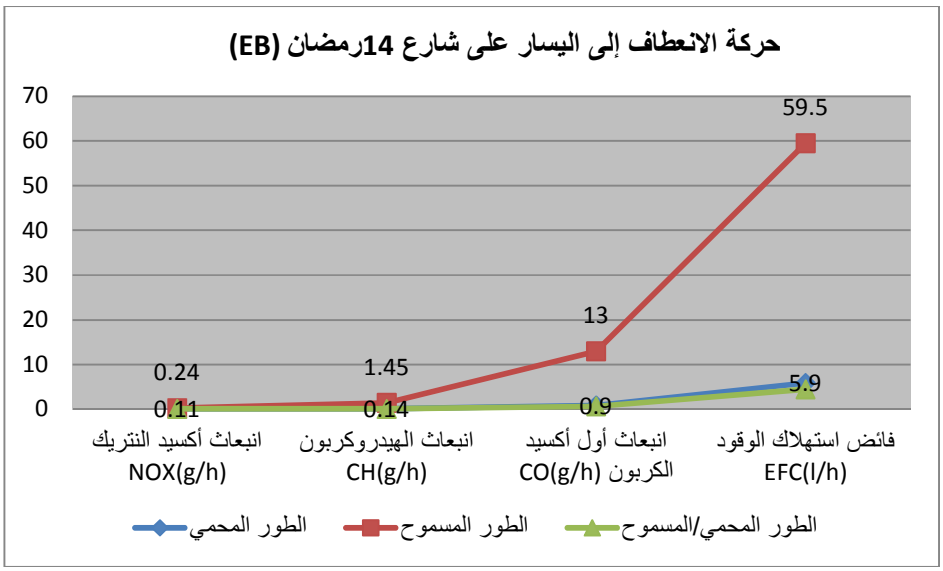
0.18	0.24	1.5	9.8	T	(WB)	المحمي/المسموح
0.09	0.11	0.7	4.5	L	14 رمضان	
0.02	0.02	0.1	0.8	T	(EB)	

تفسر الزيادة الحاصلة في قيم المعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان (WB)) عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار بازدياد أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14 رمضان (WB)) عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي حسب طريقة (Schnabel/Lohse)، كما هو موضح في الشكل ((5-5)/شارع 14رمضان (WB)).

توضح الأشكال (5-5,18-19) الخطوط البيانية لقيم المعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار حسب حالة الطور المدروس.

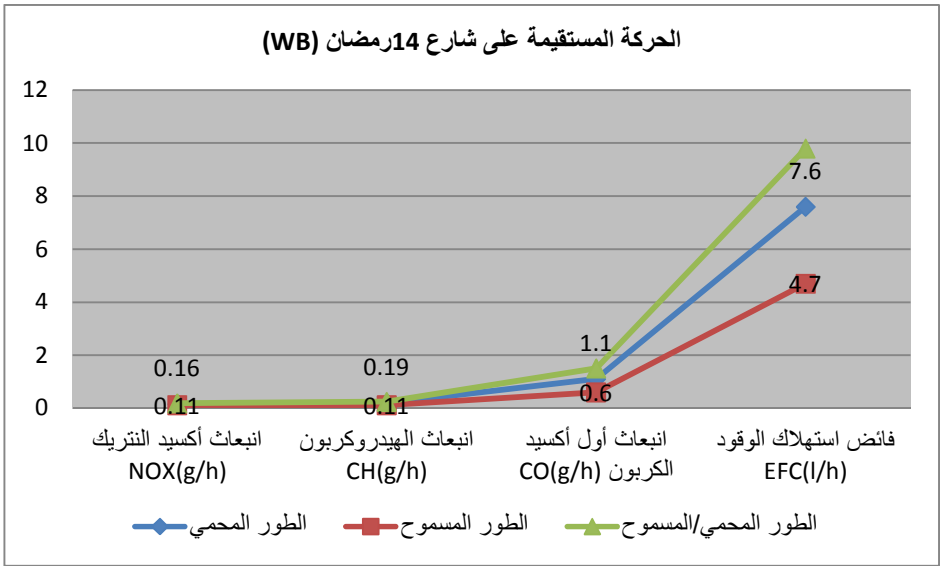


الشكل (5-18) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14رمضان(WB))

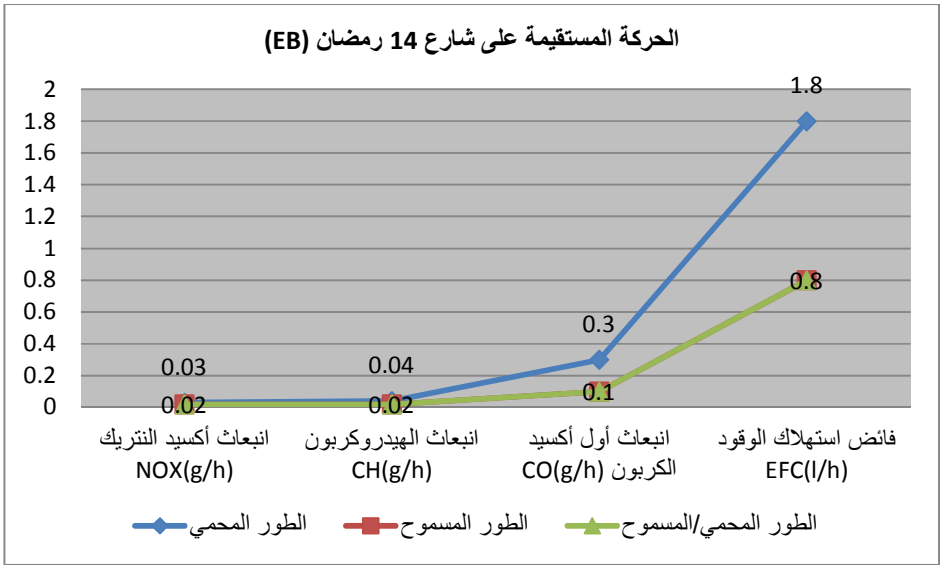


الشكل (5-19) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع 14رمضان(EB))

توضح الأشكال (5-5,20-21) ارتفاع الخط البياني لقيم المعايير البيئية بسبب زيادة قيم المعايير البيئية للحركة المستقيمة على كل من الذراعين (شارع 14رمضان (WB)، وشارع 14 رمضان (EB)). وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.



الشكل (5-20) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع14رمضان (WB))



الشكل (5-21) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع14رمضان (EB))

❖ تقاطع مضر:

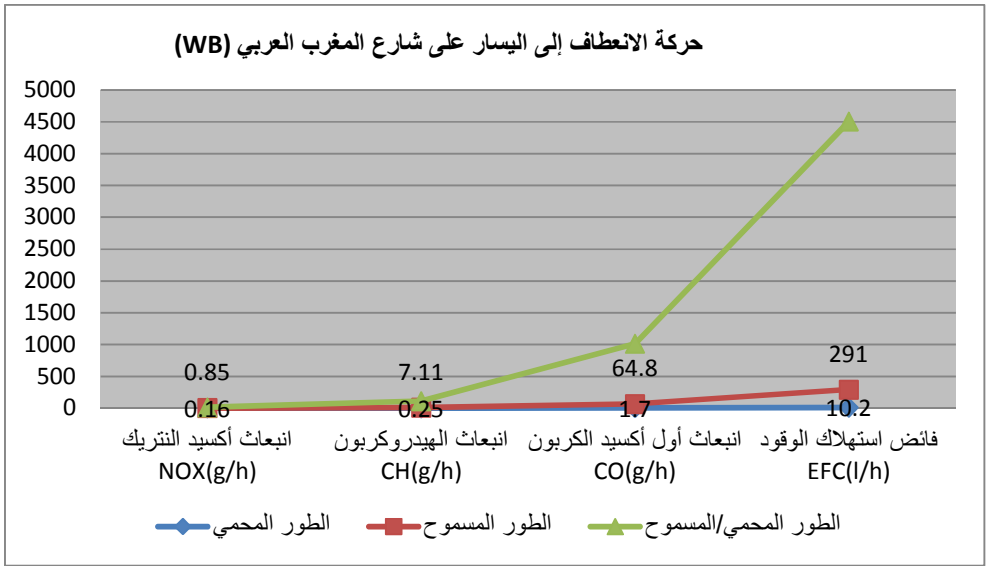
يبين الجدول (5-13) انخفاض قيم كافة المعايير البيئية بالنسبة لحركة الانعطاف إلى اليسار على كل من الذراعين (المغرب العربي(WB) والمغرب العربي(EB)) بالمقابل ازدادت قيم كافة المعايير البيئية بالنسبة للحركة المستقيمة على كل من الذراعين (المغرب العربي(WB) والمغرب العربي(EB)). وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.

