



برنامج علوم الصحراء
والأراضي القاحلة

بسم الله الرحمن الرحيم
جامعة الخليج العربي
كلية الدراسات العليا



مجال الدراسات التقنية

التكاليف والآثار غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات في دولة البحرين

رسالة مقدمة ضمن متطلبات الحصول على درجة الماجستير في
علوم الصحراء والأراضي القاحلة تخصص (البيئة والموارد الصحراوية-اقتصاديات البيئة)

إعداد

علي جاسم محمد الحسابي

بكالوريوس اقتصاد، جامعة بيروت العربية (1984م)

إشراف

د. أسماء علي أبا حسين

أستاذ الجيولوجيا المساعد
برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة

أ. د. أسامة أمين الخولي

أستاذ كرسي الشيخ عيسى بن سلمان آل خليفة
برنامج إدارة التقنية

كلية الدراسات العليا
جامعة الخليج العربي

البحرين

يناير 2002م

شوال 1422هـ

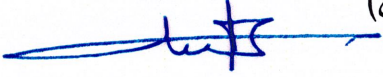
لجنة مناقشة

أطروحة الطالب علي جاسم محمد الحسايني

" التكاليف والآثار غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات في دولة البحرين "

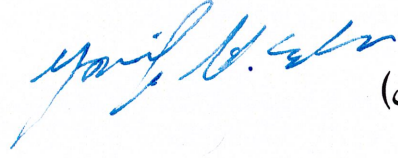
التوقيع

(ممتحن خارجي)



١. أ.د. إسماعيل محمد المدني
دكتوراه، البيئة، الأمين العام
للحياة الفطرية بدولة البحرين.

(ممتحن داخلي)



٢. د. يوسف عيدان
أستاذ الاقتصاد المساعد، برنامج إدارة التقنية،
مجال الدراسات التقنية، كلية الدراسات العليا
جامعة الخليج العربي.

(مشرف مشارك)



٣. د. أسماء علي أباحسين
استاذ مساعد، الجيوكيمياء، برنامج علوم
الصحراء والأراضي القاحلة، مجال الدراسات
التقنية، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي.

البحرين في : ٢٥ شوال ١٤٢٢ هـ
٩ يناير ٢٠٠٢ م

تقرير/AJ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ

لِيذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (41) .

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ

In the name of Allah, the Compassionate, the Merciful.

Mischief has appeared on land and sea because of (the meed) that the hands of men have earned, that (Allah) may give them a taste of some of their deeds: in order that they may turn back.

إهداء

بكل المحبة والتقدير أهدي هذه الرسالة المتواضعة:

إلى مبعث عزي وفخاري

إلى من أحرقا شموع حياتهما يضيئا لي الطريق

إلى من قدمت لي نبض الحياة من دمها

إلى من أفنى حياته من أجل أن يبني لي الحياة

أبي وأمي العزيزين

إلى من كانت سندي وقت الضعف وقوتي وقت العزم

إلى زهور حياتي

زوجتي وأولادي

إلى منابع المحبة الذين أعطوني القوة والأمل

إلي من كانوا جنبي وذلّلوا لي الصعاب

أخوتي وأصدقائي وزملائي

شكر وتقدير

بسم الله، والحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله محمد ابن عبد الله (ص) وعلى آله وصحبه الهداة.

يتقدم الباحث بالشكر والعرفان إلى الأستاذ الدكتور أسامه أمين الخولي - المشرف الرئيس - على هذا البحث، والدكتورة أسماء علي أبا حسين - المشرفة المساعدة - اللذان تفضلا مشكورين برعاية هذا البحث، ومتابعته بالتوجيه والإرشاد.

كما يتقدم الباحث بالشكر والتقدير إلى سعادة الأستاذ خالد محمد فخرو - المدير العام لشؤون البيئة على الدعم والمساعدة في تسهيل مهمة الالتحاق ببرنامج الدراسات العليا، وإلى السيد كلظم علي عبد اللطيف المهندس بإدارة الطرق بوزارة الأشغال على المساعدة اللامحدودة التي قدمها لاستخلاص نتائج برنامج المحاكاة الرياضي لشبكة الطرق SATURN المستخدم من قبل الإدارة، وإلى السيد حسين الشيخ فني رصد جودة الهواء بشؤون البيئة، والسيدة الهام البحارنه الموظفة بمركز المعلومات الصحية بمركز السلمانية الطبي، والسيد عيسى أحمد إبراهيم رئيس تنسيق الميزانية بوزارة المالية والاقتصاد الوطني على كل الجهود والمعلومات القيمة التي قاموا بتوفيرها.

وأخيرا يتقدم الباحث بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من ساهم وساعد بصورة أو بأخرى في مد يد العون إليه، سواء بالتوجيه والإرشاد أو بتصحيح الأخطاء أو إكمال النقص، في سبيل إبراز هذا البحث المتواضع بالصورة التي هي عليه الآن.

والله الموفق والهادي إلى سبيل الرشاد.

الخلاصة

تعتبر مشكلة تزايد أعداد السيارات والآثار الصحية، البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية المترتبة عليها إحدى أهم المشاكل التي باتت تواجه متخذي القرار في البحرين. حيث أدى عدم تحميل سائقي المركبات التكلفة الحقيقية والكاملة لقرار القيادة من جانب، ودعم الدولة لعدد من الخدمات المرتبطة باستخدام المواصلات من جانب آخر إلى، تشجيع أفراد المجتمع على اقتناء السيارات الخاصة، بدرجة أدت إلى بروز عدد من المشاكل بشكل واضح وملحوس من بينها الاختناقات المرورية، والحوادث المرورية، تلوث الهواء، وما سببته على استمرارها من ضغوط كبيرة على الأوساط البيئية، وصحة الإنسان، واستدامة الموارد.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل اتجاهات زيادة أعداد السيارات في دولة البحرين والأسباب المساهمة في ذلك، كذلك تحليل اتجاهات تلوث الهواء المحيط، وذلك لغرض إجراء تقييم اقتصادي يهدف إلى وضع قيمة نقدية مقدرة للآثار الناجمة عن تزايد أعداد السيارات، عن طريق تقدير تكلفة الاختناقات المرورية، وتكلفة الآثار الصحية الناجمة عن التلوث، وتكلفة الحوادث المرورية، ومدى تغطية عائدات أنشطة المواصلات لتكلفة البنية التحتية.

ولتحقيق أهداف الدراسة، تم الاستعانة بالبيانات، والإحصاءات، ونتائج المسوحات المتوفرة لدى الجهات ذات العلاقة، كما تم استخدام مخرجات برنامج المحاكاة الرياضي (SATURN) في تقدير تكلفة الاختناقات المرورية المتمثل في تكلفة الوقت الضائع، والوقود المستهلك على شبكة الطرق خلال ساعات الذروة، وكمية انبعاث ملوثات الهواء. كما تم بناء نموذج تقييم اقتصادي لحساب التكلفة الصحية الناجمة عن تلوث الهواء بفعل عوادم السيارات. كذلك تم استخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS في تحليل اتجاهات التلوث في الهواء.

وقد أمكن التوصل من خلال هذه الدراسة إلى عدة نتائج أهمها، ارتفاع وتيرة النمو في أعداد السيارات، وتبيان العوامل المساهمة في مفاقمة حدة المشكلة، مما ينذر بمخاطر مترتبة على هذا الوضع تهدد قطاع المواصلات والقطاعات الأخرى ذات العلاقة. وأن متوسط التركيز السنوي لملوثات الهواء خلال الفترة من 1993-1997 في حدود القيم المسموح بها مقارنة بمعايير التلوث في البحرين، باستثناء تركيز المواد الهيدروكربونية غير الميثينية، وبينت الدراسة احتمال مساهمة مصادر أخرى إلى جانب عوادم السيارات في ارتفاع تركيزها. كذلك أوضحت نتائج

تحليل متوسط تركيز الملوثات حسب أوقات اليوم، ارتفاع تركيز معظم الملوثات خلال ساعة الذروة الصباحية، وهي الفترة التي يزداد فيها استخدام المركبات.

كذلك أوضحت النتائج أن عدد ساعات الوقت الضائع وتكلفتها، وكمية وتكلفة الوقود المستهلك الناجم عن الاختناقات المرورية، تصل إلى حوالي 6 مليون ديناراً، ومن المتوقع ازدياد هذه التكلفة خلال العقد القادم لتصل لحوالي 31 مليون ديناراً. في حين أوضحت النتائج ارتفاع تكلفة المجتمع الناجمة عن الآثار الصحية لانبعاث ملوثات الهواء من عوادم السيارات، ووفيات وإصابات الحوادث المرورية والتي بلغت حوالي 2.8 مليون دينار.

كما قدرت الدراسة نسبة الدعم الذي حظي به السائقون، ومستخدمي الطرق خلال عام 2000 بحوالي 20% من تكلفة البنية التحتية المرتبطة باستخدام المركبات، في حين ساهمت تكلفة الاستخدام المجاني لمواقف السيارات بحوالي 63% من إجمالي التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات والمقدرة بحوالي 36.6 مليون ديناراً بحرينياً (1.22% من إجمالي الناتج المحلي GDP لعام 2000)، وعلى ضوء هذه النتائج اقترحت الدراسة مصفوفة بأهم السياسات التي تمكن متخذي القرار من استخدامها بهدف التغلب على مشكلة تزايد أعداد السيارات.

وقد خرجت الدراسة بعدد من التوصيات منها، تحميل مستخدمي الطرق من السائقين تكلفة الفرصة البديلة لتحويل واستخدام الأراضي كطرق، ومواقف سيارات عامة، وكذلك التكلفة الكاملة لبناء وتشغيل وصيانة الطرق، والخدمات المرورية. إضافة إلى تحسين كفاءة تحصيل رسوم مواقف السيارات، وفرض ضريبة أو رسم يأخذ في الاعتبار التأثيرات البيئية (التكلفة الخارجية) الناجمة عن استخدام السيارات، وربط أقساط التأمين على المركبات ورسوم تسجيلها بعدد الكيلومترات المقطوعة في السنة، وزيادة كفاءة وسائل النقل الجماعية، ووضع سياسات وآليات عمل لإدارة المرور وتخطيط المدن واستخدامات الأراضي، وأخيراً إجراء دراسات وبائية، ودراسات رصد وتتبع مهني لمعرفة مدى تأثير ملوثات الهواء على صحة الإنسان.

فهرس المحتويات

التسلسل	عنوان المحتوى	رقم الصفحة
	شكر وتقدير	
	الخلاصة	أ
	فهرس المحتويات	ج
	فهرس الجداول	هـ
	فهرس الأشكال	و
	فهرس الملاحق	ز
الفصل الأول	مدخل إلى التعريف بالدراسة وأهدافها	
1-1	مقدمة البحث	1
2-1	مشكلة البحث	3
3-1	أهداف البحث	3
4-1	أهمية البحث	4
5-1	منهجية البحث	5
6-1	أدوات وطرق البحث	5
7-1	المفاهيم والمصطلحات المستخدمة في البحث	6
الفصل الثاني	الدراسات السابقة	
1-2	دراسات عن أهم الملوثات الصادرة عن السيارات	9
2-2	دراسات عن التكاليف الاقتصادية المرتبطة بالسيارات	11
3-2	دراسات عن المؤثرات الصحية للملوثات المنبعثة من السيارات	15
4-2	ملخص الدراسات السابقة	19
الفصل الثالث	اتجاهات تزايد أعداد السيارات وتلوث الهواء في البحرين	20
1-3	اتجاهات نمو أعداد السيارات في البحرين وعوامل التأثير	20
2-3	اتجاهات النمو في ملوثات الهواء	31
3-3	تأثير انبعاثات عوادم السيارات على جودة الهواء المحيط	41
الفصل الرابع	التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات في البحرين	45
1-4	تكلفة الاختناقات المرورية	46
1-1-4	مخرجات SATURN للوقت وكمية الوقود المستهلك 1994	48
2-1-4	حساب تكلفة الوقت في ساعة الذروة الصباحية 1994	49
3-1-4	حساب تكلفة الوقود المستهلك في ساعة الذروة الصباحية 1994	50
4-1-4	تكلفة الاختناقات المرورية للأعوام 1994، 1997، 2005 و 2011	51
	مناقشة نتائج مخرجات SATURN	52
2-4	تكلفة الآثار الصحية لتلوث الهواء	55

60	تكلفة حوادث السيارات	3-4
61	تكلفة الخسائر في الأرواح	1-3-4
62	تكلفة علاج المصابين في حوادث الطرق	2-3-4
64	تكلفة البنية التحتية المرتبطة باستخدام المركبات	4-4
65	تكلفة بناء وصيانة الطرق	1-4-4
66	مخصصات الرقابة المرورية	2-4-4
66	العائدات من الأنشطة المرتبطة بنظام المواصلات	3-4-4
67	تكلفة مواقف السيارات	5-4
70	إجمالي التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات	6-4
	مناقشة النتائج والتوصيات	الفصل الخامس
72	مناقشة نتائج الدراسة	1-5
76	أهم الاستنتاجات	2-5
78	توصيات الدراسة	3-5
84	المراجع العربية	
86	المراجع الأجنبية	
89	الملاحق	

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
11	كمية انبعاث ملوثات الهواء من المصادر	1-2
14	استخدام مواقف السيارات	2-2
22	عدد السيارات مقدر حتى سنة 2005	1-3
24	كثافة السيارات والسكان حسب المناطق خلال عام 2000	2-3
25	أطوال الطرق المعبدة خلال الفترة من 1991-2000	3-3
26	عدد السيارات القادمة على جسر الملك فهد مقدر حتى 2005	4-3
27	نوع المركبات على الطرق خلال الفترة من 1993-2000	5-3
27	تباين انبعاثات سيارات الديزل والبنزين	6-3
28	عدد أسطول حافلات النقل العام وعدد الركاب من 1985-2000	7-3
32	معايير جودة الهواء لدولة البحرين	8-3
43	مخرجات برنامج SATURN لكمية الملوثات للفترة الصباحية	9-3
43	مخرجات برنامج SATURN لكمية الملوثات للفترة المسائية	10-3
44	كمية الملوثات المنبعثة للهواء خلال ساعتين الذروة	11-3
51	مخرجات برنامج SATURN للوقت وكمية الوقود للفترة الصباحية	1-4
52	مخرجات برنامج SATURN للوقت وكمية الوقود للفترة المسائية	2-4
53	التكلفة السنوية للوقت الضائع على شبكة الطرق	3-4
54	كمية وتكلفة الوقود المستهلك بسبب التأخير	4-4
56	عدد المرضى المدخلين للمستشفى للفترة من 1995-2000	5-4
57	عدد أيام الرعاية للمرضى للفترة من 1995-2000	6-4
58	تكلفة العلاج للمرضى المدخلين للمستشفى للفترة من 1995-2000	7-4
58	عدد مرضى الجهاز التنفسي المترددين على العيادات التخصصية	8-4
62	الحد الأقصى لمبالغ التعويض لوفيات حوادث الطرق في البحرين	9-4
63	الحوادث المرورية خلال الفترة من 1990-1999	10-4
64	عدد المصابين بحوادث الطرق ومتوسط الإقامة بالمستشفى	11-4
64	المبالغ المحصلة من شركات التأمين خلال الفترة من 1996-2000	12-4
65	الأنفاق على بناء وصيانة الطرق والجسور للفترة من 1995-2000	13-4
69	المصاريف المتكررة لخدمات البنية التحتية للفترة من 1995-2000	14-4
66	الإيرادات المحصلة من الأنشطة المرتبطة بقطاع المواصلات	15-4
69	متوسط التكلفة السنوية للحيز المكاني لمواقف السيارات	16-4
71	التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات خلال عام 2000	17-4
80	مصفوفة المشاكل الناجمة عن تزايد أعداد السيارات	1-5
82	مقترح مصفوفة السياسات لقطاع المواصلات في البحرين	2-5

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
21	أعداد السيارات لكل 1000 فرد في بعض دول العالم	1-3
22	اتجاهات نمو أعداد السيارات والسكان في البحرين	2-3
23	اتجاهات النمو في عدد الكيلومترات المقطوعة ما بين 1990-2000	3-3
23	اتجاهات النمو في عدد الكيلومترات المقطوعة لكل سيارة	4-3
25	اتجاهات النمو في أطوال الطرق الرئيسية خلال الفترة 1991-2000	5-3
29	اتجاهات النمو في عدد حافلات النقل العام خلال الفترة 1985-2000	6-3
29	اتجاهات النمو في أعداد الركاب المستخدمين للنقل العام	7-3
30	اتجاهات النمو في كمية استهلاك الوقود من 1990-2000	8-3
30	عدد الركاب المنقولين لكل ليتر من الوقود	9-3
35	متوسط التركيز السنوي للملوثات في البحرين للفترة من 1993	10-3
36	القيم القصوى لتجاوز ملوثات الهواء في البحرين لمعايير التلوث	11-3
37	متوسط تجاوز ملوثات الهواء لمعايير التلوث في البحرين	12-3
38	عدد ساعات تجاوز معايير التلوث حسب المناطق من 1993-1997	13-3
39	عدد ساعات تجاوز معايير التلوث حسب السنة للفترة من 1993-1997	14-3
40	متوسط تركيز الملوثات خلال ساعات اليوم للفترة من 1993-1997	15-3
57	اتجاهات النمو في أعداد المرضى ذات العلاقة بتلوث الهواء	1-4

فهرس الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملحق	رقم الصفحة
1	نتائج تحليل تجاوز ملوثات الهواء لمقاييس التلوث	89
2	نتائج تحليل متوسط تركيز ملوثات الهواء في البحرين حسب الوقت	91
3	نتائج تحليل متوسط تركيز ملوثات الهواء في البحرين حسب السنة	94
4	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة الصباحية لعام 1994	95
5	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة المسائية لعام 1994	96
6	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة الصباحية لعام 1997	97
7	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة المسائية لعام 1997	98
8	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة الصباحية لعام 2005	99
9	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة المسائية لعام 2005	100
10	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة الصباحية لعام 2011	101
11	نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للفترة المسائية لعام 2011	102

الفصل الأول

مدخل إلى التعريف بالدراسة وأهدافها

1-1 مقدمة البحث:

يعتبر قطاع المواصلات من أهم القطاعات التي تعتمد عليها الدول في برامج التنمية وخطط النمو الاقتصادي، فهو ذو أهمية بالنسبة للمواطن الذي يعتمد عليه في الانتقال من مكان إلى آخر سواء للعمل أو قضاء مصالحه أو التسلية أو الترفيه. وهو ذو أهمية للقطاع الصناعي حيث يعتمد عليه في نقل جميع منتجاته واحتياجاته من المواد الخام والخدمات والسلع، وبالتالي فإن درجة كفاءة قطاع المواصلات تنعكس بالسلب أو الإيجاب على إنتاجية هذا القطاع. وما ينطبق على قطاع المواصلات ينطبق على بقية قطاعات الاقتصاد من حيث أهمية قطاع المواصلات لعمل هذه القطاعات.

