مقترح تطبيقات أنظمة النقل الذكية لطرق مكة المكرمة

د. حسن بن مساعد الأحمدي

مركز الأمير سلطان للعلوم والتقنية

الملخص

يواجه المشغلون في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة الكثير من الصعوبات والتحديات اثناء تقديم خدماتهم للحجاج والمعتمرين. و لعل أكبر هذه التحديات تلك المرتبطة بحركة المركبات من حيث التوجيه والإرشاد في طرق وشوارع مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

فمن جهة يعتبر وجود المركبات متطلبا ضروريا لنقل الحجاج والمعتمرين ، وتقديم الخدمات إليهم. ومن جهة أخرى فإن كثرة هذه المركبات وتدفقها بكثافات عالية تسبب الكثير من الإرباك في الحركة المرورية و في المواقف وغيرها، مما يؤثر سلبا على الانسيابية والسلاسة في التنقل التي تنشد الجهات المشغلة الى الارتقاء بها وتيسيرها لوفود بيت الله الحرام.

تستعرض هذه الورقة مقترحا لتطبيقات نظم النقل الذكية – في الإرشاد والتوجيه للمركبات القادمة لمكة المكرمة بهدف الحد من الازدحام المروري.

١ – تمهيد

تعدّ مكة المكرمة من أهم مدن المملكة العربية السعودية التي ينمو عدد سكانها وزائريها بوتيرة متسارعة نظراً لمكانتها الروحية والدينية محلياً وعالمياً، حيث يفد مع نهاية كل عام هجري ملايين المسلمين من خارج المملكة وداخلها لتأدية فريضة الحج فيها وفي المشاعر المقدسة (عرفات، مزدلفة، منى).

وقد ارتفع عدد حجاج بيت الله الحرام من حوالي مليون حاج في عام ١٣٩٠هـ إلى ما يقارب مليونين ونصف مليون حاج في عام ١٤٣٠هـ. وتشير الإحصاءات الرسمية إلى أن هناك زيادة ملحوظة في أعداد حجاج الخارج، فقد ارتفع عددهم من ٤٣٠،٠٠٠ حاج في عام ١٣٩٠هـ إلى ٨٣٠،٠٠٠ حاج في عام ١٤١٠هـ، وإلى حوالي ١،٧ مليون حاج في موسم حج عام ١٤٣٠هـ، مما يعني أن عدد حجاج الخارج يتضاعف كل عشرين سنة تقريباً.

وتظهر التحديات لتقديم أفضل الخدمات لحجاج بيت الله الحرام على عدة أصعدة منها على سبيل المثال الرعاية الصحية، وتوفير البنية التحتية، وتوفير أماكن الإقامة والمواصلات، وتسهيل وصول الخدمات الغذائية وغيرها، واتخاذ إجراءات السلامة من الحرائق، والمحافظة على الأمن. وأحد أكبر هذه التحديات حركة المركبات والإرشاد في مكة المكرمة. فمن جهة يعتبر وجود المركبات متطلبا ضرورياً لنقل الحجيج والمعتمرين ، وتقديم الخدمات إليهم.

ومن جهة أخرى فإن كثرة وكثافة المركبات الداخلة لمكة المكرمة تسبب الكثير من الإرباك في الحركة المرورية و في المواقف وغيرها، مما يؤثر سلبا على الانسيابية والسلاسة في التنقل التي تنشد الجهات المشغلة الى الأرتقاء بها وتيسيرها لوفود بيت الله الحرام. وتعتبر نظم النقل الذكية أحد أهم الأساليب المتبعة عالمياً في الإرشاد والتوجيه و بالتالي الحد من الازدحام المروري.

٢ ـ أهداف الورقة

تهدف هذه الورقة بشكل عام إلى توضيح إمكانية استخدام أنظمة النقل الذكية لمعالجة المشكلات المرورية والارشادية في مكة المكرمة و التعريف بمزايا استخدام أنظمة النقل الذكية ومجالاتها كذلك سيتم تحديد البنية الأساسية للنظام ومتطلباته واستعراض تطبيقه في مواقع محددة.

