

أثر الإشارات الضوئية على تلوث الجو واستهلاك الوقود في وسط مدينة نابلس
Traffic Signal Impacts on Air Pollution and Fuel Consumption in Downtown Nablus
City

خالد الساحلي، سمير أبو عيشة

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين

بريد الكتروني: sameeraa@najah.edu ، alsahili@yahoo.com

تاريخ التسليم: (٢٥/٥/٢٠٠٣)، تاريخ القبول: (٩/١٢/٢٠٠٣)

ملخص

إن حركة سير المركبات وسرعتها أو تباطؤها يرتبط بشكل مباشر بكمية ومعدل استهلاك الوقود وانبعاث الغازات الملوثة من عوادمها. وتستهلك وسائل المواصلات في فلسطين حوالي ٦٠% من كمية الوقود المستوردة. لذا، فإن الاستمرار في ازدياد أعداد المركبات بشكل عام، والمركبات الخاصة بالذات، سيؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود والتلوث الجوي في المنطقة. وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر الإشارات الضوئية وتحسينها على حركة السير ومعدل تأخير المركبات، وربط ذلك بمعدل استهلاك الوقود وتلوث الهواء الناجم عن الغازات المنبعثة من عوادم المركبات في وسط مدينة نابلس. وتعتمد هذه الورقة في حساباتها على استخدام برنامج المحاكاة المحوسب في مجال هندسة المرور *CORSIM*. لقد أثبتت الدراسات العالمية أن تحسين الإشارات الضوئية داخل المدينة قد يؤدي إلى انخفاض استهلاك الوقود بنسب تتراوح ما بين ٢٥ - ٦٥%. أما في وسط مدينة نابلس، فقد أدى تحسين الإشارات الضوئية على بعض التقاطعات والممرات، عن طريق اختيار الزمن الأمثل للدورة وخطة التنسيق المقترحة بين التقاطعات، إلى تخفيض الزمن الضائع بنسب تتراوح ما بين ٣% إلى ٥٧%. وتخفيض استهلاك الوقود بنسب تتراوح ما بين ٢% إلى ٢٥%، وتخفيض تلوث الهواء الناتج عن أكاسيد الكربون المنبعثة بنسب تتراوح ما بين ٢% إلى ١٠%. ويوصي البحث بضرورة استخدام إجراءات تحسين الإشارات الضوئية والتنسيق بينها على مستوى شبكة الطرق في وسط المدينة، وكذلك ضرورة تطبيق مبادئ إدارة أنظمة المرور القليلة التكلفة السريعة التنفيذ، وذلك من أجل تحسين حركة السير وتخفيض معدل استهلاك الوقود في المدن الفلسطينية.

Abstract

Fuel consumption and exhaust emissions are directly related to traffic movement and vehicle speed and acceleration/deceleration. Vehicular traffic in the Palestinian areas consumes approximately 60 percent of the total fuel consumption. Therefore, the continuous growth in the number of vehicles in general and passenger cars in

particular will increase fuel consumption and emissions in the area. The objectives of this study are to evaluate the impact of traffic signals and their improvements on traffic movement and delay and to link traffic measures of effectiveness (MOE) with fuel consumption and air pollution in Nablus City downtown area. CORSIM simulation model was used as a tool to estimate traffic and environmental MOE. Studies showed that traffic signal improvements in urban areas could lead to a reduction in fuel consumption and exhaust emissions in percentages ranging from 25 to 65 percent. In this study, traffic signals were improved at study intersections and corridors in downtown Nablus City using optimum cycle length, signal timing, and progression. These improvements resulted in reducing average delays by 3 to 57 percent, fuel consumption by 2 to 25 percent, and carbon oxides air pollution by 2 to 10 percent. The study recommends improving traffic circulation and reducing fuel consumption and emissions using traffic signal improvement plans at the network level in downtown Nablus City. The implementation of traffic systems management, which includes low cost and quick to implement plans, is also recommended to improve traffic and environmental conditions in Palestinian cities.

١. المقدمة

تستهلك وسائل المواصلات في العالم ما لا يقل عن ربع كمية الوقود العالمي وهي مسؤولة عن معظم التلوث الجوي العالمي، وتستهلك المركبات الخاصة ما لا يقل عن نصف الوقود المستخدم في وسائل المواصلات المختلفة^(١). ولذا فإن ازدياد أعداد المركبات الخاصة على حساب وسائل المواصلات الأخرى يؤدي إلى زيادة كبيرة في استهلاك الوقود وازدياد التلوث الجوي. ومن المتوقع أن يتضاعف عدد المركبات الخاصة في العالم إلى ضعفين ونصف خلال ٣٠ عاماً المقبلة، وبالتالي فإن المركبات الخاصة ستحتاج على الأقل إلى مثل هذه الزيادة في كميات الوقود المستخدمة حالياً وستنتج كذلك كمية مشابهة من التلوثات الغازية^(٢).

ويختلف استخدام وقود المواصلات حسب حجم محرك المركبة، حيث أن متوسط استهلاك الوقود وانبعاث الغازات الملوثة لمحرك ذي حجم ٢٠٠٠ سم^٣ (٢ لتر) تزيد عن مثيلاتها لمحرك ذي حجم ١.٤ لتراً بنسبة تتراوح بين ٣٥% إلى ٦٥%^(٣). وكذلك فإن المركبات الحديثة هي أقل استخداماً للوقود وتلوثاً للهواء من المركبات الأقدم عمراً. وتختلف نسبة استخدام الوقود باختلاف أعمار المركبات^(٣). ومن المؤكد أن أعمار المركبات مرتبطة بشكل مباشر بحالة المركبات وصيانتها. فكلما تمت صيانة المركبة بشكل دوري ومنتظم فإن معدل استهلاكها للوقود وتلويثها للجو يكون أفضل من مركبات مماثلة وبدون صيانة. وقد أثبتت الدراسات أن صيانة المركبة هي أهم بكثير من عمرها. فقد

أوضحت إحدى هذه الدراسات^(٤) أن جزءاً كبيراً من المركبات الحديثة يلوث الجو أكثر من المركبات الأقدم، وذلك بسبب عدم الالتزام بصيانة المركبات الحديثة بشكل ملائم.