تعاني دولة البحرين من درجة عالية من أعداد السيارات Motorization ، والمشاكل المرتبطة بها. فقد ساهم ارتفاع مستوى دخل الفرد نوعاً ما، وقدرة معظم المواطنين على اقتناء السيارة، بالإضافة إلى انخفاض أسعار الوقود، وعدم توفر نظام للمواصلات العامة ذو مستوى لائق يوفر بدائل للنقل ترتقى إلى مستوى مثيلاتها في الدول الأخرى، ساهم في زيادة أعداد السيارات. فبعد أن كان هناك 265 سيارة لكل 1000 من السكان في عام 1991 (أو بمعنى آخر سيارة واحدة لكل 4 أشخاص تقريباً من السكان)، ارتفع هذا الرقم إلى 307 سيارة لكل 1000 شخص عام 2000. الأمر الذي يتحتم معه أن تخضع أعداد السيارات المتزايدة في الشوارع إلى المراقبة الجادة والمستمرة وذلك من خلال برامج الرصد والمراقبة، وإلا فإن ما تحقق في الماضي من نمو سريع في قطاع المواصلات سوف تحوله الاختناقات المرورية إلى نوع من الزحف على الطرق إضافة إلى الأضرار الصحية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية المترتبة على اتجاهات النمو المتزايدة لأعداد السيارات.

إن التكاليف الاقتصادية والبيئية الناجمة عن الاتجاهات المتزايدة لأعداد السيارات في البحرين تثير الاهتمام حول تكلفة استخدام السيارات غير المقيد، فسائقو السيارات لا يتحملون بشكل مباشر التكلفة الحقيقية أو القريبة منها عند اتخاذهم لقرار شراء وقيادة السيارة، كما أن غياب السياسات الحكومية أو عدم فاعلية الموجود منها بهذا الخصوص تجعل التكاليف المرتبطة حالياً

بقيادة السيارة في دولة البحرين أقل من التكلفة الحقيقية للاستخدام، الأمر الذي شجع على تزايد استخدام المركبات بجميع أنواعها في الدولة.

وكما هو معروف ومتفق عليه عند الاقتصاديين، أن تكلفة قيادة السيارة تنقسم إلى تكلفة سوقية Market Cost وتكلفة خارجية أو غير مباشرة External Cost، فالتكلفة السوقية هي التي تنعكس في العمليات الاقتصادية للاقتصاد الوطني مثل شراء سيارة، وشراء الوقود لتشغيلها ودفع رسوم الموقف الخاص بها Parking Fees، إضافة إلى المصاريف الحكومية Government Expenditures لتوفير البنية التحتية Infrastructure لقطاع المواصلات والمتمثلة في بناء وصيانة الطرق والجسور. كما تتضمن التكاليف السوقية أيضاً المخصصات المالية المرصودة للخدمات المرتبطة بقطاع المواصلات كأعمال الرقابة المرورية Traffic Control وتسجيل وترخيص وفحص المركبات.

أما التكاليف الخارجية External Cost أو التكاليف غير المنظورة والتي يطلق عليها بلغة الاقتصاد بالخارجيات Externalities فهي تكاليف لا تنعكس بشكل مباشر في العمليات السوقية Market Transactions. وفي هذه الحالة فإن قدراً من التكلفة الناشئة عن استخدام السائقين للمركبات يتحمله المجتمع، سواء كدعم من قبل الحكومة، أو بسبب تلوث البيئة، والأضرار الصحية المترتبة على ذلك، وهذه التكاليف تزايدت مع تزايد أعداد السيارات، وتكلفة الاستهلاك المتزايد للموارد.

و يصف الاقتصاديون التكاليف الخارجية بأنها نوع من أنواع فشل السوق Market Failure، أو عدم الفاعلية في الأداء، وهي حالة تعمل فيها الأنشطة الاقتصادية غير المقيدة على جعل المجتمع في حالة أسوأ، ذلك لأن أسعار السلع والخدمات تكون منخفضة وتعجز عن عكس التكلفة الحقيقية لها ويتحمل المجتمع الفرق بين السعيرين، والنتيجة هي زيادة استهلاك السلع والخدمات بصورة أكثر مما سيصار إلى استهلاكه فيما لو تم أخذ التكاليف الخارجية في الاعتبار.

وعليه فإن إدخال التكاليف الخارجية الناجمة عن قطاع المواصلات ضمن حساب تكلفة استخدام المركبات في دولة البحرين سيعمل على تصحيح الأسعار غير الواقعية (المشوّهة) لقيادة السيارات في الدولة، وسيساهم في تخصيص واستخدام الموارد الاقتصادية بشكل أفضل وتقليل الآثار البيئية الناجمة عن زيادة أعداد السيارات في البحرين والتي لا تتوافق مع سرعة التوسع في إنشاء الطرق.

2-1 مشكلة البحث:

تعاني دولة البحرين من مشكلة تزايد أعداد السيارات وتزايد الآثار والتحديات المترتبة على ذلك، فقد أدى تجاهل التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات وعدم تضمينها في تكلفة قرار القيادة إلى التشجيع على امتلاك السيارات وتزايدها، مما ولد اختناقات مرورية على مدار أوقات اليوم وزيادة انبعاث ملوثات الهواء تبعاً لذلك. هذا الأمر يستوجب التوقف عند تكلفة هذه الآثار والمشاكل، والتي من أبرزها، تكلفة الآثار الصحية للتلوث الناجم عن عوادم السيارات، والاختناقات المرورية وما ينجم عن ذلك من تأخير وضياح للوقت واستهلاك للوقود وزيادة انبعاث ملوثات الهواء، وكذلك الحوادث المرورية المتزايدة وما ينجم عنها من خسائر في الأرواح والممتلكات. كما أن عجز إيرادات ورسوم الأنشطة ذات العلاقة بالمواصلات عن تغطية تكلفة البنية التحتية Infrastructure وتكلفة استخدام الأراضي Land Use المخصصة لمواقف السيارات Parking قد أضاف أعباء مالية أخرى تمثل تكلفة فرصة بديلة ضائعة تتحملها الدولة والمجتمع.

هذه التحديات تفرض على متخذي القرار تبني سياسات جديدة تأخذ بالاعتبار التكاليف الخارجية وأهمها الآثار الصحية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية المترتبة على تزايد أعداد السيارات.

3-1 أهداف البحث:

يهدف البحث إلى ما يلي:

- 1- التعرف على الاتجاهات الحالية والمستقبلية لتزايد أعداد السيارات في البحرين والعوامل المساهمة في ذلك.
- 2- التعرف على الاتجاهات الحالية لملوثات الهواء وحجم مساهمة السيارات في التلوث.
- 3- حساب التكلفة الخارجية External Cost لبعض الآثار الناجمة عن تزايد أعداد السيارات المتمثلة في تكلفة الآثار الصحية وتكلفة الاختناقات المرورية والحوادث المرورية.
- 4- حساب التكلفة السوقية Market Cost لبعض الخدمات التي تتحملها الدولة مثل البنية التحتية Infrastructure وكلفة مواقف السيارات.
- 5- الخروج ببعض التوصيات والمقترحات الهادفة إلى تسليط الضوء على تبعات زيادة أعداد السيارات في دولة البحرين، وضرورة أخذ خطوات من شأنها أخذ التكلفة الخارجية لقيادة السيارة بنظر الاعتبار أملاً في أن يؤدي ذلك إلى التخفيف من هذه المشكلة وربما التغلب عليها.

4-1 أهمية البحث:

تكمن أهمية هذا البحث في تسليطه الضوء على أحد أهم المشاكل البيئية والاقتصادية التي بدأت تعاني منها دولة البحرين ومواجهتها مبكراً ووضع الحلول المناسبة لها للحد من تفاقم أضرارها مستقبلاً. ففي الوقت الذي ازدادت فيه أعداد السيارات المستخدمة بحوالي 60% خلال الفترة من 1990-1999 أي بمتوسط سنوي يزيد على 6% وهي ضعف نسبة الزيادة في تعداد السكان، لم تزد أطوال الشوارع الرئيسية إلا بنسبة 36% خلال نفس الفترة، مما سترتب على ذلك مستقبلاً زيادة مشكلة الاختناقات المرورية وما يرافقه من آثار بيئية محتملة في صورة تزايد لموثرات الهواء بسبب السيارات والتي تقدر حالياً بنحو 49% (جهاز حماية البيئة، 1997) من إجمالي كمية ملوثرات الهواء في دولة البحرين، وكذلك آثار اقتصادية في صورة خسائر في الوقت والموارد الاقتصادية وزيادة مخصصات ميزانية الخدمات الصحية.

كما أن ندرة الدراسات حول تكلفة تزايد أعداد السيارات في البحرين من جهة، وارتفاع التكلفة الصحية المقدرة والناجمة عن ملوثرات عوادم السيارات (عبد الغفار، 1996) من جهة أخرى، يعطي أهمية لهذا البحث للوقوف على التكلفة الصحية والتكاليف غير المنظورة الأخرى، بهدف إعادة النظر في جميع السياسات ذات العلاقة بالمشكلة.

وهذا البحث يصب أيضاً في برنامج القرن الواحد والعشرين Agenda - 21 الذي أقره مؤتمر قمة الأرض الذي عقد بريو دي جانيرو بالبرازيل سنة 1992، والذي أكد على أهمية إدخال الاعتبارات البيئية واستخدام الأدوات الاقتصادية في الجهود المبذولة لعملية التنمية وحماية البيئة، حيث نص المبدأ رقم 16 من إعلان ريو على التالي:

" على السلطات الوطنية محاولة تطوير عمليات إدخال التكاليف البيئية واستخدام الأدوات الاقتصادية، على أن يؤخذ في الاعتبار مبدأ أن على الملوثر أن يدفع الثمن Polluter Pay Principle ، ومراعاة المصلحة العامة دون إضرار أو تحريف للتجارة والاستثمار الدولي" (Rio Declaration, 1992).

أما بخصوص العلاقة بين البيئة والتنمية فقد أكد المبدأ رقم 4 من إعلان ريو (Rio Declaration) على ما يلي:

" بهدف تحقيق التنمية المستدامة، يجب أن تشكل حماية البيئة جزءاً مكملاً لعملية التنمية ولا يمكن النظر إليها بمعزل عنها "

5-1 منهجية البحث:

تم في هذه الدراسة الاستعانة بالمنهج التحليلي لتقييم الوضع الحالي والمستقبلي لاتجاهات تزايد أعداد السيارات في البحرين والعوامل المساهمة في ذلك. كما تم استخدام نفس المنهج لتحليل بيانات محطات رصد الهواء في البحرين والوقوف على حجم مساهمة السيارات في تلوث الهواء. وتم استخدام طريقة تحليل القيمة السوقية المبنية على أساس البيانات الأولية Primary Data المتوفرة لدى الجهات الحكومية والخاصة لحساب التكلفة الاجتماعية للاختناقات المرورية، والتكاليف الصحية الناجمة عن تلوث الهواء، وتكلفة الحوادث المرورية، ومدى تغطية إيرادات الأنشطة ذات العلاقة بالمواصلات لتكاليف البنية التحتية، إضافة إلى حجم الدعم في مواقف السيارات.

6-1 أدوات وطرق البحث:

1- في هذه الدراسة تم استخدام البيانات الإحصائية الصادرة من الجهاز المركزي للإحصاء بدولة البحرين والجهات الحكومية الأخرى والتي تشمل عدد السكان، أعداد السيارات المسجلة محليا، أعداد السيارات القادمة على جسر الملك فهد، عدد الحوادث المرورية، أطوال الشوارع، مخصصات مشاريع البنية التحتية، الإيرادات المالية للأنشطة ذات العلاقة بالمواصلات بهدف تحليل اتجاهات التزايد في أعداد السيارات، وتكلفة الحوادث المرورية، ومدى تغطية إيرادات الأنشطة ذات العلاقة بالمواصلات لتكلفة البنية التحتية، وحجم الدعم الذي يحظى به السائقون في مواقف السيارات.

2- كما تم الاستعانة بالبيانات الإحصائية لمركز المعلومات الصحية بوزارة الصحة بدولة البحرين لحساب التكلفة الصحية للأمراض المرتبطة بتلوث الهواء والتي تشتمل على عدد المرضى ومدة الإقامة لعلاج بعض الأمراض ذات العلاقة، إضافة إلى متوسط تكلفة العلاج في المستشفى.

3 - ولغرض تحليل اتجاهات تلوث الهواء والوقوف على حجم مساهمة السيارات في تلوث الهواء تم استخدام بيانات محطات رصد الهواء التابعة لشؤون البيئة بدولة البحرين للفترة من 1993-1997.

4- تم الاستعانة بنتائج نموذج رياضي يستعمل لمحاكاة حركة المرور على شبكة الطرق في دولة البحرين لحساب التكلفة الاجتماعية الناجمة عن الاختناقات المرورية. يحتوي برنامج

المحاكاة الرياضي (SATURN) Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Networks على حزمة من برامج التحليل لشبكة الطرق تم تطويره في معهد دراسات الموصلات Institute for Transportation Studies بجامعة ليدز Leeds University البريطانية ويستخدم حاليا من قبل إدارة الطرق بوزارة الأشغال بدولة البحرين. ويهدف برنامج المحاكاة SATURN إلى توفير عدد من البرامج المناسبة لتحليل شبكات الطرق الكبيرة Large Scale Network ومعالجة جميع التقاطعات على شبكة الطرق. وقد ساعد استخدام برنامج SATURN الباحث في:

- محاكاة مجموع الوقت الضائع الناجم عن الاختناقات المرورية على شبكة الطرق خلال فترتي الذروة الصباحية والذروة المسائية للأعوام 1994 و 1997 ، وكذلك توقع اتجاهاتها للأعوام 2005 و 2011 حسب التغيرات الاجتماعية والتنمية المتوقعة.

- تقدير كمية الوقود المستهلك بسبب التأخير على شبكة الطرق وذلك للأعوام 1994 و 1997 ، وتوقع كمياتها للأعوام 2005 و 2011 .

- تقدير كمية الانبعاثات الناجمة عن الاختناقات المرورية، حيث تتوفر لبرنامج المحاكاة SATURN إمكانية حساب كمية انبعاث بعض من ملوثات الهواء وتشمل: أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكربون CO₂ والمواد الهيدروكربونية HC وأكاسيد النيتروجين NO_x إضافة إلى مادة الرصاص Pb .

1-7 المفاهيم والمصطلحات المستخدمة في البحث:

يتضمن هذا الجزء من الدراسة تعريفا لبعض المصطلحات العلمية التي سيتم استخدامها في البحث الحالي وتشمل: التكلفة الخارجية External Cost أو الخارجية Externalities، القيم الاقتصادية والبيئية.

1-7-1 التكلفة Cost:

يقصد بالتكلفة هي أي فائدة ضائعة Benefit Forgone ، سواء كانت خسائر في المال، أو في الوقت Time، أو في الصحة Health، أو أي سلعة أخرى مرغوب فيها. وتطلق كلمة التكاليف السوقية Market Costs على تكلفة السلع التي يتم التعامل بها بالبيع والشراء من خلال أسواق محددة مثل شراء سيارة، وقود، أو أرض. أما التكاليف الأخرى مثل تلوث الهواء Air Pollution أو الضجيج Noise فيطلق عليها بالتكاليف غير السوقية Non-Market Costs.

كذلك يطلق على التكاليف التي يتحملها المستخدم بالتكاليف الداخلية Internal Cost أو تكلفة المستخدم User Cost، أما التكاليف التي يتحملها الأشخاص أو المجتمع بشكل كامل فيطلق عليها التكاليف الخارجية External Costs (Litman, 2000).

1-7-2 Externalities: الخارجيات

تعرف الخارجيات على أنها أي تكلفة أو منفعة تنشأ عن تعامل اقتصادي ويتحملها أو يستفيد منها طرف ثالث دون أن تأخذ في حساب الأطراف التي قامت بهذا التعامل، وهذا يعني حسب اقتصاد السوق أن التكلفة أو المنفعة الخارجية تحدث عندما يكون هناك تأثير مباشر لعمل شخص أو مؤسسة على رفاهية شخص أو مؤسسة أخرى دون أن ينعكس ذلك على أسعار السوق. وبالتالي فإن التكلفة الخارجية قد تنشأ من تأثير استهلاك سلعة معينة من قبل أحد المستهلكين على رفاهية الآخرين، وقد يكون نتيجة لتأثير إنتاج سلعة معينة على إمكانيات إنتاج الآخرين.