٣- أهم مزايا استخدام أنظمة النقل الذكية ومجالاتها

- التخفيف من اعداد رجال الامن وعنائهم البدني والنفسي.
- تخفيف الاختناقات المرورية عند نقاط التفتيش.
- الاحتفاظ ببيانات المركبات الداخلة حسب طلب الجهات الأمنية.
- الاستخدام الأمثل للمواقف وشبكة الطرق وتوزيع حركة المرور عليها بكفاءة عالية لزيادة القدرة التشغيلية.
- توفير المعلومات اللازمة لمستخدمي الطرق آنياً من أجل رفع مستوى السلامة المرورية.
- إعطاء حق الأفضلية لمرور الحافلات والمركبات المرخص لها.
- ضبط المخالفات المرورية والتي سيتم إدارتها آلياً.
- منع دخول المركبات غير المرخص لها إلى مكة المكرمة أو المشاعر المقدسة.
- قياس تدفقات وكثافات المركبات الحرجة.
- توفير المعلومات الإرشادية.

٤ – البنية الأساسية للنظام

يعد التنسيق بين أجزاء الحركة المرورية من القضايا الهامة لضمان سلامة وسلاسة حركة المرور. ويتم ذلك من خلال مركز تحكم وتشغيل مركزي يحتوي علي أنظمة النقل الذكية التالية:

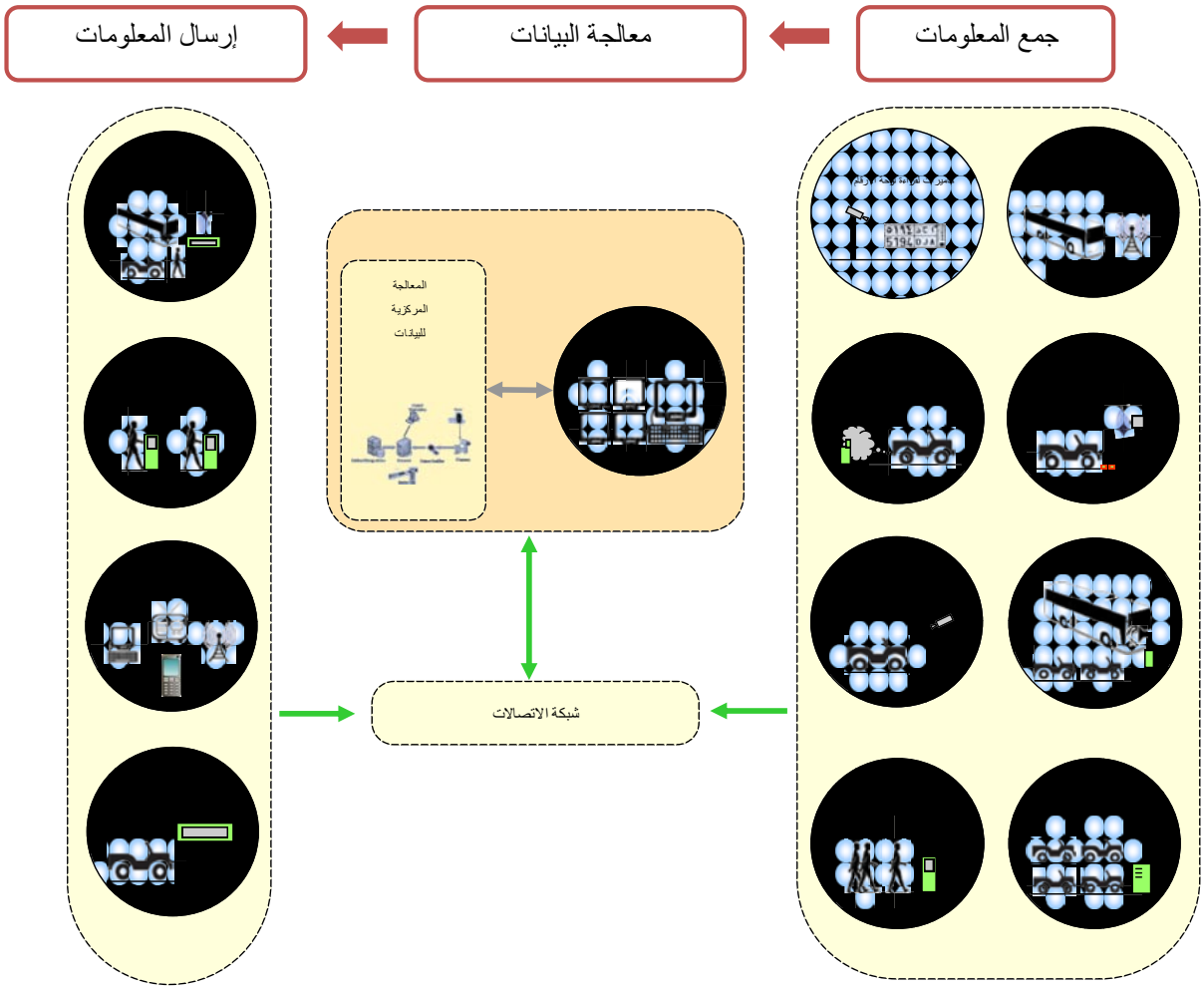
- نظام الملاحة والإرشاد.
- نظام التحكم المروري عند مداخل الطرق السريعة.
- نظام اللوحات المتغيرة الرسائل.
- نظام تحديد أماكن الحافلات .
- نظام المعلومات الوقتية للركاب .