أما بالنسبة لنوع الوقود، فيستخدم وقود الديزل والبنزين، ومن أنواع البنزين المستخدمة المرصص والخالي من الرصاص. إن الملوثات الغازية الناتجة عن الاحتراق غير المكتمل للديزل في المركبات، مثل الباصات والشاحنات ومركبات تكسي النقل العام، تؤدي إلى تلوث جوي خطير في المناطق الحضرية، حيث ينبعث من محركات الديزل بعض الملوثات الغازية قد تصل إلى ١٠٠ ضعف تلك الناتجة من المحركات التي تدار بوقود البنزين. ويحتوي كذلك وقود الديزل على محتوى عالٍ من مادة الكبريت تصل إلى ١٠ أضعاف محتواها في وقود البنزين. وبالتالي فإن انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) من وقود الديزل هي عالية^(٣). وبشكل عام فإن أهم الغازات الملوثة المنبعثة من محركات المركبة هي أكاسيد الكربون (COx) وأكاسيد الكبريت (SOx) وأكاسيد النيتروجين (NOx) والهيدروكربونات (HC) والرصاص (Pb).

أما في فلسطين فنستهلك وسائل المواصلات حوالي ٦٠% من كمية الوقود الكلية المستوردة^(٣). ويبلغ متوسط أعمار المركبات الخاصة في فلسطين حوالي ١٦.٥ عاماً، وهذا يعبر عن قدم عدد كبير من تلك المركبات^(٥). ولا بد من الإشارة إلى أن نسبة الباصات والشاحنات ومركبات تكسي النقل العام والتي تستخدم وقود الديزل تشكل ٢٦.١% من مجمل أعداد المركبات في فلسطين، فضلاً عن أن أعداداً متزايدة من المركبات الخاصة الحديثة تسير باستخدام وقود الديزل نتيجة السماح بذلك مؤخراً، حيث بلغت نسبة المركبات الخاصة التي تستخدم هذا النوع من الوقود ٠.٤% من مجمل أعداد المركبات الخاصة^(٥).

وتركز هذه الدراسة على وسط مدينة نابلس كحالة دراسية. ومدينة نابلس هي من كبرى مدن الضفة الغربية، وتعتبر مركزاً تجارياً لمدن ومحافظات شمال الضفة الغربية. ومما يميز مدينة نابلس أنها تقع بين جبلين، مما جعل شبكة الطرق الرئيسية تمتد بشكل طولي بين هذين الجبلين، وهذا يؤدي إلى زيادة الازدحام المروري في منطقة وسط المدينة التجارية. وبالتالي فإنه ينتج عن ذلك ازدحامات مرورية كبيرة في عدة تقاطعات رئيسية في وسط المدينة، وعلى طول المحاور الشريانية. وهذا أيضاً يؤدي إلى ازدياد انبعاث الغازات من عوادم المركبات. ويمكن أن تشتم رائحة هذه الغازات الملوثة في الجو في حالات الازدحامات المرورية الكبيرة.

ومن الواضح أن الحد من استهلاك المركبات للوقود وانبعاثات الغازات الملوثة هو ضرورة بيئية ملحة عالمياً، وفلسطينياً كذلك.

٢. الوضع المروري والبيئي في فلسطين

على مدى سنوات الاحتلال، لم تكن هناك أية خطط أو أنظمة تُطبق فيما يتعلق بإدارة المرور، قد تساهم في ضبط تلوث الهواء الناجم عن حركة المركبات داخل المدن. بل على العكس، فقد منعت سلطات الاحتلال الإسرائيلي، على سبيل المثال، مراراً تركيب إشارات ضوئية في عدة مدن عندما كانت البلديات تنوي تركيب إشارات ضوئية لضبط المرور وما ينتج عن ذلك من تأثير إيجابي على الحد من تلوث الهواء.

ولا بد من الإشارة إلى أن أعداد المركبات قد ازدادت بشكل ملموس طوال فترة الاحتلال نظراً لتوفر سوق مفتوحة وغير محدودة لشراء السيارات المستعملة من السوق الإسرائيلية التي تخضع لقيود بيئية صارمة، والتي غالباً ما تكون معدلات أعمارها مرتفعة.

ومع إنشاء السلطة الوطنية الفلسطينية، فقد تم إيلاء اهتمام واضح لوضع وتطبيق خطط المواصلات قصيرة المدى (عادةً حتى خمس سنوات) في المدن الفلسطينية الرئيسية، وذلك لحل مشاكل المرور والازدحام المتفاقمة فيها، وذلك من خلال إعداد دراسات إدارة أنظمة المرور والعمل على تطبيق الخطط الموضوعة في هذا الإطار.

وقد تم إعداد دراسات إدارة أنظمة المرور للمدن الرئيسية في الضفة الغربية وقطاع غزة باستثناء الخليل منذ عام ١٩٩٥م وحتى عام ٢٠٠٠م من قبل شركات استشارية عالمية بالتعاون مع استشاريين فلسطينيين. ولقد تبين أن الهدف الرئيس من القيام بدراسات إدارة أنظمة المرور لتلك المدن هو تحسين "البيئة المرورية" وأوضاع السير وحركة المركبات، فضلاً عن حركة المشاة في المدن الفلسطينية، ومع ذلك فإنه لم تكن هناك خطط محددة تهدف أساساً إلى تحسين "البيئة" أو الحد من آثار البيئة السلبية الناجمة عن حركة المركبات داخل المدن الفلسطينية^(٦). وفي الوقت ذاته، فإن العديد من التوصيات والخطط كانت تهدف إلى القيام بتحسينات مرورية أو متعلقة بنظام المواصلات والتي ينتج عنها بشكل غير مباشر تقليل الآثار البيئية السلبية. لقد كان من ضمن ما تم تطبيقه، وفي كافة المدن المذكورة، خطط تحسين التقاطعات المرورية والتي أعطيت أولوية في التنفيذ، حيث تم تنفيذ ما يتعلق بالتحسينات الهندسية والمرورية اللازمة، بما في ذلك تركيب الإشارات الضوئية عند التقاطعات التي تحتاج إلى ذلك^(٧).

مع اندلاع انتفاضة الأقصى منذ أيلول ٢٠٠٠، فقد تراجعت وبشكل واضح أوضاع التحكم المروري وما يصاحب ذلك من آثار سلبية على التلوث الناجم عن حركة المركبات. هذا وقد قامت سلطات الاحتلال الإسرائيلي وعند اجتياح المدن الفلسطينية بتدمير البنية التحتية من شوارع وأرصفة وتقاطعات وما تم إنشاؤه في تلك التقاطعات من جُزر وجُزر وسطية، كما تم تدمير جميع الإشارات الضوئية والكثير من الشواخص المرورية.