وهناك نوعان من الخارجيات Externalities ، الأول: التأثيرات الخارجية السالبة Negative Externalities وهي تحدث عندما ينشأ عن استهلاك أو إنتاج سلعة ما تكلفة يتحملها شخص ما من خارج الأطراف المستهلكة والمنتجة لهذه السلعة. فقد تكون التكلفة الخارجية السالبة بالنسبة للاستهلاك Consumption على سبيل المثال الأدخنة والملوثات المنبعثة من عادم السيارة أثناء القيادة، وقد يكون الضرر الذي يلحق ببيئات الشعاب المرجانية نتيجة لاستخدام دراجات الترحلق على مياه البحر، أما المثال الأكثر وضوحاً بالنسبة للتكلفة الخارجية السالبة للإنتاج Production فهو التلوث الناجم عن العديد من الصناعات.

أما النوع الثاني من الخارجيات: فهي التأثيرات الخارجية الموجبة Positive Externalities وهي تحدث لشخص ما من خارج الأطراف المستهلكة والمنتجة لسلعة ما، مثال ذلك التطعيمات الصحية ضد مرض الأنفلونزا من قبل بعض الأفراد والتي يستفيد منها الأفراد الذين لم يقوموا بتطعيم أنفسهم عن المرض. ومن الأمثلة المعبرة عن التأثيرات الخارجية الموجبة للإنتاج هي سدود المياه Water Dams والتي لا تنحصر فوائدها في الحد من فيضانات مياه الأمطار وإنما ينشأ عن إقامتها توفير مناطق للمتعة تمارس فيها الأنشطة الترفيهية انفاضة على الألعاب المائية، رغم وجود بعض الآثار السلبية الأخرى الناجمة عن إقامة السدود (Gibson, 1996).

1-7-3 القيم الاقتصادية والبيئية:

تحتل نظرية الاختيار في مناهج التحليل الاقتصادي مكانة مرموقة تؤسس عليها نظريات ومعايير التقييم الاقتصادي، إلا أن تطبيق هذه النظرية في مجال البيئة أكثر تعقيدا منه في الاقتصاد العام الذي يعتمد على التفريق بين السلع الخاصة والسلع العامة حيث تشكل السلع الخاصة أساسا له، أما في اقتصاديات البيئة فتتداخل السلع العامة والسلع الخاصة فيما بينهما بشكل كبير. فالمفهوم البيئي يمكن اعتباره سلعة خاصة يمكن تقديرها بثمن أحيانا وأحيانا يصعب ذلك مثل تلوث الهواء والماء والتربة والتصحر وتدهور التنوع البيولوجي (العبيد، 2000).

وقد تناولت اقتصاديات البيئة محاولة وضع قيم للسلع والخدمات البيئية باستخدام أدوات تعتمد على تحديد مقياس الرغبة بالدفع *Willingness to pay* مقابل هذه السلع والخدمات البيئية، مثال ذلك تحديد قيمة محمية طبيعية، أو غابة. فإنتاج سلعة معينة يتضمن استخدام تقنيات صناعية تؤدي إلى تلوث في الأوساط البيئية الثلاثة وهي الماء، التربة، والهواء، ويؤدي إلى أضرار قد لا تنعكس في اختيار السلعة أو التكنولوجيا مباشرة وإنما تظهر الأضرار المستقبلية فيما بعد بحيث تؤدي إلى أضرار في صحة الكائنات الحية وانخفاض في إنتاجية التربة الزراعية والبيئات البحرية. ويرى الكثير من الاقتصاديين منهم Pearce أن تكاليف الإنتاج يجب أن تتضمن التكاليف الخارجية *External Cost* التي يتكبدها المشروع أو المجتمع لإصلاح الآثار البيئية الناجمة عن المشروع (Pearce, 1993).

لذلك من الضروري تفهم معنى التكاليف الخارجية وإيجاد آلية لتضمين هذه القيم في القرار السياسي عند اتخاذ قرار الاستثمار. وبالرغم من عدم وجود أسس واضحة بعد لعملية التقييم وصعوبتها وعدم دقتها أحيانا ولكن يبقى أفضل من حالة عدم وجود تقييم، إذ يهدف التقييم الاقتصادي إلى إظهار التكاليف الحقيقية لاستخدام الموارد البيئية النادرة (العبيد، 2000).

وعند إجراء تقييم لقياس تكلفة بيئية ما، يتم وضع بعض المعايير ذات الخصائص البيئية للمشكلة المراد قياس تكلفتها، فمثلا في حالة تحديد الخصائص البيئية القابلة لقياس مشكلة تلوث الهواء بعوادم السيارات، يمكن أخذ معيار الصحة الذي يتناول تدهور صحة السكان المقيمين في منطقة الدراسة نتيجة لتلوث الهواء من السيارات. إذ يعتبر الضرر الذي يتناول صحة الإنسان جزءا أساسيا من أي عملية تقييم بيئي، فالناس يرغبون بالدفع لتجنب الأخطار الصحية الناتجة عن التدهور البيئي، هذا إضافة إلى العديد من الأخطار الأخرى.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

يتضمن هذا الفصل عرض لبعض الدراسات الهامة ذات العلاقة بالآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية الناجمة عن تزايد أعداد السيارات حيث سيتم أولاً عرض الدراسات المتعلقة بأهم الملوثات التي تصدر عن عوادم السيارات، ثم نستعرض الدراسات التي تناولت التكاليف الاقتصادية المرتبطة بالسيارات، وأخيراً تلك التي تناولت أثر الملوثات المنبعثة من السيارات على صحة الإنسان.

1-2 دراسات عن أهم الملوثات الصادرة عن السيارات:

من الدراسات التي تناولت مشكلة تلوث الهواء في منطقة الخليج العربي دراسة المهندس، (1987) التي بينت أن مستوى تركيز ملوثات الهواء في بعض المدن السعودية، قد تجاوز المعايير العالمية لتلوث الهواء وبخاصة مركبات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين، والمواد الهابئية والغبار، وقد أرجع المهندس أهم أسباب هذا النوع من التلوث إلى زيادة وسائل المواصلات بالإضافة إلى النهضة الصناعية والعمرانية.

كما أكدت دراسة (Dasouki *et al.*, 1987) أن تلوث الهواء بالمناطق السكنية في دولة الكويت إنما يعود إلى تنامي حركة المرور، وبينت الدراسة أن هناك ارتباطاً قوياً بين متوسط تركيز بعض الملوثات الناجمة عن عوادم السيارات مثل المواد الهيدروكربونية وأول أكسيد الكربون مع أعداد السيارات، كما بينت الدراسة أن تركيز غازات الهيدروكربونات وبخاصة غاز الميثان يزيد عن المعدلات المسموح بها في المناطق السكنية في دولة الكويت.

أما في البحرين فقد قام (Madany and Danish, 1988) بقياس تركيز أحد عشر من الملوثات في الهواء، ودراسة العوامل المساهمة في تلوث الهواء في البحرين ومصادرها، حيث بينت الدراسة أن المصدر الرئيس لغاز أول أكسيد الكربون CO و المواد الهيدروكربونية HC وأكاسيد النيتروجين NOx هو عوادم السيارات والتي أثرت سلباً على جودة الهواء المحيط في البحرين.

كما بينت دراسة (Danish and Madany, 1992) أن ثاني أكسيد النيتروجين الناتج من عوادم السيارات، من أهم العوامل المؤدية إلى التلوث الجوي في دولة البحرين، حيث يؤدي تواجده إلى تكون الضباب أو الدخان الكيميائي الناتج عن عملية أكسدة بين ثاني أكسيد النيتروجين والهيدروكربونات وأشعة الشمس مما ينعكس بصورة مضرّة على صحة الإنسان. وبينت الدراسة أيضا أن نسبة ثاني أكسيد النيتروجين في الشوارع المزدهمة متماثلة على طول الشوارع، ولكنها تزداد عند النوارات والإشارات الضوئية وذلك نتيجة لزيادة عدد السيارات، وزيادة وقوف وتعطل المحركات في هذه المناطق. وكذلك تؤثر طبيعة الشوارع من حيث العرض والطول وارتفاع المبني المحيطة بها على تركيز الملوثات، وتستخلص الدراسة أن عدة عوامل تؤثر في تركيز ثاني أكسيد النيتروجين في الجو، أهمها أشعة الشمس والطقس وكثافة الحركة المرورية والموقع، ولكن السبب الأساسي هو الازدحام المروري.

كما بينت دراسة (Akhtar and Madany, 1993) أن مستوى تركيز المعادن الثقيلة في الشوارع والمنازل في مختلف مناطق البحرين كانت متشابهة، وذلك نتيجة للكثافة السكانية والمرورية العالية. واعتبرت الدراسة أن معظم انبعاثات المعادن الثقيلة في البحرين مرتبطة بعوادم السيارات أكثر من ارتباطها بالقطاع الصناعي، حيث بينت الدراسة أن العينات المأخوذة من الشوارع المزدهمة بها نسبة عالية من الرصاص، وأن النسبة القليلة جدا من المعادن الثقيلة التي وجدت داخل البيوت مصدرها عوادم السيارات.

وفي دراسة أخرى (Madany *et al.*, 1993) حول تأثير الأنماط المكانية والزمانية لتركيز ثاني أكسيد النيتروجين في المناطق الصحراوية في دولة البحرين، أثبتت الدراسة وجود علاقة قوية معظم أشهر السنة باستثناء أشهر الشتاء بين تركيز ثاني أكسيد النيتروجين ودرجة الحرارة السائدة. كما أثبتت الدراسة وجود علاقة مكانية متغيرة في تركيز ثاني أكسيد النيتروجين بين المناطق الحضرية ذات الكثافة المرورية العالية وبين ضواحي المدن Suburban والمناطق الصناعية ذات الكثافة المرورية المنخفضة، حيث أوضحت النتائج أن المتوسط العام لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في ضواحي المدن هو 15 مايكروجراما في المتر المكعب، وبمدي يتراوح ما بين 12-17 مايكروجراما في المتر المكعب، كما أوضحت النتائج أن متوسط تركيز ثاني أكسيد النيتروجين في المناطق الصناعية ذات الكثافة المرورية في حدود 21 مليجراما في المتر المكعب وبمدي يتراوح بين 14-27 مايكروجراما في المتر المكعب، أما المناطق الحضرية ذات الكثافة المرورية العالية فكان المتوسط العام 52 مليجراما في المتر المكعب وبمدي يتراوح ما بين 40-60 مليجراما في المتر المكعب. وقد استنتجت الدراسة على ضوء

هذه النتائج أن عوادم السيارات هي المصدر الرئيسي لثاني أكسيد النيتروجين في البحرين حيث وجدت أعلى مستويات لتركيز ثاني أكسيد النيتروجين في الشوارع ذات الكثافة السكانية المزدحمة والضيقة.

وفي دراسة قامت بها شؤون البيئة بدولة البحرين خلال العام 1997 لحساب كمية انبعاث ملوثات الهواء من المصادر، تبين أن المركبات تساهم بحوالي 49.04% من مجموع انبعاثات ملوثات الهواء في البحرين والمقدرة بحوالي 1,686 ألف طن. وأن حوالي 39.91% من انبعاثات أول أكسيد الكربون مصدرها المركبات، كما تعتبر المركبات المصدر الرئيسي لانبعاث المواد الهيدروكربونية حيث تقدر نسبة مساهمتها بحوالي 98.85% من مجموع انبعاثات الملوثات الهيدروكربونية المقدرة بأكثر من 102 ألف طن سنوياً، أما بالنسبة لمساهمتها في انبعاث المواد الهبائية (الجزئيات العالقة) وأكاسيد النيتروجين، والكبريت فتقدر بحوالي 35.6% و 29.8% و 4.2% على التوالي (جدول رقم 2-1).

جدول رقم 2-1 كمية انبعاث ملوثات الهواء من المصادر

المركب	كمية الانبعاثات طن/سنوياً				
	المصادر الثابتة	%	المركبات	%	المجموع
أول أكسيد الكربون	701536.0	41.62	672841.6	39.91	1374377.6
أكسيد الكبريت	38506.5	2.28	1682.1	0.10	40188.6
أكسيد النيتروجين	108801.3	6.45	46257.8	2.73	155059.1
الجزئيات العالقة	9115.1	0.45	5046.3	0.30	14161.4
الهيدروكربونات	1179.3	0.07	100926.3	6.00	102105.6
المجموع	859138.2	50.96	826754.1	49.04	1685892.3
					100

المصدر - شؤون البيئة، وزارة الإسكان والبنيتات والبيئة، 1997

2-2 دراسات عن التكاليف الاقتصادية المرتبطة بالسيارات:

في هذا الجزء سيتم استعراض عدد من الدراسات السابقة التي تناولت التأثيرات والتكاليف الخارجية External Effects & Costs المرتبطة بقطاع المواصلات وطرق التقييم المختلفة التي تم استخدامها في هذه الدراسات.

في دراسة عن تكلفة استخدام المركبات في الولايات المتحدة الأمريكية، أوضح (Mackenzie et al. 1996) أن التكلفة السوقية Market Cost المرتبطة باستخدام السيارات تقدر بحوالي

174 \$ بليون دولار في سنة 1989. وأن حوالي 48% من هذه التكلفة تمثل قيمة مواقف السيارات المجانية Free Parking و 52% من التكلفة تمثل تكلفة تشييد، إصلاح، وصيانة البنية التحتية Infrastructure ، إضافة إلى تكلفة الخدمات المرتبطة بالطرق السريعة مثل خدمات الرقابة المرورية، والإسعاف، والحريق.

أما بالنسبة للتكاليف الخارجية فقد قدرت الدراسة تكلفة تلوث الهواء، والحوادث، والضوضاء، وتأثيرات غازات الدفيئة Greenhouse Gases بحوالي 126 \$ بليون دولار أمريكي، حيث شكلت تكلفة الحوادث Accidents الجزء الأكبر من إجمالي التكاليف الخارجية بلغ 55 \$ بليون دولار أمريكي.

وقد افترض (Mackenzie et al., 1996) في حسابه لتكلفة مواقف السيارات المجانية في الولايات المتحدة الأمريكية، أن 86% من قوة العمل Work Force تستخدم السيارة في الانتقال اليومي من وإلى العمل، وأن 90% من مستخدمي السيارات يحصلون على مواقف سيارات مجانية، وهي نسبة تمثل نحو 85 مليون أمريكي، كما افترضت الدراسة أن تكلفة الحيز المكاني للموقف Parking Space تقدر بنحو 1000 \$ دولار أمريكي سنوياً ، وبالتالي فإن التكلفة السنوية لمواقف السيارات المجانية تم تقديرها بحوالي 85 \$ بليون دولار أمريكي.

أما دراسة (Hanson, 1996) فقد اعتبرت أن الدعم Subsidy هو أي تكلفة مباشرة ناتجة عن استخدام المركبات لا يتم دفعها بشكل خاص أو من خلال رسوم المواصلات. وقد قسمت الدراسة التكاليف المباشرة إلى ثلاثة أقسام أساسية، الأولى وهي تكلفة إنشاء الطرق السريعة Highways وتتضمن التكاليف الهندسية، وتكلفة الإنشاء ورصف الطرق. والثانية تكلفة صيانة الطرق السريعة Highway Maintenance وتتضمن تكلفة صيانة الرصف للطرق، الجسور، مصارف المياه المقامة أسفل الطرق Culverts، وأجهزة الرقابة المرورية. أما القسم الثالث من التكاليف فهي تكاليف البنية التحتية للطرق السريعة Highway Infrastructure وتتضمن الآليات، المباني، مدفوعات خدمة الدين Debt Service Payments، وأنظمة إضاءة الطرق. وتوضح الدراسة أنه لغرض تقدير التكلفة المباشرة تم تحليل البيانات الحكومية الخاصة بالبنية التحتية للطرق، وبعد تقدير إجمالي التكاليف المباشرة تم مقارنتها بالعائدات من رسوم استخدام الطرق User Revenue للتعرف على الدعم الناجم عن استخدام السيارات.

كذلك قدرت دراسة Hanson التكاليف الخارجية External Cost والتكاليف غير المباشرة الأخرى مثل التكلفة الناجمة عن تلوث الهواء، الإصابات الشخصية، وفقدان الدخل نتيجة

لحوادث الطرق، بالإضافة إلى تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام الأراضي ودعم المنتجات البترولية. كما أوضحت الدراسة أن هناك تكاليف خارجية أخرى مثل الضوضاء Noise ، والأعطال التي يعاني منها المجتمع بسبب الاختناقات المرورية، إلا أنه لم يحاول حساب تكلفتها.

وتوضح الدراسة أنه لحساب تكلفة الإصابات الشخصية المرتبطة بالحوادث المرورية، تم ضرب عدد الحوادث في تكلفة الإصابة الشخصية لكل حادث والمقدرة بحوالي \$ 7,700 دولار أمريكي. كذلك تم تقدير تكلفة الدخل المفقود بسبب الحوادث، إلا أنه لم تتضمن تكلفة الوفيات الناجمة عن حوادث الطرق .

وفي دراسة عن التكاليف غير المنظورة Hidden Costs لقطاع المواصلات في الولايات المتحدة الأمريكية أوضح (Miller and Moffet, 1993) أن التكلفة الاجتماعية الخارجية للمجتمع External Social Cost تتضمن استهلاك الطاقة، الاختناقات المرورية، مواقف السيارات المدعومة Subsidized Parking، الحوادث المرورية، الضوضاء Noise، الأضرار التي تلحق بالمباني نتيجة للتلوث، إضافة إلى تلوث الهواء والماء والتربة.