الجدول(5-13) قيم المعايير البيئية حسب حالة الطور المدروس (تقاطع مضر)

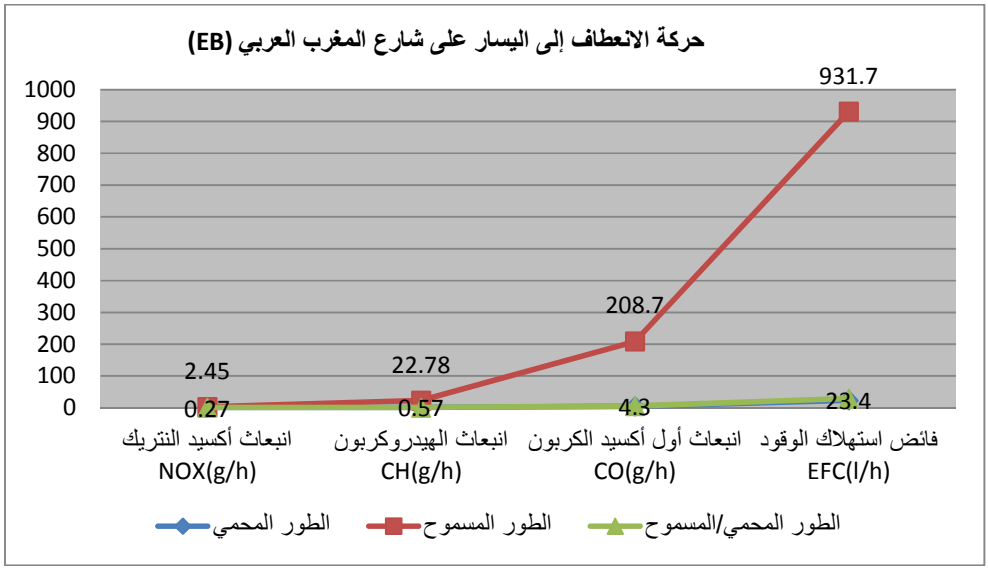
طور الانعطاف إلى اليسار المدروس	اسم الذراع	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
الطور المحمي	المغرب العربي (WB)	L	10.2	1.7	0.25	0.16
		T	18.0	3.3	0.44	0.22
	المغرب العربي (EB)	L	23.4	4.3	0.57	0.27
		T	11.6	1.9	0.28	0.20
الطور المسموح	المغرب العربي (WB)	L	291.0	64.8	7.11	0.85
		T	5.4	0.8	0.13	0.12
	المغرب العربي (EB)	L	931.7	208.7	22.78	2.45
		T	5.7	0.8	0.14	0.12

11.00	110.21	1013.8	4508.7	L	المغرب العربي (WB)	الطور المحمي/المسموح
0.21	0.32	2.1	13.0	T		
0.28	0.71	5.6	28.9	L	المغرب العربي (EB)	
0.12	0.14	0.8	5.7	T		

توضح الأشكال (5-22,5-23)انخفاض الخط البياني لقيم المعايير البيئية وذلك لحركة الانعطاف إلى اليسار على كل من الذراعين (شارع المغرب العربي (WB) وشارع المغرب العربي (EB)). وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.

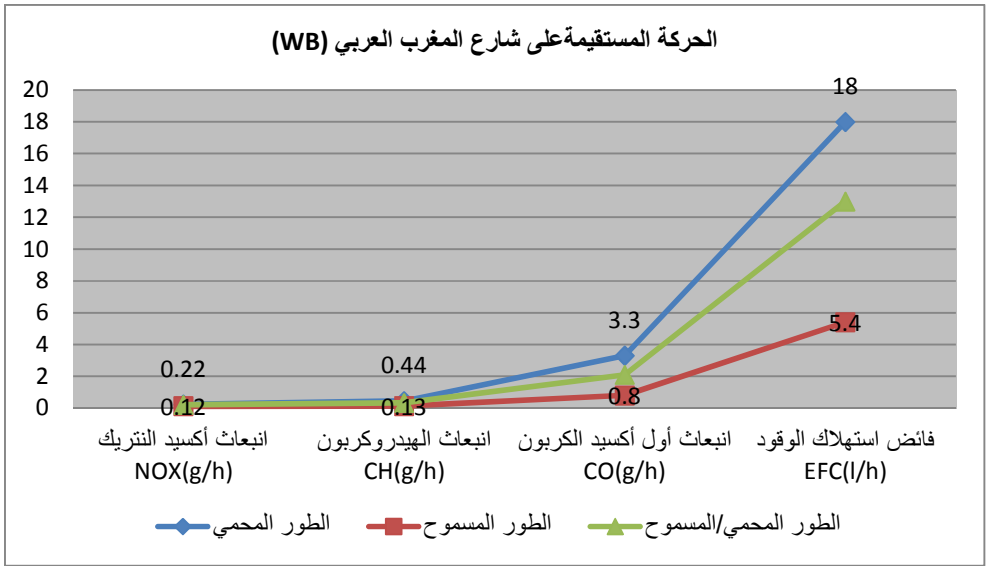


الشكل (5-22) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (WB))

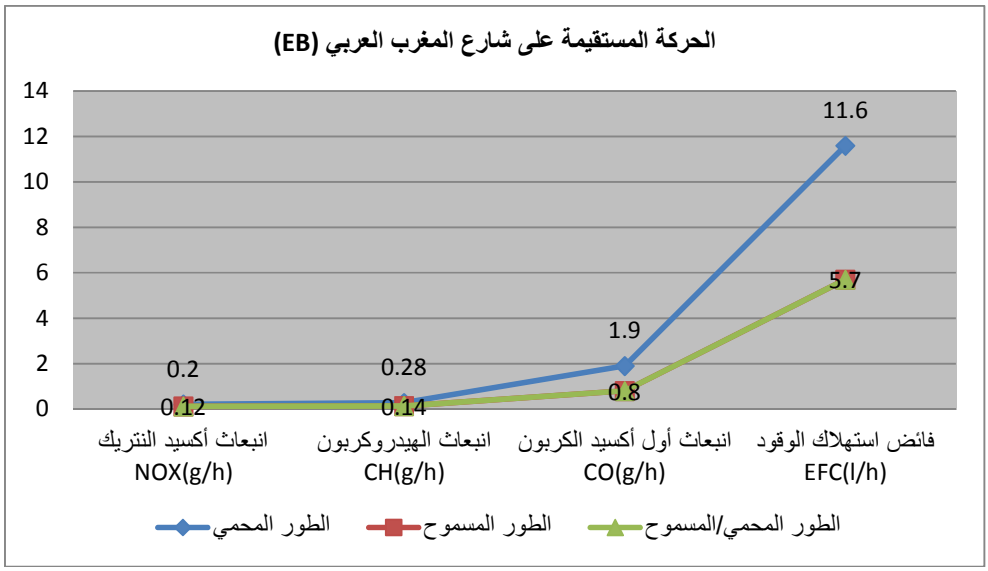


الشكل (5-23) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع المغرب العربي (EB))

نلاحظ من الأشكال (5-24,5-25)ارتفاع الخط البياني لقيم المعايير البيئية وذلك للحركة المستقيمة على كل من الذراعين (شارع المغرب العربي (WB) وشارع المغرب العربي (EB)) وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.