إن المكونات الأساسية للنظام تعتمد على ثلاثة أجزاء رئيسةكما هو موضح في الشكل رقم (١):

الجزء الأول : جمع المعلومات (البيانات) ويشمل : أجهزة لقياس وتسجيل البيانات.

الجزء الثاني : معالجة البيانات ويتضمن : أجهزة لمعالجة البيانات في مركز التحكم والتشغيل المركزي.

الجزء الثالث : إرسال المعلومات (البيانات) :ويشتمل على أجهزة لإرسال المعلومات عن طريق رسائل الجوال ولوحات الرسائل المتغيرة (**VMS**).



شكل رقم (١) : مكونات نظم نقل الذكية المقترح في مكة المكرمة.

ويقترح أن يتم استخدام أنظمة النقل الذكية في كل مراحل التحكم، والطرق الإشعاعية الحالكم في ضبط ق المرور، ومراقبة الوقوف والإيصال، وتشغيل حافلات النقل، ومحطات النزول، ومسارات المشاكما هو موضح في مايأتي:

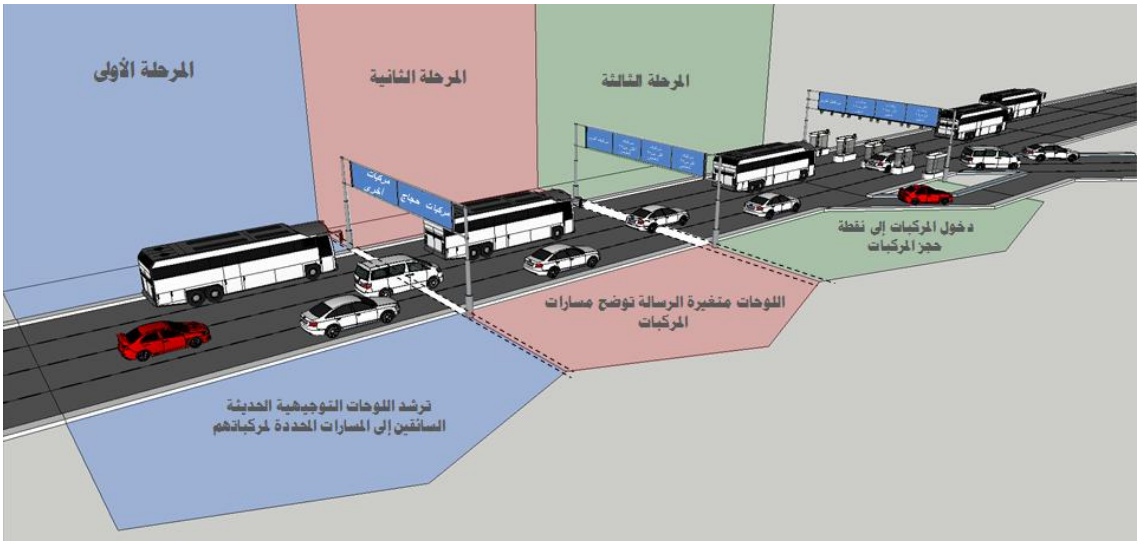
٤-نقاط التحكم

نظرا لتزايد أعداد القادمين لمكة المكرمة بمركباتهم المختلفة مما ينتج عنه ازدحام شديد على شبكة الطرق وارباك للحركة المرورية داخل مكة المكرمة والمشاعر المقدسة فيقترح وضع تنظيمات لحجز السيارات الصغيرة و حجز حافلات