وتوضح الدراسة العديد من العوامل المسببة للاختناقات المرورية مثل ساعات الذروة Rush Hours ، وكثافة مراكز العمل Dense Employment Centers ، ووجود المجمعات التجارية. وتبين الدراسة أن أفضل طريقة لحساب التكلفة الاجتماعية للاختناقات المرورية هي حساب تكلفة انبعاث الملوثات الهوائية نتيجة انخفاض سرعة السيارات، وزيادة أوقات السفر Travel Time ، والخسائر في الإنتاجية نتيجة أوقات التأخير للأفراد وشحنات البضائع، إضافة إلى الخسائر الناجمة عن الحوادث والضغوط النفسية التي يتعرض لها السائقين. وقدرت الدراسة القيمة الخاصة بأوقات السفر غير المخصص للعمل Non-Work Travel Time ما بين 20-50% من متوسط الأجور، بينما قدرت نسبة الموظفين الذين يحصلون على مواقف سيارات مجانية Free Parking في الولايات المتحدة بحوالي 77% من إجمالي الموظفين.

وبخصوص تكلفة الحوادث Accidents Cost أوضحت الدراسة أن الحوادث المرورية تكلف الولايات المتحدة الأمريكية سنوياً ما بين 2-4% من الناتج الوطني الإجمالي GNP وتشمل تكلفة الوفيات الناجمة عن الحوادث، وتكلفة العلاج في غرف الطوارئ والإقامة في المستشفيات، حيث تغطي أقساط التأمين نسبة تقل عن 50% من تكلفة الحوادث، فهي لا تغطي بشكل كافي تكلفة الإصابات الشخصية، وحالات الوفيات، وتكلفة الخدمات العامة، والأضرار التي تلحق

بالممتلكات العامة، كما أن أقساط التأمين لا تغطي التكاليف الخارجية External Cost التي تفرض على المجتمع.

وفي دراسة عن أثر التلوث المنبعث من عوادم السيارات في البحرين على الصحة العامة (عبد الغفار، 1996) تبين وجود علاقة ارتباط قوية بين زيادة عدد السيارات، وزيادة السكان عبر الزمن. وقدرت الدراسة التكلفة الصحية الإجمالية لعلاج عدد 3297 مريضاً من مرضى الجهاز التنفسي Respiratory Disease في سنة 1993 بنحو 3 مليون دينار بحريني أو ما يعادل 6% من إجمالي الميزانية المتكررة لوزارة الصحة، حيث افترضت الدراسة أن مدة الإقامة في المستشفى تصل إلى خمسة أيام، بواقع 3 مرات سنوياً، وأن تكلفة علاج كل مريض بالجهاز التنفسي في مستشفى السلمانية الطبي تبلغ 60 ديناراً للمريض يومياً.

أما بالنسبة لمواقف السيارات في دولة البحرين فقد أوضحت نتائج المسح الذي أجري عن طريق المقابلات مع الأسر البحرينية ونشر ضمن الخطة العامة للمواصلات (Bahrain Transportation Master Plan, 1996) أن 2% من الأسر فقط تستخدم مواقف السيارات ذات العدادات المترية (جدول رقم 2-2)، وأن أكثر من 52% من الأسر تستخدم مواقف السيارات المجانية الموجودة على جوانب الطرق أوفي المواقف العامة.

جدول (2-2) استخدام مواقف السيارات Usage of Cars Parks

نوع الموقف Parking Type	% لأجابة أفراد العينة % Respondents
المواقف المترية على جوانب الطرق On Street Metered	1
المواقف المجانية على جوانب الطرق On Street Free	35
المواقف المترية العامة Public car park metered	1
المواقف المجانية العامة Public car park Free	17
مساحات خاصة Private Space	35
لا يستخدمون المواقف Not Parked	7
Unspecified	4

المصدر - التقرير النهائي للخطة العامة لقطاع المواصلات، 1996

2-3 دراسات عن المؤثرات الصحية للملوثات المنبعثة من السيارات:

سوف نستعرض في هذا الجزء بعض الدراسات السابقة التي تناولت الجانب الصحي لملوثات الهواء الصادرة عن عوادم السيارات وتأثيراتها الصحية على الإنسان وعلاقتها ببعض الأمراض مثل أمراض الجهاز التنفسي كالربو وبعض أنواع السرطان وغيرها من أمراض الجهاز العصبي.

وللتعرف على مدى تأثير ملوثات الهواء على صحة الإنسان وخصوصاً غاز أول أكسيد الكربون CO قام (Madany, 1992) بدراسة وتحليل محتوى هموجلوبين الدم من أكاسيد الكربون Carboxyhemoglobin في البحرين. حيث استنتجت الدراسة وجود علاقة بين أول أكسيد الكربون الموجود في الهواء المحيط وأكاسيد الكربون الموجودة في هموجلوبين دم السكان، حيث تشكل انبعاثات عوادم السيارات 89% من مجمل انبعاثات أول أكسيد الكربون في البحرين.

أوضحت الدراسة التي قام بها (Friedman et al., 1996) في مدينة أتلانطا Atlanta الأمريكية أن جهود خفض الازدحام والأختناقات المرورية في المدينة أثناء دورة الألعاب الأولمبية التي أقيمت عام 1996 من خلال الحد من أعداد المركبات في الصباح بنسبة 22.5 % ساهم في خفض الملوثات الهوائية، وتحسين الصحة، حيث انخفضت حالات الإصابة الحادة بالربو بنسبة 41.6 % (من متوسط 4.23 حالة إلى 2.47 حالة في اليوم)، كما أن التركيز اليومي لغاز الأوزون قد انخفض بنسبة 27.9 % (من 81.3 جزء في المليون إلى 58.6 جزء في المليون).

وفي دراسة حول خطورة تلوث الهواء وعلاقته بسرطان الرئة بينت دراسة (Cohen et al., 1997) أن الاحتراق غير المكتمل للوقود الاحفوري له علاقة بالزيادة في عدد حالات السرطان. حيث أشارت كل من الدراسة التي قامت بها وكالة حماية البيئة الأمريكية US EPA في عام 1990 حول علاقة تلوث الهواء بالأمراض السرطانية من خلال التجارب التي أجريت على بعض الحيوانات، وتتبع حالات العاملين الذين يتعرضون لتركيز عالي من ملوثات الهواء، والتي بينت أن 0.2% من جميع أمراض السرطان و 1% من سرطان الرئة ناتجة عن تلوث الهواء. كذلك دراسة (Karch and Scheiderman, 1981) حول دور عامل التلوث الحضري في الوفيات الناجمة عن سرطان الرئة، التي أوضحت أن 12% من وفيات سرطان الرئة تعود إلى التلوث الحضري.

أما دراسة (Dickey, 1998) فقد أوضحت أن كل زيادة بمقدار 50 جزءاً من المليون في مستويات الأوزون تزيد من معدل إدخال المرضى المصابون بأمراض الربو، والتهاب الرئة، والأمراض الرئوية المزمنة إلى المستشفيات بنسبة تتراوح ما بين 6-10% ، كما تزداد حالات نقل المرضى إلى أقسام الطوارئ من 8-15% في نيو جيرسي و 43% في مكسيكو سيتي.

أما بالنسبة لملوثات عوادم سيارات الديزل فقد أوضحت الدراسة احتمال مساهمتها في مخاطر الأمراض السرطانية المرتبطة بتلوث الهواء في المناطق الحضرية من خلال أدمصاص Adsorb سخام الديزل Diesel Soot المحتوي على المواد المسببة للتشوهات الخلوية Mutagenic والمواد المسرطنة Carcinogenic . حيث دلت التجارب المختبرية على الفئران أن الديزل يسبب السرطان من خلال الالتهابات المزمنة، وفرط التكون النسيجي Hyperplasia، والتليف المتعدد البؤرات Multifocal Fibrosis. أما بالنسبة للأنسان فقد وجد من خلال الدراسة وتتبع حالات الرصد المهني وجود ارتباط قليل ولكن بشكل عام منسجم بين التعرض الطويل لتركيز عالي من ملوثات الديزل والمخاطر المرتبطة بحوادث الإصابة بسرطان الرئة.

أما الدراسة التي قام بها (Ostro et al., 1998) حول تأثير تلوث الهواء على الصحة من خلال دراسة حالات الأمراض التنفسية وسط الأطفال في (سنتياجو - شيلي) فقد وجدت علاقة بين زيادة تركيز المواد الهوائية العالقة PM_{10} ، وتردد الأطفال اللذين تتراوح أعمارهم ما بين 2-15 سنة، وأولئك اللذين تقل أعمارهم عن 2 سنة على العيادات الصحية بسبب مشاكل في الجهاز التنفسي السفلي Lower Respiratory. كما وجدت الدراسة ارتباطاً قوياً ومنسجماً بين التعرض الحاد Acute Exposure للمواد الهوائية الدقيقة وزيادة حالات الوفيات بسبب الأمراض التنفسية وأمراض الأوعية القلبية Cardiovascular.

وأوضحت دراسة (Ponaka, 1998) للعلاقة بين حالات الوفيات اليومية وتلوث الهواء في هلسنكي Helsinki أن الوفيات بسبب أمراض الأوعية القلبية Cardiovascular في هذه المدينة كانت مرتبطة ارتباطاً قوياً بالتلوث بالمواد الهوائية العالقة PM_{10} ، والأوزون O_3 ، وثاني أكسيد الكبريت SO_2 . كما أثبتت الدراسة وجود علاقة بين تلوث الهواء والزيادة في حالات الوفيات حتى في حالة انخفاض متوسط التركيز اليومي للملوثات.

وقد بينت دراسة (Gong, 1998) حول العلاقة بين التأثير الحاد للأوزون O₃ وضعف وظائف الرئة Lung Functions على المدى البعيد في المجتمعات ذات التركيز المرتفع للأوزون والتي طبقت على منطقة جلن دورا Glendora في جنوب كاليفورنيا (التي تمتاز بارتفاع تركيز الأوزون فيها) أن التعرض المستمر للأوزون له علاقة مباشرة بتطور الأمراض التنفسية المزمنة Chronic Respiratory Disease على المدى البعيد وفقدان وظائف الرئة.

أما دراسة (Nakai, 1999) حول الآثار الصحية للجهاز التنفسي وعلاقته بعوادم السيارات في مدينة طوكيو اليابانية، فقد استنتجت الدراسة وجود ارتباط موجب بين السكن في المناطق ذات الكثافة المرورية العالية والإصابة بالأمراض التنفسية كالسعال المزمن Chronic Cough والبلغم Phlegm. وتستنتج الدراسة أن السعال المزمن هو أكثر الأعراض شيوعاً لدى البالغين اللذين يكونون دائماً عرضة لانبعاثات عوادم السيارات.

وفي دراسة أخرى (Yu et al., 2000) حول تأثير تلوث الهواء المحيط وظهور أعراض مرض الربو عند الأطفال في مدينة سياتل الأمريكية استنتجت الدراسة أن ارتفاع مستويات التلوث لكل من أول أكسيد الكربون CO والمواد الهوائية الدقيقة PM₁₀ الناتجة في الغالب من عوادم السيارات يزيد من أعراض مرض الربو وسط الأطفال في مدينة سياتل Seattle.

أوضحت منظمة الصحة العالمية WHO في تقرير صادر عن تلوث الهواء (2000) أن تلوث الهواء يعتبر من المشاكل الرئيسية التي تعاني منها كل من الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، وأن ملايين الأشخاص يموتون سنوياً أو يعانون من آثار صحية خطيرة نتيجة لتلوث الهواء، كالأمراض التنفسية Respiratory Disease والربو Asthma والأمراض الرئوية المزمنة Chronic Obstructive Pulmonary وأمراض أوعية القلب Cardiovascular وسرطان الرئة Cancer of the Lung. حيث أوضح التقرير أن هناك حوالي 3 مليون حالة وفاة سنوياً تحدث بسبب تلوث الهواء، وهي نسبة تمثل حوالي 5% من مجموع الوفيات سنوياً في العالم والبالغة نحو 55 مليون حالة وفاة. وأكد التقرير أن العديد من الدراسات التي أجريت أوضحت وجود علاقة مباشرة بين معدل الوفيات والتركيز اليومي من الجزيئات العالقة التي يقل قطرها عن 10 مايكرومتر، وأن توقع الحياة Life Expectancy من الممكن أن يقل في المجتمعات التي تعاني من ارتفاع في مستوى الجزيئات العالقة (المواد الهوائية).

وأوضح تقرير منظمة الصحة العالمية أن حوالي 30-40% من حالات أمراض الربو، و 20-30% من حالات الأمراض التنفسية مرتبطة بتلوث الهواء في بعض المجتمعات، وبين التقرير نتائج بعض الدراسات التي أجريت في مدينة ساوبالو البرازيلية والتي أوضحت أن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 بمقدار 75 ملليجرام/م³ كان له ارتباط بزيادة حالات الوفيات بين الأطفال اللذين تقل أعمارهم عن 5 سنوات بنسبة 30%.

وفي مدينة تورنتو Toronto الكندية أوضحت دراسة (Basrur, 2000) أن ملوثات ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وأول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO_2 مسؤولة عن 80% من الوفيات Premature Mortality المرتبطة بتلوث الهواء في المدينة. وبينت الدراسة أن الدليل على ارتباط أول أكسيد الكربون بحالات الأمراض التنفسية المدخلة إلى المستشفى تعتبر ضعيفة، بينما يوجد الدليل على علاقته بحالات أمراض القلب المرتبطة باحتشاء القلب وفشله Congestive Heart Failure في الأشخاص اللذين تبلغ أعمارهم 65 عاما فما فوق.

كما بينت الدراسة أن أهم مصادر التلوث بغاز أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد النيتروجين هو قطاع المواصلات وبالتحديد السيارات، أما بالنسبة للأوزون O_3 والمواد الهوائية القابلة للاستنشاق Inhalable Particulate (PM_{10}) فقد عزت الدراسة مسؤولية غاز الأوزون عن 30% من الحالات المدخلة للمستشفيات والتي تعاني من أمراض قلبية تنفسية Cardiorespiratory بينما بينت الدراسة أن المواد الهوائية القابلة للاستنشاق مسؤولة عن 20% من الوفيات والأمراض التنفسية القلبية المرتبطة بتلوث الهواء.

أما دراسة (Cho et al., 2000) حول علاقة تلوث الهواء بإدخال حالات مرضى الجهاز التنفسي للمستشفيات في مناطق مختارة من كوريا، فقد بينت الدراسة أن إدخال مرضى الجهاز التنفسي للمستشفيات مرتبط بزيادة تركيز كل من ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 و أول أكسيد الكربون CO والمواد الهوائية العالقة TSP وأن كل زيادة بمقدار ملليجرام/م³ (100ppb) في تركيز المواد الهوائية العالقة يزيد من مخاطر إدخال المرضى بنسبة 2.48%.

وقد أوضحت دراسة (Kilburn, 2000) الآثار الصحية لعادم سيارات الديزل على السلوك العصبي neurobehavioral والوظائف الرئوية Pulmonary Functions من خلال دراسة النظام العصبي المركزي Central Nervous System لستة عشر من العاملين اللذين قضوا جل عمرهم يتعرضون بشكل دائم لانبعاثات عوادم الديزل، حيث استنتجت الدراسة أن التعرض لانبعاثات عوادم الديزل كان له علاقة بفقدان التوازن Abnormal Balance ، وصعوبات في

استعادة الذاكرة والتركيز، واضطراب النوم Sleep Disorders، وشكاوي متكررة من حرقنة
في الأغشية المخاطية Mucous Membrane Burning ، وضيق في التنفس Shortness
of Breath ، وسعال Coughing .

2-4 ملخص الدراسات السابقة:

على ضوء ما تقدم يمكن أن نستخلص من الدراسات السابقة التي تم عرض خلاصتها أن أهم
ملوثات الهواء الناجمة عن عوادم السيارات تتركز في أول أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين،
وأكاسيد الكبريت، المواد الهوائية العالقة، والمواد الهيدروكربونية والرصاص والمواد المؤكسدة.
حيث أوضحت هذه الدراسات مدى خطورة هذه الملوثات على صحة الإنسان والكائنات الحية
الأخرى، وكذلك تأثيراتها على البيئة، كما أكدت هذه الدراسات وجود علاقة بين زيادة تركيز
ملوثات الهواء وتزايد أعداد السيارات في مختلف مناطق العالم.

أما فيما يتعلق بالدراسات السابقة التي تناولت التأثيرات والتكاليف الخارجية External
Effects & Costs المرتبطة بقطاع المواصلات، فقد أشارت هذه الدراسات إلى ارتفاع حجم
التكلفة التي تتحملها المجتمعات بسبب التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لقطاع المواصلات
بشكل عام واستخدام السيارات بشكل خاص، فهي تتراوح ما بين 2-4% من الناتج الوطني
الإجمالي GNP سنويا بالنسبة لتكلفة الحوادث المرورية، وما بين 0.3% إلى 0.5% من
إجمالي الناتج الوطني GNP لكل من الضوضاء Noise وتلوث الهواء Air Pollution.

الفصل الثالث

اتجاهات تزايد أعداد السيارات وتلوث الهواء في البحرين

تعتبر الانبعاثات المتزايدة من عوادم السيارات في البحرين واحدة من أهم القضايا البيئية الرئيسية التي حظيت باهتمامات متخذة القرار، والمهتمين بالبيئة خلال العقدين الماضيين، حيث أوضحت مختلف الدراسات التي أجريت حول دور السيارات في تلوث الهواء أن السبب الرئيس للنمو المتزايد لملوثة الهواء في دولة البحرين هو تزايد أعداد السيارات وعمليات الاحتراق غير المكتمل للوقود.