الشكل (5-24) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع المغرب العربي (WB))



الشكل (5-25) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع المغرب العربي (EB))

❖ تقاطع زنوبيا:

يبين الجدول (5-14) ازدياد قيم كافة المعايير البيئية بالنسبة لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (الحسن بن الهيثم (WB)) في حين انخفضت قيم كافة المعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على

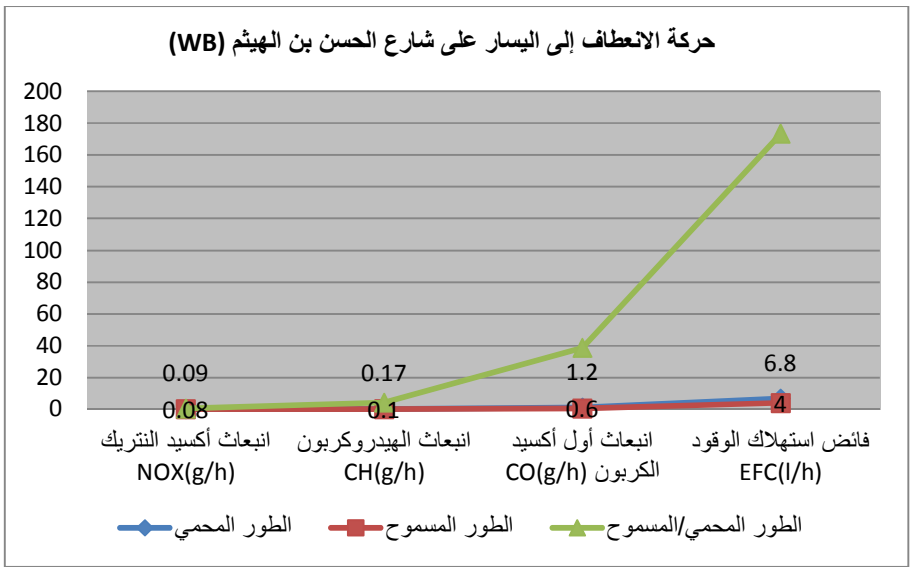
الذراع (بصرى (EB)). وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.

الجدول(5-14) قيم المعايير البيئية حسب حالة الطور المدروس (تقاطع زنوبيا)

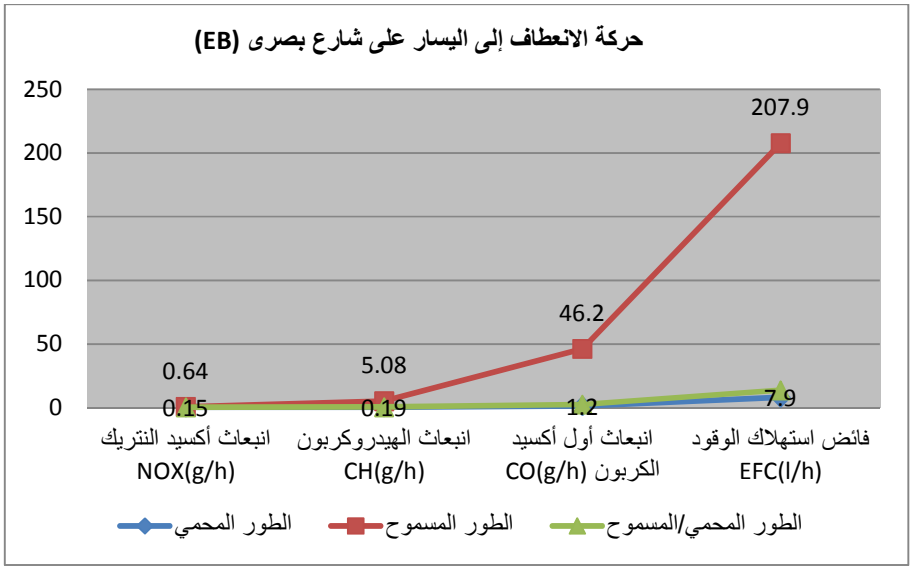
طور الانعطاف إلى اليسار المدروس	اسم الذراع	مجموعات حارات الذراع (L+TH)	فائض استهلاك الوقود EFC (l/h)	انبعاث أول أكسيد الكربون CO (g/h)	انبعاث الهيدروكربون CH (g/h)	انبعاث أكسيد النتريك NOX (g/h)
الطور المحمي	الحسن بن الهيثم (WB)	L	6.8	1.2	0.17	0.09
		T	16.6	3.3	0.41	0.14
	بصرى (EB)	L	7.9	1.2	0.19	0.15
		T	3.4	0.5	0.08	0.07
الطور المسموح	الحسن بن الهيثم (WB)	L	4.0	0.6	0.10	0.08
		T	3.9	0.5	0.10	0.08
	بصرى (EB)	L	207.9	46.2	5.08	0.64
		T	2.7	0.4	0.07	0.06
الطور المحمي/المسموح	الحسن بن الهيثم (WB)	L	173.4	38.7	4.24	0.49
		T	6.0	0.9	0.15	0.11
	بصرى (EB)	L	13.6	2.4	0.33	0.18
		T	2.7	0.4	0.07	0.06

تفسر الزيادة الحاصلة في قيم المعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم (WB)). عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار بازدياد أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم (WB)). عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي حسب طريقة (Schnabel/Lohse)، كما هو موضح في الشكل ((5-11)/شارع الحسن بن الهيثم (WB)).

توضح الأشكال (5-5,26-27) الخطوط البيانية لقيم المعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار حسب حالة الطور المدروس.

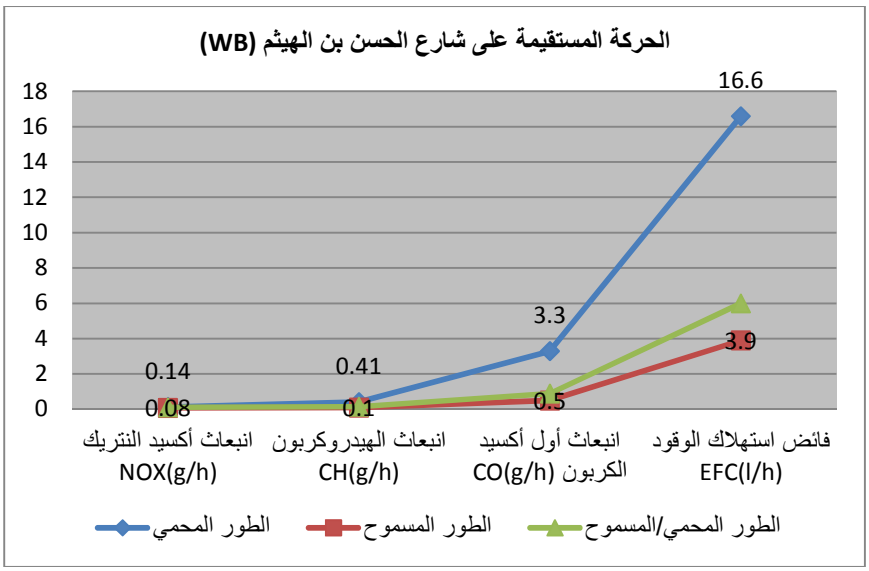


الشكل (5-26) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم (WB))

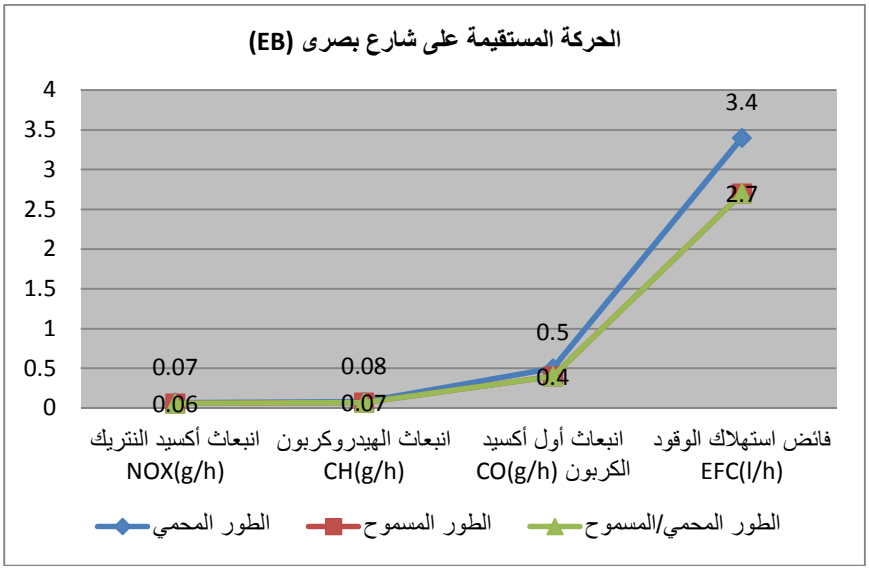


الشكل (5-27) الخط البياني للمعايير البيئية لحركة الانعطاف إلى اليسار على الذراع (شارع بصرى (EB))

نلاحظ من الأشكال (5-28,5-29)ارتفاع الخط البياني لقيم المعايير البيئية، وذلك للحركة المستقيمة على كل من الذراعين (شارع الحسن بن الهيثم(WB) وشارع بصرى (EB)). وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.