حجاج البر و حجز حافلات الشركات بحيث يتم تنفيذها في فترات مختلفة. ويتم السماح للمركبات بالعبور او الحجز من خلال نقاط التحكم التي تكون عادة على مداخل مكة المكرمة او المشاعر المقدسة. وهذه النقاط اما نقاط حجز او فرز. إذ تهدف نقاط الحجز إلى منع المركبات غير المرخص لها من تجاوز هذه النقاط، وحجزها في مرافق الوقوف والإيصال المقترح ان تكون على مداخل مكة المكرمة. أما نقاط الفرز فتهدف إلى منع المركبات غير المرخص لها من تجاوز هذه النقاط، وتوجيهها إلى طرق أخرى بحيث لاتدخل إلى المناطق الممنوعة من دخولها كالمشاعر المقدسة.

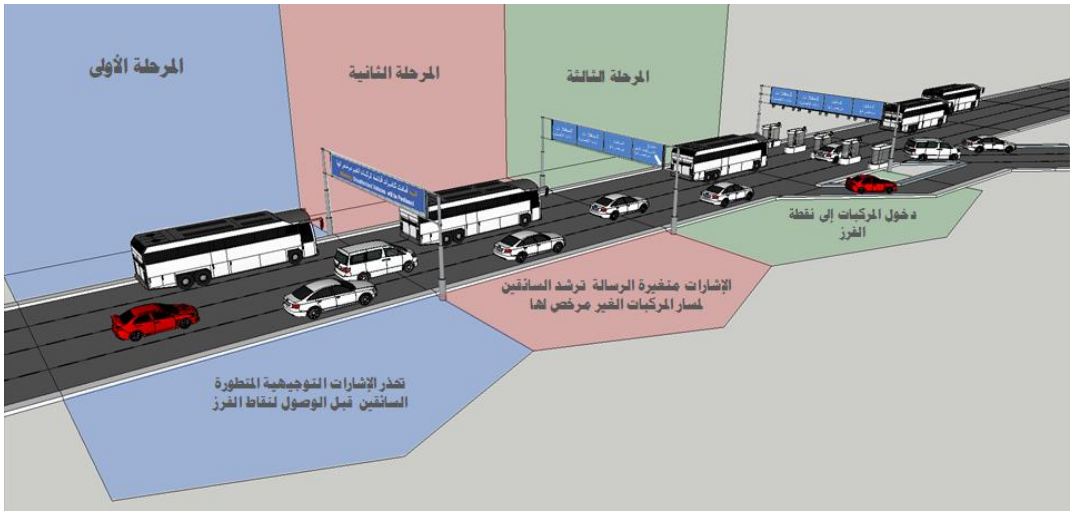
وتمشيا مع التنظيمات المستجدة لدخول المركبات في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة فان النظام المقترح يتحكم في الحركة بحيث يكون عند نقطة الحجز لوحات توجيه مبكرة لفرز مركبات الحجاج عن المركبات الأخرى كمرحلة أولى، ثم لوحات توجيه مبكر لفرز مركبات الحجاج أقل أو أكثر من ٢٥ راكب كمرحلة ثانية، ثم حجز المركبات عند نقاط الحجز، كما هو موضح في الشكل رقم (٢).

