٤١٢٨/ ٢

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
مركز أبحاث الحج

تقويم الحركة المرورية

حج ١٤١٣هـ

إعداد

د/ أحمد البدوي طه عبدالمجيد

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

يود الباحث أن يوجه شكره وتقديره إلى معالي مدير جامعة أم القرى لحسن رعايته وتشجيعه المستمر للأبحاث العلمية، وقد كان لهذا التشجيع أثره الكبير في إنجاز هذا العمل.

كما يخص الباحث سعادة الدكتور مجدي محمد حريري مدير عام مركز أبحاث الحج بجامعة أم القرى بالشكر والتقدير لتشجيعه الدائم للأبحاث التي تتم بالمركز ومعايشته لكل منها، وقد كان لمتابعة سعادته هذا البحث الدور الكبير في إنجاز هذا العمل جزاه الله خيرا.

كما يتوجه الباحث بالشكر والتقدير إلى المهندس حسام عبدالسلام الذي قام مشكوراً بالمساهمة في العمل الميداني وبعض برامج الكمبيوتر والطلاب الذين شاركوا في جمع بيانات هذا البحث وإلى كل من ساهم في إخراج هذا العمل دون تخصيص.

الباحث

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
١ ـ المقدمة	١
٢ ـ البحوث والدراسات السابقة	٢
٣ ـ منهج وخطة البحث	٥
٣ ـ ١ تحديد أهداف البحث	٥
٣ ـ ٢ استعراض الدراسات السابقة	٥
٣ ـ ٣ جمع البيانات الميدانية الخاصة بتحقيق هدف الدراسة	٥
٣ ـ ٣ ـ ١ بالنسبة لداخل مكة المكرمة	٥
٣ ـ ٣ ـ ٢ بالنسبة للحركة المرورية أثناء النفرة إلى مزدلفة	٩
٣ ـ ٣ ـ ٣ بالنسبة لدراسة انتظار المركبات في مزدلفة	١٠
٤ ـ مرحلة التحليل	١١
٤ ـ ١ الحركة داخل مكة المكرمة	١١
٤ ـ ٢ الحركة من عرفات إلى مزدلفة	١٨
٤ ـ ٢ ـ ١ حصر أنواع المركبات المشاركة	٢٠
٤ ـ ٢ ـ ٢ تحديد متوسط شغل كل مركبة	٢٢
٤ ـ ٢ ـ ٣ تحديد مستوى خدمة الطرق الحالي	٢٤
٤ ـ ٢ ـ ٤ طرح البدائل المختلفة ودراسة تأثير كل بديل للتغلب على مشكلة الزحام	٢٧
٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ١ بديل رقم (١): حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها	٢٨
٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٢ بديل رقم (٢): حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات حظراً باتاً واستخدام حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها	٢٨

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٣ بديل رقم (٣): حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها	٣٠
٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٤ بديل رقم (٤): حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها	٣٠
٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٥ بديل رقم (٥): حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها	٣١
٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٦ بديل رقم (٦): حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة واستخدام حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها	٣١
٤ ـ ٢ ـ ٥ تقويم البدائل المختلفة واختيار المناسب منها	٣١
٤ ـ ٢ ـ ٦ خصائص مستخدمي المركبات الصالون	٣٤
٤ ـ ٢ ـ ٧ تحليل أزمنة الانتقال من عرفات إلى مزدلفة	٣٦
٤ ـ ٣ دراسة انتظار المركبات في مزدلفة	٤٤
٤ ـ ٣ ـ ١ دراسة انتظار المركبات داخل المواقف	٤٥
٤ ـ ٣ ـ ٢ دراسة انتظار المركبات على جانبي الطرق	٥٠
٦ ـ الاستنتاجات	٥٦
٦ ـ التوصيات	٦٠

١ ـ المقدمة:

تتضمن فريضة الحج أداء الشعائر في أماكن معيَّنة وفي أوقات محددة. ويلزم ذلك التنقل بين هذه الأماكن حيث يتوافد الحجاج إلى مكة المكرمة قبل التاسع من ذي الحجة ثم ينتقلون إلى منى ومنها إلى عرفات ثم إلى مزدلفة ومنها إلى منى وأخيراً إلى المسجد الحرام. ويلزم لهذه التنقلات إعداد خطة مرورية سنوية يكون الغرض منها العمل على تسهيل حركة الحجاج من مكان لآخر حيث يلاحظ أن المكان والزمان يعتبران عاملين حاكمين نظراً للأعداد الغفيرة من الحجاج التي يلزمها التنقل بين أماكن محددة في أزمنة محددة.

ويركز البحث الحالي على دراسة حركة المركبات فقط كدراسة مستقلة دون المساس بحركة المشاة التي تتطلب دراسة أخرى مستقلة بحيث تكون الدراستان معاً دراسة شاملة لحركة الحجاج.

والهدف الرئيسي من هذا البحث هو تقويم حركة المركبات في مكة المكرمة وبين عرفات ومزدلفة، وكذلك دراسة انتظار المركبات في مزدلفة. كما يهدف البحث أيضاً لتحقيق النقاط التالية:

أ ـ تزويد المسئولين عن تخطيط الحج مرورياً بالبيانات اللازمة والتي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند وضع خطة مرورية سليمة.

ب ـ التعرف على الحركة المرورية في مكة المكرمة ومعوقاتها.

جـ ـ حصر جميع أنواع المركبات المشاركة في النفرة من عرفات إلى مزدلفة.

د ـ التعرف على متوسط شغل كل مركبة من المركبات.

هـ ـ التعرف على مستوى خدمة الطرق بين عرفات ومزدلفة.

و ـ التعرف على خصائص مستخدمي المركبات الصالون.

ز ـ دراسة انتظار المركبات في مزدلفة.

٢ ـ البحوث والدراسات السابقة:

سيتم في هذا الباب ذكر عدد من الأبحاث التي اهتمت بتسهيل حركة الحجاج مع ذكر أوجه الاختلاف بينها وبين البحث الحالي ومن بين هذه الأبحاث بحث عيسى والباني والسحيباني (١٤٠٧هـ) وقد كان غرض هذا البحث هو تقييم وتحسين أجهزة التحكم المرورية في منطقة عرفات ويلاحظ أن هذه الدراسة قد ركزت اهتمامها على منطقة عرفات فقط حيث كان ذلك موضوع دراستها، أما البحث الحالي فإنه يختص بالمنطقة بين عرفات ومزدلفة.

أما دراسة عبد الغني (١٤٠٧هـ) فقد تناولت دراسة الحاجة إلى استخدام نظام النقل ذي السعة العالية أثناء موسم الحج بين مدينتي جدة ومكة المكرمة ولذلك فإنها تختلف عن موضوع البحث الحالي.

وفي بحث للرقيبة (١٤٠٨هـ) أشار الباحث إلى أن الحركتين اللتين تعدان من أكثف الحركات التي تحدث أيام الحج هما خلال حركة النفرة من عرفات إلى مزدلفة في اليوم التاسع من ذي الحجة وحركة النفرة من منى في اليوم الثاني عشر من ذي الحجة، إلا أن بحثه قد اهتم بدراسة العوامل المؤثرة في زيادة أو قلة أعداد الحجاج ودور وسائل النقل في ذلك، ويتضح من ذلك اختلاف هدف هذا البحث عن أهداف البحث الحالي.

ولقد تناولت دراسة عقاد (١٤٠٨هـ) أهمية النقل الجماعي في خدمة الحجاج ولقد بينت هذه الدراسة الدوافع التي أدت إلى إنشاء مرافق النقل الجماعي بالإضافة إلى دور النقل الجماعي في الحج ومزاياه، كما قدم الباحث مقارنة بين بعض وسائل النقل ذات السعة المتوسطة والعالية، ويلاحظ أن هذا البحث تناول

الحج بصفة عامة ولم يركز على منطقة عرفات ـ مزدلفة التي هي محور البحث الحالي.

أما فيما يختص بتقدير أحجام المرور على الطرق الداخلة والخارجة من عرفات فإن الباحث آل عبد القادر (١٤٠٨هـ ـ١٩٨٨م) أوضح في رسالته للماجستير أن وزارة المواصلات قد قامت بتقدير أحجام المرور على الطرق التسعة المتصلة بعرفات ولكن دون إعطاء أي فكرة عن مستوى الخدمة على هذه الطرق وذلك في عام ١٣٩٩هـ (١٩٧٩م). الأمر الذي تمت معالجته في البحث الحالي وذلك للمعلومات التي جمعت عن حج عام ١٤١٠هـ (١٩٩٠م).

ولقد استطاع الحمدان (١٣٩٦هـ ـ ١٩٧٦م) أن يوضح في رسالته للدكتوراه أنه قد تم أخذ قياسات أحجام المرور لفترة ٣٠ ساعة ابتداء من الساعة العاشرة من صباح يوم الثامن من ذي الحجة حتى الرابعة من مساء يوم التاسع من ذي الحجة عام ١٣٩٢هـ في اتجاه الحركة إلى عرفات ومن هذه القياسات اتضح للباحث أن أقل مستوى خدمة على طريق ٣ كان يمثل مستوى C وبالنسبة لطريق رقم ٥ كان مستوى D ولكن على طريق ٤ فإن مستوى الخدمة كان F وذلك لساعة الذروة، كما اتضح للباحث أن أحجام المرور على كل من هذه الطرق قد زادت عن الطاقة الاستيعابية لكل طريق ولكن ذلك البحث يختلف عن هذا البحث في أنه قد تم قياس أحجام المرور في الاتجاه من مزدلفة إلى عرفات أيام الثامن والتاسع من ذي الحجة، أما البحث الحالي فإنه يتميز بقياس أحجام المرور من عرفات إلى مزدلفة بعد النفرة حيث تبرز المشاكل الحقيقية لحركة المرور.

وفيما يختص بوضع نظام لإدارة أعمال تخطيط النقل على طرق المشاعر المقدسة فقد اقترح كل من الشريف والعصار (١٤٠٩هـ) خطة لاستخدام أنظمة

التخطيط القصيرة إلى المتوسطة المدى ولقد أوضح بحثهما أوجه الاختلاف بين التخطيط الاستراتيجي (الطويل الأمد) وأنظمة إدارة أعمال تخطيط النقل القصيرة إلى المتوسطة المدى ولقد استنتج هذا البحث عدداً من الاستنتاجات من بينها أن جعل شبكة الحافلات على الطرق أوسع يؤدي إلى زيادة حجم الركاب وكثرة استخدام نظام الحافلات بسهولته وتزايد أعداده كما أوصى البحث بضرورة وضع ضوابط وقيود على استخدام المركبات الصغيرة.

ولقد قام عبده وسليم (١٤٠٩هـ) بقياس زمن الرحلة بين عرفات ومزدلفة للمركبات كما قاما بجمع بيانات عن الحجاج المشاة لمعرفة خصائص هذه الوسيلة للنقل وبالنسبة للنواحي الهندسية فإن أهم ماتوصل إليه الباحثان هو إجراء دراسة شاملة لمواقع المواقف في كل من عرفات ومزدلفة ومنى بحيث يتم مقارنة الطاقة الاستيعابية لكل منها مع العدد الفعلي للمركبات، كذلك توصل الباحثان إلى أنه يجب إجراء دراسة ميدانية خاصة بجميع الطرق التي تربط بين عرفات ومزدلفة ومنى لمعرفة الطاقة الاستيعابية لها ومقارنة ذلك بحجم الحركة المرورية في أوقات النفرة مما قد يستوجب بعض الإجراءات الهندسية لتوسعة بعض هذه الطرق أو اقتراح إنشاء بعض آخر، وبذلك فإنه يتضح أن موضوع هذا البحث يختلف عن موضوع البحث الحالي ولكن توصياته توضح ضرورة مقارنة الطاقة الاستيعابية بأحجام المرور على هذه الطرق والتي هي محور البحث الحالي.

ولقد بين كل من الجفري والحازمي (١٤٠٩هـ) فوائد استخدام الحافلات ذات الطابقين لما لها من مميزات أهمها نقل عدد أكبر من الحجاج في الفترة الزمنية الواحدة بيسر وسهولة، ولذلك فإنه يجب التوسع في استعمالها حسب ماجاء في تلك الدراسة.

٣ ـ منهج البحث وخطة الدراسة:

يتضمن منهج البحث تحليلاً كمياً يعتمد على جمع البيانات الميدانية وتحليل تلك المعلومات باستخدام بعض المعادلات المعروفة في علم هندسة النقل، ويتضمن (شكل ١) توضيحاً لبيان خطوات إجراء البحث. ويتضح من هذا الشكل أن خطة البحث تتضمن ما يلي:

٣ ـ ١ ـ تحديد أهداف البحث.

٣ ـ ٢ ـ استعراض الدراسات السابقة كما تم في بند رقم (٢).

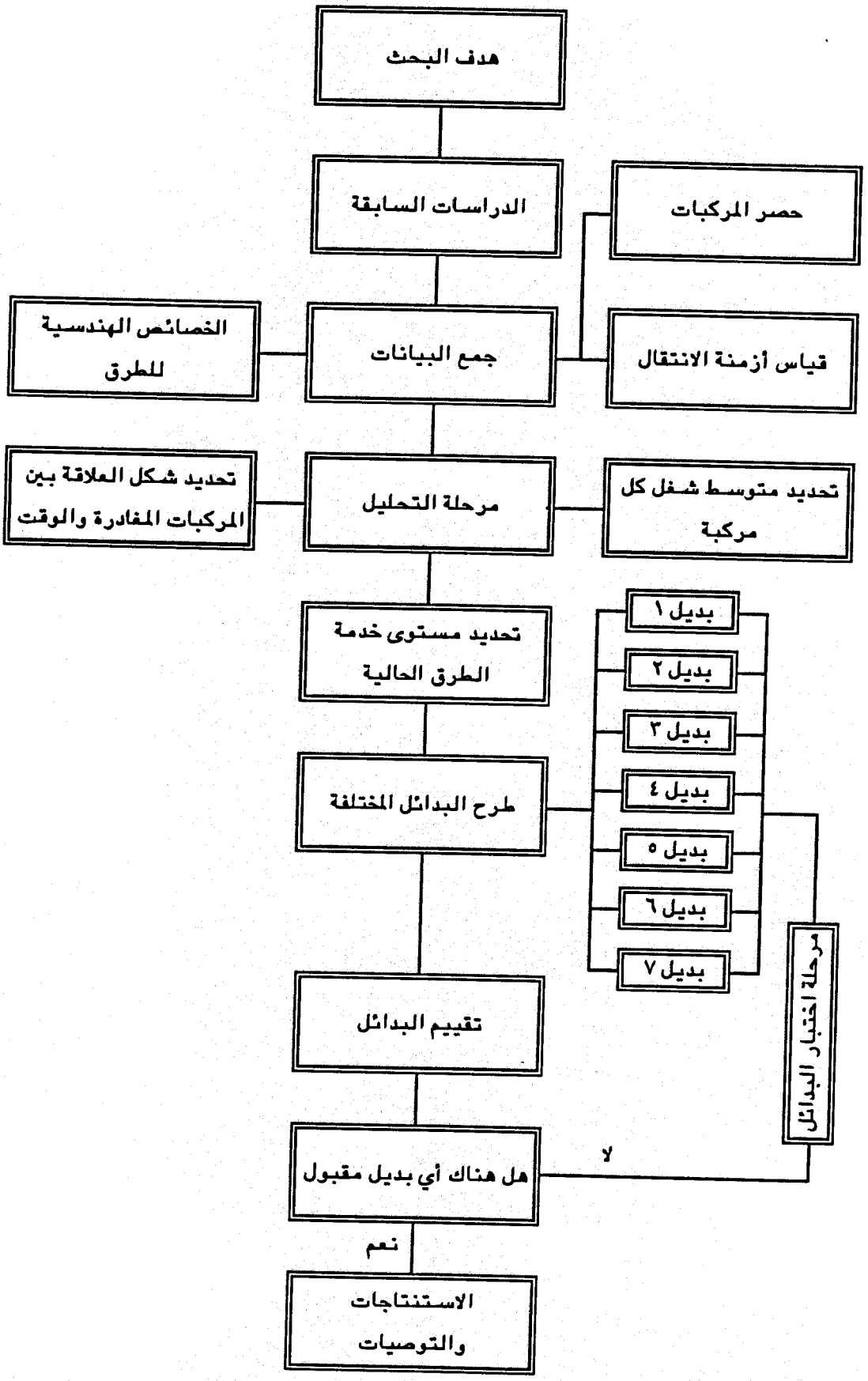
٣ ـ ٣ ـ جمع البيانات الميدانية الخاصة بتحقيق هدف الدراسة والتي شملت:

٣ ـ ٣ ـ ١ ـ بالنسبة لداخل مكة المكرمة:

تناول جمع المعلومات داخل مكة مايلي:

١ ـ تحديد نقاط الفرز:

يوضح شكل (٢) تواجد عدد كبير من نقاط الفرز في مكة المكرمة وهي النقاط التي يتم فيها توجيه المركبات التي يقل فيها عدد الركاب عن (٩) ركاب بعيداً عن المسجد الحرام وذلك لتخفيف الضغط المروري على المسجد الحرام ومنع تلك المركبات من الوقوف بجواره حتى لايتسبب نتيجة لتواجدها أي اختناقات مرورية. وقد تم اختيار (٦) نقاط رئيسية من تلك النقاط، وقد روعي عند الاختيار أن تكون النقطة ذات أهمية وأن تقع في شارع رئيسي (شكل -)
وتشمل تلك النقاط مايأتي:



شكل (١) شكل توضيحي لبيان خطوات إجراء البحث

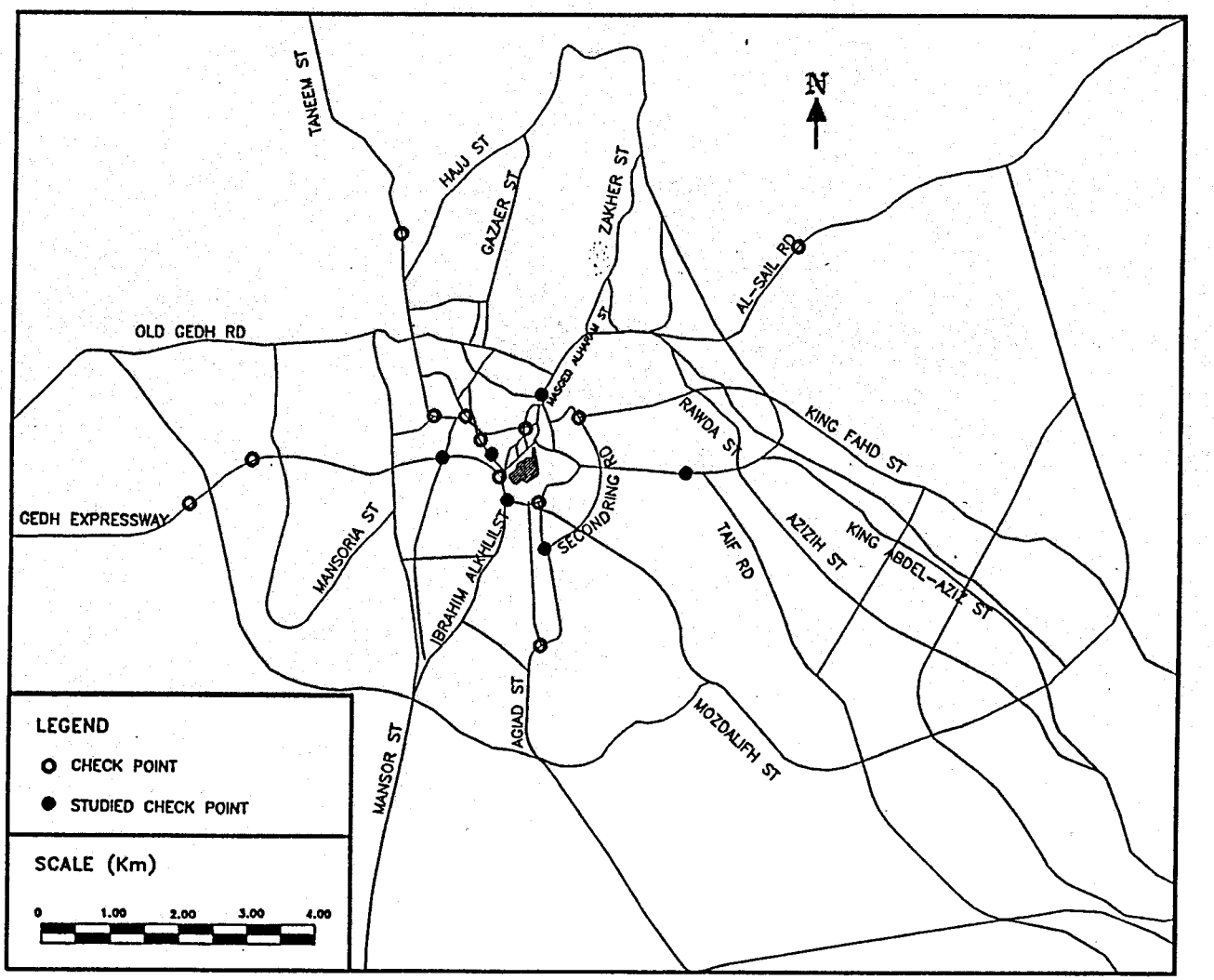


Figure 2. LOCATION OF CHECK POINTS

أ ـ نقطة فرز شارع المسجد الحرام.

ب ـ نقطة فرز شارع بن لادن وتقع أمام مسجد بن لادن.

جـ ـ نقطة فرز شارع أجياد (ربع بخش).

د ـ نقطة فرز الشبيكة (جبل الكعبة).

هـ ـ نقطة فرز شارع إبراهيم الخليل.

و ـ نقطة فرز شارع محبس الجن.

وقد أمكن قياس أزمنة التأخيرات عند كل من هذه النقاط أيام ٥، ٦، ٧ من ذي الحجة خلال الساعات التالية:

أ ـ ٧,٣٠ مساءً إلى ٨,٣٠ مساءً.

ب ـ ٩ مساءً إلى ١٠ مساءً.

جـ ـ ١٠ مساءً إلى ١١ مساءً.

وللتعرف على تأثير هذه النقاط فقد تم قياس نوعين من أزمنة التأخيرات كالتالي:

أ ـ قياس أزمنة التأخيرات عن طريق الحافلات:

اتضح من بحث سابق عدم وجود فرق جوهري بين أزمنة الانتقال المقطوعة باستخدام السيارات الخاصة وتلك المقطوعة باستخدام الحافلات وذلك لازدحام الشوارع بالمركبات خلال أوقات الذروة. ولقد تم اختيار خمسة خطوط حافلات لإجراء القياسات عليها وهي أرقام ٢، ٣، ٤، ٦، ٧. ولقد تم اختيار هذه الخطوط

لأنها تسلك شوارع رئيسية. ولقد تم تخصيص طالبين لكل خط أحدهما يستخدم الحافلة القادمة إلى المسجد الحرام والآخر يستخدم الحافلة المغادرة المسجد الحرام. ولقد تم تزويد كل طالب بصحيفة ليدون بها عناصر الوقت المختلفة مثل وقت المغادرة، زمن التأخير نتيجة إركاب أو إنزال ركاب، زمن التأخير بسبب الإشارة، زمن التأخير بسبب نقاط الفرز، زمن التأخير نتيجة أسباب أخرى، وأخيراً توقيت الوصول إلى الهدف النهائي.

ب ـ قياس أزمنة التوقف عند نقاط الفرز:

تم قياس أزمنة التوقف عند نقاط الفرز وذلك عن طريق حصر عدد المركبات المتوقفة عند هذه النقاط خلال فترات زمنية (تم أخذ الفترة الزمنية مساوية دقيقتين).

جـ ـ الأحجام المرورية:

تم قياس الأحجام المرورية عند نقاط الفرز المختارة لتحديد نسبة المركبات التي تم منعها. ولقد تم حصر هذه المركبات يدوياً لمدة ٣ ساعات.

٣ ـ ٣ ـ ٢ ـ بالنسبة للحركة المرورية أثناء النفرة إلى مزدلفة:

تم جمع البيانات التالية:

١ ـ حصر الأنواع المختلفة من المركبات على كل طريق من طرق عرفات ـ مزدلفة وذلك لفترات زمنية متتالية ابتداء من وقت النفرة بعد غروب الشمس حتى الساعة الثانية صباحاً.

٢ ـ تقدير أعداد مستخدمي كل وسيلة من وسائل الانتقال المختلفة، ونظراً لكثرة وتعدد أنواع المركبات وعدم وجود العدد الكافي من

الطلبة لحصر أعداد مستخدمي جميع المركبات فقد تم التغلب على هذه المشكلة على النحو التالي:

٢ ـ ١ ـ تم تصميم صحيفتي حصر إحداهما لحصر السيارات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة، أما الأخرى فإنها تضم الحافلات الكبيرة والحافلات ذات الدوربن واللوري المفرد واللوري بمقطورة، وقد تم توزيع الصحيفتين على طالبين على كل طريق لحصر المركبات المارة على فترات كل منها $\frac{١}{٤}$ ساعة.

٢ ـ ٢ ـ بهدف معرفة شغل كل مركبة فقد تم تصميم استمارة لمعرفة شغل السيارات الصغيرة والونيت والصالون وأخرى خصصت لباقي أنواع المركبات.

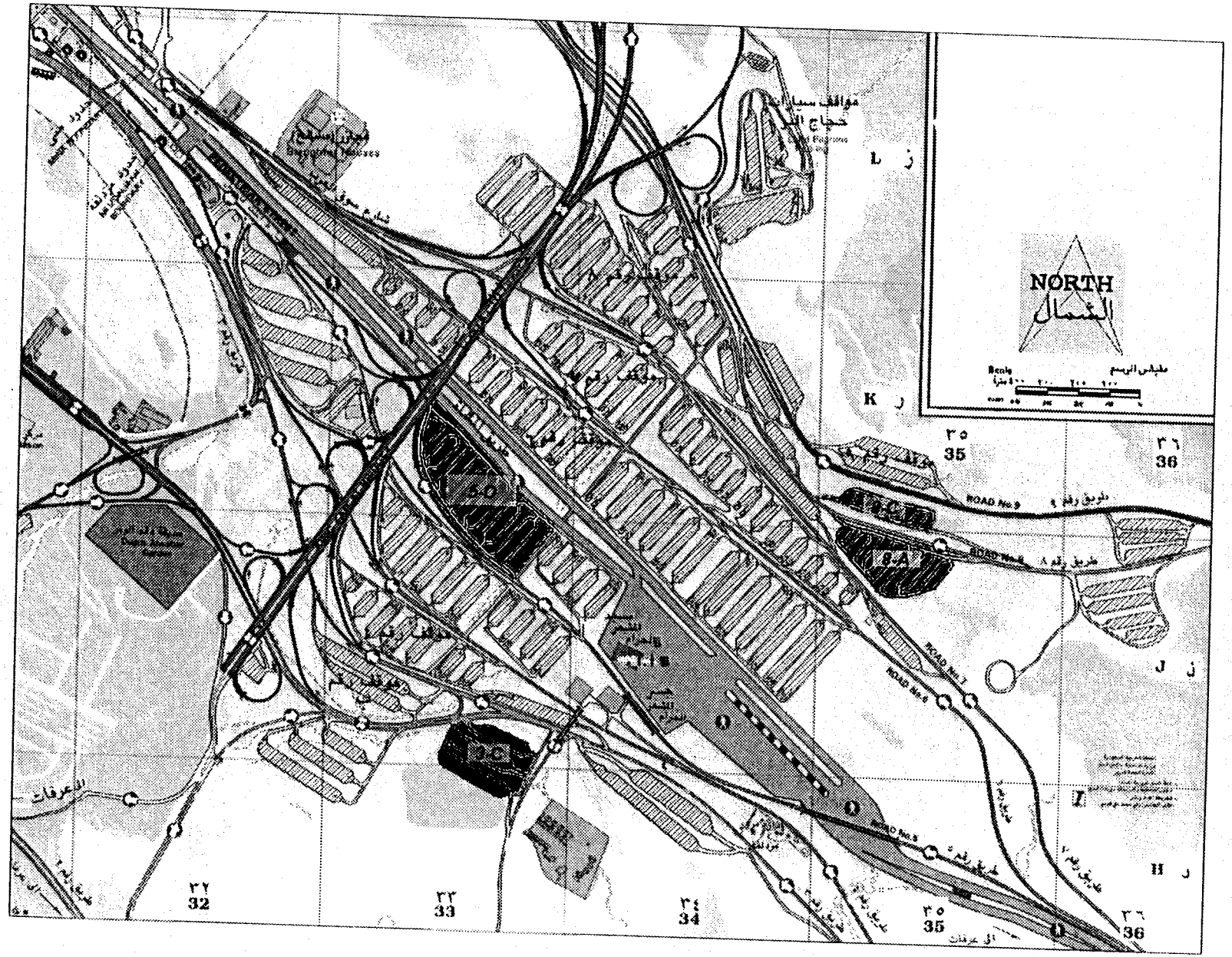
٣ ـ التعرف على الخصائص الهندسية في أماكن حصر المركبات.

٤ ـ قياس أزمنة الانتقال من عرفات مروراً بمزدلفة إلى منى.

وقد تم تقويم حركة المركبات أثناء الإفاضة إلى مزدلفة خلال أعوام ١٤١٠هـ، ١٤١١هـ، ١٤١٢هـ .. ونظراً لأهمية حركة المركبات أثناء الإفاضة فإن تقويم تلك الحركة يعتبر من الأبحاث المستمرة التي يجب أن تجرى كل عام لما لهذه الحركة من أهمية خاصة والبحث الحالي يتضمن استمراراً لعملية التقويم، بالإضافة إلى أنه يتناول تقويم الحركة المرورية في أماكن أخرى كما سبق.

٣ـ٣ـ٣ـ بالنسبة لدراسة انتظار المركبات في مزدلفة:

طبقاً للإمكانيات المتاحة فقد تم تحديد ٤ مواقف (شكل ٣/٢) هي مواقف


NORTH
الشمال
ROAD No.9
ROAD No.8
ROAD No.7
ROAD No.6
ROAD No.5
L ل
K ك
J ل
I ط
H ه
٣٢ 32
٣٣ 33
٣٤ 34
٣٥ 35
٣٦ 36

٣جـ، ٥د، ٨أ، ٨ب. وقد تم عمل حصر للمركبات الداخلة والخارجة من كل موقف، كما تم تحديد الطاقة الاستيعابية لكل موقف. ولدراسة الانتظار على جانبي الطرق فقد تم تحديد قطاع طوله ٣٠٠ متر على طرق ٣، ٥، ٨ لتحديد نسبة حجم الطلب إلى الطاقة الاستيعابية وتحديد الانتظار القانوني وغير القانوني.

٤ ـ مرحلة التحليل:

ويتم في هذه المرحلة تحليل البيانات السابق جمعها وفيما يلي تفصيل لمراحل التحليل المختلفة:

٤ـ١ـ الحركة داخل مكة المكرمة:

يشمل تحليل الحركة داخل مكة المكرمة التعرض لدراسة نقاط الفرز المتواجدة داخل مكة المكرمة والتي تؤثر تأثيراً مباشراً على زمن الانتقال. وكما سبق ذكره في خطة البحث فقد تم قياس نوعين من التأخيرات، وقد أدى التحليل إلى مايلي:

أ ـ بالنسبة لقياس أزمنة التأخيرات عن طريق الحافلات:

يوضح جدول (١) النسب المئوية لأزمنة التأخيرات الناتجة بسبب وجود نقاط الفرز بالنسبة للمجموع الكلي للتأخيرات، ويظهر من هذا الجدول مايلي:

١ ـ ظهور بعض النسب المئوية لأزمنة التأخيرات بسبب نقاط الفرز في الاتجاه الآخر من الحرم حيث يتواجد بعض من هذه ا لنقاط في الشوارع القريبة جداً من الحرم والتي تؤدي إلى الحرم، ولهذا فوجود مثل هذه النقاط ضروري لتوجيه السيارات بعيداً عن الحرم.