٣. أثر التحكم في أنظمة المرور على تلوث الجو واستهلاك الوقود

بما أن كمية الوقود المستهلكة من قبل المركبات الخاصة تشكل جزءاً كبيراً من كمية الوقود الكلية المستهلكة في أي بلد، لذا فإن اتباع نظام مروري معين سيكون له أثر على هذه الكمية المستهلكة. ويختلف أثر نظام المواصلات المستخدم على استهلاك الوقود وانبعاثات الغازات الملوثة باختلاف نوع هذا النظام المروري. إن عدداً من أساليب التحكم في أنظمة المرور التي أثبتت الدراسات أن لها أثر واضح في تخفيض استهلاك الطاقة، وبالتالي تلوث الهواء، تتناول تحسين برمجة وتنسيق الإشارات المرورية الضوئية، وإزالة الإشارات المرورية الضوئية، وإعطاء الأولوية للمركبات ذات معدلات الركوب العالية (الباصات مثلاً)، واستخدام حوافز لاستخدام المركبات الخاصة كمركبات للنقل المشترك (التي يستخدمها أكثر من راكب واحد)، وتوسيع خدمات وسائط النقل العام.

وتختلف هذه الأساليب ما بين التحكم بكمية العرض أو كمية الطلب، ولكنها من بين أكثر الأساليب شيوعاً في العالم والتي لها إمكانية عالية للتطبيق في أماكن عديدة من العالم، بما في ذلك فلسطين. ويمكن تطبيق كل هذه الأساليب خلال فترة زمنية قصيرة، وليس كالخطط المرورية طويلة الأمد. مع أنه من الضروري جداً وضع خطة مواصلات طويلة الأمد من أجل الاستخدام المستمر لمثل هذه الأساليب، وكذلك لتخفيض الاعتماد على المركبات الخاصة، وإيجاد وقود بديل أقل تأثيراً على البيئة. ويمكن تلخيص هذه الآثار في الإجراءات التالية:

أ. تحسين أنظمة الإشارات الضوئية

إن تحسين أنظمة الإشارات المرورية الضوئية، سواءً كان عن طريق تصميم الوقت الأمثل للإشارات أو التنسيق بين الإشارات الضوئية المتعاقبة أو استخدام التوقيت الأمثل للإشارات الضوئية بشكل دوري ومتغير خلال ساعات النهار، أو استخدام نظام متطور من التحكم بإشارات المرور بواسطة حاسوب مركزي للمنطقة، يزيد من كمية التدفق المروري والطاقة الاستيعابية للتقاطع أو

الممر. وهذا من شأنه أن يحسن التدفق المروري على مستوى الشبكة ككل. وبازدياد حركة المركبات وانخفاض زمن الرحلة وزمن التأخير، فإن ذلك سيققل من كمية الوقود المستهلكة والغازات المنبعثة عن المركبات.

أما أثر تحسين أنظمة الإشارات الضوئية على البيئة على مستوى المشروع، فهو يختلف باختلاف الوضع الذي كانت عليه مثل هذه الإشارات قبل عملية التحسين، واختلاف النظام المستخدم. فاستخدام أنظمة الحاسوب المركزي للتحكم المروري كان له أثر على تخفيض استهلاك الوقود بنسب تتراوح ما بين ٨% إلى ٢٥%. واستخدام التوقيت الأفضل للإشارات الضوئية مع التنسيق فيما بينها كان له أثر بتخفيض استهلاك الوقود بمعدل ١٢%. ولقد كان لاستخدام مثل هذه الأنظمة الأثر بتخفيض نسبة استهلاك الوقود بمعدل يتراوح ما بين ١% إلى ٣.٥% على مستوى المنطقة الواحدة^(١). فعلى سبيل المثال أظهرت إحدى الدراسات في الأردن أن تحسين برمجيات الإشارات الضوئية على خمس تقاطعات في مدينة عمان يمكن أن يوفر ٢٩ - ٦٥% من استهلاك الوقود للمركبات التي تمر عبر تلك التقاطعات، و ٤٥ - ٨٥% من الزمن الضائع نتيجة التوقف، و ٢ - ٣٢% من عدد مرات التوقف على هذه التقاطعات^(٨).

ب. توقيف أو إزالة بعض الإشارات الضوئية

أما بالنسبة لتوقيف أو إزالة الإشارات الضوئية والتي قد يستعاض عنها، وخاصة في حالة الإزالة الموقته (في ساعات الليل مثلاً)، بإشارات تومض باللون الأصفر أو الأحمر بشكل مستمر (Flashing Yellow/Red)، فإن هذا النوع من الضبط المروري يؤدي إلى تقليل الإعاقة والتأخير للمركبات، وهذا من شأنه أن يقلل من استهلاك الوقود وانبعاث الغازات من عوادم المركبات ما بين ٠.١% إلى ٠.٦% للمنطقة الواحدة^(١). ومن أجل تعميم استخدام مثل هذا الأسلوب، يجب دراسة أثر ذلك على سلامة المرور وحوادث المركبات والمشاة.

ج. إعطاء الأولوية للمركبات ذات السرعة العالية

إن إعطاء الأولوية للمركبات التي تستوعب عدداً كبيراً من الركاب (مثل الباصات والمركبات الخاصة التي يشترك فيها العديد من الركاب) يؤدي إلى تسهيل حركتها وخاصة في ساعات الذروة المرورية، وذلك بتشجيع استخدامها على حساب المركبات الخاصة الأحادية الراكب، مما يؤدي إلى انخفاض استخدام المركبات الخاصة أحادية الراكب. ويمكن إعطاء الأولوية لهذه المركبات عن طريق

عدة وسائل مثل تحديد مسار خاصة لها مستقلة عن مسارب السير للمركبات الأخرى، وإعطاؤها الأولوية عند الاقتراب من الإشارات الضوئية بحيث تُعطى الضوء الأخضر حال اقترابها من التقاطع، وإعطاؤها الأولوية في الوقوف سواءً كان ذلك في ساحات المواقف أو مباني مواقف المركبات أو على جانبي الطريق، وتخفيض سعر تذكرة الركوب عن طريق تزويد الدعم الحكومي للمؤسسات القائمة على مثل هذه المركبات. ومن الواضح أن استخدام مثل هذه الأساليب يستدعي وجود عدد كبير نسبياً من هذه المركبات في المنطقة الواحدة، حتى يستوجب إعطاؤها مثل هذه الأولويات وحتى تكون لها فاعلية مؤثرة.

ويمكن تلخيص أثر إعطاء الأولوية للمركبات ذات معدلات الركوب العالية على مستوى المشروع الواحد بما يلي: لقد كان هناك العديد من المشاريع الناجحة في العالم والتي أدت إلى انخفاض في عدد المركبات المستخدمة وزمن الرحلة نتيجة زيادة معدل عدد الأشخاص في المركبة الواحدة. وقد أدى هذا إلى انخفاض في مستوى استهلاك الوقود والتلوث الجوي المصاحب لذلك بنسبة تتراوح ما بين ٠.٤% إلى ٧.٣%. أما على مستوى المنطقة الواحدة فقد تم تقدير أثر استخدام هذه الأساليب على استهلاك الوقود والتلوث الجوي بنسب تتراوح ما بين ٠.٤% إلى ٠.٦%^(١).