اما النظام عند نقطة الفرز فيتكون من:

لوحات الرسائل المتغيرة (VMS)، وحساسات ضوئية، وقارئات الشرائح الراديوية، والكاميرات الرقمية، وبوابات آلية (لنظام المنع)، ونظام اتصالات بين نقاط الفرز ومركز التحكم والتشغيل. ويوضح الشكل رقم (٣) آلية ومراحل التحكم والتشغيل عند نقاط الفرز.



شكل رقم (٢) : آلية ومراحل التحكم والتشغيل عند نقاط الحجز.



شكل رقم (٣) : آلية ومراحل التحكم والتشغيل عند نقاط الفرز.

وقد تم تحديد عدد البوابات المطلوبة عند نقاط الحجز، كما هو موضح في الجدول رقم (١)، بناءً على عدد المسارات المرورية القادمة وافتراض أن الطاقة الاستيعابية لكل حارة يساوي ١٨٠٠ مركبة في الساعة، وبحسب الدراسات المرورية فإن كل بوابة يمكن ان تخدم ٣٥٠ مركبة في الساعة.

جدول رقم (١): عدد البوابات المطلوبة عند نقاط الحجز المقترحة في مداخل مكة المكرمة.

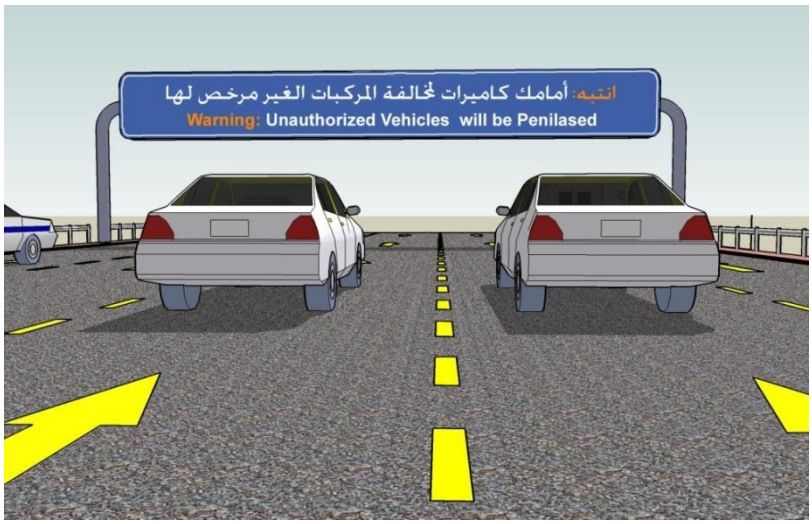
نقطة الحجز	المواقع	عدد المسارات القادمة	عدد البوابات المطلوبة
١	طريق جدة السريع	٤	٢١
٢	طريق جدة القديم	٣	١٦
٣	طريق المدينة المنورة	٣	١٦
٤	طريق الطائف – الهدا	٣	١٦
٥	طريق الطائف – السيل	٣	١٦
٦	طريق وادي ملكان	٢	١١
٧	طريق الليث	٣	١٦

ويعتمد الحل المقترح على التحكم بدخول المركبات من خلال نقاط الفرز باستخدام تقنية RFIDونظام التعرف الآلي على اللوحات. ويقدم الحل نظامين: أحدهما يقوم على مبدأ الردع فقط، وذلك بإصدار مخالفات للمركبات غير المصرح لها دون التأثير على حركة تدفق المركبات، بينما يقوم الآخر على مبدأ الردع والمنع وذلك بمخالفة المركبات غير المصرح لها بالإضافة إلى منعها من الدخول، ويتم كل ذلك آلياً.