جدول رقم (١): النسب المئوية للتأخيرات حسب أسبابها

الاتجاه	رقم الحافلة	أسباب التأخيرات		
		نتيجة نقاط الفرز (٪)	أسباب أخرى (٪)	المجموع
إلى الحرم	٢	٤٢,٥	١٢,٣	٥٤,٨
	٣	٢٧,٤	٢١,٣	٤٨,٩
	٤	٤١,٩	٢٤,٩	٦٦,٨
	٦	٤٥,٢	٢٧,٠	٧٢,٢
	٧	٤٨,٥	٢٦,٥	٧٥,٠
	المتوسط	٤١,١	٢٢,٤	٦٣,٥
من الحرم	٢	-	٢٠,٨	٢٠,٨
	٣	١٤,٠٠	٢٣,٤	٣٧,٤
	٤	١٩,٠٠	٣٨,٨	٥٧,٨
	٦	-	٤٥,٢	٤٥,٢
	٧	١٣,١	٢٢,٦	٣٥,٧
	المتوسط	٩,٢	٣٠,٢	٣٩,٤

٢ ـ زيادة النسب المئوية للتأخيرات بسبب نقاط الفرز في الاتجاه إلى الحرم حيث تتراوح تلك النسب من ٢٧,٤٪ إلى ٤٨,٥٪ من متوسط زمن الرحلة وتقل هذه القيم كثيراً بالنسبة للاتجاه الآخر حيث تتراوح من صفر٪ إلى ١٩٪.

٣ ـ يظهر من الجدول أن التأخيرات بسبب نقاط الفرز تصل قيمتها في المتوسط إلى ٤١,١٪، ٩,٢٪ من مجموع التأخيرات التي تصل نسبها إلى ٦٣,٥٪، ٣٩,٤٪ من زمن الرحلة في الاتجاهين إلى ومن الحرم.

كما يظهر جدول (٢) متوسط زمن الرحلة وكذلك متوسط الزمن المفقود في الاتجاهين من وإلى الحرم. وكما يتبيَّن من هذا الجدول فإن متوسطات قيم الأزمنة المفقودة تتراوح من ١٢,٧ إلى ٢٤,٩ دقيقة في الاتجاه إلى الحرم بالنسبة لخطوط الحافلات المختلفة، بينما تتراوح تلك القيم في الاتجاه الآخر من صفر إلى ٨,٤ دقيقة.

جدول رقم (٢): متوسط زمن الرحلة وكذلك الزمن المفقود بسبب نقاط الفرز

رقم الحافلة	إلى الحرم		من الحرم	
	متوسط زمن الرحلة (دقيقة)	متوسط الزمن المفقود (دقيقة)	متوسط الرحلة (دقيقة)	متوسط الزمن المفقود (دقيقة)
٢	٥٨,٦	٢٤,٩	٣٧,٩	-
٣	٤٦,٣	١٢,٧	٤٢,٩	٦
٤	٥٧,٦	٢٤,١	٤٤,٣	٨,٤
٦	٣٩,١	١٧,٧	٢٥,٤	-
٧	٣٣,٦	١٦,٣	٢٤,٢	٣,٢
المتوسط	٤٧	١٩,١	٣٥	٣,٥

ويظهر جدول (٣) العلاقات بين الأزمنة المقطوعة والمسافات المقطوعة في تلك الأزمنة في كلا الاتجاهين من وإلى الحرم. ولقد تم اختبار عدة نماذج رياضية وتم اختيار أفضلها المعروضة بالجدول، ولقد تم تمثيل العلاقة بين المسافات المقطوعة والأزمنة في الاتجاه من الحرم بعلاقة الخط المستقيم، بينما أمكن تمثيل العلاقة في الاتجاه الآخر (إلى الحرم) بالعلاقة الأسية ماعدا بالنسبة لخط رقم (٣) الذي اتبع علاقة القوى.

وبالإضافة إلى ذلك فإن شكلي (٤)، (٥) *(Isochronal charts)* يوضحان دوائر على أزمنة متساوية من الحرم في الاتجاهين إلى ومن الحرم ويظهر من شكل

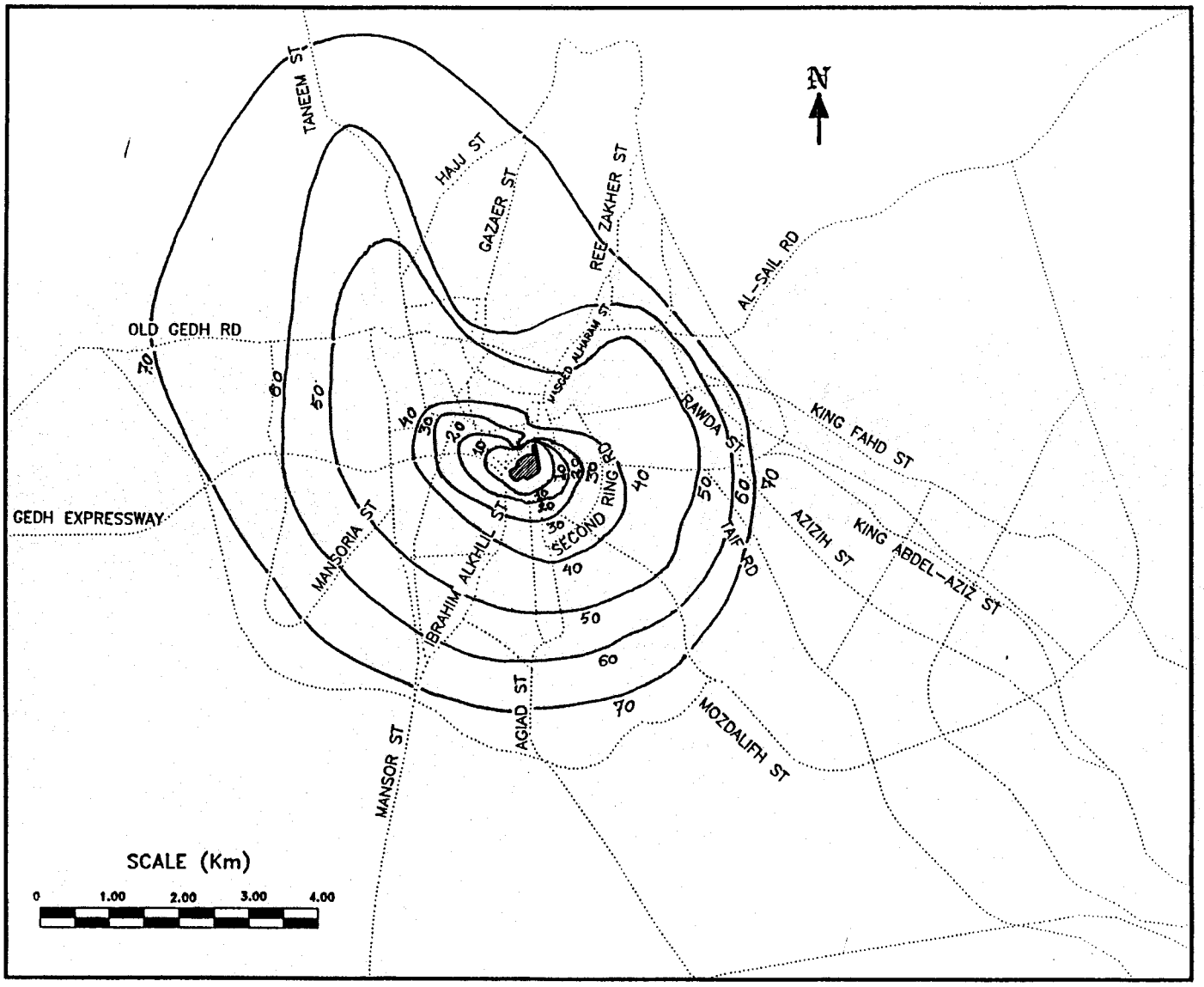


Figure (4): Isochronal Chart for the Direction Coming To the Holy Mosque

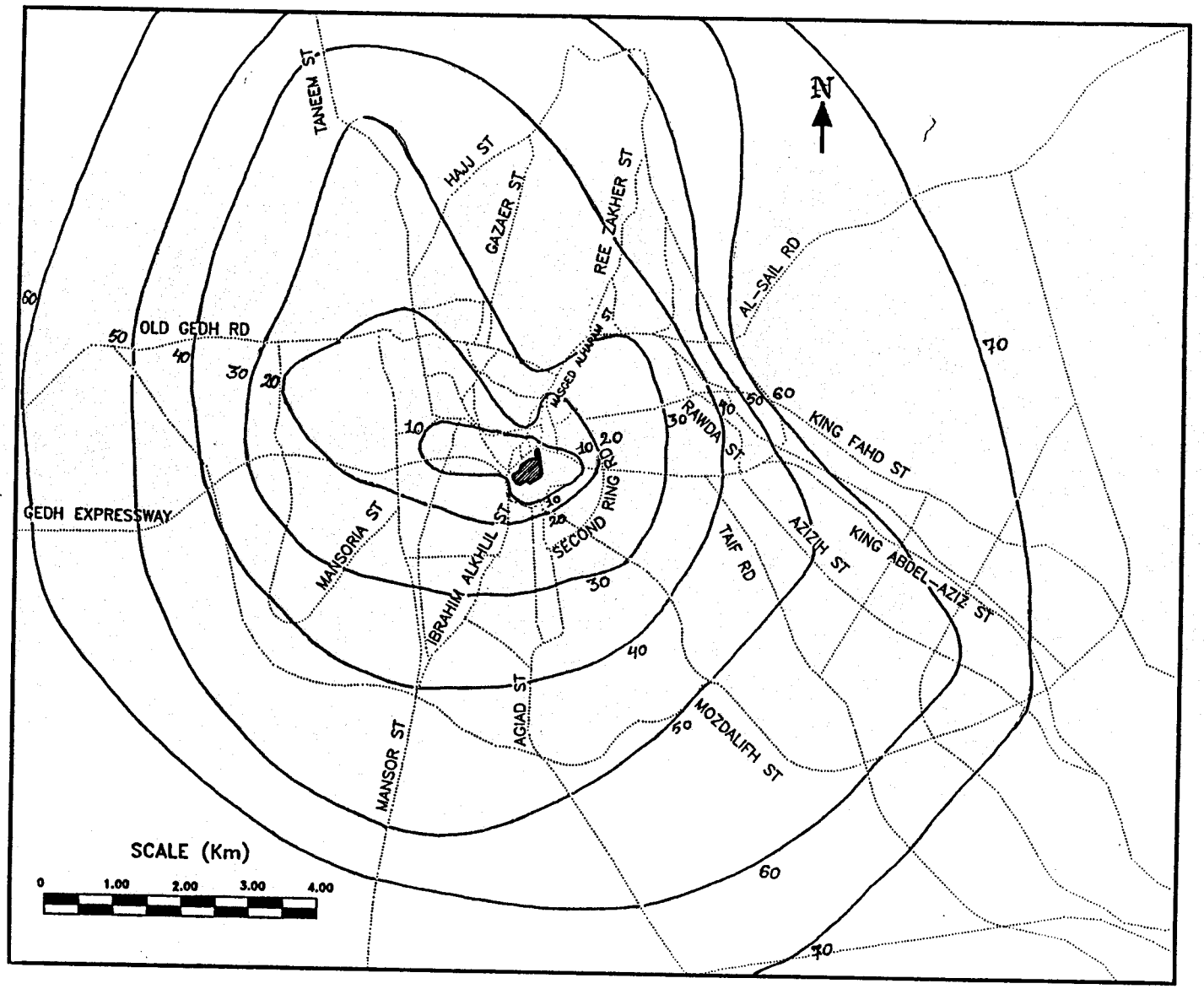


Figure (5): Isochronal Chart for the Direction Going From the Holy Mosque. (Travel time countour each 10 minutes)

رقم (٤) أن هذه الدوائر متقاربة بالمقارنة بالشكل رقم (٥) وذلك لقطع المسافات في أزمنة أطول في الاتجاه إلى الحرم نتيجة تواجد نقاط الفرز بكثرة في هذا الاتجاه.

مدى أهمية نقاط الفرز:

من الضروري التعرف على مدى أهمية كل نقطة من نقاط الفرز وذلك بالتعرف على مايلي:

١ ـ زمن التأخير الذي تواجهه المركبات المارة من نقطة الفرز.

٢ ـ عدد المركبات التي قام رجال المرور بمنعها عند هذه النقاط.

ويعبر العامل الأول عن كفاءة تشغيل وإدارة رجال المرور لنقطة الفرز فكلما زاد كفاءة التشغيل عند نقطة الفرز قل زمن التأخير الذي تواجهه المركبات وكلما قلت هذه الكفاءة زاد زمن التأخير. كما يعبر العامل الثاني الخاص بعدد المركبات التي قام رجال المرور بمنعها عند نقاط الفرز عن مدى مخالفة تلك المركبات لقواعد السير.

وبالنظر إلى هذين العاملين يمكن تحديد مدى أهمية وجود نقطة الفرز فإذا كان زمن التأخير عالياً وعدد المركبات الممنوع عند النقطة قليلاً فيمكن النظر في إلغاء هذه النقطة. ويجب الأخذ في الاعتبار عند التفكير في إزالة أي نقطة ربطها بالنقاط السابقة واللاحقة لها والتعرف على مدى تأثير إلغاء هذه النقطة على تلك النقاط. أما إذا كان زمن التأخير عالياً وكذلك عدد المركبات الممنوعة فيجب في هذه الحالة تكثيف رجال المرور عند هذه النقطة للإسراع في عملية فرز المركبات وكذلك يمكن تخصيص حارة مرور مستقلة لمرور الحافلات من عند هذه النقطة.

ويوضح جدول (٤) أعداد المركبات المسموح بمرورها من نقاط الفرز والممنوعة وكذلك زمن التأخير لكل مركبة ومن هذا الجدول يتضح مايلي:

١ ـ أن أحجام المرور والتي قام رجال المرور بمنعها عند هذه النقاط تختلف من نقطة لأخرى، فيلاحظ أن أقل هذه الأحجام يقع عند نقطة أجياد (في المتوسط ٤٥ مركبة / الساعة) بنسبة ٥,٥٪ فقط وأن أكثر هذه الأحجام يقع عند نقطة بن لادن (٢٨٩ مركبة / الساعة). أما من حيث نسبة الأحجام الممنوعة فيلاحظ أن أكثرها يقع عند نقطة الحفاير (٣٥,٣٪) وأقلها عند نقطة أجياد (٦,٧٪).

٢ ـ بصفة عامة يتبيّن أن أزمنة التأخير عند جميع النقاط عالية وأن أعلى تلك الأزمنة يقع عند نقطة إبراهيم الخليل (٣,٤ دقيقة / مركبة)، وأن أقلها عند نقطة محبس الجن (١,٥ دقيقة / مركبة).

٤ـ٢ـ الحركة من عرفات إلى مزدلفة:

تم تحليل البيانات التي جمعت على مراحل مختلفة كما يلي:

أ ـ حصر جميع أنواع المركبات المشاركة في الفترة من الساعة السابعة ليلة العاشر من ذي الحجة حتى الساعة الثانية صباحاً.

ب ـ تحديد شكل العلاقة بين المركبات المغادرة عرفات والوقت.

جـ ـ تحديد متوسط شغل كل مركبة من المركبات.

د ـ تحديد المستوى الحالي للخدمة في الطرق التي أجريت عليها الدراسة.