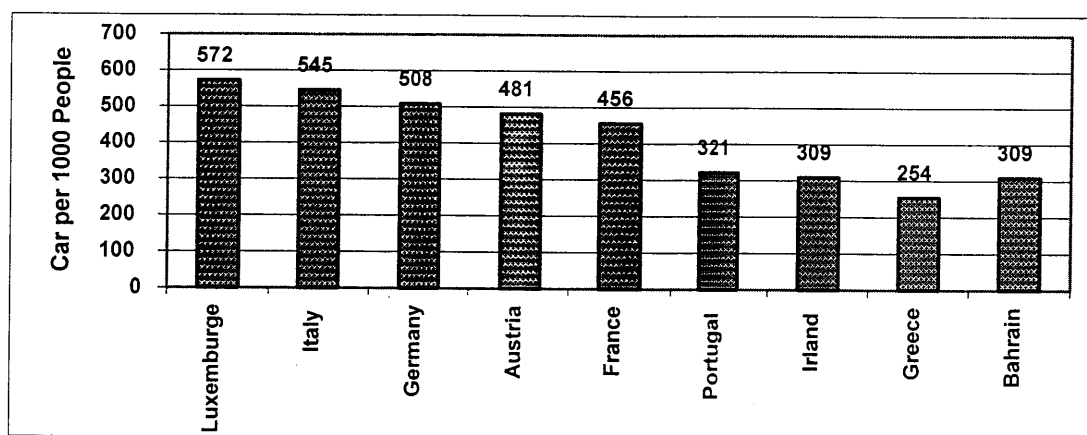
وقد ساهم غياب المعلومات الصحيحة حول التكلفة الصحية والاقتصادية والبيئية لانبعاث عوادم السيارات، في الحيلولة دون ظهور الاستجابة المناسبة التي ترقى إلى حجم المشكلة، سواء من قبل واضعي السياسات المرورية في الدولة، والمخططين لها، أو من قبل عامة الناس. وبالتالي حال دون ظهور قوانين وأنظمة جديدة تعالج مشكلة تزايد أعداد السيارات في البحرين آخذة بنظر الاعتبار تبعاتها المختلفة على البيئة والصحة والاقتصاد.

وفي هذا الجزء من الدراسة سوف نستعرض اتجاهات النمو في أعداد السيارات من خلال تحليل البيانات الإحصائية لأعداد السيارات للفترة من 1990-2000. كذلك سيتم التطرق إلى ملوثات الهواء في البحرين، من خلال تحليل بيانات محطات رصد الهواء والتي تدار من قبل شؤون البيئة، بوزارة الدولة لشؤون البلديات وشؤون البيئة، وذلك للفترة من 1993-1997، وحساب كمية الانبعاثات الناجمة عن ساعات الذروة لعامي 1994 و 1997 وتوقع كمياتها لعامي 2005 و 2011، من خلال الاستعانة بنتائج برنامج المحاكاة الرياضي SATURN.

3-1 اتجاهات نمو أعداد السيارات في البحرين وعوامل التأثير الأخرى:

توضح الأرقام التي تم الحصول عليها أن البحرين تسير بخطى سريعة باتجاه وضع قد يضعها في مصاف العديد من الدول التي تتميز بدرجة عالية في أعداد السيارات. فقد ساهمت سهولة اقتناء السيارة، وارتفاع مستوى دخل الفرد نسبياً، وانخفاض سعر الوقود في نشوء نوع من الحب والولع بالسيارة، حيث أضحت السيارة رمزاً للوجاهة والقدرة على التحرك السريع. إلا أنه لدولة صغيرة مثل البحرين لا تزيد مساحتها عن 710 كم²، فإن الزيادة في أعداد السيارات يجب أن تخضع للمراقبة الجادة، والتقييم المستمر لما لها من آثار سلبية بيئية، واقتصادية، واجتماعية، وصحية.

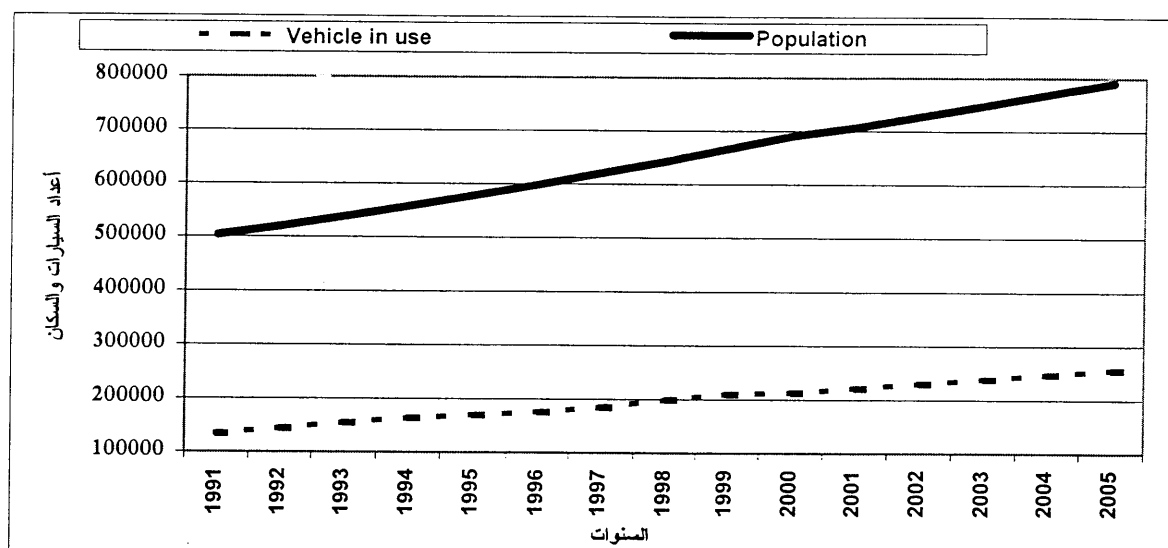
فحسب الأرقام المتوفرة فإن البحرين تسير باتجاه المستويات العالمية في معدل السيارات في العالم. ففي سنة 1998 وهي سنة المقارنة المتوفرة تصدرت لوكسمبورغ القائمة بمعدل 572 سيارة لكل ألف فرد (شكل رقم 3-1)، ثم إيطاليا، ألمانيا، النمسا، فرنسا، البرتغال، أيرلندا، واليونان بمعدل 545، 508، 481، 456، 321، 309، 254 سيارة لكل 1000 فرد على التوالي (The European Commission, 1998)، أما البحرين فقد بلغ المعدل حوالي 309 سيارة لكل ألف فرد أي سيارة لكل 3.2 فرد (المجموعة الإحصائية، 1999).



شكل (3-1) أعداد السيارات لكل 1000 فرد في بعض دول العالم.

يتضح من ذلك أن البحرين وهي تدخل الألفية الثالثة تسير في اتجاه وضع يجعلها متشعبة بالسيارات. كما أنه لا يوجد في الأفق ما يدل على انخفاض في اتجاه معدل الزيادة في أعداد السيارات. حيث تدل التقديرات أن أعداد السيارات في البحرين ستصل إلى 255,317 سيارة عام 2005، ليصل معدل السيارات إلى 323 سيارة لكل ألف فرد من السكان (جدول 3-1) أي حوالي سيارة لكل 3 أفراد.

ويلاحظ أنه خلال الفترة من 1991-2000 بلغ مجموع نمو السيارات حوالي 59% بمتوسط زيادة سنوية تصل إلى 5.9% وهي تقريبا ضعف متوسط النمو السكاني للعشر سنوات الماضية والبالغة حوالي 3.7% سنويا (شكل 3-2)، كما يتوقع أن ينمو عدد السيارات خلال الأربع سنوات القادمة بنسبة 15.7% إضافية. وإذا ما استمر نمو عدد السيارات بنفس النسبة الحالية فمن المتوقع أن يصل عدد السيارات في سنة 2010 إلى حوالي 298,739 سيارة أي بمقدار 334 سيارة لكل 1000 فرد.



شكل (2-3) اتجاهات النمو في أعداد السيارات والسكان في البحرين خلال الفترة من 1991-2000.

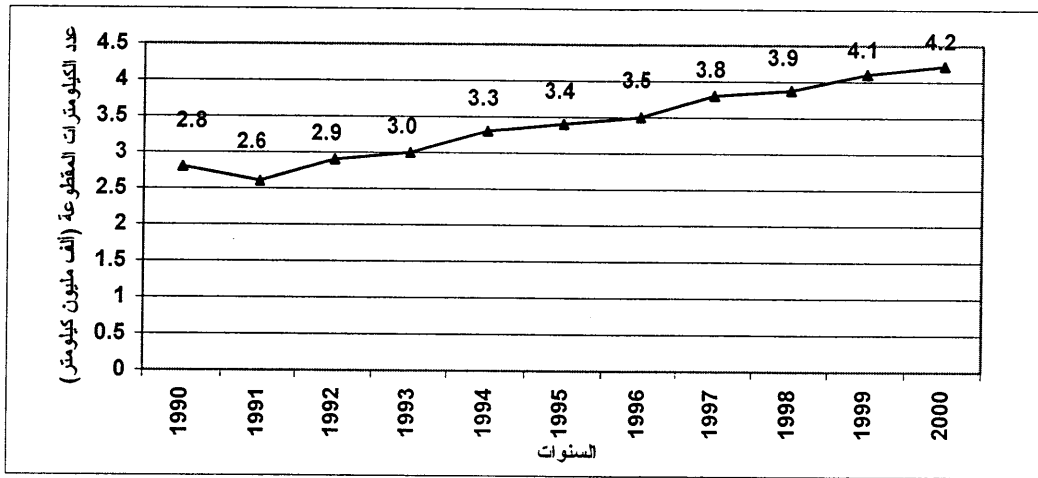
جدول (1-3) عدد السيارات مقدر حتى سنة 2005.

السنة Year	السيارات المستخدمة Vehicles in Use	عدد السكان Population	عدد السيارات لكل 1000 شخص Motorization
1991	133552	503360	265
1992	143322	519378	276
1993	154240	538085	287
1994	163582	557509	293
1995	169318	577684	293
1996	175017	598625	292
1997	184390	620378	297
1998	198817	642972	309
1999	209326	666442	314
2000	212022	690819	307
*2001	220681	706544	312
*2002	229340	727456	315
*2003	237999	748369	318
*2004	246658	769281	321
*2005	255317	790194	323

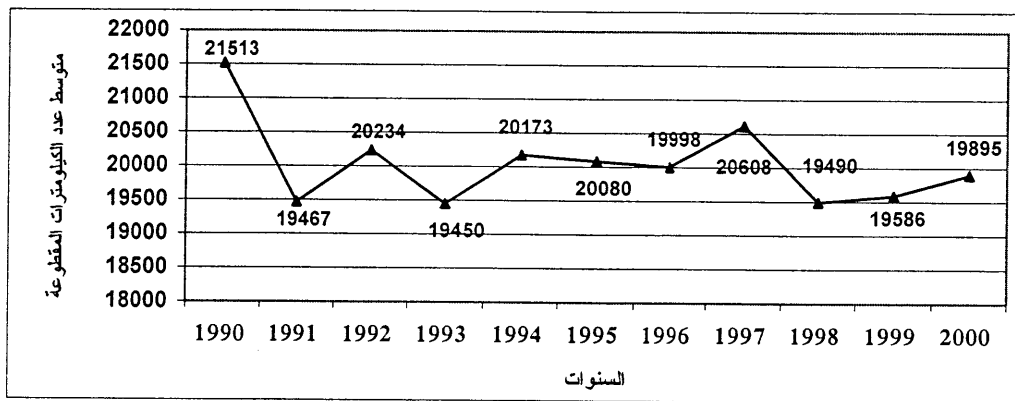
المصدر: المجموعة الإحصائية، 1999

* عدد السيارات والسكان مقدر من قبل الباحث.

وتبعاً للزيادة في أعداد السيارات، ارتفع إجمالي عدد الكيلومترات المقطوعة لأسطول السيارات في البحرين من 2.8 ألف مليون كيلومتر في عام 1990 (وزارة الداخلية، 1999) إلى 4.2 ألف مليون كيلومتر مربع في عام 2000 (شكل 3-3) أي بزيادة مقدارها 50.6% خلال 11 عاماً وبمتوسط زيادة سنوية تقدر بنحو 4.6%، إلا أنه لوحظ انخفاض متوسط عدد الكيلومترات المقطوعة بالنسبة لكل سيارة بنسبة 7.5% خلال عام 2000 مقارنة بعدد الكيلومترات المقطوعة خلال عام 1990 من 21513 كيلومتراً إلى 19895 كيلومتراً للسيارة الواحدة (شكل 4-3).



شكل (3-3) اتجاهات النمو في إجمالي عدد الكيلومترات المقطوعة خلال الفترة من 1990-2000



شكل (4-3) اتجاهات النمو في عدد الكيلومترات المقطوعة لكل سيارة خلال الفترة من 1990-2000

كذلك ارتفع معدل النمو في متوسط كثافة السيارات في الكيلومتر المربع في المناطق الحضرية بحوالي 59% خلال الفترة من 1991-2000، أي بمتوسط نمو سنوي يقدر بحوالي 5.9%، حيث زادت كثافة السيارات في المناطق الحضرية من 475 سيارة في الكيلومتر المربع في عام 1991 إلى 755 سيارة في عام 2000 (جدول 3-2). أما بالنسبة لكثافة السيارات المقدرة حسب المناطق في عام 2000 فتأتي المنامة في قائمة أعلى المناطق كثافة بمعدل 2157 سيارة في كم² ثم تليها المحرق، مدينة عيسى، مدينة حمد بمعدل كثافة يقدر بنحو 1504، 1166، 926 سيارة في كم²، على التوالي، بينما بلغت أقل كثافة سيارات بالنسبة لمناطق البحرين في المنطقة الغربية، والرفاع حيث لم يتجاوز معدل الكثافة لكل منهما 58 و 71 سيارة في كم²، على التوالي.

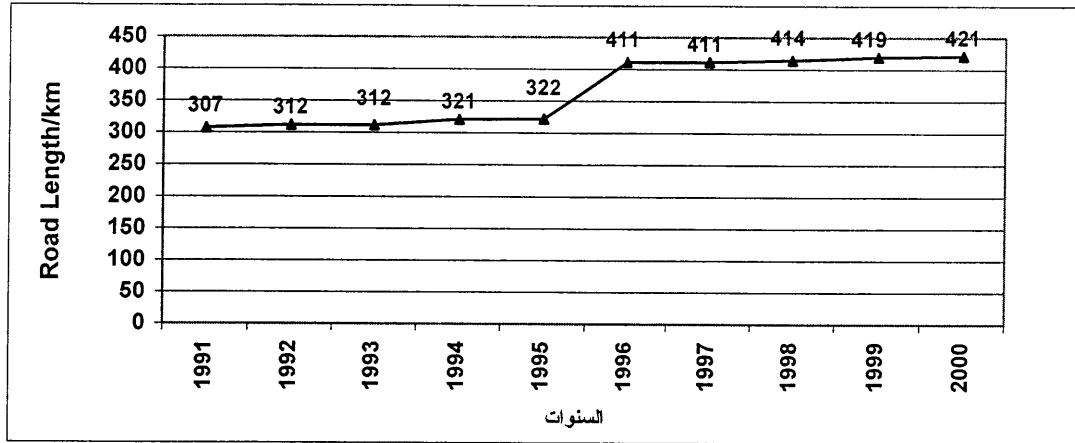
جدول (3-2) كثافة السيارات والسكان حسب المناطق خلال عام 2000

المنطقة	عدد السكان	نسبة سكان المنطقة إلى عدد السكان	المساحة/ كم ²	الكثافة السكانية في كم ²	عدد السيارات	كثافة السيارات في كم ²
الوسطى	47,216	6.8	35.34	1336	14,495	410
مدينة حمد	39,578	5.7	13.12	3017	12,150	926
الحد	11,804	1.7	10.8	1093	3,624	336
مدينة عيسى	47,216	6.8	12.43	3799	14,495	1166
جدحفص	61,102	8.8	24.3	2514	18,758	772
المنامة	187,419	27.1	26.68	7025	57,538	2157
المحرق	102,069	14.8	20.84	4898	31,335	1504
الشمالية	46,521	6.7	37.29	1248	14,282	383
الرفاع	68,045	9.8	292.35	233	20,890	71
سترة	49,993	7.2	29.2	1712	15,348	526
الغربية	29,857	4.3	156.79	190	9166	58
المجموع	690,819	100		2460.3	212,082	755

تم حساب كثافة السيارات والسكان على أساس البيانات المتوفرة في المجموعة الإحصائية، 2000.

وفي الوقت الذي بلغ فيه متوسط النمو السنوي في أعداد السيارات خلال الفترة ما بين 1991-2000 حوالي 6% سنوياً، لم يواكب هذه الزيادة ما يناسبها من نمو في أطوال الطرق الرئيسية Main Highways، حيث لم يتجاوز متوسط النمو السنوي خلال نفس الفترة نسبة 3.7% سنوياً (شكل 3-5)، ففي عام 1991 كان إجمالي أطوال الشوارع الرئيسية المتوفرة 307 كيلومتراً طولي، بلغ في عام 2000 نحو 421 كيلومتراً (جدول 3-3).

أما بالنسبة للطرق الثانوية Secondary Roads لم يتجاوز متوسط النمو السنوي خلال نفس الفترة 0.874 % سنويا ، حيث لم تزداد أطوال الطرق الثانوية خلال عشر سنوات إلا بمقدار 37 كيلومترا/طولي (من 423 كيلومترا عام 1991 إلى نحو 460 كيلومترا طولي عام 2000)، في حين بلغ متوسط الزيادة في الطرق الأخرى (الطرق والممرات) حوالي 2.9% سنويا (وزارة الأشغال، 2001).



شكل (3-5) اتجاهات النمو في أطوال الطرق الرئيسية بدولة البحرين خلال الفترة من 1991-2000.