د. استخدام وسائل النقل المشترك

وتُعدّ أساليب استخدام وسائل النقل المشترك بالمركبات التي يشترك في ركوبها عدد من الأشخاص، حيث أن استخدام مثل هذه البرامج سيؤدي إلى انخفاض مستوى استهلاك الوقود والتلوث الجوي بنسب تتراوح ما بين ٠.٤% إلى ١.٥%. وتتميز هذه البرامج بأنها ذات تكلفة مادية قليلة نسبياً^(١). وكثيراً ما يبنى أصحاب المؤسسات مثل هذه الفكرة لمستخدميهم عن طريق استخدام حوافز معنية.

هـ. توسيع خدمات وسائل النقل العام

أما توسيع خدمات وسائل النقل العام فيشمل توسيع الخدمات جغرافياً، أو توسيع الخدمات زمنياً (زيادة ساعات أو أيام الخدمة)، أو زيادة معدل الخدمة (مثل زيادة عدد الباصات)، أو إعادة هيكلة خطوط الرحلات وأوقاتها من أجل تقديم خدمة أفضل. وتهدف كل هذه البدائل إلى زيادة عدد ركاب وسائل النقل العام عن طريق الانتقال من المركبات الخاصة إليها. وتفيد التجارب أن مثل هذه البرامج كان لها دور في تخفيض استهلاك الوقود بمعدل يتراوح ما بين ٠.٧% إلى ١.٢% للمنطقة الواحدة^(١). ويعرض جدول (١) ملخصاً لأثر استخدام كل من البرامج سابقة الذكر.

جدول (١): أثر بعض برامج التحكم المروري على استخدام الوقود*

الرقم	البرنامج	التكلفة النسبية	نسبة انخفاض استهلاك الوقود
١.	تحسين أنظمة الإشارات الضوئية	قليلة	٨%-٦٩% للمشروع ١%-٣.٥% للمنطقة
٢.	إزالة الإشارات الضوئية	قليلة	٠.١%-٠.٦% للمنطقة
٣.	إعطاء الأولوية للمركبات ذات معدلات الركوب العالية	عالية	٠.٤%-٧.٣% للمشروع ٠.٤%-٠.٦% للمنطقة
٤.	استخدام وسائل النقل المشترك	قليلة	٠.٤%-١.٥% للمنطقة
٥.	توسيع خدمة وسائل النقل العام	عالية	٠.٧%-١.٢% للمنطقة

* المصدر: (Wagner (1980)^(١) وعبد الوهاب وجدعان (١٩٩٧)^(٢).

٤. الدراسات الميدانية حول تلوث الجو الناجم عن حركة المركبات في فلسطين

إن الدراسات التي تبحث أثر المركبات على التلوث الجوي في المناطق الفلسطينية محدودة جداً. ففي دراسة لمعهد القدس للأبحاث التطبيقية^(٣)، تم تقدير كمية انبعاثات الغازات الملوثة الناتجة عن المركبات في الضفة الغربية لعام ١٩٩٦، بناءً على عدد المركبات المسجلة في الضفة الغربية وعدد السيارات ذات الترخيص الإسرائيلي والتي تستخدم الطرق داخل الضفة الغربية.

وقد قدمت هذه الدراسة تلوث الهواء الناتج عن أكاسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات والرصاص. ويبين الجدول (٢) ملخصاً لهذه النتائج.

جدول (٢): معدل التلوث الجوي السنوي الناتج عن المركبات في الضفة الغربية لعام ١٩٩٦

المكونات الجوية	معدل التلوث السنوي (بالأطنان)
أول أكسيد الكربون (CO)	٥٦٨٧٠
أكاسيد الكبريت (SO _x)	٤٤٤٠
أكاسيد النيتروجين (NO _x)	٥٠٢٠
الهيدروكربونات (HC)	٧١٣٠
الرصاص (Pb)	٢٩٠

المصدر: معهد القدس للأبحاث التطبيقية (١٩٩٦)^(٣).

وفي دراسة أخرى لتركيز المعادن الثقيلة في التربة والنبات والحلزونات الأرضية على أطراف الطرق في الضفة الغربية^(٩)، تم قياس كمية تركيز النحاس والكاديوميوم والرصاص والخاصين على طول طريق نابلس-رام الله. ويمكن تلخيص بعض هذه النتائج في جدول (٣).

جدول (٣): تركيز بعض المعادن الثقيلة على جانبي طريق نابلس-رام الله لعام ٢٠٠٠

مصدر العينة	نوع المعدن	معدل تركيز المعدن (ملغم/غم)	تقييم التركيز
التربة	النحاس	٢٣.٨	عالي
	الرصاص	١٤٩.٩	عالي
النبات	النحاس	٥.٢	ضمن المستوى الطبيعي
	الرصاص	٢,٢	ضمن المستوى الطبيعي
الحلزونات	النحاس	١٣٢-١٢١	عالي
	الرصاص	٦٩-٤٣	عالي

المصدر: صويلح وآخرون (١٩٩٩)^(٩).

٥. حالة دراسية: وسط مدينة نابلس

إنه من الصعب وضمن الإمكانيات الحالية في فلسطين قياس التلوث الجوي الصادر من عوادم المركبات في معزل عن الملوثات والظروف الأخرى. ويتطلب القيام بذلك استخدام أجهزة قياس خاصة، وهي بشكل عام غير متوفرة بالآلية المطلوبة. ولذا وكبديل عن قياس التلوث الميداني، يمكن الاستعاضة عن ذلك بحساب كمية استهلاك المركبات للوقود وكمية الغازات المنبعثة عنها، وذلك حسب طرق علمية ورياضية عالمية. ومن أجل ذلك، تم في هذه الدراسة استخدام البرنامج المحوسب CORSIM المتخصص في هندسة المرور لقدرته على تقدير كميات الاستهلاك والتلوث الجوي بطرق حسابية. ويستخدم هذا البرنامج مبدأ "المحاكاة" (Simulation). وقد اقتصرت هذه الدراسة على وسط مدينة نابلس.

إن استخدام طريقة المحاكاه في هندسة المرور يتميز عن بعض الدراسات والتطبيقات الميدانية، حيث أنها قليلة التكلفة نسبياً، ولا تتطلب تغيير وضع قائم قبل التحقق من نتيجة مثل هذا التغيير، بالإضافة إلى قصر الوقت اللازم لتحليل أي بديل مقترح مقارنة بتطبيق مثل هذا البديل ميدانياً.