جدول (٤): الأحجام المارة والممنوعة وأزمنة التأخيرات عند نقاط الفرز

نقاط الفرز	الوقت	حجم المرور المسموح به	حجم المرور الممنوع	النسبة	متوسط زمن التأخير دقيقة / مركبة
المسجد الحرام	٨,٣٠ - ٧,٣٠	١٧٤٥	٢٢٨	١١,٦	٢,٧
	٩ - ١٠	١٧٢٩	١٤٧	٧,٨	٢,٣
	١٠ - ١١	١٤٧٧	١٧٥	١٠,٦	٢,٣
	متوسط الانحراف المعياري	١٦٥٠ (١٢٣)	٩٢ (١٧)	١٠ -	٢,٤ ٠,٢
محبس الجن	٨,٣٠ - ٧,٣٠	٩٢٧	٣٦١	٢٨	١,٤
	٩ - ١٠	٩٨٥	١٨٩	١٦,١	٢
	١٠ - ١١	٩٣٢	٢٦٠	٢١,٨	١
	متوسط الانحراف المعياري	٩٤٨ (٢٧)	٢٧٠ (٧١)	٢٢,٢ -	١,٥ ٠,٤
أجياد	٨,٣٠ - ٧,٣٠	٤٢٠	٢٣	٥,١	٢,٦
	٩ - ١٠	٦٦٥	٦٦	٩,٠	٢,٤
	١٠ - ١١	٧٨٣	٤٧	٥,٧	٢,١
	متوسط الانحراف المعياري	٦٢٣ (١٥١)	٤٥ (١٨)	٦,٧ -	٢,٤ ٠,٢
الحفاير	٨,٣٠ - ٧,٣٠	٢٩٧	٢٠٦	٤١	١,٧
	٩ - ١٠	٣٢٤	١٣٨	٣٠	١,٧
	١٠ - ١١	٢٧٣	١٤٥	٣٥	٢,٣
	متوسط الانحراف المعياري	٢٩٨ (٢١)	١٦٣ (٣١)	٣٥,٣ -	١,٩ ٠,٣
إبراهيم الخليل	٨,٣٠ - ٧,٣٠	٤١٤	١٤٧	٢٦,٢	٣,٣
	٩ - ١٠	٣٠٦	١٥٠	٣٢,٩	٤,٣
	١٠ - ١١	٤٧٥	١٧٨	٢٧,٣	٢,٥
	متوسط الانحراف المعياري	٣٩٨ (٨٠)	١٥٨ (١٤)	٢٨,٨ -	٣,٤ ٠,٨
بن لادن	٨,٣٠ - ٧,٣٠	١٢٩٤	٣٢٨	٢٠,٢	١,٧
	٩ - ١٠	٨٤١	٣٣٠	٢٨,٢	٢,٤
	١٠ - ١١	٩٣٠	٢٠٨	١٨,٢	٢,٢
	متوسط الانحراف المعياري	١٠٢٢ (١٩٦)	٢٨٩ (٥٧)	٢٢,٨ -	٢,١ ٠,٣

وفيما يلي مناقشة لما تم عمله في كل مرحلة:

٤ ـ ٢ ـ ١ ـ حصر أنواع المركبات المشاركة:

تم استخدام صحائف الحصر السابق تناولها بالذكر في حصر المركبات المشاركة في حركة النفرة من عرفات، وقد صممت كل صحيفة لحصر الأنواع المذكورة بها كل ١٥ دقيقة .. وبناءً على حصر المركبات فإن جدول رقم (٥) يبيّن النسب المئوية لكل نوع من أنواع المركبات على كل طريق، ومن هذا الجدول يتضح ما يلي:

أ ـ أن نسب المركبات الصغيرة تتفاوت قيمها على مختلف الطرق بين ١,١٪ إلى ١٠,٣٪ بينما تصل نسبتها إلى ٣,١٪ فقط على مجموع الطرق، الأمر الذي يظهر انخفاض نسبة هذه المركبات الصغيرة هذا العام بالمقارنة بالعام الماضي الذي وصلت فيه نسبة هذه المركبات إلى ١٣٪ على مجموع الطرق.

ب ـ بالنسبة للمركبات الصالون فإنه يظهر ارتفاع نسبة وجودها إلى باقي أنواع المركبات حيث تتروح قيمها بين ٣٤,٩٪ إلى ٥٧,٥٪ على مختلف الطرق. وبالنسبة لجميع الطرق فإن نسبة مركبات الصالون تصل إلى ٤٥,١٪. وبالمقارنة بالعام الماضي يتضح أن هناك ارتفاعاً في نسبة هذه المركبات حيث وصلت نسبة هذه المركبات في العام الماضي إلى ٣٦٪ على مجموع الطرق.

جـ ـ بالنسبة لسيارات الونيت فإن معدلاتها تتروح بين ٠,٧٪ إلى ٨,٦٪ على مختلف الطرق ولكن تصل نسبتها إلى ٣,٣٪ على جميع الطرق.

د ـ بالنسبة للحافلات الصغيرة فإن نسبتها تتروح بين ١,١١٪ إلى ٢٨,٩٪ على مختلف الطرق. وبالنسبة لمجموع الطرق فإن نسبة تلك

جدول (٥)

النسب المئوية لمختلف أنواع المركبات على طرق عرفات ـ مزدلفة من الساعة الأولى للنفرة حتى الساعة الواحدة صباحاً

طريق رقم	مركبات صغيرة	صالون	ونيت	حافلة صغيرة	حافلة كبيرة	لوري	المجموع الكلي	مجموع (١) المركبات الصغيرة	مجموع (٢) المركبات الكبيرة	المجموع الكلي
٢	٣,٣	٤٢,٩	٤,١	٢١	٢٠,٣	٨,٤	١٠٠	٥٠,٣	٤٩,٧	١٠٠
٣	٢,٣	٥٠,٧	١,٩	٢٣,١	٢٠,٢	١,٨	١٠٠	٥٤,٩	٤٥,١	١٠٠
٤	٢,٥	٤٦,٤	٣,٣	٢٦,٥	١٧,٧	٣,٦	١٠٠	٥٢,٢	٤٧,٨	١٠٠
٥	,٢	٥٧,٥	,٧	٢٨,٩	١١,٢	١,٥	١٠٠	٥٨,٤	٤١,٦	١٠٠
٦	١,٩	٣٧,٣	٢,٧	٢٤,٥	٣٠,٤	٣,٢	١٠٠	٤١,٩	٥٨,١	١٠٠
٧	١,٣	٤١,١	٢,٦	١١,١	٤٢,٣	١,٦	١٠٠	٤٥	٥٥	١٠٠
٨	١٠,٣	٤٦,٤	٨,٦	١٥	١٧,٧	٢	١٠٠	٦٥,٣	٣٤,٧	١٠٠
٩	١,١	٣٤,٩	٢,١	٢٠,٧	٤٠,٢	١	١٠٠	٣٨,١	٦١,٩	١٠٠
مجموع الطرق	٣,١	٤٥,١	٣,٣	٢١,٤	٢٤,٤	٢,٧	١٠٠	٥١,٥	٤٨,٥	١٠٠

(١) مجموع المركبات الصغيرة يشمل المركبات الصغيرة والونيت والصالون.

(٢) مجموع المركبات الكبيرة يشمل الحافلات الصغيرة والكبيرة واللوريات.

الحافلات تصل إلى ٢١,٤٪ الأمر الذي يظهر ارتفاع نسبها عن العام الماضي الذي وصلت فيه نسبة هذه المركبات إلى ١٤٪.

هـ بالنسبة للحافلات الكبيرة فإن نسبتها تتراوح من ١١,٢٪ إلى ٤٢,٣٪ على مختلف الطرق وتصل نسبتها إلى ٢٤,٤٪ على مجموع الطرق.

و ـ بالنسبة للوري فإنه تتراوح نسبته من ١,٥٪ إلى ٨,٤٪ على مختلف الطرق، بينما تصل نسبته إلى ٢,٧٪ على مجموع الطرق.

٤ ـ ٢ ـ ٢ ـ تحديد متوسط شغل كل مركبة:

يبيّن جدول (٦) متوسط شغل كل مركبة، ويتضح من هذا الجدول مدى ارتفاع متوسط شغل كل مركبة من المركبات، وعموماً فإن ارتفاع هذا المتوسط يعتبر من الظواهر التي توضح مدى استغلال المركبات بأقصى كفاءة ممكنة نتيجة الزحام المتواجد في الحج مما يسبب ضغطاً متزايد على وسائل النقل المتاحة.

كما يبين جدول (٦) أيضًا النسب المئوية للمركبات ونسبة عدد الركاب المنقولين بكل وسيلة من الوسائل، وبحساب نسبة المركبات الصغيرة والصالون والونيت فإنه يلاحظ أنها تمثل حوالي ٥٢,٣٪ في حين أنها تنقل نسبة ٢١,١٪ من مجموع الركاب، بينما تصل نسبة باقي وسائل النقل إلى ٤٧,٧٪ في حين تنقل نسبة ٧٨,٩٪ الأمر الذي يستدعي الانتباه والذي يبيّن بجلاء مدى قدرة المركبات الكبيرة مثل الحافلات على نقل الركاب وذلك لكبر سعتها.

جدول رقم (٦)

بيان توزيع الحجاج على وسائل النقل المختلفة مع بيان نسبة شغل كل مركبة أثناء النفرة من عرفات

نوع المركبة	عدد المركبات	عدد الركاب	متوسط شغل المركبة (راكب)	نسبة المركبات المئوية	نسبة عدد الركاب على كل وسيلة
مركبة صغيرة	٢١٣٣	١٢٠٧٣	٥,٦٦	٣,١١	,٧٥
صالون	٣١٣٠١	٣١٥٥١٤	١٠,٠٨	٤٥,٧٠	١٩,٥٣
ونيت	٢٣٨٨	١٣٣٩٧	٥,٦١	٣,٤٩	,٨٣
حافلة صغيرة	١٤٨١٩	٣٧٠٤٧٥	٢٥	٢١,٦٣	٢٢,٩٣
حافلة كبيرة	١٦٧٥٠	٨٧١,٠٠٠	٥٢	٢٤,٤٦	٥٣,٩٢
لوري *	١١٠١	٣٣٠٣٠	٣٠	١,٦١	٢,٠٤
المجموع	٦٨,٤٩٢	١,٦١٥,٤٨٩	-	١٠٠	١٠٠

* عدد مركبات اللوري المستخدمة في نقل الركاب فقط تصل إلى ٣٣٢ مركبة، بينما تصل المركبات المستخدمة للبضائع إلى ٧٦٩ مركبة.

٤ ـ ٢ ـ ٣ ـ تحديد مستوى خدمة الطرق الحالي:

يعتبر تحديد مستوى خدمة الطرق من المقاييس الهامة التي يمكن من خلالها التعرف على الحالة المرورية لتلك الطرق، ولمعرفة مستوى الخدمة فإنه يجب تحديد الطاقة الاستيعابية للطريق والتي تتأثر بعدة عوامل (دليل سعة الطرق الأمريكي بجناترادو، مورلوك، بايا كوستاس) منها على سبيل المثال:

أ ـ عرض حارات المرور (إذا كانت أقل من ١٢ قدم أو ٣,٦٥ م).

ب ـ عرض أكتاف الطريق (إذا كانت أقل من ٦ قدم من أو ١,٨ م).

جـ ـ مسافة الرؤية والميول.

د ـ نسبة المركبات الثقيلة.

هـ ـ السائقون وتعودهم على الطريق.

و ـ نوع الطريق.

ولحساب السعة الفعلية للطريق فقد تم أخذ المعاملات التالية في الاعتبار:

أ ـ معامل تدقيق السعة نتيجة أن عرض حارات المرور وعرض الأكتاف أقل من القيم المثلى التي حسبت على أساس عرض حارة المرور ١٢ قدمًا وعرض الأكتاف ٦ قدم. وسوف يرمز لهذا المعامل بالرمز *Fw*. وللحصول على هذا المعامل لكل الطرق فقد تم قياس عروض الطرق والأكتاف لكل طريق وذلك في مواقع حصر المركبات، وبناء على ذلك فقد تم تحديد معاملات تدقيق السعة نتيجة عروض الحارات والأكتاف لكل طريق.

ب ـ معامل تدقيق السعة نتيجة مرور مركبات ثقيلة على الطرق *(Fhv)* تمّ حساب هذا المعامل على أساس المعادلة الآتية:

$$(Fhv) = \frac{1}{1 + PS\,(ES - 1) + PSB\,(ESB - 1) + PB\,(E\,B - 1) + PT\,(ET - 1)}$$

حيث:

Fhv = معامل تدقيق السعة نتيجة وجود مركبات ثقيلة.

P_S = نسبة المركبات الصالون.

E_S = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك لمركبات الصالون.

P_{SB} = نسبة الحافلات الصغيرة.

E_{SB} = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك للحافلات الصغيرة.

P_B = نسبة الحافلات الكبيرة.

E_B = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك للحافلات الكبيرة.

P_T = نسبة اللواري.

E_T = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك للوري.

جـ ـ معامل تدقيق السعة نتيجة السائقين وتعودهم على الطريق (Fd): كما هو مذكور في دليل سعة الطرق الأمريكي فإن هذا المعامل تتراوح قيمته من ٧٥, إلى ٩, ٠ حتى يؤخذ في الاعتبار تأثير السائقين الذين لايستعملون الطريق بصفة منتظمة، وفي حالة الحج فقد أوضح موسى (١٤٠٧هـ) أن نسبة ٣, ٣٣٪ من الحجاج المجيبين على استبيان دراسته تفيد بعدم إلمام سائق السيارة المقلة لهم بالطرق التي يجب أن يسير عليها بالمشاعر، وقد تم فرض هذا العامل٨, ٠ ٠

د ـ معامل تدقيق السعة نتيجة نوع الطريق نفسه.

وبناءً على هذه المعاملات فقد تم حساب درجة الزحام، ويوضح جدول (٧) مستوى الخدمة لكل طريق ولكل ساعة وذلك للمستويات A حتى F وكذلك لمجموع

الطرق، ومن هذا الجدول يتبيّن ما يأتي:

أولاً: أن مستوى الخدمة يختلف من ساعة لأخرى على مختلف الطرق.

ثانيًا: يلاحظ أنه خلال ساعة الذروة (من ٨ إلى ٩ مساءً) يكون مستوى الخدمة غير مقبول على جميع الطرق.

ثالثًا: بالنظر إلى مستوى الخدمة على مجموع الطرق فإنه يلاحظ أنه يكون غير مقبول منذ الساعة الثامنة حتى الساعة الحادية عشرة مساءً، وهذا بفرض توزيع جميع المركبات على الطرق توزيعاً متساوياً الأمر الذي لايحدث في الواقع حيث يكون هناك إقبال على بعض الطرق أكثر من الأخرى كما يظهر من الجدول.

جدول (٧)

بيان مستوى الخدمة لكل طريق ولكل ساعة من ساعات النفرة (١٤١٣هـ)

رقم الطريق / الساعة	٨-٧ مساءً	٩-٨ مساءً	١٠-٩ مساءً	١١-١٠ مساءً	١٢-١١ مساءً	١-١٢ صباحًا	٢-١ صباحًا
٢	F	F	C	C	C	C	C
٣	E	F	E	A	A	A	A
٤	E	F	D	A	A	A	A
٥	A	F	F	F	B	B	A
٦	C	D	D	C	B	B	A
٧	F	E	E	C	B	A	A
٨	D	D	C	B	B	A	A
٩	F	E	E	C	C	A	A
مجموع الطرق	D	E	D	C	A	A	A

٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ طرح البدائل المختلفة ودراسة تأثير كل بديل للتغلب على مشكلة الزحام:

تبيّن مما سبق أن مستوى الخدمة الحالي على طرق عرفات ـ مزدلفة يعتبر غير مقبول ولتحسين هذا المستوى دون إنشاء أو توسيع الطرق أو استخدام سكك حديدية، وبهدف استخدام نوع الوسيلة المناسبة فإنه يمكن دراسة أحد البدائل الآتية:

بديل ١: حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات حظراً باتًا واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها.

بديل ٢: حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات حظراً باتًا واستخدام حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها.

بديل ٣: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها.

بديل ٤: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها.

بديل ٥: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها.

بديل ٦: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها.

وكما سبق ذكره فإن ساعة الذروة على مجموع الطرق تكون من الساعة التاسعة حتى العاشرة مساءً لذلك فإنه سوف يتم دراسة البدائل المختلفة في هذه الساعة فقط باعتبار أنه إذا تم تحسين مستوى الخدمة في هذه الفترة فإنه بالطبع

سوف يتحسن في الفترات الأخرى الأقل ازدحاماً، ولقد تم حساب مستوى الخدمة المناظر لكل بديل من البدائل المختلفة كما يتضح من جدول (٤) في هذه الساعة، وسوف يتم فيما يلي مناقشة نتائج كل بديل على حدة:

٤ـ٢ـ٤ـ١ـ بديل ١: حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها:

اقترح مركز أبحاث الحج من قبل فكرة حظر استخدام المركبات الصغيرة في مناطق المشاعر (١٤٠١هـ)، وقد صدر بالفعل قرار يقضي بحظر استخدام هذه المركبات، ويتضح من جدول رقم (١) انخفاض نسبة المركبات الصغيرة المشاركة في النفرة هذا العام حيث وصلت نسبتها إلى ٣,١٪ من مجموع المركبات بالمقارنة بالعام الماضي الذي وصلت فيه نسبة هذه المركبات إلى ١٣٪، ولكن إذا تم منع هذه المركبات منعاً باتاً فإنه يلاحظ من جدول (٨) أنه سوف لايحدث أي تحسن في مستوى الخدمة بحيث يتم الانتقال من مستوى لآخر نظراً لانخفاض نسبة المركبات الصغيرة المشاركة.