ويمكن شرح عمل النظام المقترح كما يأتي:

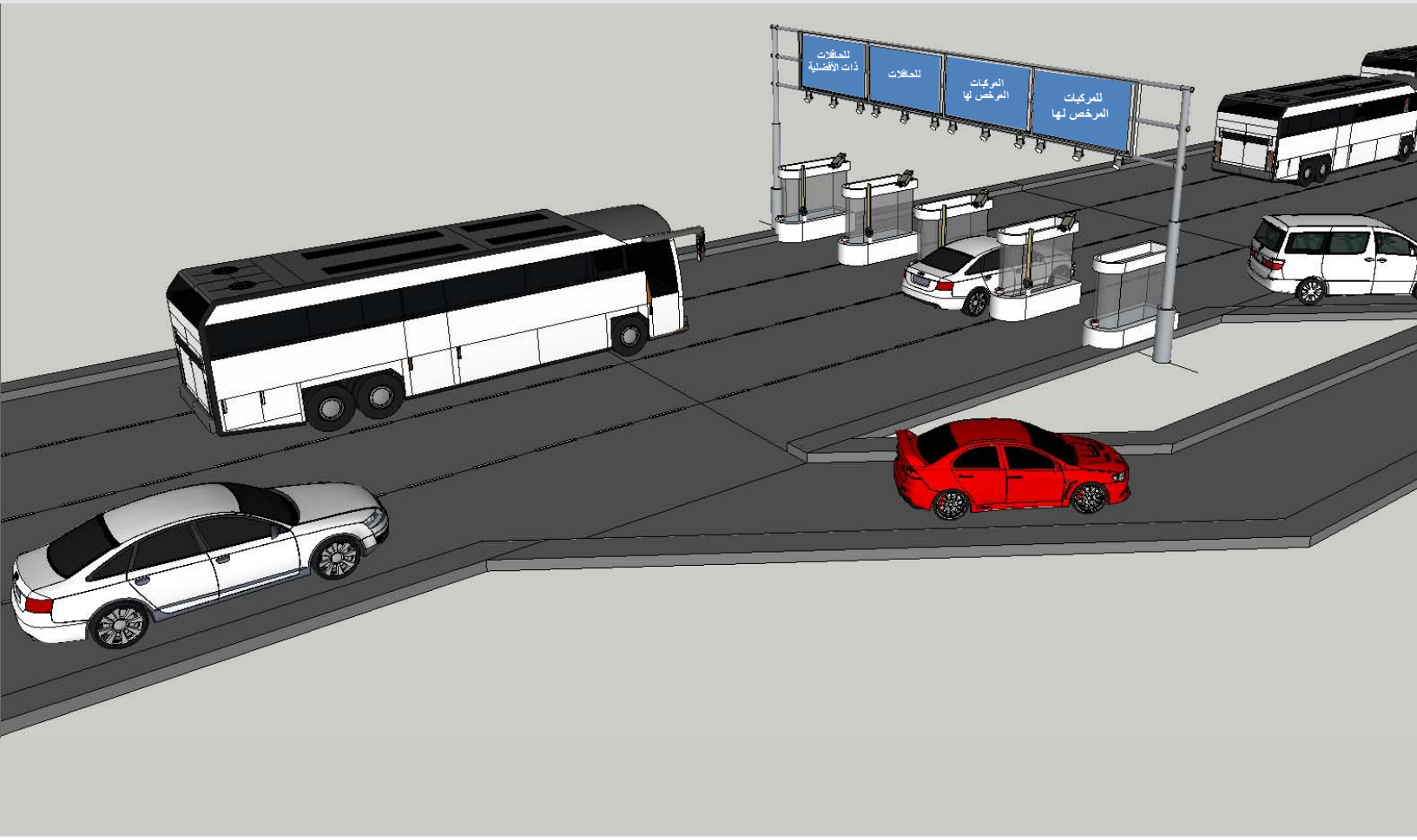
تمنح السيارات المرخصة شريحة مبرمجة بحيث تحتوي على رقم اللوحة والمسار المحدد لسير المركبة وعدد المرات المسموح بها والفترات الزمنية المسموحة لهذه المركبة بالتحديد. وقبل نقاط الفرز توجد لوحات إنذار مبكر قبل مخرج سابق لنقطة الفرز، وذلك للسماح للسيارات غير المصرح لها بالعودة دون مخالفة، مما يؤدي إلى تخفيف الضغط على نقاط الفرز، كما هو موضح في الشكل رقم (٤). وبعد هذه اللوحات