إن برنامج CORSIM المنطور هو جزء من عائلة برامج TRAF التي تم تطويرها في الولايات المتحدة الأمريكية، وهي ذات قدرة على تمثيل العديد من البيئات المرورية^(١٠). ولدى هذا البرنامج القدرة على متابعة حركة كل مركبة لوحدها (Microscopic)، وتسجيل كافة البيانات عنها في كل ثانية من الزمن يتم محاكاتها، ومن ثم يقوم البرنامج بتجميع البيانات عن جميع المركبات ولكل ممرات وتقاطعات الشبكة. ويعتمد هذا البرنامج على مجموعة من المدخلات الضرورية والتي تصف بيئة الشبكة المرورية بشكل دقيق. ويتطلب هذا البرنامج وصفاً دقيقاً للشبكة وكافة عناصرها ومستخدميها. أما أنواع الملوثات التي يصفها هذا البرنامج فهي أكاسيد الكربون (CO_x) والهيدروكربونات (HC) وأكاسيد النيتروجين (NO_x).

تجدر الإشارة إلى أن نتائج تحليل برنامج CORSIM تعتمد على مجموعة من المتغيرات المفترضة لبيئة شبكة المرور، والتي قد تكون مختلفة عن الظروف الحقيقية للشبكة، مثل حالة الطريق وعمر المركبة والحالة الجوية. ويعطي هذا البرنامج نتائج مقبولة، خاصة في حالات المقارنة، حيث تكون جميع هذه المتغيرات ثابتة.

أما بالنسبة لاحتساب معدل استهلاك الوقود والتلوث الجوي، فإن هذا البرنامج يعتمد على دراسات قامت بها مؤسسة إدارة الطرق الفدرالية الأمريكية. ويقدر البرنامج استهلاك الوقود والتلوث الجوي للمركبات الخاصة وبعض أنواع الشاحنات فقط. أما طريقة احتساب استهلاك الوقود، فهي تعتمد على عدد المركبات وطول مسافة الرحلة، ومعدل الوقت الضائع للمركبات، وعدد مرات الوقوف، ومعدل السرعة والتسارع أو التباطؤ للمركبات. ومن نتائج احتساب استهلاك الوقود يتم تقدير معدل انبعاث الغازات الملوثة سابقة الذكر.

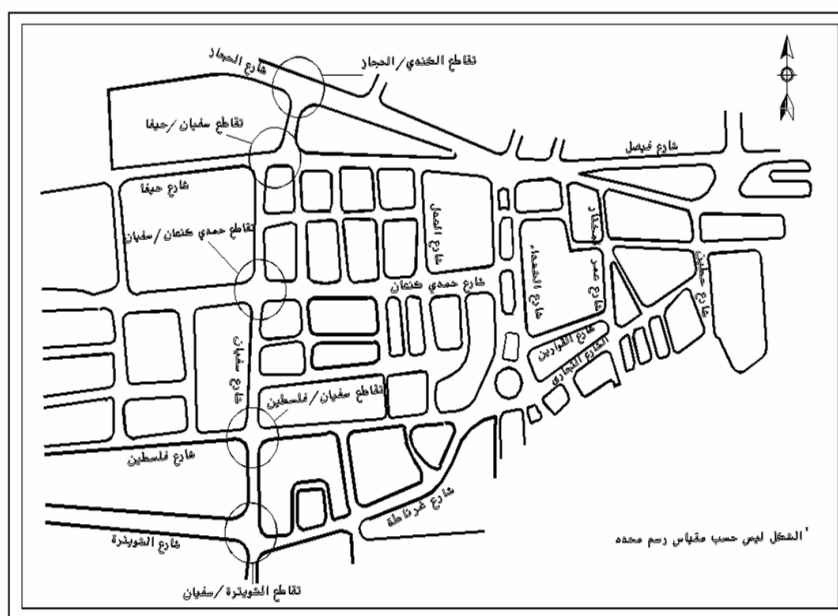
لقد تم دراسة الوضع المروري والبيئي الحالي وكذلك الوضع المستقبلي للأمد القريب لوسط مدينة نابلس. وقد تم إجراء مسح مروري شامل لمنطقة الدراسة. فقد تم القيام بتعداد المركبات لما يزيد عن ٣٥ موقعاً في وسط مدينة نابلس ولفترات زمنية مختلفة، شملت ساعات الذروة الصباحية والمسائية، وذلك ضمن مشاريع التخرج في قسم الهندسة المدنية في جامعة النجاح الوطنية. وقد تم القيام بهذا العمل في الفترة الواقعة ما بين شهر تشرين أول من عام ٢٠٠١ وحتى شهر آذار من عام ٢٠٠٢^(١١).

وتبين هذه الدراسة الوضع الحالي (عام ٢٠٠٢) لشبكة وسط مدينة نابلس من الناحية المرورية والبيئية. وقد تم كذلك دراسة الوضع المستقبلي للشبكة دون إجراء أي تحسينات ومع إجراء تحسينات

على بعض الإشارات الضوئية في منطقة الدراسة باستخدام برنامج CORSIM. وبما أن هذا النوع من التحسينات المرورية هو من ضمن الخطط المرورية قصيرة الأمد (من ١ - ٥ سنوات)، فقد تم استخدام عام ٢٠٠٧ كأساس لتقييم الوضع المستقبلي لشبكة الدراسة. ويعرض الجدولان (٤) و (٥) نتائج تقييم هذه الحالات الثلاثة، بينما تفصل الفقرات التالية النتائج لهذه الأوضاع.

١.٥ نتائج دراسة الوضع الحالي

يوجد في وسط مدينة نابلس ١٠ تقاطعات يتم التحكم بها بواسطة إشارات ضوئية مسبقة البرمجة (Pre-timed)، توجد ثلاث منها على أطراف وسط المدينة، واثنان منها إشارات ضوئية للمشاة فقط. أما الخمسة الباقية فتشكل ممران رئيسان، هما الجزء الغربي من شارع فيصل، وشارع سفيان (انظر الشكل ١). وقد تم استخدام المحاكاة الحاسوبية لتمثيل حركة السير واستهلاك الوقود لهذه التقاطعات الخمسة وللممرين المذكورين. ويمكن وصف مستوى التنسيق بين الإشارات على هذين التقاطعين بأنه ضعيف إلى متوسط.



شكل (١): أماكن الدراسة في وسط مدينة نابلس

أما التقاطعات المرورية الخمسة فهي تقاطع شارع الشويتره/شارع سفيان، وتقاطع شارع فلسطين/شارع سفيان، وتقاطع شارع حمدي كنعان/شارع سفيان، وتقاطع شارع حيفا/شارع سفيان، وتقاطع شارع الكندي/الحجاز.