الشكل (5-28) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع الحسن بن الهيثم (WB))



الشكل (5-29) الخط البياني للمعايير البيئية للحركة المستقيمة على الذراع (شارع بصرى (EB))

5-1-5 درجة السلامة المرورية (Traffic safety):

تم الحصول على بيانات الحوادث المرورية من التقارير النصف شهرية لحوادث المرور المسجلة في فرع شرطة مرور مدينة اللاذقية، وذلك لمدة ثلاث سنوات (2009-2010-2011).

يبين الجدول (5-15) توزع الحوادث على التقاطعات المدروسة وذلك لأجل كل عام

الجدول (5-15) توزع الحوادث على التقاطعات المدروسة خلال مدة ثلاث سنوات

العام	تقاطع قنينص	تقاطع 6 تشرين	تقاطع مضر	تقاطع نقابة المهندسين	تقاطع زنوبيا
2009	4	1	5	2	3
2010	6	2	2	1	1
2011	2	6	3	4	1
المجموع الكلي لعدد الحوادث	12	9	10	7	5

يعبر الجدول (5-15) عن عدد الحوادث الكلية خلال مدة ثلاث سنوات، حيث أنه لم نتمكن من تحديد عدد حوادث الانعطاف إلى اليسار على التقاطعات المدروسة وذلك نظراً لغياب بيانات الحوادث المتعلقة بنوع الحركة (حوادث الانعطاف إلى اليسار، حوادث الصدم من الخلف ....الخ) عند إعداد التقارير النصف شهرية لعدد الحوادث.

تشير الدراسات في الدراسة المرجعية إلى قيام عدد من الباحثين بقياس معيار درجة السلامة المرورية عن طريق تطبيق دراسة (قبل – بعد) وذلك في الحالتين التاليتين:

A. قبل تطبيق الطور المحمي (حالة الطور المسموح).

B. بعد تطبيق الطور المحمي.

يستمر تطبيق حالة كل طور سواء كان (محمي أو مسموح) لمدة سنة، ومن ثم تجرى المقارنات اللازمة بين عدد الحوادث (حوادث انعطاف إلى اليسار، حوادث كلية)، وهو أمر لم نتمكن من تطبيقه في بحثنا هذا نظراً للغزارات المرورية الكبيرة التي تشهدها جميع التقاطعات المدروسة، لذلك تم اللجوء إلى المحاكاة بهدف التوصل إلى محاكاة أقرب إلى الواقع، عند دراسة معيار درجة السلامة المرورية.

تم تطبيق نموذج محاكاة لكل تقاطع من التقاطعات المدروسة، وذلك لكل طور من أطوار حركة الانعطاف إلى اليسار المدروسة، وبالتالي قياس عدد الحوادث لكل طور من أطوار حركة الانعطاف إلى اليسار(المحمي، المسموح، المحمي/المسموح) بطريقة تقريبية عن طريق حساب نقاط التصادم المروري بين العربات في ظل غزارة ساعة الذروة.

تم الحصول على نسبة عالية جداً من الحوادث عند تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المسموح، بالمقابل انخفضت هذه النسبة بشكل ملحوظ عند تطبيق طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي، في حين كان عدد الحوادث لطور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح أقل من عدد حوادث الطور المسموح وأكثر من عدد حوادث الطور المحمي.

5-2 التوصيات (Recommendations):

1- ضرورة استبدال منظومة الإشارات الضوئية الموجودة حالياً على التقاطعات حيث تعمل دورة الإشارة الضوئية الواحدة بنظام الزمن الثابت على مدار اليوم، بمنظومة إشارات ضوئية تكون أكثر قدرة على استيعاب الغزارات المرورية المتبدلة على مدار ساعات اليوم.

2- إن التباين الذي ظهر بين قيم غزارة الإشباع عند حسابها بالطريقة الحقلية والطريقتين التحليليتين (HBS,HCS) يستوجب ضرورة تعديل نتائج الطريقتين التحليليتين (HBS,HCS) عند دراسة غزارة الإشباع، وذلك بضرب الناتج بعامل التصحيح الذي تم تحديده في هذا البحث حسب الطريقة التحليلية (HCS) وقدره 1.14، في حين يكون عامل تصحيح غزارة الإشباع حسب الطريقة التحليلية (HBS) مساوياً 0,83 وفقاً للظروف المحلية لمدينة اللاذقية وهذا ما يمكن من الحصول على نتائج أقرب إلى الواقع.

3- ضرورة إعداد دراسة متكاملة تشمل كافة النواحي (الهندسية والمرورية وواقع الإشارات الضوئية) قبل اتخاذ أي إجراء بشأن إضافة حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار، حيث أن إضافة حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار لمجرد أن نسبة الانعطاف إلى اليسار تتجاوز 20% من الحجم المروري الكلي على كامل الذراع (كما تشير HCM2000) لا يعد معياراً دقيقاً، حيث أنه قد تنخفض في هذه الحالة أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار ولكنها بالمقابل قد تسبب أزمنة تأخير كلية لكامل التقاطع.

4- ضرورة استخدام حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار في حال تم تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار (كما تؤكد HCM2000 على هذه التوصية) حيث وجد أن استخدام حارة مشتركة (للحركة المستقيمة + حركة الانعطاف إلى اليسار) عند تطبيق الطور المحمي لا يؤمن الحماية المطلوبة للعربات المنعطفة إلى اليسار، ويسبب تباطؤ في حركة العربات المتحركة بحركة مستقيمة في هذه الحارة المشتركة مما يزيد من إمكانية الصدم من الخلف (تم الحصول على نتائج متباينة عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي عند استخدام حارة مشتركة على الذراع (16تشرين (NB)) على تقاطع زنوبيا حسب نتائج الطرق التحليلية الثلاث (HCS, Schnabel/Lohse, HBS) وكذلك الأمر بالنسبة للذراع (شارع ميسلون (NB)) على تقاطع 6 تشرين

حيث ازدادت أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار.

5- ضرورة الاعتماد على نوع آخر لطور الانعطاف إلى اليسار مثل (طور حركة الانعطاف إلى اليسار المحمي/المسموح) في الفترات خارج ساعة الذروة، إن الطور المحمي لحركة الانعطاف إلى اليسار يؤمن الحماية المطلوبة لحركة الانعطاف إلى اليسار حيث يكون له بالغ الأثر في تخفيض أزمنة تأخير هذه الحركة وتحسين واقع مستوى الخدمة لهذه الحركة بالإضافة إلى الإقلال من حوادث التصادم بين هذه الحركة وباقي الحركات الموجودة على التقاطع مما يساهم في زيادة السعة وهذا بدوره يؤدي إلى تخفيف الاختناقات المرورية على التقاطعات مما يؤثر بشكل إيجابي على الوضع البيئي (تلوث، ضجيج ....)، ولكن وبالمقابل يسبب زيادة في أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل وزيادة مقدار انبعاث الغازات نتيجة التوقفات المتكررة التي تتعرض لها الحركة المستقيمة على الذراع المقابل...الخ، وتتفاقم هذه السلبيات للطور المحمي عند تطبيقه في ظل وجود غزارات مرورية قليلة.