جدول (3-3) أطوال الطرق المعبدة Paved Roads بدولة البحرين خلال الفترة من 1991-2000.

أطوال الشوارع Road Length (km)										نوع الطريق Road Type
2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	
421	419	414	411	411	322	321	312	312	307	طرق رئيسية Main Roads
460	460	450	450	441	431	430	429	427	423	طرق ثانوية Sec. Roads
1650	1615	1571	1511	1432	1362	1350	1338	1313	1280	طرق أخرى Others (Access & Lanes)
2531	2494	2435	2372	2284	2115	2101	2079	2052	2010	المجموع Total

المصدر: إدارة الطرق، وزارة الأشغال، 2001.

لقد ترتب على ربط جزيرة البحرين مع المملكة العربية السعودية عبر جسر الملك فهد إدخال بعد آخر في سيناريو قطاع النقل والمواصلات، مضيفاً إلى أعداد السيارات المتواجدة على شوارع البحرين ما بين 3500 إلى 4000 سيارة يومياً هو المعدل اليومي للسيارات القادمة عبر جسر الملك فهد (المجموعة الإحصائية، 2000). ففي عام 1999 بلغ عدد السيارات القادمة عبر الجسر أكثر من 1.3 مليون سيارة وإذا افترضنا أن معدل النمو في أعداد السيارات القادمة يبلغ 5% سنوياً بدلاً من متوسط النمو الحالي للعشر سنوات الماضية والبالغ حوالي 13% سنوياً، فمن المتوقع أن يصل عدد السيارات القادمة إلى 1,780,367 في عام 2005 (جدول 3-4).

أما من ناحية أنواع المركبات فقد بينت الأرقام المتوفرة للفترة من 1993-1999 أن حوالي 13% من مجموع السيارات المتواجدة على الطرق هي شاحنات كبيرة وحافلات (جدول 3-5)، في سنة 1999 بلغ عدد الشاحنات المتواجدة على الطرق 20900 شاحنة و4917 حافلة. ويضاف إلى هذا العدد حوالي 68179 شاحنة و9811 حافلة قامت برحلات إلى البحرين عن طريق جسر الملك فهد، وإذا ما افترضنا أن 6% من السيارات القادمة هي شاحنات وحافلات فهذا يعني أن أكثر من 130,000 مركبة سنوياً من هذا النوع سوف تستخدم شوارع البحرين بحلول عام 2005.

جدول (3-4) عدد السيارات القادمة على جسر الملك فهد خلال الفترة من 1990-2005

(مقدرة Estimated)

السنة Year	القادمون Arrivals
1990	575,558
1991	610,314
1992	690,043
1993	829,617
1994	954,988
1995	898,186
1996	836,770
1997	1,055,399
1998	1,167,087
1999	1,328,537
2000	1,349,964
*2001	1,464,127
*2002	1,537,948
*2003	1,614,458
*2004	1,695,587
*2005	1,780,367

المصدر: المجموعة الإحصائية، 2000.

* عدد السيارات القادمة مقدرة.

جدول (3-5) نوع المركبات على الطرق خلال الفترة من 1993-2000

نوع المركبة	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
سيارات خاصة	133,622	142,058	147,092	152,038	160,531	173,564	183,326
تراجات نارية	1,570	1,664	1,665	1,681	1,779	1,894	2,080
حافلات	3,658	3,878	4,010	4,192	4,442	4,801	4,917
شاحنات	16,960	17,646	18,216	18,787	19,417	20,252	20,900
مجموع المركبات	154,240	163,582	169,318	175,017	184,390	198,617	209,326
نسبة الحافلات والشاحنات إلى مجموع المركبات	%13,3	%13,2	%13,1	%13,1	%13,0	%12,6	%12,3

المصدر : حقائق مرورية، 1999.

إن تركيبة المرور في البحرين يعتبر عامل آخر يساهم بتأثيرات قوية في الأضرار التي تعاني منها البيئة والسكان على حد سواء. وتعتبر الشاحنات الكبيرة مسؤولة عن نسبة كبيرة من هذا الضرر نتيجة لاستهلاكها لوقود الديزل الذي يتميز بارتفاع محتواه من الكبريت والجسيمات الدقيقة (جدول 3-6).

جدول (3-6) تباين انبعاثات سيارات الديزل والجازولين (جرام لكل لتر)

نوع الملوثات	سيارات الجازولين	سيارات الديزل
أول أكسيد الكربون	249.00	29.50
هيدروكربونات	9.62	1.80
أكسيد النيتروجين	9.85	7.20
ثاني أكسيد الكبريت	0.37	4.15
رصاص	0.37	-
الجسيمات الدقيقة	-	1.90

المصدر - عبد الحميد عبد الغفار، 1999

وتعتبر واردات السيارات السنوية مرآة للوتيرة المتزايدة لمجموع السيارات المتواجدة على الطرق. ففي سنة 1999 اشترى البحرينيون والمقيمون أكثر من 10700 سيارة بتكلفة بلغت 66 مليون دينار وهو مبلغ يعادل حوالي 3% من الناتج الوطني الإجمالي في ذلك العام. كذلك تم صرف مبلغ إضافي قدره 5.3 مليون دينار على قطع الغيار الخاصة بالسيارات (المجموعة الإحصائية، 2000).

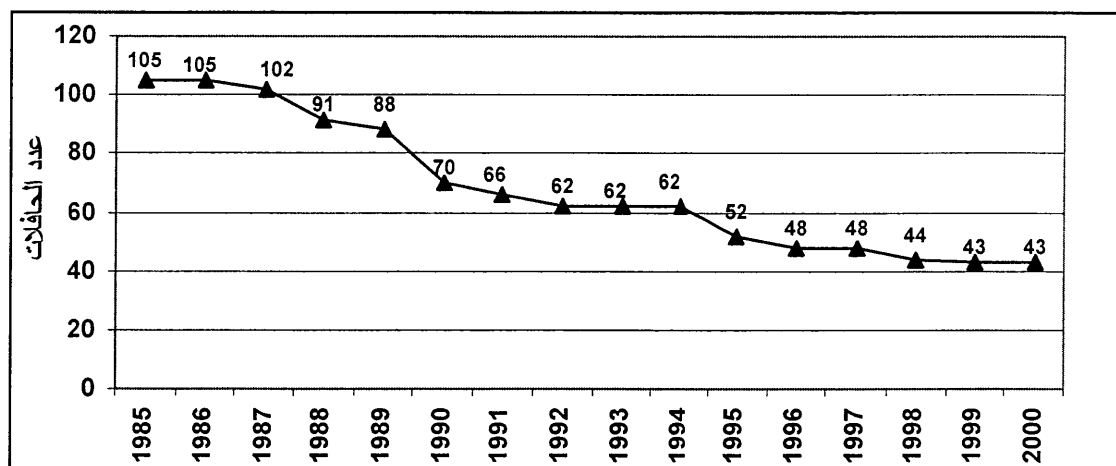
وخلافا للزيادة الكبيرة في أعداد السيارات، يلاحظ أن هناك انخفاضا حادا في استعمال المواصلات العامة Public Transportation . حيث انخفض إجمالي عدد حافلات النقل العام من 105 حافلات في سنة 1985 إلى 43 حافلة في سنة 2000 (جدول 3-7). كذلك انخفض عدد الركاب اللذين تم نقلهم بواسطة حافلات النقل العام من 19.7 مليون راكب في السنة، أو ما يعادل 53972 راكبا في اليوم، سنة 1985 (شكل 3-6 و 3-7) إلى 8.9 مليون راكب أو ما يعادل 24383 راكبا في اليوم سنة 2000 (إدارة النقل العام، 1996) بانخفاض يقدر بحوالي 55% من إجمالي عدد الركاب في عام 1985.

ورغم انخفاض عدد الحافلات والركاب المستخدمين للمواصلات العامة، ارتفع استهلاك أسطول الحافلات العامة من الوقود من 1.85 مليون ليتر إلى 2.12 مليون ليتر خلال الفترة من 1990-2000 (شكل 3-8)، كذلك انخفض عدد الركاب المنقولين لكل ليتر من الوقود المستهلك من 5.4 راكب عام 1990 إلى 4.2 راكب لكل ليتر من الوقود في عام 2000 (شكل 3-9). وهذا يبرهن على مدى انخفاض كفاءة تشغيل وإدارة مرفق النقل العام وارتفاع تكلفة تشغيله، وبالتالي غياب أهم البدائل الرئيسية لتتنقل الأفراد، وهو من الأسباب التي أدت إلى مفارقة مشكلة تزايد أعداد السيارات في البحرين.

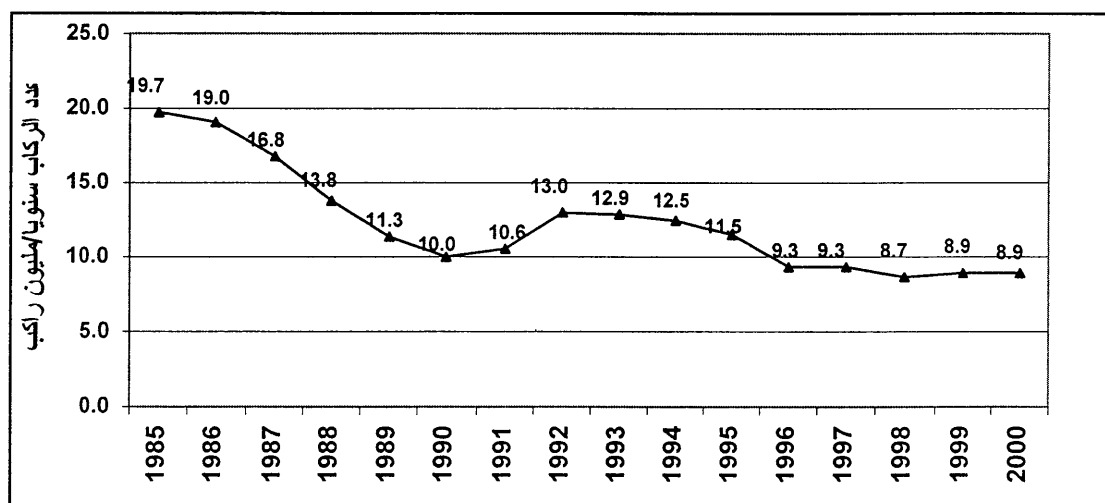
جدول (3-7) عدد أسطول حافلات النقل العام وعدد الركاب خلال الفترة من 1985-2000

السنة	عدد الحافلات	عدد الركاب المنقولين/مليون راكب
1985	105	19.7
1986	105	19.0
1987	102	16.8
1988	91	13.8
1989	88	11.3
1990	70	10.0
1991	66	10.6
1992	62	13.0
1993	62	12.9
1994	62	12.5
1995	52	11.5
1996	48	9.3
1997	48	9.3
1998	44	8.7
1999	43	8.9
2000	43	8.9

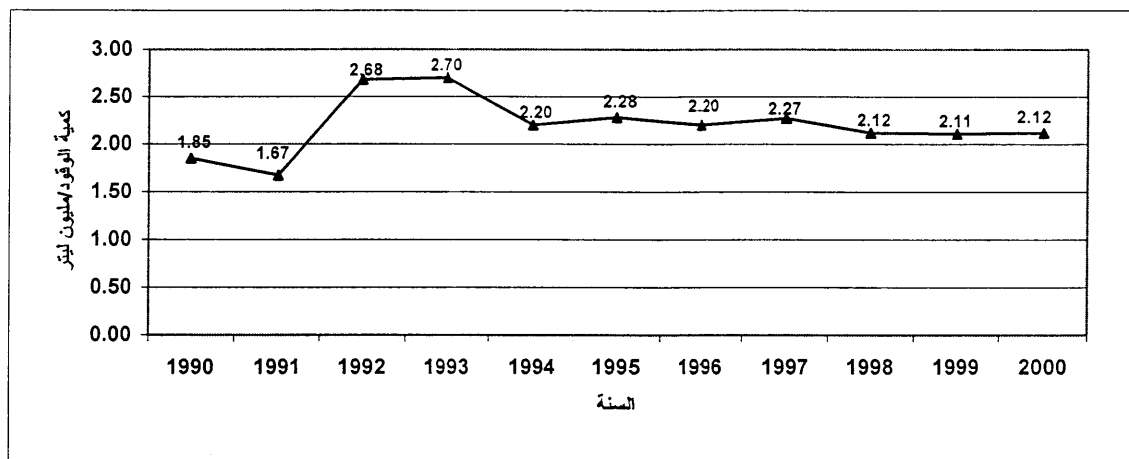
المصدر: إدارة النقل العام، 2000



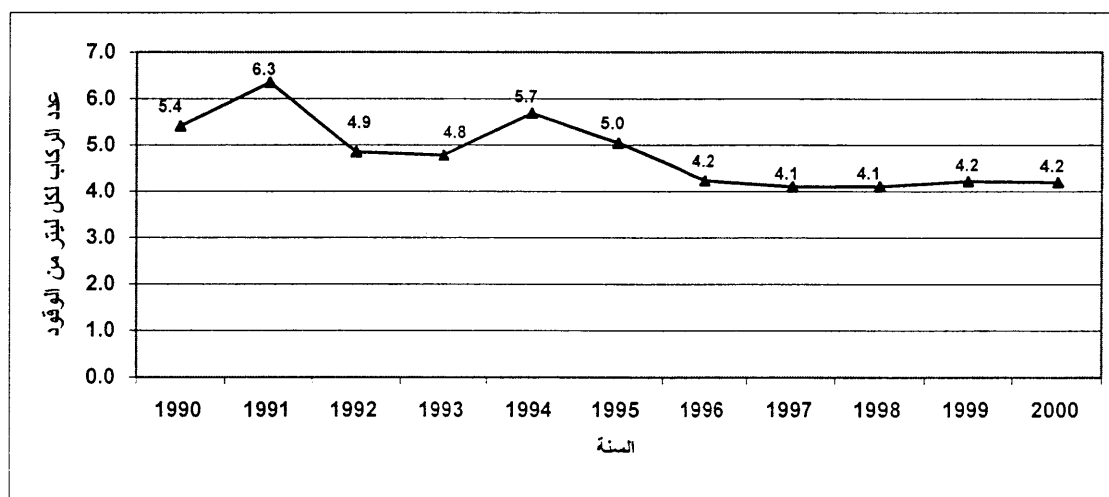
شكل (6-3) اتجاهات النمو في عدد حافلات النقل العام في البحرين خلال الفترة من 1985-2000



شكل (7-3) اتجاهات النمو في أعداد مستخدمي النقل العام في البحرين خلال الفترة من 1985-2000



شكل (8-3) اتجاهات النمو في كمية استهلاك حافلات النقل العام للوقود خلال الفترة من 1990-2000



شكل (9-3) عدد الركاب المنقولين في البحرين بواسطة اتنقل العام لكل لتر من الوقود خلال الفترة من 1990-2000

3-2 اتجاهات النمو في ملوثات الهواء:

بهدف تحليل اتجاهات التلوث في البحرين، تم الحصول على بيانات محطات رصد جودة الهواء التابعة لشؤون البيئة بوزارة شؤون البلديات وشؤون البيئة وذلك للفترة من عام 1993-1997، حيث يتم رصد جودة الهواء من خلال 3 محطات رصد ثابتة في كل من منطقة المنامة، الزلاق، وعسكر ومحطة أخرى متحركة توضع حسب الحاجة وعلى ضوء البرامج والخطط الموضوعية من قبل شؤون البيئة. هذا وقد بلغ عدد الساعات التي تم تحليلها في هذه الدراسة أكثر من 100,000 ساعة. وذلك باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS للتعرف على مستوى تركيز الملوثات (القيم المتوسطة والقصوى) حسب السنة، أوقات اليوم، وكذلك عدد ساعات التجاوز حسب السنة، ومناطق الرصد.

وأوضحت نتائج تحليل بيانات محطات رصد جودة الهواء للفترة من 1993-1997 أن متوسط تركيز الملوثات في البحرين بشكل عام في حدود القيم المسموح بها مقارنة مع معايير ملوثات الهواء لدولة البحرين (جدول 3-8)، باستثناء تركيز المواد الهيدروكربونية (شكل 3-10)، حيث أظهرت النتائج تجاوزها لمعيار وكالة حماية البيئة الأمريكية U.S.EPA والمسترشد به ضمن معايير دولة البحرين والمحدد بقيمة 0.24 جزء من المليون. حيث يلاحظ وجود ارتفاع في متوسط تركيز المواد الهيدروكربونية غير الميثينية NMHC خلال الفترة من 1994-1997، ما بين 4-46 ضعف مستوى التركيز المسموح به. إن هذه الزيادة الكبيرة في مستوى تركيز المواد الهيدروكربونية ربما تعود إلى الزيادة في أعداد السيارات حيث قدرت نسبة مساهمة السيارات في انبعاث المواد الهيدروكربونية بحوالي 99% من إجمالي الكمية المنبعثة والمقدرة بأكثر من 102 ألف طن سنوياً. وبالتالي يمكن الاستنتاج أن تزايد أعداد السيارات قد يكون لها دور كبير في تجاوز المعدل المسموح به خلال الفترة من 1993-1997. حيث يتفق هذا الاستنتاج مع تقارير نتائج رصد جودة الهواء في البحرين والمعدة من قبل شؤون البيئة (Air Quality in Bahrain, 2000). كما يتفق هذا الاستنتاج مع الدراسة التي قامت بها شؤون البيئة في سنة 1997 لحساب كمية انبعاث ملوثات الهواء من المصادر.