التحذيرية توضع إشارة توجه المركبات غير المرخص لها لأخذ المسار المخصص لها، كما هو موضح في الشكل رقم (٥)، ثم الخروج من الطريق عند الوصول إلى أقرب مخرج، كما هو موضح في الشكل رقم (٦).



شكل رقم (٤): لوحات تحذيرية قبل الوصول إلى نقاط الفرز.

شكل رقم(٥) : لوحات لتوجيه المركبات المخالفة للمسارات اليمنى.



شكل رقم (٦) : لوحات توجيه السائقين قبل الخروج من الطريق.

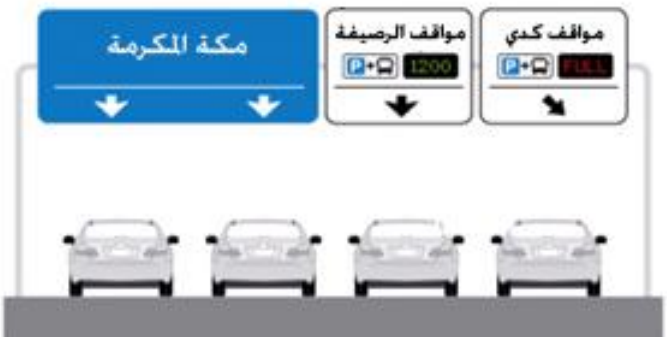
وعند اقتراب المركبات من نقاط الفرز يتم استشعار وجودها بواسطة الحساسات التي تعطي إشعار للكاميرات لالتقاط صور للمركبة في نفس الوقت يقوم القارئ بقراءة شريحة إذا كانت السيارة مزودة بها. وفي حال نظام الردع ترسل الصور ورقم شريحة البلية (وجد) إلى مركز معالجة المعلومات الرئيس

باستخدام أنظمة الاتصالات اللاسلكية حيث يتم هناك استخلاص رقم لوحة السيارة من الصور آلياً ومطابقتها مع رقم الشريحة (إن وجدت). وفي حال عدم وجود الشريحة تعدّ المركبة غير مرخصة ويتم إصدار المخالفة آلياً. أما في حال وجود شريحة لاتتطابق مع لوحة المركبة أو لا تسمح صلاحيتها بالدخول من هذا المسار أو تجاوزت عدد المرات أو الفترات الزمنية المسموح بها فتحرر لها المخالفة المناسبة لكل تجاوز. وفي حال نظام المنع تتم معالجة البيانات في مركز تحكم محلي في الموقع. فإذا كانت المركبة مصرح لها بالدخول ضمن الصلاحية المحددة لها يرسل النظام إشارة إلى البوابة الأمامية للفتح آلياً والسماح بمرور المركبة، وإلا ترسل إشارة إلى رجل الامن لتوجيهها خارج نقاط الفرز مع إصدار المخالفة آلياً.

٤-٢ الطرق الإشعاعية

سوف تتيح تقنية إدارة المرور المقترحة توزيع كثافة السيارات على مواقف السيارات من خلال الطرق الإشعاعية، مع توفير إمكانية إمداد السائقين بمعلومات آنية آلياً. وتشتمل التقنيات على:

كاميرات مراقبة تلفزيونية وكاميرات القراءة الآلية للوحات المركبات وأجهزة استشعار الحركة المرورية ولوحات الرسائل المتغيرة (VMS)، وأجهزة قياس تلوث الهواء على الطرق الإشعاعية. وبوضح الشكل رقم (٧) لوحات الرسائل المتغيرة التي ترشد السائقين للمواقف غير المشغولة والوضع المروري على الطرق الإشعاعية.