6- ضرورة إجراء مسح سكاني، وذلك بعد اتخاذ قرار اختيار طور حركة الانعطاف إلى اليسار (محمي مسموح، محمي/مسموح)، حيث يستمد مهندسو المرور معظم رضاهم المهني من تأمين انسيابية حركة العربات على التقاطعات وذلك من خلال تخفيض أزمنة التأخير، وهذا أمر طبيعي وهام من الناحية المرورية. ولكنه قد لا يعكس حقيقة **أن** مستخدمي التقاطعات سيلاحظون التوازن الملائم بين درجة السلامة المرورية، وأزمنة التأخير.

من خلال إجراء مثل هذه المسوحات السكانية سيتمكن مهندسو المرور من الإجابة على السؤال التالي:

هل يدرك مستخدم التقاطع الفائدة العامة لبعض القرارات الهندسية أو المرورية أو أن الإجراءات المنفذة من قبل مهندسي المرور لتقييم الأداء (أزمنة التأخير، السعة، درجة السلامة المرورية....) لا تعكس حقيقة ما الذي قد يحتاجه السائقين؟

7- تقدم الطرق التحليلية وبخاصة برامج المحاكاة والنمذجة كبرنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) لدراسة التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية قياساً شاملاً لمختلف معايير تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، وهذا ما يجعلها من أكثر الطرق دقة عند دراسة حركة الانعطاف إلى اليسار.

8- ضرورة نشر ثقافة التوعية المرورية من مراحل عمرية مبكرة وذلك بالتعاون مع مديريات التربية في المحافظات السورية، مما يساهم في بناء مواطن سوري يكون أكثر قدرة على الالتزام بقانون السير، حيث تم ملاحظة عدم التزام السائقين بتعليمات مرورية كثيرة نذكر منها مثلاً : عدم التزامهم بالحارات المرورية، مما أدى إلى انخفاض السعة، وزيادة أزمنة التأخير.

9- يفتح هذا البحث الباب أمام التطوير المستقبلي المتوقع في ظل تغير المعطيات الحالية، وذلك نتيجة وجود نماذج محاكاة وبرامج حاسوبية متطورة يمكن تطبيقها على التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية.

المراجع العلمية:

1. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). "*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*". Washington, DC: AASHTO, 2001.
2. Andreas Warberg, "*Green wave traffic optimization*", Technical report, technical University of Denmark, 2007.
3. Florida Department of Transportation ," *Florida Intersection Design Guide For New Construction and Major Reconstruction of At-Grade Intersections on the State Highway System*", 2007.
4. Neuman, T.R. NCHRP Report 279: "*Intersection Channelization Design Guide*". National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), TRB, NRC. Washington, DC: National Academy Press, 1985.
5. Federal Highway Administration (FHWA).*"Signalized Intersections: Informational Guide* ", Washington, D.C,2004.
6. City of Portland (Oregon). "*City of Portland Pedestrian Design Guide*". Portland, OR: Office of Transportation, June 1998.
7. AASHTO. "*Guide for the Development of Bicycle Facilities*". Washington, DC: AASHTO, 1999.
8. Highway Capacity Manual. Chapter 16, *Signalized Intersections*, Transportation Research Board U.S.A,2000,1-179.
9. Transportation Research Board (TRB). *Highway Capacity Manual 2000.* Washington, DC: TRB, National Research Council (NRC), 2000.
10. Harwood, D.W., K.M. Bauer, I.B. Potts, D.J. Torbic, K.R. Richard, E.R. Kohlman Rabbani,E. Hauer, and L. Elefteriadou. "*Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes*". Report No. FHWA-RD-02-089. Washington, DC: USDOT, FHWA, 2002.
11. New York State Department of Transportation. *Accident Reduction Factors*. http://www.dot.state.ny.us/traffic/files/rftab95a.pdf. Accessed September 2002.
12. Federal Highway Administration (FHWA).*" Manual on Uniform Traffic Control Devices"*. Washington, DC:U.S. Department of Transportation (USDOT), FHWA , 1988.
13. Federal Highway Administration (FHWA). *"Traffic Control Devices Handbook" ,(TCD).* Washington, DC:U.S. Department of Transportation (USDOT), FHWA , 1983.

14. Federal Highway Administration (FHWA)." *Guidelines for Signalized Left-Turn Treatment, Implementation package*" .Washington, DC:U.S. Department of Transportation (USDOT), FHWA , 1981.
15. Agent, K. R, "*An evaluation of permissive left-turn phasing*," ITE Journal (1981): 16-20.
16. Florida Section of ITE, "*Left-turn phase design in Florida*," *ITE Journal* (1982): 28-35.
17. Perfater, M. A., "*Motorists' reaction to exclusive/permissive left-turn signal phasing*," *Transportation Research Record* 926 (1983): 7-12.
18. Rouphail, N. M., "*Analytical warrant for separate left turn phasing*," Transportation Research Record 1069 (1986).
19. Stonex, K. A. and J. Upchurch, "*Conversion from permissive to exclusive/permissive left-turn phasing: A before-after evaluation*," *Transportation Research Record* 1114 (1987): 63-73.
20. Upchurch, J. E. *"Comparison of Left-Turn Accident Rates for Different Types of Left-Turn Phasing*." Transportation Research Record No. 1324(1991): 33-40.
21. Clark, J. E. and J. T. Daniel. "*Quantification of the impacts of providing protected left-turns at signalized intersections*". 1994.
22. Shebeeb, O., "*Safety and efficiency for exclusive left-turn lanes at signalized intersections*," *ITE Journal* 65, no. 7 (1995): 52 -59.
23. Pline, J.L., NCHRP Synthesis of Highway Practice 225, "*Left-Turn Treatments at Intersections*", Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1996.
24. Koupai, P. A. *"Recommended guidelines for protected/permissive left-turn phasing*". 69th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers. LasVeags.1999.
25. Brehmer, C. L. et al. "*Evaluation of traffic signal displays for Protected / permissive left-turn control*". 2003. Washington, D.C.
26. Federal Highway Administration (FHWA)." *Permissive/Protected Left – Turn Phasing*" .Washington, DC:U.S. Department of Transportation (USDOT), FHWA , 2010.
27. Lichtsignalanlage (LISA): "*Software for Traffic Engineers*"for planning Signalized Intersections, SCHLOTHAUER & WAUER , ingenieurgesellschaft für StraBenverkehr , Berline.

28. W.Schnabel & D.Lohse. Grundlagen der StraBenverkehrstechnik und Verkehrsplanung, Volume 1. Berlin: Verlag für Bauwesen,1997.
29. Luftverunreinigungen an StraBen (MLuS-92), Forschungsgesellschaft für StraBen- und Verkehrswesen in 1992.
30. Handbuch für die Bemessung von StraBen (HBS), Forschungsgesellschaft für StraBen- und Verkehrswesen in 2001.

" Study of The Effect of Left – Turn Movements on Signalized Intersections Performance "

ABSTRACT

This research aims to study the effect of Left-Turn movements on the performance of Signalized intersections, according to multiple criteria, the most important saturation flow, delay times, the level of service, the amount of fuel consumption and emissions as well as the degree of traffic safety.

The study area included four Signalized Intersections were distributed in different parts of the city of Lattakia, where we took into account a number of variables affecting the Left Turn movement, such as (turning speed, studied approach width, opposite approach width) when choosing these intersections.

The first phase study of the impact of Left Turn movements by the current status of the intersections and by measuring the criteria for evaluating the performance of Signalized intersections by the field way, and then apply the study (before - after) depending on the traffic analysis program HCS2000 at studied intersections and in engineering terms (Before using exclusive Left - Turn lane (If there is shared lane) In traffic terms (Before applying protected Left -Turn phase (If Permissive left turn phase) After applying the protected Left -Turn phase In order to determine the impact of the traffic engineering aspects of the Left-Turn movement on the Signalized intersections.

The final phase of this research included the study of the impact of Left Turn by using the German traffic signal equipment, were identified the criteria for evaluating the performance of signalized intersections by using two ways (Schnabel / Lohse and HBS) for different situations of left turn phases (Protected, Permissive, protected / Permissive) and then simulate the situation of each phase separately and for all the studied intersections.

The research found that the addition of exclusive Left-Turn lane just to the proportion turning to the left in excess of 20% of the traffic volume overall on the entire approach(also indicate HCM2000) is not a accurate criterion, it may decrease left turn delay but installation exclusive left turn lane may cause total delay for the entire intersection.