ويتضح من ذلك أن منع المركبات الصغيرة فقط لايكفل تحقيق الهدف المنشود بحل مشكلة الزحام والوصول إلى مستوى الخدمة المطلوب (C) ولكنه يساعد على تحسن درجة الزحام إلى حد ما.

٤ـ٢ـ٤ـ٢ـ بديل ٢: حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات حظراً باتاً واستخدام حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها:

يلاحظ من جدول (٨) أنه باستخدام حافلات ذات دورين بدلاً من المركبات الصغيرة فإن مستوى الخدمة يتحسن من مستوى F إلى E وذلك على طريق رقم ٧ فقط.

وكما سبق ذكره فإن هذا البديل لايضمن الوصول إلى الحل المنشود.

جدول رقم (٨)

بيان مستويات الخدمة للبدائل المختلفة في الساعة من ٨ إلى ٩ مساء يوم النفرة إلى مزدلفة ١٤١٣هـ

طريق	الوضع الحالي	بديل (١) رفع المركبات الصغيرة وإحلال حافلات ذات دور واحد بدلاً منها	بديل (٢) رفع المركبات الصغيرة وإحلال حافلات ذات دورين بدلاً منها	بديل (٣) رفع المركبات الصغيرة والونيت والصالون وإحلال حافلات ذات دور واحد بدلاً منها	بديل (٤) رفع المركبات الصغيرة والونيت والصالون وإحلال حافلات ذات دورين بدلاً منها	بديل (٥) رفع المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة وإحلال حافلات ذات دور واحد بدلاً منها	بديل (٦) رفع المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة وإحلال حافلات ذات دورين بدلاً منها
٢	F	F	F	E	E	F	D
٣	F	F	F	D	D	D	C
٤	F	F	F	E	E	E	D
٥	F	F	F	E	E	E	D
٦	D	D	D	C	C	C	C
٧	F	E	E	D	D	D	C
٨	D	D	D	B	B	C	B
٩	E	E	E	D	D	D	D
جميع الطرق	E	E	E	C	C	C	B

٤-٢-٤-٣-بديل ٣: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها:

يلاحظ من جدول (٤) ما يأتي:

أ - يتحسن مستوى الخدمة على الطرق من ٢ حتى ٩ من المستويات $F, F, F, F, F, F, D, F, D, E$ إلى المستويات E, D, E, E, C, D, B, D على الترتيب.

ب - يتحسن مستوى الخدمة على جميع الطرق من المستوى E إلى C، وبذلك يمكن الوصول إلى الحل المنشود أو المستوى المطلوب (C) عن طريق هذا البديل.

٤-٢-٤-٤-بديل ٤: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها:

يلاحظ من جدول (٤) ما يأتي:

أ - يتحسن مستوى الخدمة على الطرق من ٢ إلى ٩ من المستويات F، F، F، F، D، F، D، E إلى المستويات E، D، E، E، C، D، B، D على التوالي.

ب - يتحسن المستوى على جميع الطرق من المستوى E إلى C.

٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٥ ـ بديل ٥: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها:

يلاحظ من جدول (٤) ما يأتي:

أ ـ يتحسن مستوى الخدمة في الوضع الحالي على الطرق من ٢ إلى ٩ من المستويات *F*، *F*، *F*، *F*، *D*، *F*، *D*، *E* إلى المستويات *E*، *D*، *E*، *E*، *C*، *D*، *C*، *D* على التوالي.

ب ـ يتحسن المستوى على جميع الطرق من المستوى *E* إلى *C*.

٤ ـ ٢ ـ ٤ ـ ٦ ـ بديل ٦: حظر دخول المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها:

يلاحظ من جدول (٤) ما يأتي:

أ ـ يتحسن مستوى الخدمة في الوضع الحالي على الطرق من ٢ إلى ٩ من المستويات *F*، *F*، *F*، *F*، *D*، *F*، *D*، *E* إلى المستويات *D*، *C*، *D*، *D*، *C*، *C*، *B*، *D* على التوالي.

ب ـ يتحسن المستوى على جميع الطرق من المستوى *E* إلى *B*.

٤ ـ ٣ ـ ٥ ـ تقويم البدائل المختلفة واختيار المناسب منها:

إن هذه المرحلة تستدعي بحث البدائل المطروحة تحت جزء (٥)، كما تستدعي دراسة مدى التحسن في مستوى الخدمة، ومن المناسب أيضاً التعرف على الزيادة في الطاقة الاستيعابية نتيجة تنفيذ كل بديل من البدائل المختلفة، وكما

جدول (٩)
بيان مستويات الخدمة والزيادة في الطاقة الاستيعابية للبدائل المختلفة في ساعة الذروة

رقم البديل	مستوى الخدمة	نسبة الزيادة في الطاقة الاستيعابية
١	*E*	٪١,٦
٢	*E*	٪١,٧
٣	*C*	٪٤٦
٤	*C*	٪٥٢,٥
٥	*C*	٪٥٣
٦	*B*	٪٨٣,٨

ذكر سابقاً فإنه بالنسبة لمجموع الطرق فإن ساعة الذروة تقع بين الساعة الثامنة والتاسعة مساءً. لذلك فإنه قد تم حساب الزيادة في الطاقة الاستيعابية لهذه الساعة ولكل بديل كما يتضح من جدول رقم (٩).

ويلاحظ من جدول (٩) أن كل بديل من البدائل قد ساهم في زيادة الطاقة الاستيعابية للطرق فمثلاً منع المركبات الصغيرة منعاً باتاً يؤدي إلى زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ١,٦٪ في حالة إحلال حافلات ذات دور واحد. أما في حالة إحلال حافلات ذات دورين فإن ذلك يؤدي إلى زيادة مقدارها ١,٧٪، كما أنه في حالة منع المركبات الصغيرة والونيت والصالون وإحلال حافلات ذات

دور واحد فإن الطاقة الاستيعابية للطرق تزيد بمقدار ٤٦٪، ويضمن ذلك الوصول إلى المستوى المطلوب، أما في حالة إحلال حافلات ذات دورين فإن ذلك يؤدي إلى زيادة في الطاقة الاستيعابية بمقدار ٥٢,٥٪، وفي حالة منع المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة وإحلال حافلات كبيرة ذات دور واحد فإن ذلك يؤدي إلى زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٥٣٪. أما في حالة إحلال حافلات ذات دورين فإنه ينتج عن ذلك زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٨٣,٨٪.

ومن هذا يتضح أن منع المركبات الصغيرة والصالون والونيت يؤدي إلى تحسن الحركة أثناء النفرة والوصول إلى المستوى المطلوب *(C)*.

٤ ـ ٢ ـ ٦ ـ خصائص مستخدمي المركبات الصالون:

تبيَّن مما سبق أن المركبات الصالون تؤثر تأثيراً كبيراً على مستوى الخدمة وذلك يستلزم التعرف على خصائص مستخدمي هذه المركبات، ويوضح جدول (١٠) نتائج مقابلات شخصية مع عيِّنة حجمها ٣٠٢ من مستخدمي هذه المركبات، ويتضح من الجدول مايلي:

أ ـ أن أغلب مستخدمي هذا النوع من المركبات من حجاج الداخل حيث تصل نسبتهم إلى ٧٨,٧٪، بينما يمثل حجاج الخارج ٣,٢١٪ فقط.

ب ـ ارتفاع نسبة من يستخدم هذه المركبة كمركبة خاصة حيث تصل نسبتهم إلى ٩,٦٥٪ أي حوالي ثلثي المستخدمين، بينما يستخدمها الثلث الباقي كأجرة أو مع أصدقاء.

جـ ـ أن أكثر من ثلث هذه المركبات تكون حمولتها أقل من ٩ راكب.

د ـ أن أكثر من ثلثي مستخدمي هذه المركبات توجد صلة بينهم وتصل نسبة من استخدمها هو وأسرته فقط إلى أكثر من الثلث.

هـ ـ أفاد حوالي ثلث المستخدمين أنه يمكنهم الاستغناء عن المركبات الصالون في حالة توفير وسيلة انتقال أخرى، ومن حيث أفضلية هذه الوسائل تأتي الحافلة في المرتبة الأولى يليها القطار.

و ـ أن أكثر من ثلثي مستخدمي هذه المركبات قد سبق لهم الحج قبل ذلك، وبناءً على هذه الخصائص يتبيَّن ضرورة وضع استراتيجيات للحد من استخدامها في المشاعر المقدسة.

جدول (١٠): نتائج استبيان ركاب الجيمسات

مكان الإقامة	حجاج الداخل ٪٧٨,٧	حجاج الخارج ٪٢١,٣	الكلي ٪١٠٠
كيفية استخدام المركبة	خاصة ٪٦٥,٩	أجرة ٪١٧,٧	مع أصدقاء ٪١٦,٤
عدد الأفراد داخل الجيمس	أقل من ٩ ٪٣٦,٧	٩ - ١٢ ٪٣٣,٦	أكثر من ١٢ ٪٢٩,٧
هل توجد صلة بينك وبين من كانوا معك في الجيمس ؟	نعم ٪٧٧,٣	لا ٪٢٢,٧	
ماهي هذه الصلة ؟	أسرتي فقط ٪٣٥,١ أسرتي وغرباء ٪,٣	أسرتي وأصدقاء ٪٢٢,٢ غرباء ٪٢١,٥	أصدقاء ٪١٩,٩ أخرى ٪١
هل كان يوجد عوائل داخل الجيمس ؟	نعم ٪٧٠,١	لا ٪٢٩,٩	الكلي ٪١٠٠
لماذا استخدمت الجيمس ؟	لأنه ملكي ٪٢٩,٦ لعدم توفر حافلات ٪٤,٦	لتوفيره خصوصية ٪٢٥ لوجود قرابة ٪١١,٧	أخرى ٪٢٩,١
في حالة توفير وسيلة انتقال أخرى هل يمكنك الاستغناء عن الجيمس ؟	نعم ٪٣٢,٩	لا ٪٦٧,١	الكلي ٪١٠٠
في حالة نعم ماهي وسيلة النقل المناسبة ؟	سيارة صغيرة ٪٢,٣ قطار ٪١٠,٥	حافلة صغيرة ٪١١,٣ المشي ٪٣,٥	حافلة كبيرة ٪٧٤,٤
هل سبق لك الحج قبل ذلك ؟	نعم ٪٧٠,٤	لا ٪٢٩,٦	الكلي ٪١٠٠

٤ ـ ٢ ـ ٧ ـ تحليل أزمنة الانتقال من عرفات إلى مزدلفة :

تم قياس أزمنة الانتقال على بعض حافلات النقابة أثناء النفرة وصل عددها إلى ١٥ حافلة حيث تم توفير عدد ١٥ طالباً فقط للقيام بهذه المهمة وذلك باستخدام ٥ طرق هي أرقام ٣، ٦، ٨، ٩، وهذا في حد ذاته يعطي انطباعاً عن أزمنة الانتقال ليلة النفرة، وفيما يلي عرض لطريقة القياس:

أ ـ تم تخصيص طالب لكل حافلة بحيث يكون متواجداً بداخلها منذ صعود الحجاج للحافلة حتى نهاية رحلتها للرد الثاني.

ب ـ تم استخدام صحيفة لقياس أزمنة الانتقال وما يتخللها من تأخيرات تمثل:

١ ـ الازدحام المروري نتيجة لكثرة المركبات.

٢ ـ العوائق نتيجة وجود سيارات مخالفة على جانب الطريق.

٣ ـ إنزال حجاج لالتقاط الجمرات.

٤ ـ انتظار حجاج.

٥ ـ إنزال حجاج في المؤسسات.

٦ ـ التقاطع.

٧ ـ عبور مشاة.

٨ ـ غير ذلك.

جـ ـ تم تقسم الرحلة إلى قطاعات هي:

القطاع الأول : من بدء مغادرة الحافلة حتى نهاية حدود عرفات.

القطاع الثانـي: من نهاية حدود عرفات حتى بداية حدود مزدلفة.

القطاع الثالـث: من بداية حدود مزدلفة حتى نهاية حدودها.

القطاع الرابـع: من نهاية حدود مزدلفة حتى بداية حدود منى.

القطاع الخامس: من بداية حدود منى حتى نهاية حدودها.

القطاع السادس: من نهاية حدود منى حتى الوصول إلى الششة (بن داود).

القطاع السـابـع: من الششة (بن داود) حتى بداية عرفات.

القطاع الثـامـن: من بداية عرفات حتى الوصول لإركاب الحجاج لبداية الرد الثاني.

وقـد تم توزيع الطلاب على المؤسسـات المختلفـة للانطلاق في حافـلات تلك المؤسسات بدلاً من التركيز على مؤسسة واحدة.

ويبيّن جدول (١١) الأزمنة المستغرقة لنقل الحجاج أثناء النفرة، ويتضح من الجدول مايلي:

١ ـ أن أعلى زمن انتقال بالنسبة للقطاعات المختلفة يقع في القطاع الذي يقع بين نهاية حدود عـرفات حتى بداية حدود مزدلفة بمتـوسط زمن ساعـتين وثلاث عشرة دقيقة وخمس وعشرين ثانية.

٢ ـ أن متـوسط الزمن المستغرق من بدء صعـود الحافلات حتى الوصول إلى بداية حدود مزدلفة يستغرق حوالي ٤ ساعات.

جدول (١١): الأزمنة المستغرقة لنقل الحجاج أثناء النفرة

رقم الطريق	من توقيت صعود الحافلة حتى التحرك ت ق س	من بداية مغادرة الحافلة حتى حدود عرفات ت ق س	من نهاية حدود عرفات حتى بداية حدود مزدلفة ت ق س	من بداية حدود مزدلفة حتى نهاية حدودها ت ق س	من نهاية حدود مزدلفة حتى بداية حدود منى ت ق س	من بداية حدود منى حتى نهاية حدودها ت ق س	من نهاية حدود منى حتى الوصول للششة ت ق س	المجموع
٣	٠٠,٧,٠٠	١,٠٢,٠٠	٠٠,٣٢,٠٠	-	-	-	-	-
٦	٠٠,٤٠,٠٠	١,١٣,٢٠	١,٣١,٠٠	١,٠١,٠٠	٠٠,٢٩,٣٠	١,٣٨,٠٠	٠٠,٥٦,٠٠	-
٨	٠٠,٢٧,٣٠	١,١٨,٠٠	٣,٢١,٠٠	٢,٢٥,٠٠	-	-	-	-
٩	٠٠,٢١,٤٠	١,٥٣,٢٠	٣,٢٩,٤٠	٢,٣٨,٠٠	-	-	-	-
المتوسط	٠٠,٢٧,٢٧	١,٢١,٤٠	٢,١٣,٢٥	٢,٠١,٢٠	٠٠,٢٩,٣٠	١,٣٨,٠٠	٠,٥٦,٠٠	٩,٠٧,٢٢

٣ ـ أن الزمن المستغرق حتى الوصول قبل بداية عرفات يصل إلى أكثر من ٩ ساعات مما يتبيَّن منه أن الحافلات ذات الردين لاتستطيع نقل حجاج الرد الثاني إلا بعد الساعة الرابعة صباحاً وبذلك يصلون إلى مزدلفة بعد صلاة الفجر.