جدول (3-8) معايير جودة الهواء لدولة البحرين

Standard القيمة	أسم الملوث Pollutant
26 جزء بالمليون	أول أكسيد الكربون CO
106 جزء في البليون	ثاني أكسيد النيتروجين NO ₂
134 جزء في البليون	ثاني أكسيد الكبريت SO ₂
100 جزء في البليون	الأوزون O ₃
0.24 جزء في المليون*	المواد الهيدروكربونية HC
340 ملجم/م ³	المواد الهباتية العالقة PM ₁₀

المصدر: شؤون البيئة، دولة البحرين. 2001

* قيمة استرشادية حسب معايير وكالة حماية البيئة الأمريكية.

وبالرغم من أن متوسط تركيز ملوثات الهواء خلال الفترة من 1993-1997 كانت في حدود المعدلات المسموح بها باستثناء المواد الهيدروكربونية، إلا أن نتائج تحليل القيم القصوى، والمتوسط العام للتجاوز لهذه الملوثات أظهرت تجاوز تركيز معظم الملوثات الحدود المسموح بها مقارنة بمعايير دولة البحرين (شكل 3-11 و 3-12).

كما أوضحت نتائج تحليل عدد ساعات تجاوز الملوثات لمقاييس تلوث الهواء في البحرين (ملحق رقم 1) حسب محطات رصد جودة الهواء للفترة من 1993-1997، أن منطقة عسكر تأتي في المرتبة الأولى من حيث إجمالي عدد ساعات التجاوز للمواد الهيدروكربونية بنحو 14493 ساعة تجاوز، حيث تعتبر مصفاة تكرير النفط مصدرا محتملا لهذه التجاوزات، وجاءت من بعدها منطقة المنامة التي تتميز بكثافة السيارات، ثم تلتها منطقة الزلاق بنحو 12635 و 12538 ساعة تجاوز على التوالي (شكل 3-13). وقد سجل عام 1996 أكبر عدد من حيث ساعات التجاوز في البحرين بلغت نحو 13583 ساعة (شكل 3-14). أما بالنسبة لأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد النيتروجين فقد جاءت منطقة المنامة في المرتبة الأولى، تلتها الزلاق ثم منطقة عسكر حيث بلغ عدد ساعات تجاوز أول أكسيد الكربون 11 ، 9 ، 3 على التوالي. كما سجل عام 1997 أكبر تجاوز من حيث عدد الساعات بلغت نحو 9 ساعات.

أما بالنسبة لثاني أكسيد النيتروجين فقد بلغت نحو 22 ، 2 ، 1 على التوالي، كان نصيب عام 1995 وحده 19 ساعة. كذلك أوضحت نتائج التحليل أن منطقة عسكر تأتي في المرتبة الأولى

من حيث عدد ساعات التجاوز للمواد الهوائية العالقة خلال الفترة من 1993-1997 ، تلتها منطقة المنامة، ومن ثم الزلاق بعدد ساعات تجاوز بلغت نحو 1608 ، 1260 ، 704 على التوالي، سجل عام 1994 وحده نحو 2228 ساعة تجاوز. أما بالنسبة للأوزون فقد جاءت منطقة عسكر في المرتبة الأولى من حيث إجمالي عدد ساعات التجاوز بنحو 404 ساعة، تلتها الزلاق والمنامة بنحو 264 و 124 ساعة على التوالي، حيث سجل عام 1996 أكبر عدد لساعات التجاوز بلغت نحو 298 ساعة (شكل 3-13).

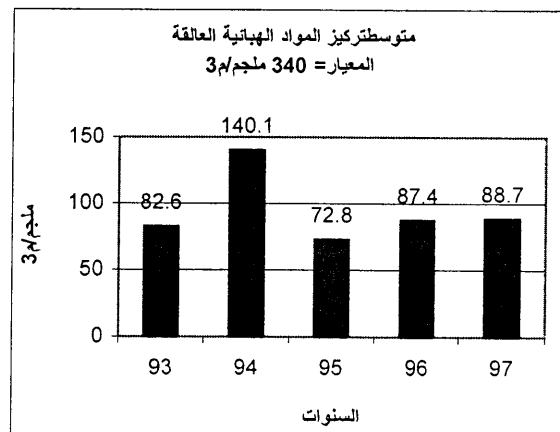
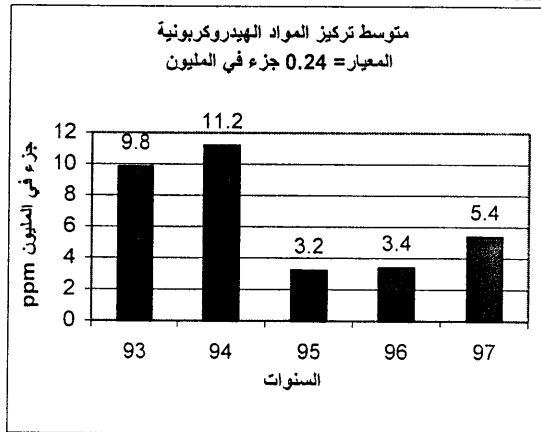
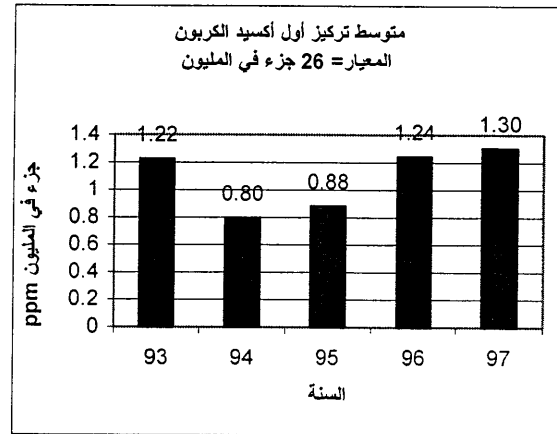
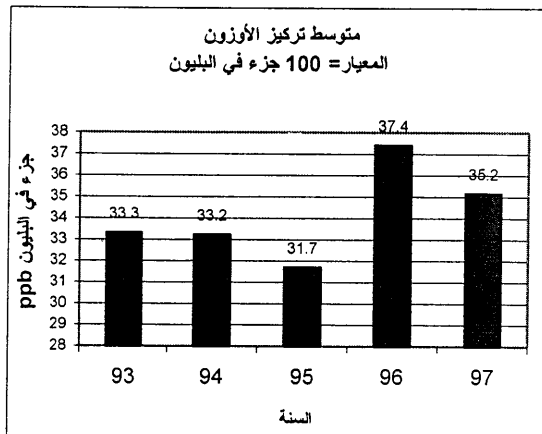
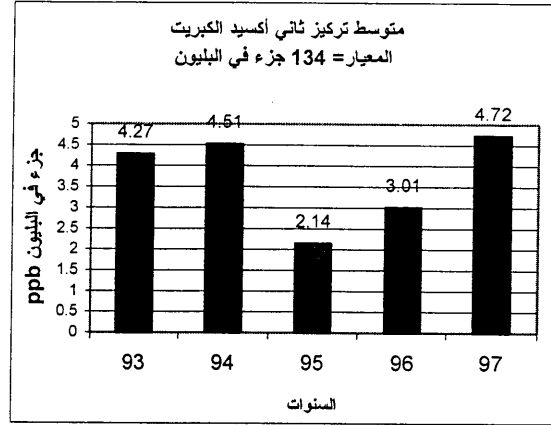
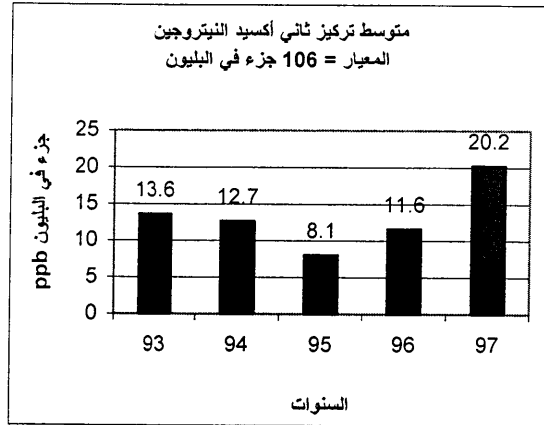
كما تم في هذه الدراسة تحديد التغير في تركيز الملوثات الهوائية مع ساعات اليوم للفترة من 1993-1997 (شكل 3-15). وذلك لتبيان علاقة التغير في كثافة حركة المركبات خلال ساعات اليوم على تركيز الملوثات الهوائية. حيث أوضحت نتائج التحليل ارتفاع تركيز معظم الملوثات خلال ساعات الذروة، التي يزداد فيها التنقل واستخدام المركبات لغرض العمل والنسوق. كما يتغير تركيز بعض الملوثات خلال ساعات اليوم، حيث تلعب أشعة الشمس، وارتفاع درجات الحرارة دورا كبيرا في تخفيف تركيز بعض الملوثات وزيادة تركيز البعض الآخر نتيجة تفاعل أشعتها مع بعض الملوثات (موسى، 1990)، فمثلا يلاحظ ارتفاع متوسط تركيز المواد الهوائية العالقة PM_{10} خلال أوقات الذروة الصباحية التي يتجه فيها الموظفون إلى أعمالهم، حيث من المرجح أن تكون للحركة المرورية مساهمة كبيرة في ارتفاع متوسط تركيز المواد الهوائية العالقة.

كذلك يلاحظ ارتفاع مستوى تركيز الأوزون مع بداية ساعة الذروة الصباحية للحركة المرورية ويستمر حتى قرب مغيب الشمس، بعدها يبدأ تركيز الأوزون بالانخفاض. و يمكن إرجاع ذلك إلى التفاعلات الكيموضوئية حيث يتشكل الأوزون تحت تأثير الأشعة الشمسية ويتشكل بسرعة أكثر إذا كان الهواء يحتوي على ثاني أكسيد النيتروجين ولو بتركيز قليلة، ويزداد تركيزه في الهواء أثناء تكون الضباب الدخاني (العودات وبا صهي، 1985).

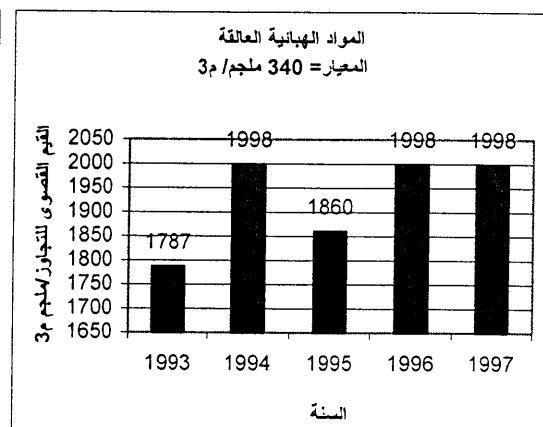
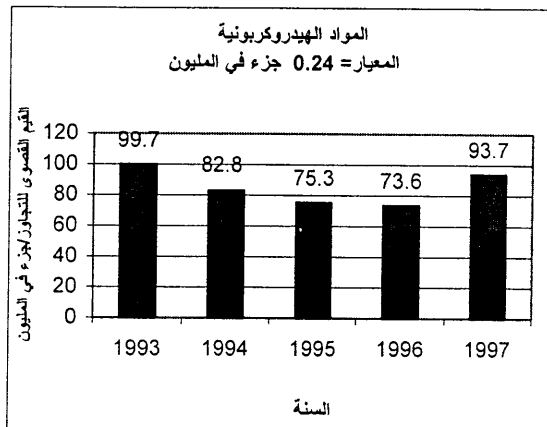
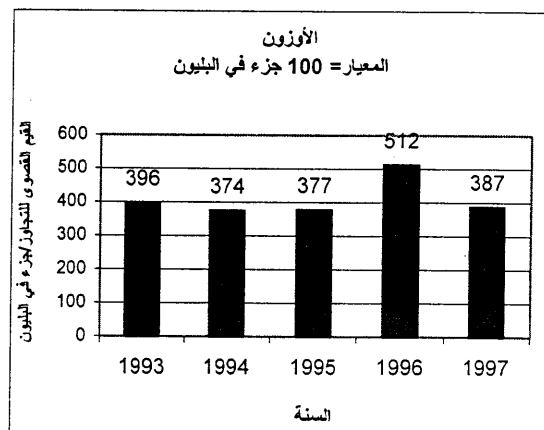
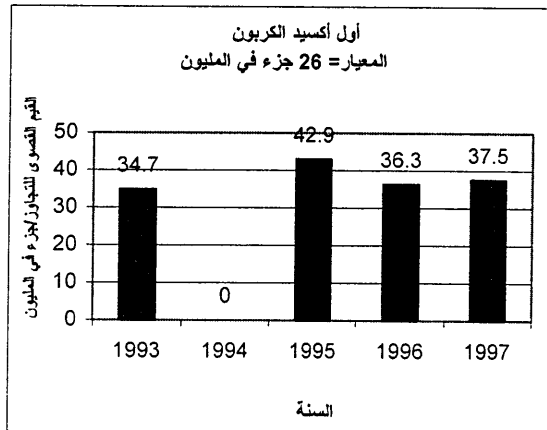
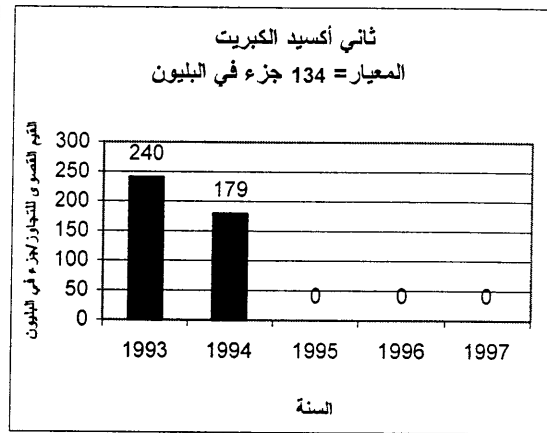
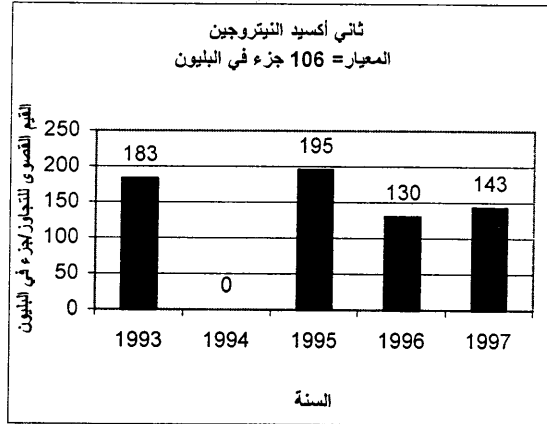
وتتكون هذه الظاهرة بسبب انبعاث بعض الملوثات من السيارات، وبالتحديد المركبات الهيدروكربونية العضوية، وأكاسيد النيتروجين، وهذه الملوثات الأولية تتفاعل مع بعض وبوجود ضوء الشمس عن طريق سلسلة من التفاعلات الضوئية الطويلة والمعقدة فتنحول إلى ملوثات ثانوية مؤكسدة أشد خطورة على الإنسان من الملوثات السابقة، حيث تعرف هذه الحالة بالتأثير التعاوني للملوثات حيث أن ملوثات سامة تتفاعل مع ملوثات أخرى فنتنتج ملوثات أكثر سمية

وأشد تأثيراً على صحة الإنسان وعناصر البيئة (المدني، 1999). وينطبق هذا أيضاً على تركيز ثاني أكسيد الكبريت.