The research also indicated that when we are moving from application permissive Left-Turn phase to to application protected left turn phase, Left-Turn delay times

decreased on studied approach and Through movement delay times increased on opposing approach, this is accompanied with an improvement in the level of service and low amount of consumption fuel and emissions of the left turn movement while decreased the level of service and increased the amount of fuel consumption and emissions of the through movement on the opposite Approach.

in this research we also found a correction factor saturation flow and of 1.14 when calculating saturation flow using HCS2000, while the value of correction factor saturation flow 0.83 when using the program of German traffic signal equipment, according to the local conditions of the city of Latakia and that's what can get results closer to reality.

الملحق (1) استمارات القياس الحقلي

جدول (1) إحصاء غزارة المرور في مقطع طرقي

شارع ..... محطة الإحصاء:.....

اتجاه الحركة: من..... إلى.....

التاريخ:.....

حالة سطح الطريق: جاف ☐ رطب ☐

الطقس: صحو ☐ ماطر ☐ ضباب ☐ جليد ☐

المراقب:.....

نوع العربة	من الساعة... إلى.....	مج	من الساعة..... إلى.....	مج	SUM
سياحية –بيك آب					
ميكرو حديث					
شاحنة					
باص					
دراجة نارية					
دراجة عادية					

جدول (2) استمارة القياس الحقلي لغزارة الإشباع

الطريقة الحقلية الأولى

الموقع:

الذراع المروري: الحارة:

التاريخ: الزمن: المدينة:

حالة الطقس: عرض الحارة:

رقم القياس	الزمن الفاصل بين عبور العربة الرابعة و			
	العربة السابعة	العربة الثامنة	العربة التاسعة	العربة العاشرة
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
المجموع				
	a	b	c	d

عدد مرات القياس(n)=

غزارة الإشباع (Si) = $\frac{3600*n}{\frac{a}{3}+\frac{b}{4}+\frac{c}{5}+\frac{d}{6}}$

زمن التتابع = $\frac{3600}{Si}$

السعة (Ci) = $Si * \frac{gi}{C}$

جدول (3) استمارة القياس الحقلي لغزارة الإشباع

الطريقة الحقلية الثانية

الموقع:

الذراع المروري: الحارة:

التاريخ: الزمن: المدينة:

حالة الطقس: عرض الحارة:

رقم القياس	الزمن الفاصل بين العربة الأخيرة والعربة الرابعة	رقم العربة الأخيرة في الرتل	زمن التتابع (hs)	غزارة الإشباع (Si)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
المتوسط			.....	.....

عدد مرات القياس(n)=

زمن التتابع (hs) = (زمن العربة الأخيرة – زمن العربة الرابعة)/(رقم العربة الأخيرة–4)

غزارة الإشباع (Si) = $\frac{3600}{hs}$

السعة (Ci) = $Si * \frac{gi}{C}$

جدول (4) استمارة القياس الحقلي للزمن الضائع في بداية حركة العربات

الموقع:

الذراع المروري: الحارة:

التاريخ: الزمن: المدينة:

حالة الطقس: عرض الحارة:

رقم القياس	الزمن الفاصل بين بداية الزمن الأخضر وعبور العربة الثالثة لخط التوقف
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
المجموع	….(St)….

St= المجموع الكلي للأزمنة الفاصلة بين بداية الزمن الأخضر وعبور العربة الثالثة لخط التوقف لكل القياسات

$$\text{الزمن الوسطي (Av)} = \frac{St}{\text{عدد القياسات}}$$

$$\text{الزمن الضائع في بداية حركة العربات} = \text{الزمن الوسطي} - 3 * \frac{3600}{\text{غزارة الإشباع}}$$

جدول (5)استمارة القياس الحقلي لأزمنة التأخيربسبب التوقفات

الموقع:

التاريخ: حالة الطقس:

خصائص الموقع:

عدد الحارات: حارات الانعطاف:

عدد المشاة: نوع وسيلة الضبط المروري:

الزمن (يبدأ عند الدقيقة)	العدد الإجمالي للعربات المتوقفة على الذراع خلال الفاصل الزمني			الحجم المروري على الذراع	
	+0sec	+20sec	+40sec	عدد العربات المتوقفة	عدد العربات الغير متوقفة
المجموع					
المجموع الكلي					

أزمنة التأخير الكلية = المجموع الكلي لعدد العربات المتوقفة خلال كل الفواصل الزمنية × الفاصل الزمني

أزمنة التأخير المتوسطة لكل عربة متوقفة =أزمنة التأخير الكلية/عدد العربات المتوقفة

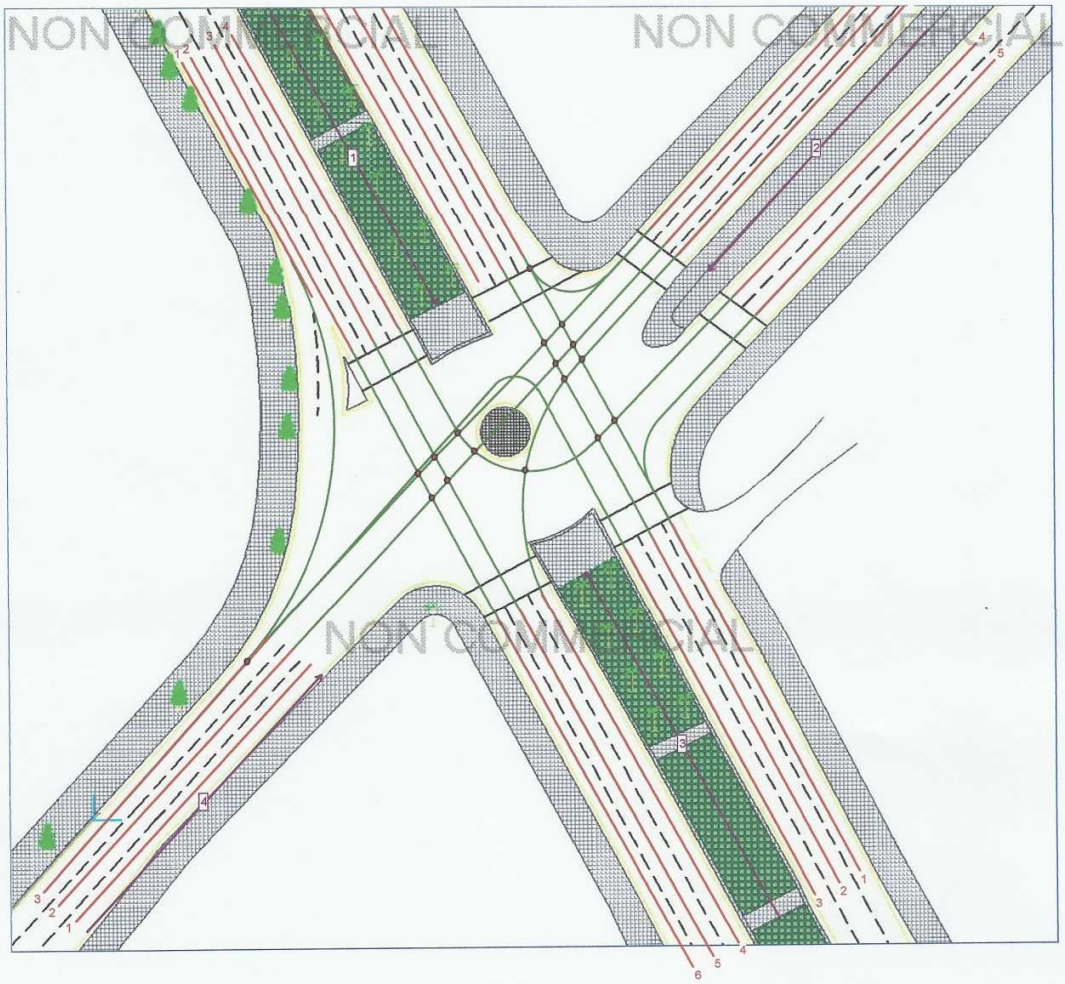
أزمنة التأخير المتوسطة لكل ذراع = أزمنة التأخير الكلية /الحجم المروري لكامل الذراع