يعرض الجدولان (٤) و(٥) نتائج تقييم الوضع الحالي المروري والتلوث الجوي الناتج عن المركبات لمنطقة وسط المدينة في ساعة الذروة القصوى (٢-٣ بعد الظهر). وكذلك يعرض تفصيلاً لمقطعين وخمس تقاطعات مرورية من هذه الشبكة.

٢.٥ نتائج دراسة الوضع المستقبلي (دون حلول)

تم كذلك دراسة الوضع المستقبلي على الأمد القريب (بعد ٥ سنوات). وتم تقدير ذلك بناءً على معدل ازدياد المركبات السنوي بنسبة ٥%. ويعرض الجدولان (٤) و(٥) ملخص هذه النتائج في ساعة الذروة القصوى دون إجراء أية تعديلات على شبكة الطرق أو القيام بأية تحسينات مرورية.

جدول (٤): ملخص نتائج الوضع المروري الحالي والمستقبلي لوسط مدينة نابلس (في ساعة الذروة)

العنصر	قياسات مرورية	عام ٢٠٠٢	عام ٢٠٠٧	عام ٢٠٠٧ بعد التحسين
الشبكة الكلية	عدد الرحلات* (رحلة)	٣٥٣٧	٣٧٥١	٤١٦٩
	معدل التأخير للمركبة (دقيقة/مركبة)	٣.٦	٤.٨	٤.٢٣
	متوسط السرعة (كم/الساعة)	١٢.٤	١٠.٠	١٠.٩
أ. المقطع الأول: شارع فيصل	عدد الرحلات* (رحلة)	٥١٦٨	٤٦١٧	٦٤٦٤
	معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة)	٨٩.٤	١٤٤.٧	١٠٥.٣
	متوسط السرعة (كم/الساعة)	٤.٢	٢.٦	٣.٧
ب. المقطع الثاني: شارع سفيان	عدد الرحلات* (رحلة)	١٧٦٣	١٨٤٥	٢١٥٠
	معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة)	٢٣.٨	٢٤.٧	١٣.٢
	متوسط السرعة (كم/الساعة)	١٠.٠	٩.٧	١٤.٨
ج. تقاطع ١: شارع الشويتره/ سفيان	عدد الرحلات* (رحلة)	١٣٦٩	١٤١٤	١٤٧٥
	معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة)	١٤.٨	١٥.٧	١٥.٢
	متوسط السرعة (كم/الساعة)	١٤.٠	١٤.٢	١٤.٥

... تنمية جدول رقم (٤)

العنصر	قياسات مرورية	عام ٢٠٠٢	عام ٢٠٠٧	عام ٢٠٠٧ بعد التحسين
د. تقاطع ٢: شارع فلسطين/سفيان	عدد الرحلات* (رحلة) معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة) متوسط السرعة (كم/الساعة)	١٠٨٥ ٤٥.٧ ٥.١	١١٣٣ ٤١.٧ ٥.٥	١٢٦٢ ٢٦.٦ ٧.٧
هـ. تقاطع ٣: شارع حمدي كنعان/سفيان	عدد الرحلات* (رحلة) معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة) متوسط السرعة (كم/الساعة)	١٠٤٨ ٣٦.٣ ١٠.٩	١١٣٢ ٣٩.٤ ١٠.٣	١٢٣٠ ٢٩.٧ ١٢.٩
و. تقاطع ٤: شارع سفيان/حيفا	عدد الرحلات* (رحلة) معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة) متوسط السرعة (كم/الساعة)	٢٠١١ ١٦.٧ ١٥.١	٢٠٧٧ ١٨.٧ ١٤.٦	٢٣٨٢ ٢٢.٩ ١١.٧
ز. تقاطع ٥: تقاطع الكندي/الحجاز	عدد الرحلات* (رحلة) معدل التأخير للمركبة (ثانية/مركبة) متوسط السرعة (كم/الساعة)	١٠٨٨ ٢٤٤.٠ ٣.٧	٩٦٧ ٣٣٨.١ ٢.٧	١٤١٢ ٢٠٦.٩ ٤.٢

* عدد الرحلات هي مقياس لعدد المركبات التي أكملت رحلتها عبر الشبكة أو المقطع أو التقاطع المعني خلال فترة المحاكاه.

جدول (٥): ملخص نتائج الوضع البيئي الحالي والمستقبلي الناتج عن حركة المركبات في وسط مدينة نابلس في ساعة الذروة

العنصر	قياسات بيئية	عام ٢٠٠٢	عام ٢٠٠٧	عام ٢٠٠٧ بعد التحسين
الشبكة الكلية	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر)	٢.٩٠	٢.٥٨	٢.٦٢
	معدل انبعاث COx (غرام/كم)	١٤.٤٧	١٥.٤٦	١٥.٧١
أ. المقطع الأول:	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر)	١.٢٩	٠.٩١	١.١٣
شارع فيصل	معدل انبعاث COx (غرام/كم)	١٢.٢٢	٢١.٣٧	٢٠.٨٥

... تكملة جدول رقم (٥)

العنصر	قياسات بيئية	عام ٢٠٠٢	عام ٢٠٠٧	عام ٢٠٠٧ بعد التحسين
ب. المقطع الثاني: شارع سفيان	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر) معدل انبعاث CO _x (غرام/كم)	٢.٤٩ ١٧.٤٤	٢.٤٤ ١٧.٩٨	٣.١١ ١٦.٥٣
ج. تقاطع ١: شارع الشويطرة/ سفيان	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر) معدل انبعاث CO _x (غرام/كم)	٣.١٦ ١٣.٢٥	٣.١٩ ١٣.٤١	٣.٣١ ١٢.٩٨
د. تقاطع ٢: شارع فلسطين/ سفيان	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر) معدل انبعاث CO _x (غرام/كم)	١.٦٢ ١٣.٩٣	١.٦٨ ١٣.٩٣	٢.٢٠ ١٢.٥٠
هـ. تقاطع ٣: شارع حمدي كنعان/ سفيان	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر) معدل انبعاث CO _x (غرام/كم)	٢.٤٤ ٢٤.٣٥	٢.٣٥ ٢٤.٥٤	٢.٥٩ ٢٣.٧٩
و. تقاطع ٤: شارع سفيان/ حيفا	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر) معدل انبعاث CO _x (غرام/كم)	٣.٣١ ١٦.٧٦	٣.١٧ ١٦.٣٢	٢.٧٠ ١٧.٧٦
ز. تقاطع ٥: تقاطع الكندي/ الحجاز	معدل استهلاك الوقود (كم/لتر) معدل انبعاث CO _x (غرام/كم)	١١.٢٤ ١٨.٤٠	١٢.٦٣ ٢٠.٢١	١٣.٦٧ ١٩.٧٨

ويتضح من الجدول (٤) أنه مع ازدياد عدد المركبات في الشبكة ابتداءً من الوضع الحالي وحتى انقضاء ٥ سنوات، فإن متوسط السرعة في انخفاض، وكذلك الوضع بالنسبة لشارع سفيان وشارع فيصل، والتقاطعات المرورية الخمسة موضوع الدراسة.