شكل رقم (٧): لوحات الرسائل المتغيرة.

٤-٣ مواقف السيارات

تستخدم أنظمة النقل الذكية لزيادة كفاءة واعتمادية وملائمة إمكانيات الوصول للمواقف وكذلك دفع الرسوم وتنفيذ الأنظمة والقوانين. و يقترح ان تشمل التقنيات على:

معلومات آنية عن أوقات الحافلات المغادرة، وكاميرات مراقبة تلفزيونية، وماكينة قطع تذاكر، ونظام دفع الرسوم، وبوابات الكترونية.

٤-٤ حافلات النقل

يتوقع أن تستخدم التقنية المقترحة لتنظيم حركة الحافلات طيلة مدة الرحلة من خلال توفير المعلومات فيما يتعلق بمدة الرحلة الفعلية. وتشتمل التقنيات على:

نظام تحديد أماكن الحافلات (**AVL**) والمعلومات الوقتية للركاب (**RTPI**).

٤-٥ ممرات المشاة

تتيح الأنظمة المقترحة توفير الإرشادات في ممرات المشاة لتخفيف الازدحام وضمان السلامة العامة. وتشمل هذه التقنيات:

نظام معلومات وإرشاد الركاب (**CIS**)، ولوحات الرسائل المتغيرة (**VMS**) واللوحات الثابتة، وأجهزة قياس كثافة الحشود والتدفق.

٥ الخلاصة

تم في هذا الورقة شرح لتطبيقات أنظمة النقل الذكية في مكة المكرمة مثل أنظمة الملاحة والإرشاد، نظام التحكم المروري عند مداخل الطرق السريعة ،أنظمة اللوحات المتغيرة الرسائل ، أنظمه تشغيل حافلات

النقل. و سوف يتم استخدام أنظمة النقل الذكية في كلٍ من: نقاط التحكم، والطرق الإشعاعية، والتحكم في ضبط أطواق المرور، ومرافق الوقوف والإيصال، وتشغيل حافلات النقل، ومحطات النزول، وممرات المشاة.

ويتوقع ان تساعد هذه الأنظمة على التخفيف من عدد و عناء رجال الامن وتخفيف الاختناقات المرورية عند نقاط التفتيش والاستخدام الأمثل للمواقف وشبكة الطرق وتوزيع حركة المرور عليها بكفاءة عالية لزيادة القدرة التشغيلية.

٦ المراجع

١. مشروع خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله بن عبدالعزيز لدراسة حركة المرور والمشاة والحشود والنقل العام في المنطقة المركزية الطرق المؤدية الى المسجد الحرام ، تقرير غير منشور ، مكتب معالي وزير التعليم العالي ،جدة، ١٤٣٠هـ

٢, مشروع خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله بن عبدالعزيز لدراسة المواقف في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة "المخطط التنظيمي وإستراتيجية التشغيل" التقرير الختامي، تقرير غير منشور ، مكتب معالي وزير التعليم العالي،جدة، ١٤٣٢هـ

٣. حسن مساعدالأحمدي ، محمد مهندس، معن كوسا، محمد دريش ،عادل سليمان بالغنيم، " دراسة تحديد التقنيات المناسبة لتطوير إدارة وتنظيم حركة المرور خلال مواسم الحج"،مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، التقرير الختامي،٢٠٠٧

شكر وتقدير

يتقدم الباحثون بالشكر والتقدير لمقام وزارة التعليم العالي على توفير المعلومات اللازمة لإعداد هذه الورقة وكذلك لجامعة الملك فهد للبترول والمعادن وجامعة الملك عبدالعزيز وجامعة ام القري لموافقتها على عمل اعضاء الفريق في دراسات وزارة التعليم العالي.