النسبة المئوية للعربات المتوقفة = عدد العربات المتوقفة /الحجم المروري لكامل الذراع

الملحق (2) نتائج التطبيق العملي لبرنامج تجهيزات إشارة المرور الضوئية (LISA) على تقاطع قنينص

بيانات الإدخال الهندسية - حالة وجود الدائرة المرورية	

LISA+



NON COMMERCIAL
NON COMMERCIAL
NON COMMERCIAL
NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنيص				
Node	تقاطع قنيص				
Job No.	1	Variant	v1	Date	14/03/2013
Processor	م. حلا حسن	Signature		Page	

نتائج تقييم التقاطع حسبHBS - حالة وجود الدائرة المرورية

LISA+

Default Flow, STP 2

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	GT/CT	RT [s]	Flow [Veh/h]	N_{vc} [Veh]	SF [Veh/h]	SLH [s/Veh]	C_{CT} [Veh]	C [Veh/h]	FR	N_{EG} [Veh]	N_{EG} [m]	N_{st} [Veh]	p_{st} [%]	nc	P [%]	N_{ER} [Veh]	N_{ER} [m]	WT [s]	LOS	Comment
1	1		SBالجمهورية	33	0.40	50	853	19.7	1678	2.15	15.38	667	1.28	93	558	20	100.0	7	90.0	119	714	532.59	F	
	2		SBالجمهورية	33	0.40	50	541	12.5	1630	2.21	14.94	648	0.83	2	12	12	96.2	0	90.0	14	84	34.51	B	
	3		SBالجمهورية	33	0.40	50	538	12.4	1630	2.21	14.94	648	0.83	2	12	12	96.7	0	90.0	14	84	34.17	B	
	4		SBالجمهورية	33	0.40	50	475	11.0	1673	2.15	15.33	665	0.71	1	6	10	91.3	0	90.0	11	66	25.21	B	
2	1		WBعبدالعزيز	14	0.17	69	190	4.4	1661	2.17	6.46	280	0.68	0	0	4	91.3	0	90.0	7	42	37.46	C	
	2		WBعبدالعزيز	14	0.17	69	189	4.4	1658	2.17	6.46	280	0.68	0	0	4	91.8	0	90.0	7	42	36.82	C	
	3		WBعبدالعزيز	14	0.17	69	225	5.2	1673	2.15	6.50	282	0.80	2	12	5	96.4	1	90.0	10	60	58.75	D	
3	3		NBالجمهورية	24	0.29	59	336	7.7	1673	2.15	11.16	484	0.69	1	6	7	90.4	0	90.0	10	60	30.46	B	
	2		NBالجمهورية	24	0.29	59	574	13.2	1549	2.32	10.33	448	1.28	63	378	13	98.2	7	90.0	84	504	539.67	F	
	1		NBالجمهورية	24	0.29	59	603	13.9	1630	2.21	10.86	471	1.28	66	396	14	100.0	7	90.0	88	528	537.39	F	
Total for intersection:							4524					4873												
Weighted average:													1.00									259.66		
				CT = 83 s T = 3600 s																				

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
GT/CT	Ratio of green time to cycle time	[-]
RT	Restriction Time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
N_{vc}	Average number of vehicles arriving at intersection	[Veh]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
SLH	Average stop line headway	[s/Veh]
C_{CT}	Capacity per cycle	[Veh]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N_{EG}	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N_{EG}	Average tailback length at end of green	[m]
N_{st}	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
p_{st}	Proportion of stopping vehicles	[%]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N_{ER}	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N_{ER}	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنيصص				
Node	تقاطع قنيصص				
Job No.	1	Variant	v1	Date	14/03/2013
Processor	م. حلا حسن	Signature		Page	

نتائج تقييم التقاطع حسبHBS - حالة وجود الدائرة المرورية

LISA+

Saturation flow under prevailing conditions, STP 2 (CT=83)

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	p_{HGV} [%]	SF_{base} [Veh/h]	f1		f2		f3		SF [Veh/h]	Comment
							Factor	Name	Factor	Name	Factor	Name		
1	1		SBالجمهورية	33	2.23	2000	0.99	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1678	
	2		SBالجمهورية	33	7.58	2000	0.96	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1630	
	3		SBالجمهورية	33	7.62	2000	0.96	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1630	
	4		SBالجمهورية	33	3.16	2000	0.98	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1673	
2	1		WBعبدالعزيز	14	4.76	2000	0.98	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1661	
	2		WBعبدالعزيز	14	5.26	2000	0.97	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1658	
	3		WBعبدالعزيز	14	3.11	2000	0.98	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1673	
3	3		NBالجمهورية	24	2.98	2000	0.98	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1673	
	2		NBالجمهورية	24	11.28	2000	0.91	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1549	
	1		NBالجمهورية	24	7.65	2000	0.96	Proportion of HGV	0.85	Lane width			1630	

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
p_{HGV}	Proportion of HGV	[%]
SF_{base}	Saturation flow under base conditions	[Veh/h]
Factor	Adjustment factor	[-]
Name	Name of adjustment factor	[-]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
f1	Adjustment factor 1	[-]
f2	Adjustment factor 2	[-]
f3	Adjustment factor 3	[-]

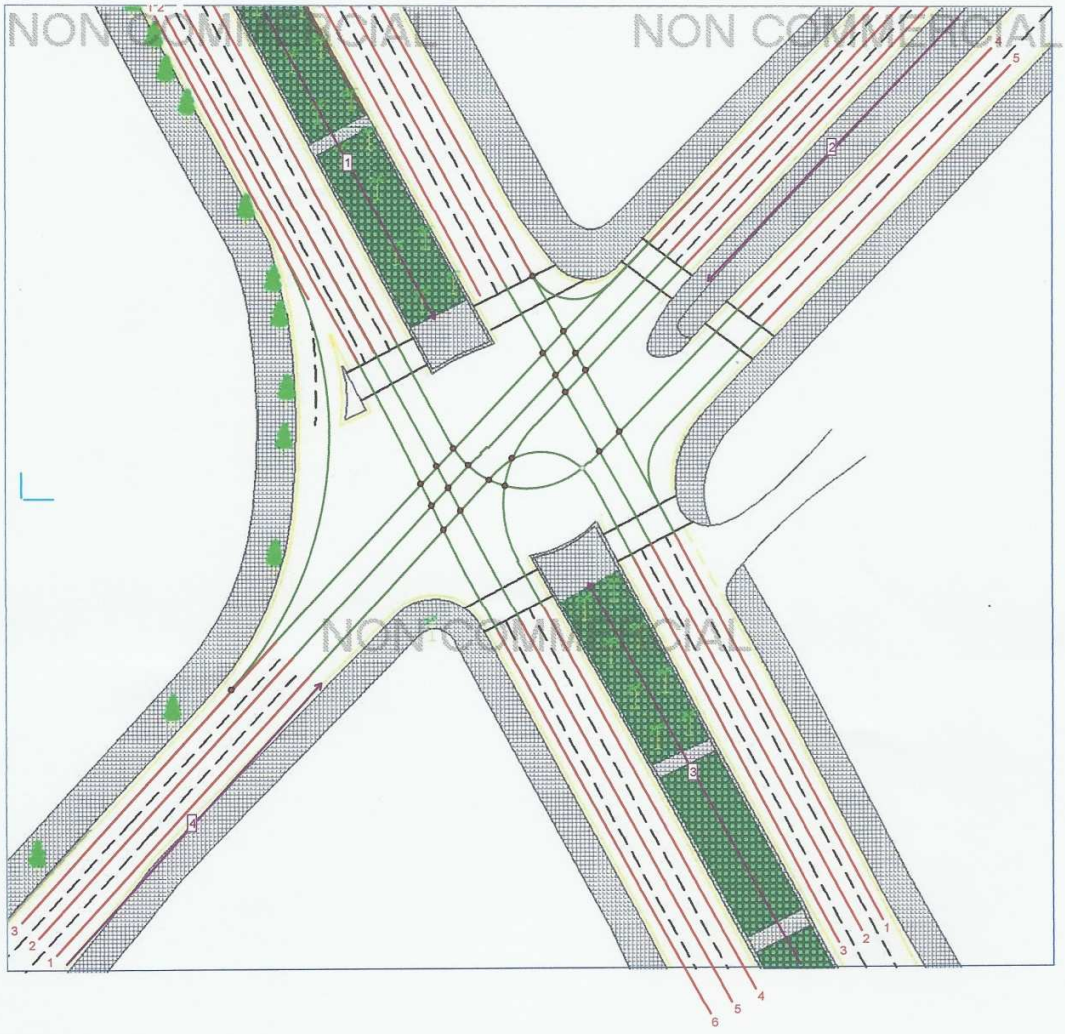
NON COMMERCIAL

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنيص				
Node	تقاطع قنيص				
Job No.	1	Variant	v1	Date	14/03/2013
Processor	م. حلا حسن	Signature		Page	