لذلك يجب خفض قيم أزمنة التأخيرات بقدر الإمكان، ويمكن تحقيق ذلك بالتعرف على أسباب التأخيرات، ويوضح جدولا (١٢)، (١٣) النسب المئوية وقيم أزمنة التأخيرات حسب أسباب حدوثها، ويتضح من الجدول التالي:

أولاً : المسافة ابتداءً من مغادرة الحافلة حتى نهاية حدود عرفات:

يلاحظ أن كثرة المركبات وازدحامها يساهم بقسط كبير في أزمنة التأخيرات حيث يتراوح الزمن المفقود نتيجة هذا السبب بين ٣,٨٤٪ إلى ٤,٩١٪ على الطرق التي تم دراستها ويصل نسبة متوسط هذا الزمن إلى ٢,٨٩٪ (بزمن قدره $٥٦,٥٢,-^{س}_{ق}$) وتساهم التقاطعات بنسبة ٨,٥٪ (بزمن قدره $٢٣,٣,-^{س}_{ق}$)، ثم الاختلاط بالمشاة بنحو ١,٣٪ (بزمن قدره $٥٢,١,-^{س}_{ق}$)، ثم وجود السيارات المخالفة على جانبي الطريق بنحو ١,٦٪ (بزمن قدره $٥٧,-,-^{س}_{ق}$)، وبذلك يتضح أن تأثير كثرة المركبات وازدحامها يعتبر عالياً بجانب الأسباب الأخرى والتي يعتبر تأثيرها محدوداً جداً حيث يصل الزمن المفقود نتيجة هذه الأسباب مجتمعة إلى ($٢٣,٦,-^{س}_{ق}$) فقط.

جدول (١٢)

رقم الطريق	من بداية مغادرة الحافلة حتى نهاية حدود عرفات	من نهاية حدود عرفات حتى بداية حدود مزدلفة	من بداية حدود مزدلفة حتى نهاية حدودها	من نهاية حدود مزدلفة حتى بداية حدود منى	من بداية حدود منى حتى نهاية حدودها	من نهاية حدود منى حتى الوصول للششة	المجموع
٣	(١) ٩١٪ (٧) ٩٪	(١) ١٠٠٪					
3	١٠٠٪	١٠٠٪					
٦	(١) ٨٤,٣٪ (٢) ٥,٩٪ (٦) ١,٧٪ (٧) ٧,٨٪ (٨) ٠,٣٪	(١) ٩٨,٧٪ (٧) ١,٣٪	(١) ٥٢,٢٪ (٣) ٤٣,٥٪ (٨) ٤,٣٪	(١) ٢٣,٣٪ (٢) ١٢,٩٪ (٦) ٢٩,٨٪ (٧) ٤,٩٪ (٨) ٢٩,١٪	(١) ٩٪ (٥) ١٧,٣٪ (٦) ١٥,١٪ (٧) ٤٤,٥٪ (٨) ١٤,١٪	(١) ١٠,٦٪ (٦) ٦٢,٨٪ (٧) ٢٦,٦٪	
3	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	
٨	(١) ٩٠,٩٪ (٦) ٩,١٪	(١) ٩٦,٨٪ (٨) ٣,٢٪	(١) ٣٣,١٪ (٣) ٢٨,٢٪ (٧) ٣٨,٧٪				
3	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪				
٩	(١) ٩١,٤٪ (٦) ٧,٦٪ (٨) ١٪	(١) ٩١,٤٪ (٢) ٥,١٪ (٧) ٣,٥٪	(١) ٤٩,١٪ (٢) ١٢,٣٪ (٣) ٢٥,٦٪ (٦) ٩,٢٪ (٧) ٣,٨٪				
3	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪				
المتوسط	(١) ٨٩,٢٪ (٢) ١,٦٪ (٦) ٥,٨٪ (٧) ٣,١٪ (٨) ٠,٣٪	(١) ٩٥,٦٪ (٢) ١,٨٪ (٧) ١,٦٪ (٨) ١,٠٪	(١) ٤٤,٣٪ (٢) ٥,٥٪ (٣) ٣٠,٢٪ (٦) ٤,١٪ (٧) ١٥,٠٪ (٨) ٠,٩٪	(١) ٢٣,٣٪ (٢) ١٢,٩٪ (٦) ٢٩,٨٪ (٧) ٤,٩٪ (٨) ٢٩,١٪	(١) ٩٪ (٥) ١٧,٣٪ (٦) ١٥,١٪ (٧) ٤٤,٥٪ (٨) ١٤,١٪	(١) ١٠,٦٪ (٦) ٦٢,٨٪ (٧) ٢٦,٦٪	٤٥,٨٪ ٢,٦٪ ٧,٢٪ - ٤,١٪ ١٦٪ ١٨,٨٪ ٥,٥٪
3	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪

ملحوظة: الأرقام بين القوسين تعبر عن نوع التأخير كالتالي:

(١) كثرة وازدحام المركبات. (٢) سيارات مخالفة على جانبي الطريق. (٣) إنزال حجاج لالتقاط الجمرات.
(٤) انتظار الحجاج. (٥) إنزال حجاج في المؤسسات. (٦) تقاطع.
(٧) الاختلاط بالمشاة. (٨) أسباب أخرى.

جدول (١٣)

رقم الطريق	من بداية مغادرة الحافلة حتى نهاية حدود عرفات	من نهاية حدود عرفات حتى بداية حدود مزدلفة	من بداية حدود مزدلفة حتى نهاية حدودها	من نهاية حدود مزدلفة حتى بداية حدود منى	من بداية حدود منى حتى نهاية حدودها	من نهاية حدود منى حتى الوصول للششة	المجموع
٣	(١) ٠٠,٢٥,٦ (٧) ٠٠,٢,٣٠	(١) ٠٠,١٩,٠٦					
3	٠٠,٢٧,٣٦	٠٠,١٩,٠٦					
٦	(١) ٠٠,٥٤,١٤ (٢) ٠٠,٠٣,٤٨ (٦) ٠٠,٠١,٠٧ (٧) ٠٠,٠٥,٠٠ (٨) ٠٠,٠٠,٠٩	(١) ٠١,٠٤,٤٥ (٧) ٠٠,٠٠,٥٢	(١) ٠٠,٢٩,٠٢ (٣) ٠٠,٢٤,١٠ (٨) ٠٠,٠٢,٢٥	(١) ٠٠,٠٥,١٢ (٢) ٠٠,٠٢,٥٣ (٦) ٠٠,٠٦,٣٩ (٧) ٠٠,٠١,٠٦ (٨) ٠٠,٠٦,٢٩	(١) ٠٠,٠٧,٥٣ (٥) ٠٠,١٥,١١ (٦) ٠٠,١٣,١١ (٧) ٠٠,٣٨,٥٧ (٨) ٠٠,١٢,٢٢	(١) ٠٠,٠٥,٣٣ (٦) ٠٠,٣٢,٤٣ (٧) ٠٠,١٣,٥١	
3	١,٠٤,١٨	٠١,٠٥,٣٧	٠٠,٥٥,٣٧	٠٠,٢٢,١٩	٠١,٢٧,٣٤	٠٠,٥٢,٠٧	
٨	(١) ١,٢٤,٠٣ (٦) ٠٠,٠٨,٢٦	(١) ٠١,١٥,١٦ (٨) ٠٠,٠٢,٢٨	(١) ٠٠,٣٠,٠٠ (٣) ٠٠,٢٥,٣٠ (٧) ٠٠,٣٥,٠٠				
3	١,٣٢,٢٩	٠١,١٧,٤٤	٠١,٣٠,٣٠				
٩	(١) ٠٠,٤٨,٢٢ (٦) ٠٠,٠٤,٠٢ (٨) ٠٠,٠٠,٣٠	(١) ٠١,٢٠,١٢ (٢) ٠٠,٠٤,٢٥ (٧) ٠٠,٠٣,٠٧	(١) ٠٠,٥٧,٤٥ (٢) ٠٠,١٤,٢٥ (٣) ٠٠,٣٠,٠٠ (٦) ٠٠,١٠,٤٥ (٧) ٠٠,٠٤,٢٥				
3	٠٠,٥٢,٥٤	٠١,٢٧,٤٤	٠١,٥٧,٢٠				
المتوسط	(١) ٠٠,٥٢,٥٦ (٢) ٠٠,٠٠,٥٧ (٦) ٠٠,٠٣,٢٣ (٧) ٠٠,٠١,٥٢ (٨) ٠٠,٠٠,١٠	(١) ٠٠,٥٩,٥٠ (٢) ٠٠,٠١,٠٧ (٧) ٠٠,٠١,٠٠ (٨) ٠٠,٠٠,٣٧	(١) ٠٠,٣٨,٥٦ (٢) ٠٠,٠٤,٤٨ (٣) ٠٠,٢٦,٣٣ (٦) ٠٠,٠٣,٣٥ (٧) ٠٠,١٣,٠٨ (٨) ٠٠,٠٠,٤٨	(١) ٠٠,٠٥,١٢ (٢) ٠٠,٠٢,٥٣ (٦) ٠٠,٠٦,٣٩ (٧) ٠٠,٠١,٠٦ (٨) ٠٠,٠٦,٢٩	(١) ٠٠,٠٧,٥٣ (٥) ٠٠,١٥,١١ (٦) ٠٠,١٣,١١ (٧) ٠٠,٣٨,٥٧ (٨) ٠٠,١٢,٢٢	(١) ٠٠,٠٥,٣٣ (٦) ٠٠,٣٢,٤٣ (٧) ٠٠,١٣,٥١	٠٢,٥٠,٢٠ ٠٠,٠٩,٤٥ ٠٠,٢٦,٣٣ ٠٠,٠٠,٠٠ ٠٠,١٥,١١ ٠٠,٥٩,٣١ ٠١,٠٩,٥٤ ٠٠,٢٠,٢٦
3	٠٠,٥٩,١٨	٠١,٠٢,٣٤	٠١,٢٧,٤٨	٠٠,٢٢,١٩	٠١,٢٧,٣٤	٠٠,٥٢,٠٧	٠٦,١١,٤٠

ملحوظة: الأرقام بين القوسين تعبر عن نوع التأخير كالتالي:

(١) كثرة وازدحام المركبات. (٢) سيارات مخالفة على جانبي الطريق. (٣) إنزال حجاج لالتقاط الجمرات.
(٤) انتظار الحجاج. (٥) إنزال حجاج في المؤسسات. (٦) تقاطع.
(٧) الاختلاط بالمشاة. (٨) أسباب أخرى.

ثانياً : المسافة من نهاية حدود عرفات حتى بداية حدود مزدلفة:

يتضح من جدول (١٢) أن كثرة المركبات وازدحامها تساهم بالنصيب الأكبر في أزمنة التأخيرات حيث تتراوح من ٤ , ٩١٪ إلى ١٠٠٪ على الطرق التي تم دراستها، وفي المتوسط تبلغ هذه النسبة نحو ٦ , ٩٥٪. أما الأسباب الأخرى فيبدو أن إسهامها في أزمنة التأخيرات منخفضة حيث يصل الزمن المفقود نتيجة هذه الأسباب إلى (٤٤ ث, ٢ ق, - س) فقط كما يتضح من جدول (١٣).

ثالثاً : المسافة من بداية حدود مزدلفة حتى نهاية حدودها:

يتضح من جدول (١٢) انخفاض تأثير كثرة المركبات في هذا القطاع عما سبقه من قطاعات حيث تتراوح نسبة الزمن المفقود نتيجة كثرة المركبات وازدحامها في المتوسط إلى ٣ , ٤٤٪ (بزمن مقداره ٥٦ ث, ٣٨ ق, - س) وذلك لزيادة نسب أزمنة التأخيرات نتيجة للأسباب الأخرى التي يظهر أن أكثرها تأثيراً هو إنزال الحجاج لالتقاط الجمرات والتي تصل نسبة أزمنة التأخيرات بسببها إلى ٢ , ٣٠٪ (بزمن مقداره ٣٣ ث, ٢٦ ق, - س)، كما يظهر أيضاً ارتفاع الزمن المفقود بسبب الاختلاط بالمشاة والذي تصل نسبته إلى ١٥٪ (بزمن مقداره ٨ ث, ١٣ ق, - س)، ثم يأتي بعد ذلك الزمن المفقود بسبب وجود سيارات مخالفة على جانبي الطريق والذي تصل نسبته إلى ٥ , ٥٪ (بزمن ٤٨ ث, ٤ ق, - س).

رابعاً : المسافة من نهاية حدود مزدلفة حتى بداية حدود منى:

يتضح من هذا القطاع أن أعلى نسبة في أزمنة التأخيرات يرجع إلى التقاطعات حيث تصل تلك النسبة إلى ٨ , ٢٩٪ (بزمن مقداره ٣٩ ث, ٦ ق, - س)، يليه سبب كثرة المركبات بنسبة ٣ , ٢٣٪ (بزمن ١٢ ث, ٥ ق, - س)، ثم يأتي بعد ذلك سبب

وجود السيارات المخالفة على جانبي الطريق والتي تصل نسبة الزمن المفقود بسببها إلى ١٢,٩٪ (بزمن ٥٣ث, ٢ق, -س).

خامساً : المسافة من بداية حدود منى حتى نهاية حدودها:

يلاحظ في هذا القطاع ارتفاع نسبة أزمنة التأخيرات بسبب الاختلاط بالمشاة حيث تصل تلك النسبة إلى ٤٤,٥٪ (بزمن مقداره ٥٧ث, ٣٨ق, -س)، يليه إنزال الحجاج في المؤسسات والذي تصل نسبة الزمن المفقود بسببه إلى ١٧,٣٪ (بزمن مقداره ١١ث, ١٥ق, -س)، ثم وجود التقاطعات والتي تساهم بنسبة ١٥,١٪ (بزمن مقداره ١١ث, ١٣ق, ٠-س).

سادساً : المسافة من نهاية حدود منى حتى الوصول للششة:

ويظهر من جدول (١٢) أن أعلي نسبة زمن مفقود ترجع إلى التقاطعات حيث تساهم بنسبة ٦٢,٨٪ (بزمن مقداره ٤٣ث, ٣٢ق, -س)، ثم يأتي بعد ذلك سبب الاختلاط بالمشاة والذي يساهم بنحو ٢٦,٦٪ (بزمن مقداره ٥١ث, ١٣ق, -س)، ثم يأتي بعد ذلك كثرة وازدحام المركبات والتي تساهم بنحو ١٠,٦٪ (بزمن مقداره ٣٣ث, ٥ق, -س).

هذا كان نتيجة التحليل على مستوى القطاعات المختلفة، أما على مستوى المسافة كلها فإن جدولي (١٢)، (١٣) يوضحان متوسط النسب المئوية وكذلك متوسط قيم أزمنة التأخيرات على مستوى جميع الطرق حيث يتضح من جدول (١٣) أن أزمنة التأخيرات تصل إلى إجمالي مقداره (٤٠ث, ١١ق, ٦س)، وبإضافة متوسط ومدة انتظار المركبات والذي يصل إلى (٢٧ث, ٢٧ق, -س) فإن الناتج يصل إلى (٧ث, ٣٩ق, ٦س). وبمقارنة هذا الوقت بوقت الرحلة المستغرق (٢٢ث, ٧ق, ٩س) فإنه يتضح أن أزمنة التأخيرات تصل إلى ٧٣٪ من إجمالي الوقت المستغرق.

كما يتضح من جدولي (١٢)، (١٣) أن أعلى نسبة تأخير ترجع إلى كثرة المركبات وازدحامها والتي تصل إلى ٤٥,٨٪ (بزمن مقداره $٢٠,٥٠^{ث}_{ق}$ $٢,٥^{س}$)، يليها اختلاط المركبات بالمشاة بنسبة ١٨,٨٪ (بزمن مقداره $٥٤,٩^{ث}_{ق}$ $١^{س}$)، ثم تأثير وجود التقاطعات والتي تصل نسبتها إلى ١٦٪ (بزمن مقداره $٣١,٥٩^{ث}_{ق}$ $-^{س}$)، ثم إنزال الحجاج لالتقاط الجمرات والذي تصل مساهمته بنحو ٧,٢٪ (بزمن مقداره $٣٣,٢٦^{ث}_{ق}$ $-^{س}$).

لذلك يجب خفض قيم أزمنة التأخيرات الحادثة بقدر الإمكان، ويمكن تحقيق ذلك بالتالي:

١ ـ الفصل بين حركة المشاة وحركة المركبات التي كان نتيجتها حدوث أزمنة تأخيرات بمقدار ١٨,٨٪ من مجموع أزمنة التأخيرات الكلية.

٢ ـ إدارة التقاطعات بصورة أكثر فاعلية لتقليل أزمنة التأخير عندها.

٣ ـ محاولة توعية الحجاج بالإسراع في عملية التقاط الجمرات.