وبين الجدول (٥) ازدياد استهلاك المركبات للوقود مع ازدياد تعدادها في الشبكة في المستقبل القريب، بالرغم من قلة عدد المركبات التي استطاعت إكمال رحلتها عبر الشبكة كما هو واضح في جدول (٤). ومع ازدياد الأزمات المرورية في الشبكة، يقل معدل المسافة المقطوعة لكل لتر وقود على مستوى الشبكة ككل بنسبة ١١% (من ٢.٩٠ حالياً إلى ٢.٥٨ كيلومتراً لكل لتر وقود). وبالتالي فإن معدل التلوث الجوي الناتج عن المركبات في شبكة وسط المدينة ازداد بنسبة ٢٧% لأكاسيد الكربون (CO_x).

وقد أشارت النتائج إلى وضع شبيه (بالنسبة لشارعي فيصل وسفيان)، حيث سينخفض معدل المسافة المقطوعة للتر الواحد من الوقود بنسبة ٢٩% لشارع فيصل، و ٢% لشارع سفيان. أما معدل انبعاث أكاسيد الكربون، فستزداد بنسبة ٧٥% على شارع فيصل، وبنسبة ٣% على شارع سفيان.

ويعود الفرق الواضح بين شارع فيصل وشارع سفيان إلى كون شارع فيصل شديد الازدحام حالياً (معدل التأخير ٨٩.٤ ثانية/مركبة)، أما شارع سفيان فهو ذو ازدحام متوسط (٢٣.٧ ثانية/مركبة). ولذا، فإن ازدياد عدد المركبات على شارع فيصل سيكون له أثر واضح مقارنة مع شارع سفيان.

أما بالنسبة للتقاطعات الخمسة موضوع الدراسة، فإنه من الطبيعي أن يؤدي ازدياد تعداد المركبات في المستقبل إلى ازدياد في معدل التأخير واستهلاك الوقود، وكذلك معدل انبعاث الغازات الملوثة.

٣.٥ نتائج دراسة الوضع المستقبلي بعد تحسين الإشارات الضوئية

هناك العديد من الحلول التي يمكن استخدامها للتقليل من استهلاك المركبات للوقود والتلوث الجوي الناتج عنها. وقد تم فحص أثر استخدام بعض هذه الحلول من خلال التحكم بأنظمة المواصلات. وبسبب قلة التجهيزات اللازمة للقياسات الميدانية، فإنه ليس من الممكن فحص العديد من هذه الأساليب محلياً بما في ذلك في وسط مدينة نابلس.

لقد تم في هذه الدراسة فحص أثر أحد أبرز أساليب الضبط المروري في وسط مدينة نابلس على الملوثات الجوية الناتجة عن المركبات، وهو تحسين أنظمة الإشارات المرورية الضوئية عن طريق تحسين توقيت الإشارات الضوئية على خمس تقاطعات مرورية والتنسيق بين الإشارات الضوئية المتعاقبة للجزء الغربي من شارع فيصل وعلى طول شارع سفيان.

وقد تم إجراء هذا التحسين في الإشارات بناءً على الظروف المستقبلية عام ٢٠٠٧، وتمت مقارنة هذه النتائج مع نتائج نفس الفترة الزمنية وبدون أي تغيير في أنظمة المرور. ويعرض الجدولان (٤) و (٥) ملخصاً للنتائج الناتجة عن تحسين الإشارات الضوئية على هذا الجزء من شبكة وسط مدينة نابلس. ويتضح من الجدولين الأثر الإيجابي لهذه الإجراءات على تحسين عمليات المرور وكذلك على التلوث الجوي الناتج عنها.

لقد نجم عن تحسين الإشارات الضوئية على الجزء المذكور آثار إيجابية شملت شبكة الطرق في وسط مدينة نابلس بشكل عام. فقد أدى ذلك إلى تخفيض مستوى التأخير للمركبة الواحدة بنسبة ١٢% وزيادة معدل سرعات المركبات بنسبة ٨% للشبكة كلها. أما أثر ذلك على شارع فيصل، فقد نتج عن برنامج التحسين المذكور، زيادة عدد الرحلات المكتملة بنسبة ٤٠%، وتخفيض معدل التأخير للمركبات بنسبة ٢٧%، وزيادة متوسط سرعة المركبات بنسبة ٤٢%.

أما فيما يتعلق بشوارع سفيان، فالبرغم من الازدياد الملحوظ لعدد المركبات التي أتمت رحلتها على هذا الشارع، فإن معدل التأخير للمركبة الواحدة انخفض إلى النصف تقريباً، وازداد معدل سرعة المركبات عليه بنسبة ٥٣%.

أما فيما يتعلق بالتقاطعات الخمسة الموجودة، التي هي موضوع هذه الدراسة، فقد أدى تحسين الإشارات الضوئية على هذا الجزء من الشبكة إلى انخفاض معدل التأخير للمركبة الواحدة بنسب تتراوح بين ٣% (على تقاطع شارع الشويتره/شارع سفيان) إلى ٣٩% (على تقاطع شارع الكندي/الحجاز). أما متوسط سرعة المركبات فقد ازداد بنسب تتراوح من ٢% إلى ٥٦% على نفس التقاطعين المذكورين، على الترتيب.

وبشكل عام فإن الأثر البيئي للتحسينات في الإشارات الضوئية المذكورة على شبكة الطرق الكلية في وسط المدينة، يشير إلى انخفاض معدل استهلاك الوقود بنسبة ٢% وازدياد انبعاث أكاسيد الكربون الملوثة بنسبة ٢%. ويعود سبب هذه الزيادة الطفيفة في انبعاث أكاسيد الكربون إلى تباين أثر تحسين الإشارات الضوئية على التقاطعات التي تم دراستها والتقاطعات والطرق الأخرى لشبكة وسط المدينة، حيث أن تحسين الإشارات الضوئية ضمن ممر معين في الشبكة قد يؤدي إلى زيادة التدفق المروري ضمن هذا الممر، والذي سيؤدي إلى زيادة أعداد المركبات في مكان آخر من الشبكة لم تتم معالجته في هذا البحث، حيث أنه لا يوجد إشارات ضوئية (موضوع البحث) في تلك الأماكن الأخرى.