بيانات الإدخال الهندسية - حالة عدم وجود دائرة مرورية	

LISA+



NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنيص				
Node	تقاطع قنيص				
Job No.	1	Variant	V1	Date	14/03/2013
Processor	م.حلا حسن	Signature		Page	

نتائج تقييم التقاطع حسب HBS - حالة عدم وجود الدائرة المرورية

LISA+

Default Flow, STP 2

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	GT/CT	RT [s]	Flow [Veh/h]	N_{vc} [Veh]	SF [Veh/h]	SLH [s/Veh]	C_{CT} [Veh]	C [Veh/h]	FR	N_{EG} [Veh]	N_{EG} [m]	N_{st} [Veh]	p_{st} [%]	nc	P [%]	N_{ER} [Veh]	N_{ER} [m]	WT [s]	LOS	Comment
2	1		WBعبدالعزيز	14	0.17	69	190	4.4	1800	2.00	7.01	304	0.63	0	0	4	91.3	0	90.0	6	36	32.07	B	
	2		WBعبدالعزيز	14	0.17	69	189	4.4	1794	2.01	6.99	303	0.62	0	0	4	91.8	0	90.0	6	36	32.06	B	
	3		WBعبدالعزيز	14	0.17	69	225	5.2	1811	1.99	7.03	305	0.74	1	6	5	96.4	0	90.0	9	54	46.78	C	
3	3		INBالجمهورية	24	0.29	59	336	7.7	1972	1.83	13.14	570	0.59	0	0	7	90.4	0	90.0	9	54	25.28	B	
	2		INBالجمهورية	24	0.29	59	573	13.2	1820	1.98	12.13	526	1.09	29	174	13	98.4	4	90.0	48	288	231.44	F	
	1		INBالجمهورية	24	0.29	59	604	13.9	1918	1.88	12.80	555	1.09	31	186	14	100.0	3	90.0	49	294	229.01	F	
1	1		ISBالجمهورية	33	0.40	50	853	19.7	1974	1.82	37.37	1621	0.53	0	0	6	30.5	0	90.0	17	102	2.34	A	
	2		ISBالجمهورية	33	0.40	50	541	12.5	1918	1.88	17.59	763	0.71	1	6	11	88.2	0	90.0	12	72	24.23	B	
	3		ISBالجمهورية	33	0.40	50	538	12.4	1918	1.88	17.59	763	0.71	1	6	11	88.7	0	90.0	12	72	23.97	B	
	4		ISBالجمهورية	33	0.40	50	475	11.0	1968	1.83	18.03	782	0.61	0	0	9	82.2	0	90.0	10	60	19.85	A	
Total for intersection:							4524					6492												
Weighted average:													0.75									75.05		
				CT = 83 s T = 3600 s																				

Table layout based on Worksheet 3a) HBS 2001 Chapter 6 Signalized Intersections

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
GT/CT	Ratio of green time to cycle time	[-]
RT	Restriction Time	[s]
Flow	Flow	[Veh/h]
N_{vc}	Average number of vehicles arriving at intersection	[Veh]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
SLH	Average stop line headway	[s/Veh]
C_{CT}	Capacity per cycle	[Veh]
C	Lane capacity	[Veh/h]
FR	Flow Ratio	[-]
N_{EG}	Average number of vehicles in tailback at the end of green	[Veh]
N_{EG}	Average tailback length at end of green	[m]
N_{st}	Number of stopping vehicles per cycle	[Veh]
p_{st}	Proportion of stopping vehicles	[%]
nc	Maximum number of cycles before a vehicle can cross the intersection	[-]
P	Probability	[%]
N_{ER}	Maximum number of vehicles in tailback at end of red	[Veh]
N_{ER}	Maximum tailback length at end of red	[m]
WT	Average Wait Time	[s]
LOS	Level of service	[-]
T	Period of analysis	[s]

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنيص				
Node	تقاطع قنيص				
Job No.	1	Variant	V1	Date	14/03/2013
Processor	م.حلا حسن	Signature		Page	

نتائج تقييم التقاطع حسب HBS - حالة عدم وجود الدائرة المرورية

LISA+

Saturation flow under prevailing conditions, STP 2 (CT=83)

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Appr	Lane No.	Symbol	SGR	GT [s]	p_{HGV} [%]	SF_{base} [Veh/h]	f1		f2		f3		SF [Veh/h]	Comment
							Factor	Name	Factor	Name	Factor	Name		
2	1		عبدالعزيزWB	14	4.74	2000	0.98	Proportion of HGV	0.92	Lane width			1800	
	2		عبدالعزيزWB	14	5.29	2000	0.97	Proportion of HGV	0.92	Lane width			1794	
	3		عبدالعزيزWB	14	3.11	2000	0.98	Proportion of HGV	0.92	Lane width			1811	
3	3		الجمهوريةNB	24	2.38	2000	0.99	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1972	
	2		الجمهوريةNB	24	11.34	2000	0.91	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1820	
	1		الجمهوريةNB	24	7.62	2000	0.96	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1918	
1	1		الجمهوريةSB	33	2.23	2000	0.99	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1974	
	2		الجمهوريةSB	33	7.58	2000	0.96	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1918	
	3		الجمهوريةSB	33	7.62	2000	0.96	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1918	
	4		الجمهوريةSB	33	3.16	2000	0.98	Proportion of HGV	1.00	Lane width			1968	

Appr	Approach	[-]
Lane No.	Lane number	[-]
Symbol	Lane symbol	[-]
SGR	Signal Groups	[-]
GT	Green time	[s]
p_{HGV}	Proportion of HGV	[%]
SF_{base}	Saturation flow under base conditions	[Veh/h]
Factor	Adjustment factor	[-]
Name	Name of adjustment factor	[-]
SF	Saturation flow under prevailing conditions	[Veh/h]
f1	Adjustment factor 1	[-]
f2	Adjustment factor 2	[-]
f3	Adjustment factor 3	[-]

NON COMMERCIAL
NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنينص				
Node	تقاطع قنينص				
Job No.	1	Variant	V1	Date	14/03/2013
Processor	م.حلا حسن	Signature		Page	

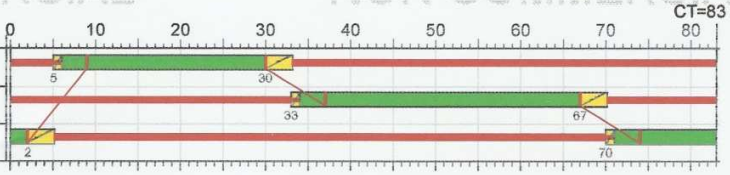
مخطط أطوار إشارة المرور الضوئية للحالتين	

LISA+

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

STP 2

Signal group	Init	Term	GT
NBالجمهورية	5	30	24
SBالجمهورية	33	67	33
WBعبدالعزيز	70	2	14



Properties					
Signal Plan Type	Normal	Special program	no	OC for beginning of green	OMBG
ID No.	2	Request No.	-	OC for end of green	OMEG
Documentation only	no	Permission Plan	-	Min/Max list	-
Offset	0	Parameter set	-	Activation plan	-
Evaluation	Schnabel/Lohse: Default Flow	Intergreen matrix	IGM	Deactivation plan	-
Operating mode	Pretimed				

NON COMMERCIAL

NON COMMERCIAL NON COMMERCIAL

Project	دراسة مرورية لتقاطع قنيص				
Node	تقاطع قنيص				
Job No.	1	Variant	V1	Date	14/03/2013
Processor	م.حلا حسن	Signature		Page	