٤ ـ ضرورة تخفيض أعداد المركبات نظراً لكثرتها وبخاصة وضع استراتيجية لمنع المركبات الصالون والتي نتج عنها زيادة أعداد المركبات.

٤ـ٣ـ دراسة انتظار المركبات في مزدلفة:

يقوم الحجاج بالنفرة من عرفات إلى مزدلفة حيث يمضي الحجاج جزءاً من الليل في مزدلفة، وتتلخص أهم المعوقات لحركة المرور في مزدلفة فيما يلي:

أ ـ قلة عدد المواقف المتواجدة حالياً والتي تقدر بنحو ٧٠٠٠ موقف حافلة

مقارنة بأعداد المركبات الفعلية التي تشارك في النفرة من عرفات إلى مزدلفة حسب النظام المتبع حالياً والتي تقدر بحوالي ٧٠,٠٠٠ مركبة. ويأخذ معدل عدد الساعات التي تقف فيها المركبة في مواقع مزدلفة تصبح الطاقة الاستيعابية لهذه المواقف حوالي ضعف العدد الحالي أي حوالي ١٤,٠٠٠ مركبة مما ينتج عنه وقوف كثير من المركبات على جوانب الطرق.

ب ـ عدم وجود أي حارات إضافية للتحميل والتنزيل على جوانب الطرق بمزدلفة مما يسبب وقوف المركبات على المسارات المخصصة للسير بعد امتلاء المواقف الأمر الذي يقلل من كفاءة الطرق.

جـ ـ تداخل حركة المشاة والمركبات على الطرق.

د ـ عدم كفاية اللوحات الإرشادية.

لذلك فقد شملت دراسة انتظار المركبات في مزدلفة مايلي:

٤ ـ ٣ ـ ١ ـ دراسة انتظار المركبات داخل المواقف:

تم إجراء حصر للمركبات الداخلة والخارجة من مواقف ٥د، ٨أ، ٨جـ لمقارنة أقصى حجم بالطاقة الاستيعابية للموقف، وقد حالت الظروف دون حصر المركبات الداخلة والخارجة من موقف ٣جـ، ويوضح جدول (١٤) أعداد المركبات التي تم حصرها داخل المواقف في الساعات المختلفة، ويتضح من الجدول مايلي:

جدول (١٤): أعداد المركبات داخل المواقف
التي تم دراستها في مزدلفة في الساعات المختلفة

الموقف	عدد المركبات داخل الموقف						
	٨-٧	٩-٨	١٠-٩	١١-١٠	١٢-١١	١-١٢	٢-١
٥ د	٥٧ (٥٪)	١٩٧ (١٦٪)	٢٩٩ (٢٥٪)	٣٠٤ (٢٥٪)	٢٧٠ (٢٣٪)	٣١١ (٢٦٪)	٣٤٢ (٢٩٪)
٨ أ	٢ (١٪)	٢٢ (٦٪)	١٢٨ (٣٦٪)	١٧٩ (٥٠٪)	١٥٢ (٤٢٪)	١٦٢ (٤٥٪)	١٥٢ (٤٢٪)
٨ جـ	٥٤ (٣٥٪)	٢١٥ (١٣٩٪)	٢٦٢ (١٦٩٪)	٧٤ (٤٨٪)	- -	- -	- -
المجموع	١١٣ (٧٪)	٤٣٤ (٢٥٪)	٦٨٩ (٤٠٪)	٥٥٧ (٣٣٪)	٤٣٢ (٢٥٪)	٤٦٣ (٢٧٪)	٤٩٤ (٢٩٪)

ملحوظة: الأرقام بين الأقواس تعبر عن نسبة المشغول من الموقف.

١ ـ بالنسبة لموقف (٥ د) يتضح من الجدول عدم استغلال هذا الموقف بالكامل حيث تصل أقصى مشغولية لهذا الموقف إلى ٢٩٪ فقط من الساعة الواحدة حتى الثانية صباحاً، ويرجع ذلك إلى أن هذا الموقف غير مخطط ويحتاج إلى إعادة تخطيط، بالإضافة إلى وجود عدد كبير من الحجاج المشاة الذين يفترشون الموقف مما يفقده جزءاً من طاقته الاستيعابية للمركبات حيث تم تسجيل حوالي ٤٢,٠٠٠ حاجاً ماشياً على طريق ٥.

٢ ـ بالنسبة لموقف (٨ أ) فإن أقصى مشغولية لهذا الموقف تصل إلى نحو ٥٠٪ فقط من طاقته الاستيعابية.

٣ ـ بالنسبة لموقف (٨ جـ) فإن هناك زيادة عن الطاقة الاستيعابية، ويرجع ذلك إلى أن المركبات الداخلة لهذا الموقف لاتقف في الأماكن المخصصة لها داخل هذا الموقف وإنما تتجاوزها بالصعود إلى أماكن الاستراحة المخصصة للحجاج لذلك فإن هناك زيادة عن الطاقة الاستيعابية لهذا الموقف.

وبصفة عامة فإن جدول (١٥) يوضح نسبة المواقف في مزدلفة إلى عدد المركبات أثناء النفرة، ويتضح من الجدول أن طريق ٢ لايوجد له مواقف بمزدلفة حيث إنه يمر خارج مزدلفة، أما باقي الطرق فتمر بمزدلفة.

كما يتضح من الجدول عدم وجود توازن بين عدد المركبات التي تنفر على الطرق من عرفات وعدد المواقف المتاحة على كل طريق في مزدلفة حيث تصل أدنى قيمة لنسبة المواقف إلى عدد المركبات إلى ٤,٢٪ في حين تصل أقصي قيمة إلى ٣٠٪. ومن الجدول يلاحظ أيضاً عدم كفاية المواقف الحالية للمركبات القادمة على أي من الطرق المختلفة.

وللتعرف على استدلال قائدي المركبات على المواقف وسبب اختيارهم لها فقد تم عمل مقابلات مع عيِّنة من قائدي المركبات داخل المواقف شملت ٢٣٦ قائد مركبة، ويوضح جدول (١٦) نتائج هذه ا لمقابلات ويتضح منها مايلي:

١ ـ شملت العيِّنة استبيان قائدي المركبات المختلفة تقريباً بنفس نسبة هذه المركبات من المجموع الكلي للمركبات، فمثلاً تم استبيان ١,٤٪ من قائدي المركبات الصغيرة ونسبة تواجد ا لمركبات الصغيرة يمثل حوالي ٣٪ من مجموع المركبات. أما المركبات الصالون فتم ا ستبيان ٤٦,١٪ من المجموع الكلي للعيِّنة وحسب حصر المركبات فإن المركبات الصالون

جدول (١٥): نسبة المواقف في مزدلفة إلى عدد المركبات أثناء النفرة

نسبة المواقف إلى عدد المركبات	عدد المركبات التي نفرت على كل طريق	عدد المواقف بمزدلفة	نسبة المواقف إلى عدد المركبات
٢	٨٠٢٨	-	-
٣	٦٦٥٧	٨١٥	٪١٢,٤
٤	٦٤٨٢	٢٧٠	٪٤,٢
٥	١٢٠١٣	١٣٢٠	٪١١
٦	٥٩٦٠	١٨١٦	٪٣٠
٧	٦٦١٤	١٤٣٦	٪٢١,٧
٨	١١٠٦٧	٧٤٦	٪٦,٧
٩	١١٤٤٠	٨٢٨	٪٧,٢
الإجمالي	٦٨٢٦١	٧٢٣١	٪١٠,٦

جدول (١٦): نتائج مقابلات قائدي المركبات داخل مواقف مزدلفة

١	نوع المركبة	سيارة خصوصي	صالون	ونيت	حافلة حجاج	أخرى
		١,٤٪	٤٦,١٪	٢,٨٪	٣١,٢٪	١٨,٤٪
٢	الجنسية	سعودي	جنسيات أخرى			
		٥٠٪	٥٠٪			
٣	مكان الإقامة	داخل المملكة	خارج المملكة			
		٧٨٪	٢٢٪			
٤	عدد مرات المشاركين في الحج	لم يشارك من قبل	مرة واحدة	أكثر من مرة		
		٧,٠٪	١٧,١٪	٨٢,١٪		
٥	كيفية الاستدلال على الموقف	بالصدفة	عن طريق رجال المرور	العلامات الإرشادية	أخرى	
		٧,٩٪	٥٩,٣٪	١٧,١٪	١٥,٧٪	
٦	هل العلامات الإرشادية كافية؟	نعم	لا			
		١٩٪	٨١٪			

تمثل ٢ , ٤٥٪ من مجموع المركبات الكلي. وبالنسبة للمركبات الونيت فقد تم استبيان ٨ , ٢٪ من مجموع العيِّنة في حين تمثل هذه النوعية من المركبات ٤٥ , ٣٪ من المجموع الكلي للمركبات، وبالنسبة لحافلات الحجاج فقد تم استبيان ٢ , ٣١٪ من قائدي المركبات في العيِّنة بينما تمثل تلك النسبة ٤ , ٢١٪ من المجموع الكلي للمركبات. وبذلك يتضح وجود تقارب بين نسب المركبات في العيِّنة وتلك المحصورة بالكامل أثناء النفرة.

٢ ـ أن نسبة قائدي المركبات من داخل المملكة تعتبر عالية حيث تصل إلى ٧٨٪، ويرجع ذلك لارتفاع نسبة المركبات الصالون والتي تزيد نسبتها عن ٤٥٪ من مجموع المركبات.

٣ ـ عن كيفية الاستدلال على الموقف يتضح أن أعلى نسبة تصل إلى ٣ , ٥٩٪ وهي تعبر عن نسبة قائدي المركبات التي قام رجال المرور بإرشادها للموقف. أما من استدلوا بالعلامات الإرشادية فتصل نسبتهم إلى ١ , ١٧٪ فقط والذين استدلوا على الموقف بطريق الصدفة تصل نسبتهم إلى ٩ , ٧٪.

٤ ـ وعن سؤال قائدي المركبات عن العلامات الإرشادية إذا كانت كافية أم لا اتضح أن ١٩٪ أفادوا بأنها كافية، ٨١٪ من العيِّنة أفادوا بأنها غير كافية.

٤ ـ ٣ ـ ٣ ـ دراسة انتظار المركبات على جانبي الطرق:

نظراً لمحدودية المواقف في مزدلفة فإن المركبات تلجأ للانتظار على جانبي الطرق ويقوم رجال المرور عادة بمنع هذه المركبات. وللتعرف على نوعية وزمن الانتظار في هذه الطرق فقد تم تحديد ٣ طرق هي طرق ٣، ٥، ٨ لتحديد الانتظار

القانوني وغير القانوني. ونظراً لما يتطلبه ذلك من زيادة طلاب ليقوموا بهذه المهمة فقد تم تحديد قطاع واحد لكل طريق طوله ٣٠٠ متر، ويوضح جدول (١٧) أعداد المركبات المنتظرة في القطاعات التي تم دراستها ويتضح من الجدول مايلي:

١ ـ بالنسبة للجانب الأيسر يتضح من الجدول أنه لاتوجد أي مركبات تقف وقوفاً غير قانوني. أما الجانب الأيمن فيلاحظ وجود انتظار غير قانوني عليه.

٢ ـ عدم وجود أي انتظار قانوني على الجانب ا لأيسر للطريق رقم ٣.

٣ ـ تعتبر نسبة المركبات المخالفة بالانتظار غير القانوني عالية حيث تصل هذه النسبة في المتوسط إلى ١٦٪، ٦٩٪، ٥٧٪ بالنسبة لطرق ٣، ٥، ٨ على الترتيب.

٤ ـ أن أعلى نسبة للمركبات المخالفة على الطرق المختلفة هي للحافلات حيث تصل نسبة الحافلات المخالفة إلى ٢٨٪ على طريق ٣، ٥٦٪، ٦٠٪ للحافلات الكبيرة واللوري على طريق رقم ٥، ٤١٪ للحافلات الصغيرة على طريق رقم ٨، إلا أنه يلاحظ أيضاً ارتفاع نسبة المركبات الصالون المخالفة على طريق رقم ٨ حيث تصل تلك النسبة إلى ٤٢٪.

كما يوضح جدول (١٨) متوسط وقت الانتظار لأنواع المركبات المختلفة ويلاحظ من الجدول مايلي:

١ ـ أن متوسط زمن الانتظار للمركبات المخالفة أقل منه في حالة المركبات التي تقف قانونياً.

٢ ـ أن أعلى فترات انتظار يمكن ملاحظتها على طريق رقم ٣ بالنسبة لأنواع المركبات المختلفة. أما بمقارنة متوسط فترات الانتظار فيتضح أن أعلى متوسط لفترات الانتظار يوجد على طريق رقم ٨ في الجانب الأيسر.

جدول (١٧): أعداد المركبات المنتظرة في القطاعات المختلفة خلال فترة الحصر

نوع المركبة	طريق ٣						طريق ٥						طريق ٨					
	جانب أيمن			جانب أيسر			جانب أيمن			جانب أيسر			جانب أيمن			جانب أيسر		
	قانوني	غير قانوني	٪غير قانوني	قانوني	غير قانوني	٪غير قانوني	قانوني	غير قانوني	٪غير قانوني	قانوني	غير قانوني	٪غير قانوني	قانوني	غير قانوني	٪غير قانوني	قانوني	غير قانوني	٪غير قانوني
مركبات صغيرة	٥	١	١٦٪	×	صفر	صفر٪	١	١	٥٪	١٣	صفر	صفر٪	٢	١	٣٣٪	٢	صفر	صفر٪
صالون	٨٠	٨	٩٪	×	صفر	صفر٪	٩٣	٥٠	٣٥٪	٣٦	صفر	صفر٪	١٥	١١	٤٢٪	١٧	صفر	صفر٪
ونيت	٥٠	صفر	صفر٪	×	صفر	صفر٪	١٣	٤	٢٤٪	١	صفر	صفر٪	٤	١	٢٠٪	٢	صفر	صفر٪
حافلة صغيرة	٤٦	٩	١٦٪	×	صفر	صفر٪	١٤٨	٨٥	٣٦٪	٢٦	صفر	صفر٪	١٧	١٢	٤١٪	٩	صفر	صفر٪
حافلة كبيرة	٣٨	١٥	٢٨٪	×	صفر	صفر٪	٥٥	٧١	٥٦٪	١٨	صفر	صفر٪	٥٨	٢٧	٣٢٪	٧	صفر	صفر٪
لوري	١	١	٥٪	×	صفر	صفر٪	٤	٦	٦٠٪	١٦	صفر	صفر٪	٣	٢	٤٠٪	٢	صفر	صفر٪
بمقطورة	٤	صفر	صفر٪	×	صفر	صفر٪	صفر	١	١٠٠٪	صفر	صفر	صفر٪	١	صفر	صفر٪	صفر	صفر	صفر٪
المتوسط	٣٢	٥	١٦٪	×	صفر	صفر٪	٤٥	٣١	٦٩٪	١٦	-	-	١٤	٨	٥٧٪	٦	-	-

(×) لم يمكن الحصول عليه

جدول (١٨)

نوع المركبة	متوسط وقت الانتظار					
	طريق ٣ جانب أيمن ث ق س	طريق ٣ جانب أيسر ث ق س	طريق ٥ جانب أيمن ث ق س	طريق ٥ جانب أيسر ث ق س	طريق ٨ جانب أيمن ث ق س	طريق ٨ جانب أيسر ث ق س
مركبة صغيرة	١,٢٧,٠٠ (٠٠,٣٠,٠٠)	-	٠٠,١٥,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	٠٠,١٧,٠٠ -	٠٠,١٥,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	٠٠,١٥,٠٠ -
مركبة صالون	١,١٠,٠٠ (٠٠,١٧,٠٠)	-	٠٠,٢٣,٠٠ (٠٠,١٧,٠٠)	٠٠,١٨,٠٠ -	٠٠,٢٢,٠٠ (٠٠,٣٠,٠٠)	١,٠٢,٠٠ -
ونيت	١,١٢,٠٠ (٠٠,٠٠,٠٠)	-	٠٠,٢٥,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	٠٠,١٥,٠٠ -	٠٠,١٥,٠٠ -	٣,٧٣,٠٠ -
حافلة صغيرة	١,٤٦,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	-	٠٠,٢٣,٠٠ (٠٠,٢٠,٠٠)	٠٠,١٩,٠٠ -	٠٠,٢٥,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	١,١٢,٠٠ -
حافلة كبيرة	١,١٨,٠٠ (٠٠,٢٥,٠٠)	-	٠٠,٢٢,٠٠ (٠٠,٢٠,٠٠)	٠٠,١٨,٠٠ -	٠٠,١٧,٠٠ (٠٠,١٦,٠٠)	٠٠,٣٩,٠٠ -
لوري	٠٠,١٥,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	-	٠٠,٢٦,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	٠٠,١٥,٠٠ -	٠٠,١٥,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	٣,٠٨,٠٠ -
نقل بمقطورة	٢,٠٤,٠٠ (٠٠,٠٠,٠٠)	-	٠٠,٠٠,٠٠ (٠٠,١٥,٠٠)	٠٠,٠٠,٠٠ -	٠٠,١٥,٠٠ (٠٠,٠٠,٠٠)	٠٠,٠٠,٠٠ -
المتوسط	١,٢٢,٠٠ (٠٠,٢٠,٠٠)	-	٠٠,٢٣,٠٠ (٠٠,١٩,٠٠)	٠٠,١٨,٠٠ -	٠٠,١٩,٠٠ (٠٠,١٩,٠٠)	١,٤٢,٠٠ -

ملحوظة: الأرقام بين القوسين تعبر عن متوسط زمن الانتظار غير القانوني.