وقد كان أثر التحسينات المذكورة على شارع فيصل وشارع سفيان أكثر وضوحاً، حيث انخفض معدل استهلاك الوقود للمركبات الخاصة بنسبة ٢٥% تقريباً، وانخفض معدل تلوث الهواء الناتج عن أكاسيد الكربون (COX) بنسب تتراوح ما بين ٢% على شارع فيصل إلى ٨% على شارع سفيان. أما فيما يتعلق بأثر تحسين الإشارات الضوئية على التقاطعات المرورية الخمسة، فقد أشارت النتائج إلى انخفاض معدل استهلاك الوقود بنسب تتراوح ما بين ٤% (على تقاطع شارع الشويتره/شارع سفيان) إلى ٣١% على تقاطع شارع فلسطين/شارع سفيان، فيما انخفض معدل انبعاث أكاسيد الكربون

(COX) بنسب تتراوح ما بين ٢% (على تقاطع شارع الكندي/الحجاز) إلى ١٠% (على تقاطع شارع فلسطين/شارع سفيان).

٦. النتائج والتوصيات

ليس هناك دراسات دقيقة تقيم أثر التلوث الجوي الناتج عن استخدام المركبات في المدن الفلسطينية. وتعتبر هذه الدراسة من أوائل الدراسات التي تعرض تقييماً جزئياً وكمياً لاستخدام المركبات على التلوث الجوي، وأثر إجراءات تحسين الإشارات الضوئية في المدن الفلسطينية. ويستنتج من دراسة أثر تحسين الإشارات الضوئية على جزء من شبكة وسط مدينة نابلس، إن هذا النوع من التحسينات المرورية سيؤدي إلى أثر إيجابي على الشبكة بشكل عام من ناحية القياسات المرورية، مثل انخفاض مستوى التأخير بنسبة ١٣%، وازدياد معدل سرعة المركبات بنسبة ٩%. وقد أدى ذلك إلى خفض معدل التأخير على شارع سفيان بنسبة ٤٧%. أما أثر تحسين الإشارات الضوئية على التقاطعات المرورية نفسها، فقد أدى ذلك إلى تخفيض معدل التأخير إلى حد يصل ٣٦% وازدياد سرعة المركبات بنسبة تصل إلى ٥٦%.

وفيما يتعلق بالأثر البيئي على شبكة المرور لوسط مدينة نابلس، فقد انخفض معدل استهلاك الوقود بنسبة ٢%. وكذلك فقد انخفض معدل استهلاك الوقود على شارع سفيان بنسبة ٢٥%. أما أثر ذلك على التقاطعات نفسها، فقد وصل إلى حد تخفيض استهلاك الوقود بنسبة ٣١%.

ويتبين من هذه الدراسة ضرورة إجراء تحسين شامل لأنظمة الإشارات الضوئية في المدينة وليس لجزء محدود من الشبكة المرورية، وذلك عن طريق اختيار الوقت الأمثل للإشارات الضوئية والتنسيق بين هذه الإشارات. ومن المتوقع أن يؤدي هذا إلى أثر إيجابي أكبر على الشبكة بشكل عام وللتقاطعات بشكل خاص.

يمكن الإشارة إلى عدد من التوصيات التي يقترح أن توضع موضع التنفيذ من قبل الجهات المختصة وتشمل هذه التوصيات:

١. اعتماد آليات إدارة أنظمة المرور في المدن الفلسطينية ووضع أنظمة خاصة بذلك والعمل على تطبيق أدوات إدارة أنظمة المرور من أجل تحسين البيئة المرورية وتخفيض حدة الازدحام وتقليل إمكانيات التوقف والسير المتكرر للمركبات.

٢. القيام بإجراء أبحاث مستفيضة في مجال الآثار البيئية لحركة المرور في المدن الفلسطينية واستخدام المنهجيات الملائمة مثل تلك التي تستند إلى المحاكاة.
٣. توفير أجهزة قياس تلوث الهواء للجهات المختصة واستخدامها لمراقبة تلوث الهواء الناجم عن حركة المركبات في المدن الفلسطينية وعلى امتداد الطرق الرئيسية.
٤. وضع تشريعات خاصة بالفحوصات الدورية الإلزامية لنظام العادم للمركبات، وتشجيع استخدام الأجهزة المساعدة. وكذلك وضع حدود للقيم المسموح بها من الملوثات المنبعثة من المركبات، واعتبار ذلك كأساس لعمليات المراقبة والضبط اللازمين.

قائمة المراجع

- 1) Wagner, Frederick, A., "Energy Impacts of Urban Transportation Improvements," Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C., (1980).
- 2) Robert, Q., Riley, Enterprises, "Energy Consumption and the Environment: Impacts and Options for Personal Transportation," Website: //www.rqriley.com/energy.html, (1996).
- 3) Qumsieh, V., Isacc, J., Qattoush, N., "Energy and its Impact on the Environment," Applied Research Institute, Jerusalem, Palestine, (1996).
- 4) Tri-State Transportation Campaign. Study Says Vehicle Age-Pollution Link Untrue, *Mobilizing the Region Newsletter*, **Issue 37**, (1995), 1-2.
- 5) Abu-Eisheh, S., "Analysis and Forecasting of Automobile Ownership in the Palestinian Territories", *Working Paper*, An-Najah National University, Nablus, Palestine, (2003).
- 6) Abu-Eisheh, S., Al-Sahili, K., "Traffic Systems Management: Concepts and Applications on Palestinian Cities", The Palestinian Economic Council for Development and Reconstruction, Ramallah, Palestine, (2001).
- 7) Al-Sahili, K., Abu-Eisheh, S., "Traffic Systems Management Studies for Palestinian Cities: Implementation Assessment", *Proc. of the 3rd Inter. Conf. on Traffic and Trans. Studies*, American Society for Civil Engineers, **1**, (2002), 210 - 217.
- ٨) عبد الوهاب، وليد، وجدعان، خير، "أثر الإشارات الضوئية على التلوث البيئي واستهلاك الوقود وطرق تخفيفها" وقائع أعمال المؤتمر الأردني الأول للمرور والبيئة، نقابة المهندسين الأردنيين، عمان، (١٩٩٧) ١٥٩-١٧٧.
- 9) Swaileh, K.M., Rabay'a, N., Ezzughayyar, A., Abed Rabbo, A., "Concentrations of Heavy Metals in Roadside Soils, Plants, and Land-snails From the West Bank, Palestine", *J. of Env. Sci. Health*, **A36 (5)**, (2001), 765-778.
- 10) Federal Highway Administration. "CORSIM User's Manual, Version 4.3," US., Department of Transportation, Washington, D.C., (1999).
- 11) Al-Khateeb, M., Al-Shanteer, R., "Traffic Simulation Study of Nablus City CBD Area," Graduation Project, An-Najah National University, Civil Engineering Department, Nablus, (2001).