ويلاحظ أن سبب ذلك ربما يرجع إلى وجود اللوري الذي تصل فترة انتظاره إلى ($\overset{ث}{٠}$,٠٠ ,٨٠ ,$\overset{ق}{٣}$) مما يسبب رفع متوسط زمن الانتظار.

وبالنسبة للتعرف على نسب الأطوال المشغولة بانتظار المركبات في طرق ٣، ٥، ٨ فقد تم رفع للمركبات المنتظرة، ويوضح جدول (١٩) ذلك. ويتضح من الجدول مايلي:

١ ـ وجود انتظار صف أول في جميع القطاعات التي تم دراستها.

٢ ـ اختلاف نسب الأطوال المشغولة تبعاً للوقت، فيلاحظ أنه يصل أقصاه على طريق ٣ في الساعة ٨ ـ ٩ مساءً وعلى طريق ٥ يصل أقصاه الساعة الواحدة حتى الثانية صباحاً على الجانب الأيمن. أما الأيسر فيصل أقصاه الساعة ١٠ ـ ١١ مساءً، وبالنسبة لطريق ٨ فإن حجم الطلب يصل أقصاه على الجانبين الأيمن والأيسر خلال الساعة ١١ حتى الساعة ١٢.

٣ ـ يعتبر طريق ٨ أفضل الطرق من حيث قلة عدد المركبات المنتظرة على الجانبين وربما يرجع السبب في ذلك إلى دور رجال المرور الفعّال في الحد من الانتظار على الجانبين.

جدول (١٩): نسب الأطوال المشغولة بانتظار المركبات على طرق ٣، ٥، ٨

الموقف	الموقف	عدد المركبات داخل الموقف						
		٨-٧	٩-٨	١٠-٩	١١-١٠	١٢-١١	١٣-١٢	١٤-١٣
٣	يمين	-	٦٩٪ (٣٤٪)	٦٨٪ (٤٤٪)	٤٨٪ (-)	٤٢٪ (-)	٥٠٪ (-)	٤٤٪ (-)
٥	يمين	١٠٪ (٢٪)	٧٪ (-)	١٥٪ (٣٪)	٤٩٪ (٧٪)	٥٩٪ (٤٤٪)	٦٩٪ (٦٧٪)	٨٩٪ (٧١٪)
٥	يسار	- -	- -	٩٪ (-)	٢٤٪ (-)	٢٢٪ (-)	١٨٪ (-)	٢٠٪ (-)
٨	يمين	-	١٨٪ (٤٪)	٢٦٪ (١١٪)	٢٤٪ (١٢٪)	٢٨٪ (١٦٪)	٤٪ (١١٪)	-
٨	يسار	-	٩٪	١٧٪	٢٢٪	٣٦٪	٢٦٪	

ملحوظة: الأرقام بين الأقواس تعبر عن نسبة الطول المشغول من الصف الثاني.

٥ ـ الاستنتاجات:

أولاً : بالنسبة للحركة المرورية داخل مكة المكرمة:

يتضح بالنسبة للحركة المرورية داخل مكة مايلي:

١ ـ أن أزمنة التأخيرات الناتجة من نقاط الفرز تعتبر عالية حيث تتراوح قيم تلك الأزمنة بين ٤ , ٢٧٪ إلى ٥ , ٤٨٪ من قيم أزمنة الرحلات في الاتجاه إلى الحرم، بينما تتراوح هذه النسب بالنسبة للاتجاه الآخر بين صفر إلى ١٩٪ من أزمنة الرحلات.

٢ ـ تصل قيم أزمنة التأخيرات في المتوسط إلى ١ , ٤١٪، ٢ , ٩٪ من مجموع التأخيرات التي تصل نسبها إلى ٥ , ٦٣٪، ٤ , ٣٩٪ من زمن الرحلة إلى ومن الحرم.

٣ ـ أن أحجام المرور التي قام رجال المرور بمنعها عند هذه النقاط تختلف من نقطة إلى أخرى فيلاحظ أن أقل هذه الأحجام عند نقطة أجياد، بينما أكثرها عند نقطة بن لادن.

٤ ـ بصفة عامة يتبيَّن أن أزمنة التأخيرات عند جميع النقاط عالية وغير مقبولة حيث يتراوح الزمن المفقود نتيجة نقاط الفرز بين ٥ , ١٪ دقيقة/مركبة إلى ٤ , ٣٪ دقيقة/مركبة.

ثانياً : بالنسبة للحركة من عرفات إلى مزدلفة:

١ ـ أوضح البحث أن نسبة المركبات الصغيرة المحظور استخدامها في المشاعر تصل إلى ١ , ٣ من مجموع المركبات ويعتبر ذلك مؤشراً طيباً

للجهد المبذول من رجال المرور حيث انخفضت هذه النسبة عما كانت عليه في العام السابق الذي وصلت فيه تلك النسبة إلى ١٣٪ من مجموع المركبات.

٢ ـ تعتبر المركبات الصالون ذات أعلى نسبة بالنسبة لأنواع المركبات الأخرى حيث تصل نسبتها إلى ١ , ٤٥٪ من مجموع المركبات، وهذه حقيقة جديرة بالملاحظة، حيث تعتبر هذه المركبات في ازدياد عن العام السابق الذي وصلت فيه هذه المركبات إلى ٣٦٪ من مجموع المركبات.

٣ ـ يظهر بوضوح انخفاض نسب المركبات الكبيرة حيث تصل إلى ٧ , ٤٧٪ من مجموع المركبات في حين أنها تنقل ٩ , ٧٨٪ من مجموع الركاب، بينما تصل نسبة المركبات الصغيرة إلى ٣ , ٥٢٪ من مجموع المركبات وتنقل ١ , ٢١٪ من مجموع الركاب فقط.

٤ ـ أوضح البحث أن ساعات الذروة تحدث على مجموع الطرق ابتداءً من الساعة الثامنة حتى التاسعة مساءً.

٥ ـ يظهر من التحليلات السابقة ارتفاع متوسط شغل كل مركبة من المركبات نظراً للزحام الشديد.

٦ ـ بالنسبة لمستوى الخدمة فإن النتائج أظهرت أن حالة المرور تعتبر غير مقبولة حاليًا، وللوصول إلى حل مشكلة الزحام الحالية فإن ذلك يتحقق بإحدى الطريقتين التاليتين:

ـ تحمل تكاليف مادية عن طريق توسيع الطرق لزيادة طاقتها الاستيعابية أوإنشاء طرق جديدة أو استخدام سكك حديدية أو

- عدم تحمل تكاليف مادية مباشرة وذلك بمنع نوعيات معيّنة من المركبات من الاستخدام في عرفات والمشاعر حيث أظهرت نتائج البحث مايلي:

أ - أنه بمنع المركبات الصغيرة والصالون والونيت، واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد أو دورين بدلاً منها، فإن ذلك ينتج عنه زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٤٦٪ و٥٢,٥٪ على التوالي.

ب - أنه بمنع المركبات الصغيرة والصالون والونيت والحافلات الصغيرة، واستخدام حافلات ذات دور واحد أو دورين بدلاً منها، فإن ذلك ينتج عنه زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٥٣٪، ٨٣,٨٪ على التوالي.

٧ - بالنسبة لقياسات الأزمنة على الحافلات فقد تبيّن ارتفاع متوسط الزمن المستغرق أثناء الرد الأول والذي يصل إلى أكثر من ٩ ساعات تقريباً .. كما لوحظ من التحليلات أن ارتفاع نسب ا لتأخيرات يرجع إلى الازدحام المروري لكثرة المركبات، كما أن وجود مركبات على جانبي الطرق ساهم أيضاً في ارتفاع التأخيرات الناتجة بالإضافة إلى انتظار المركبات لإنزال الحجاج لالتقاط الجمرات.

ثالثاً : بالنسبة لانتظار المركبات في مزدلفة:

أدت التحليلات التي تم إجراؤها إلى مايلي:

١ ـ عدم استغلال بعض المواقف بالكامل كانتظار للمركبات.

٢ ـ استغلال بعض المواقف بالقدر الذي يفوق طاقتها الاستيعابية نظراً لعدم وقوف المركبات في الأماكن المخصصة لها وإنما تتجاوزها بالصعود إلى أماكن الاستراحة المخصصة للحجاج.

٣ ـ عدم وجود توازن بين عدد المركبات التي تنفر على الطرق من عرفات وعدد المواقف المتاحة على كل طريق في مزدلفة.

٤ ـ اتضح من المقابلات التي تم إجراؤها مع قائدي المركبات المنتظرة داخل المواقف أن نسبة ٥٩,٣٪ منهم قام رجال المرور بإرشادهم إلى الموقف، وأن نسبة ١٧,١٪ تم وصولهم للموقف بواسطة اللوحات الإرشادية وأن الذين استدلوا على الموقف بطريق الصدفة وصلت نسبتهم إلى ٧,٩٪.

٥ ـ أفاد ١٩٪ من العيّنة بأن العلامات الإرشادية كافية في حين أفاد الباقون (٨١٪) بأنها غير كافية.

٦ ـ بالنسبة لانتظار المركبات على جانبي الطرق أفادت النتائج بعدم وجود انتظار غير قانوني على الجانب الأيسر، في حين تواجد ذلك على الجانب الأيمن.

٧ ـ تعتبر نسبة المركبات المخالفة بالانتظار غير القانوني عالية حيث تصل هذه النسبة إلى ١٦٪، ٦٩٪، ٥٧٪ بالنسبة لطرق ٣، ٥، ٨ على الترتيب.

٨ ـ أن متوسط زمن الانتظار للمركبات التي تقف مخالفة أقل منه في حالة المركبات التي تقف قانونياً.

٩ ـ اختلاف نسب الأطوال المشغولة بانتظار المركبات تبعاً للوقت.

٦ ـ التوصيات:

أولاً : بالنسبة للحركة المرورية داخل مكة المكرمة:

١ ـ يمكن إزالة نقطة الفرز عند أجياد حيث تبيَّن أن حجم المرور قليل (٤٥ مركبة / الساعة).

٢ ـ يجب زيادة عدد رجال المرور عند نقاط الفرز حتى يمكن تقليل أزمنة التأخير.

٣ ـ يجب تزويد جميع النقاط بحارة مرور مستقلة لمرور الحافلات.

ثانياً : بالنسبة للحركة المرورية من عرفات إلى مزدلفة:

١ ـ الاستمرار في تطبيق التعليمات الخاصة بمنع المركبات الصغيرة من الدخول لعرفات والمشاعر تطبيقاً دقيقاً.

٢ ـ عمل استراتيجية معيَّنة للحد من دخول المركبات الصالون والونيت المستخدمة للركاب من الدخول لعرفات والمشاعر، ويمكن أن تبدأ هذه الاستراتيجية تدريجياً تبدأ المرحلة الأولى منها بمنع المركبات الصالون التي تقل حمولتها عن ٩ ركاب من الدخول للمشاعر المقدسة، ويمكن مراعاة البعد الاجتماعي في ذلك بالسماح باستخدام هذه النوعية من المركبات للعجزة وكبار السن فقط .. كما يمكن اقتراح طريق واحد يخصص لاستخدام هذه النوعية من المركبات وتخصيص باقي الطرق للحافلات حتى صدور قرار بحظر هذه المركبات.

٣ ـ الفصل بين حركة المشاة وحركة المركبات التي ينتج عنها حدوث أزمنة تأخيرات عالية.

٤ ـ إدارة التقاطعات بصورة أكثر فاعلية لتقليل أزمنة التأخير عندها.

ثالثاً : بالنسبة لانتظار المركبات في مزدلفة:

١ ـ العمل على زيادة اللوحات الإرشادية لإرشاد السائقين إلى المواقف المختلفة في مزدلفة.

٢ ـ إنشاء حارات إضافية للتحميل والتنزيل على جوانب الطرق بمزدلفة لضمان عدم وقوف المركبات على المسارات المخصصة للسير مما يقلل من كفاءة الطرق.

قائمة المراجع العربية

١ ـ أحمد البدوي طه عبدالمجيد «تقويم حركة المركبات أثناء النفرة إلى مزدلفة ـ حج عام ١٤١٠هـ»، مركز أبحاث الحج ـ جامعة أم القرى.

٢ ـ أحمد البدوي طه عبدالمجيد، سامي ياسين برهمين «تقويم حركة المركبات أثناء النفرة إلى مزدلفة ـ حج عام ١٤١١هـ»، مركز أبحاث الحج ـ جامعة أم القرى.

٣ ـ أسامة إبراهيم عبده وفيصل سليم «قياس زمن الرحلة بين عرفات ومزدلفة للمركبات ومرئيات عن الحجاج المشاة لحج عام ١٤٠٨هـ» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٩هـ.

٤ ـ خالد عبد الغني «دراسة الحاجة إلى استخدام النقل ذي السعة العالية أثناء موسم الحج بين مدينتي جدة ـ مكة المكرمة» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٧هـ.

٥ ـ سامي محسن عنقاوي «استراتيجية لحركة الحجاج» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤١٠هـ.

٦ ـ سعيد عيسى وأسامة الباني وعبدالرحمن السحيباني « تقييم وتحسين أجهزة التحكم المرورية في منطقة عرفات» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٧هـ.

٧ ـ صلاح الدين عبد الحميد عقاد «أهمية النقل الجماعي في خدمة الحجاج» وقائع ندوة النقل ـ وزارة المواصلات ١٤٠٨هـ.

٨ ـ عبد الله بن صالح الرقيبة «العوامل المؤثرة في زيادة وقلة أعداد الحجاج ودور وسائل النقل في ذلك» وقائع ندوة النقل وزارة المواصلات ١٤٠٨هـ.

٩ ـ فهد بن معلا الشريف ورامز محمود العصار «نظام لإدارة أعمال تخطيط النقل على طرق المشاعر المقدسة: خطة مقترحة لاستخدام أنظمة التخطيط القصيرة المدى» وقائع ندوة النقل ـ وزارة المواصلات ١٤٠٩هـ.

١٠ ـ محمد طه الجفري ومحمد إبراهيم الحازمي «استخدام الحافلات ذات الطابقين في نقل الحجاج» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٩هـ.

قائمة المراجع الأجنبية

1- A.H. AL-Abdul - Gader, "Parking problem of Arafat", Master Thesis, King Fahd University of petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia, June, 1988.

2- C.S. Papacostas, "Fundamentals of Transportation Engineering", prentice- Hall, International Editions, 1987.

3- E.K. Morlok, "Introduction to Transportation Engineering and planning", McGraw - Hill, Inc., 1978.

4- L.J Pignataro, "Traffic Engineering Theory and Practice", Prentice - Hall, Inc., 1973.

5- S.A.S. El-Hamdan, "The pilgrimage to Mecca - A study of the physical planning problems with special Reference to the Increasing Numbers of pilgrims and changing Modes of Tranel", Ph. D. Dissertation, University of sheffield, 1976.

6- U.S. Dept. of Transportation, "Highway Capacity Manual", special Report 209, Transportation Research Board, Washington D.C., 1985.