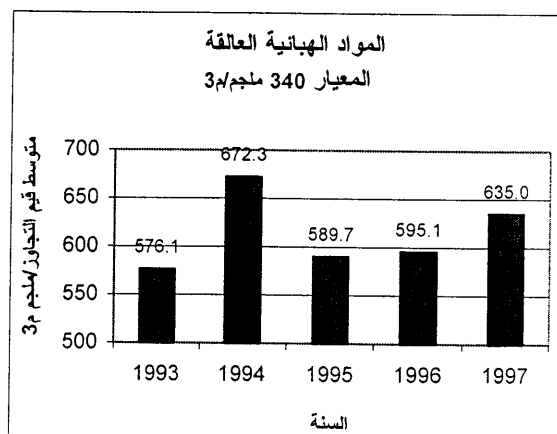
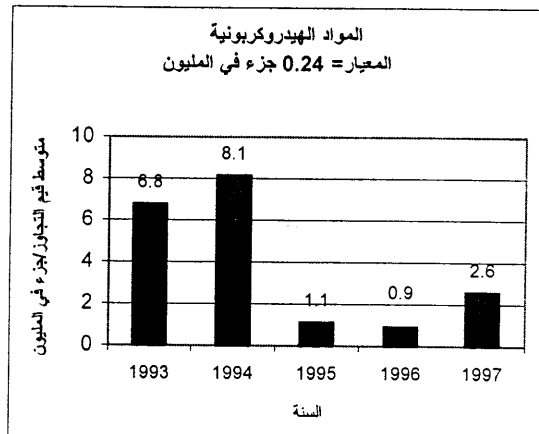
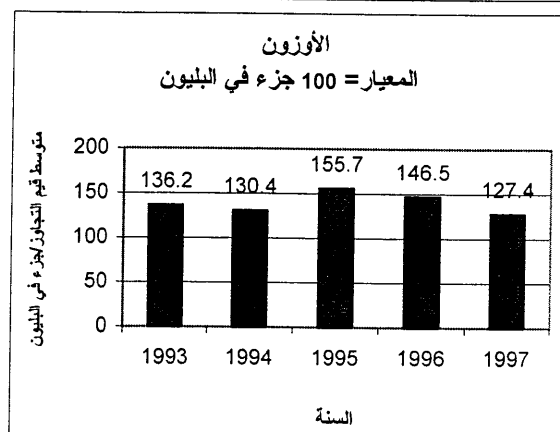
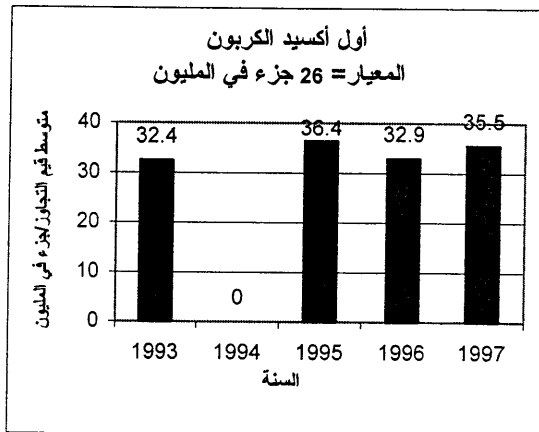
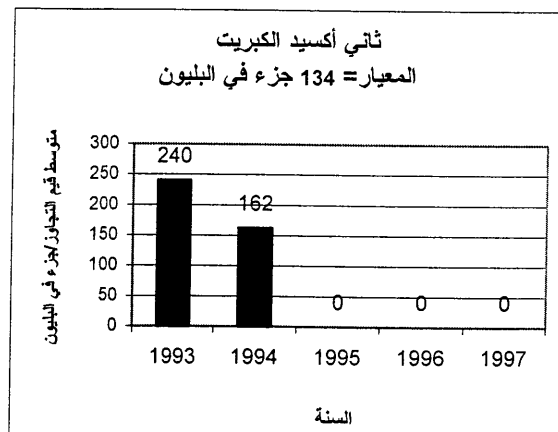
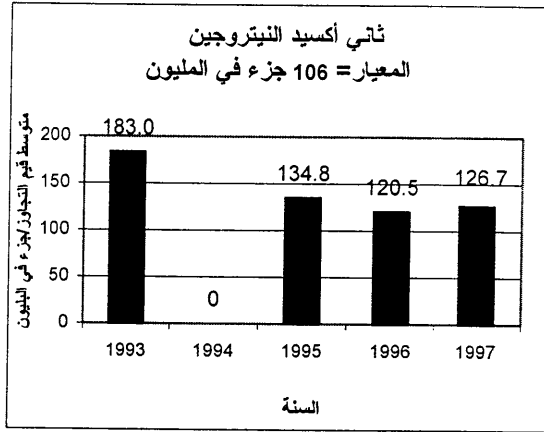
أما تركيز ملوثات ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وأول أكسيد الكربون CO (شكل 3-15) فيلاحظ ارتفاع متوسط تركيزها للفترة من 1993-1997 أثناء ساعات الذروة الصباحية والمساءية المرتبطة بالحركة المرورية، إلا أن تركيزها خلال الفترة المسائية يتسم بالزيادة، حيث يمكن تعليل ذلك إلى عدة أسباب من ضمنها التغيرات الجوية خلال أوقات اليوم خصوصاً درجة الحرارة، وبالتالي ارتفاع تركيز الملوثات مع غروب الشمس وانخفاض درجة الحرارة، وهذا ينطبق أيضاً على تركيز المواد الهيدروكربونية THC حيث يلاحظ تجاوز تركيزها للحدود المسموح بها خلال أوقات اليوم إلا أن تركيزها أثناء النهار أقل منه أثناء الفترة المسائية، حيث يمكن إرجاع ذلك إلى التفاعلات الكيموضوئية.



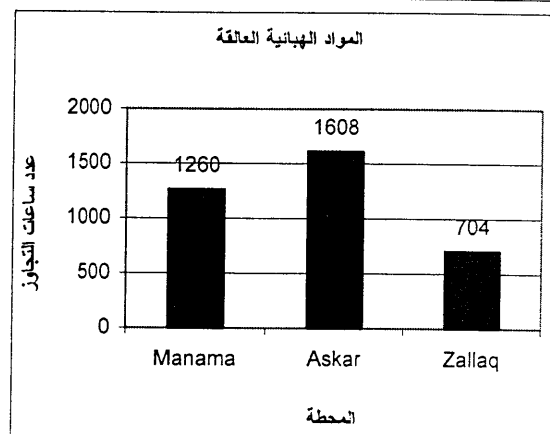
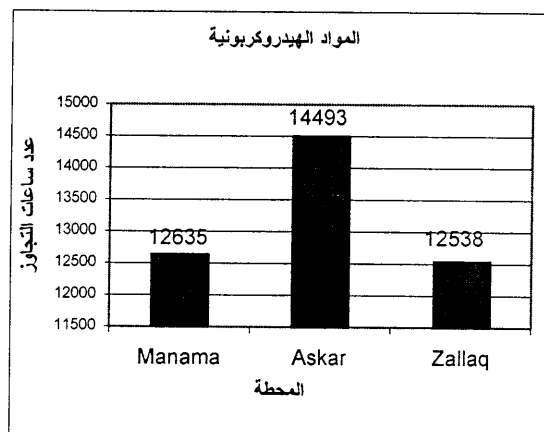
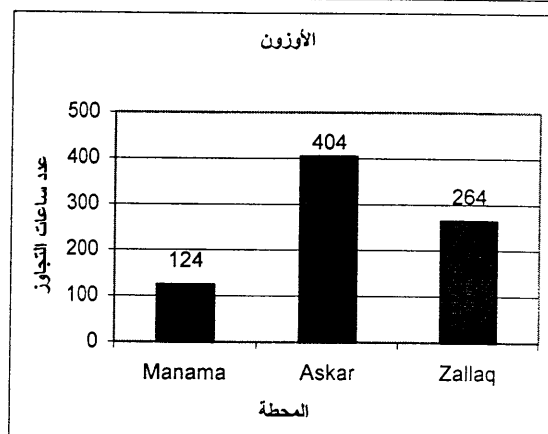
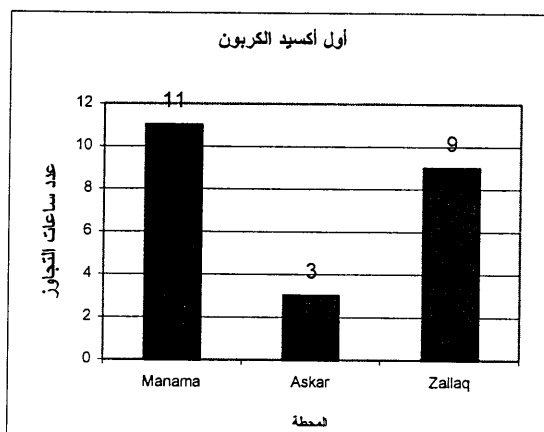
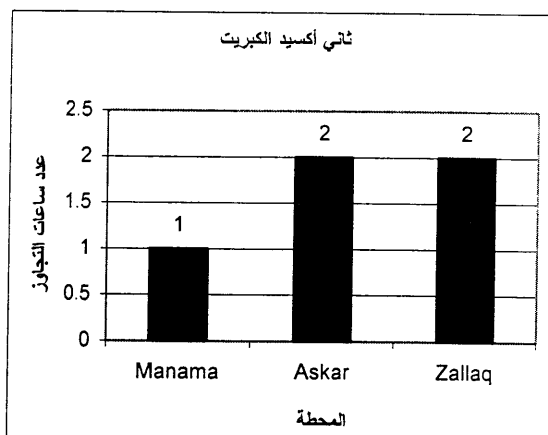
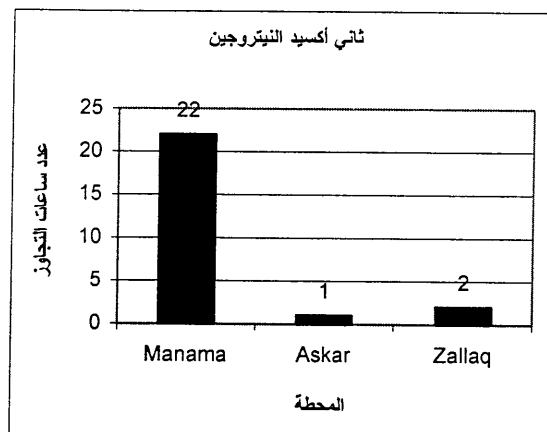
شكل (3-10) المتوسط السنوي لتركيز الملوثات في البحرين خلال الفترة من 1993-1997



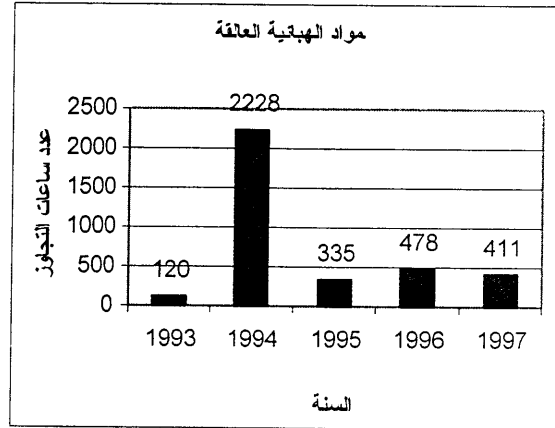
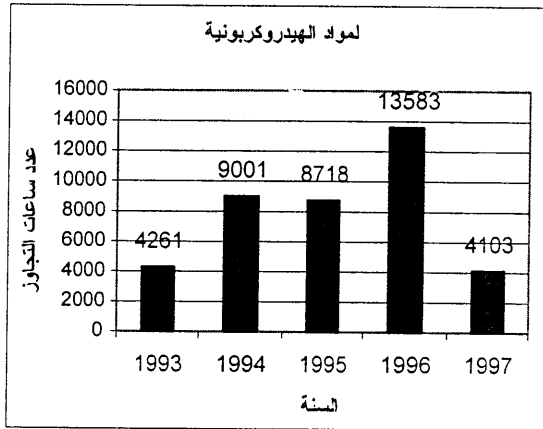
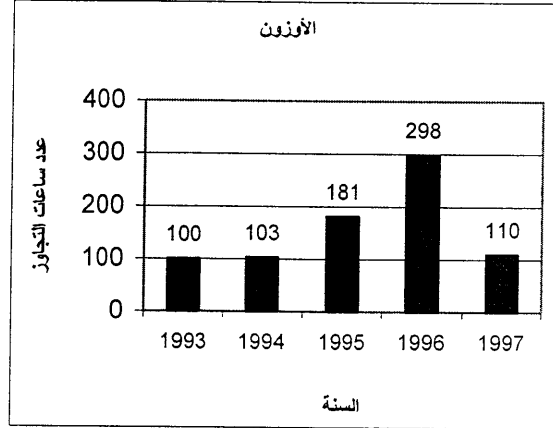
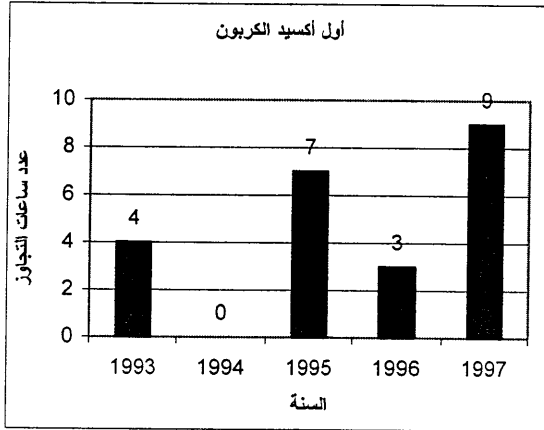
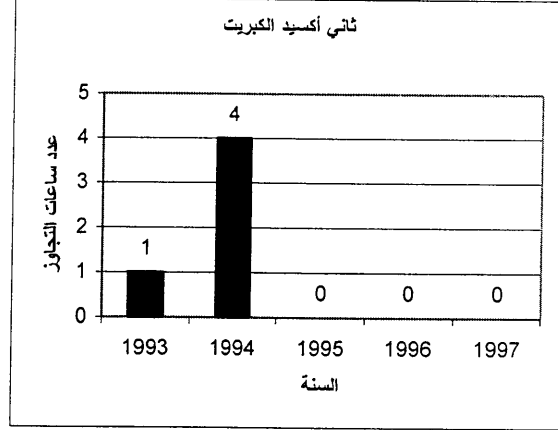
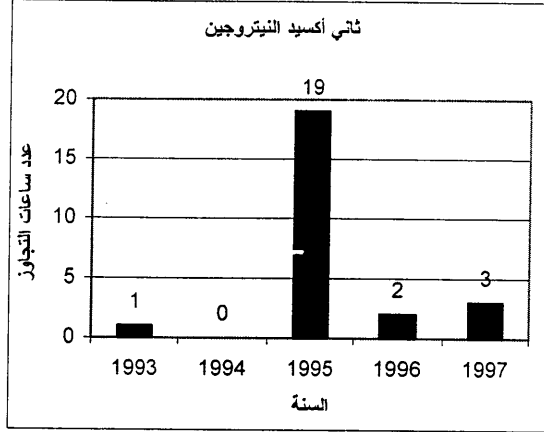
شكل (3-11) القيم القصوى لتجاوز ملوثات الهواء في البحرين لمعايير التلوث خلال الفترة من 1993-1997



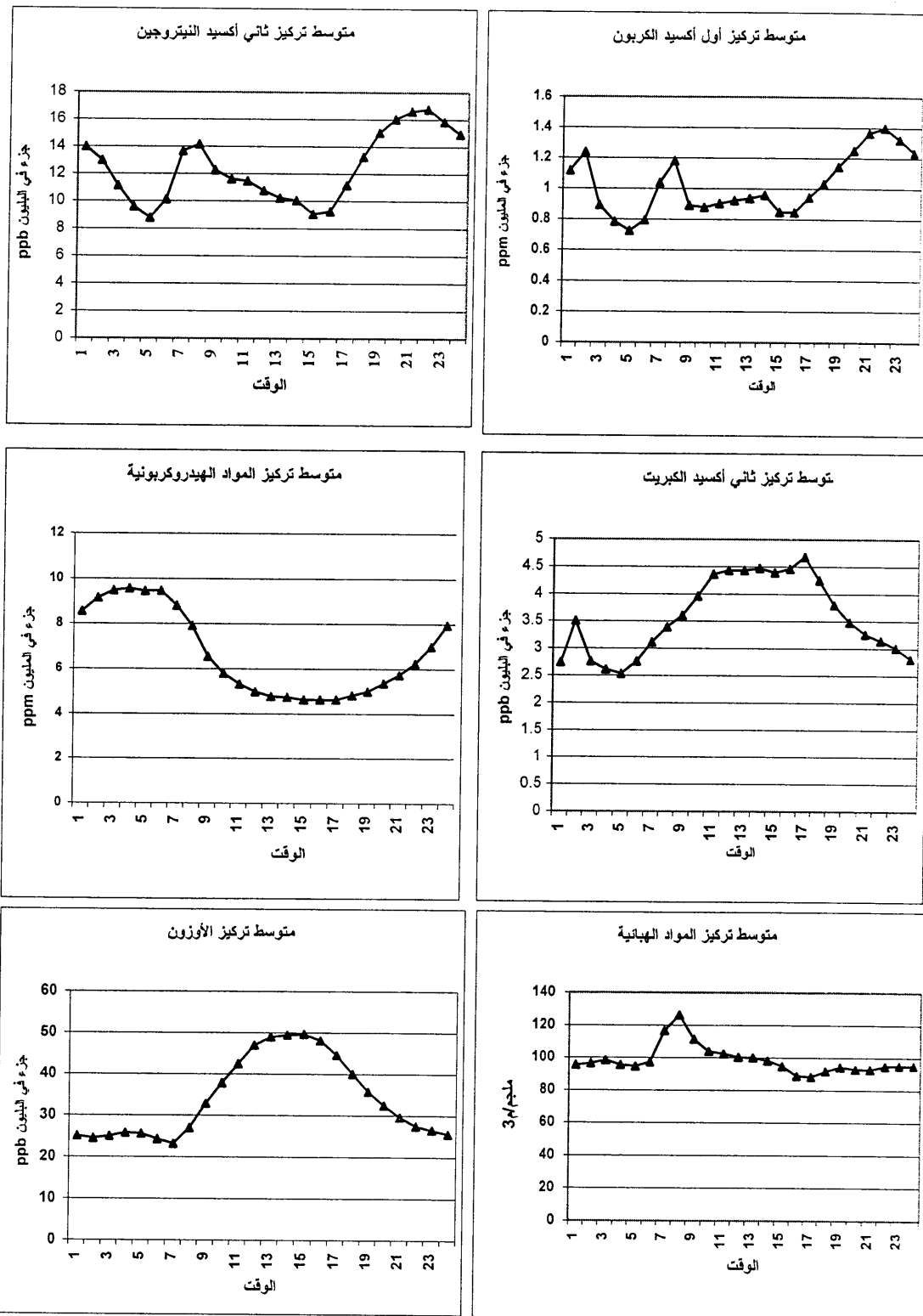
شكل (3-12) متوسط تجاوز ملوثات الهواء في البحرين لمعايير التلوث خلال الفترة من 1993-1997



شكل (3-13) عدد ساعات تجاوز الملوثات لمقاييس تلوث الهواء في البحرين حسب المناطق للفترة من 1993-1997



شكل (3-14) عدد ساعات تجاوز الملوثات لمقاييس تلوث الهواء في البحرين حسب السنة للفترة من 1993-1997



شكل (3-15) متوسط تركيز ملوثات الهواء في البحرين خلال ساعات اليوم للفترة من 1993-1997

3-3 تأثير انبعاثات عوادم السيارات خلال ساعات الذروة على جودة الهواء المحيط في البحرين (باستخدام برنامج SATURN):

أكدت العديد من الدراسات التي أجريت في البحرين أن عوادم السيارات تعتبر من أهم العوامل المؤدية إلى التلوث الجوي، فقد أوضحت دراسة (Madany and Danish, 1988) أن عوادم السيارات قد أثرت سلباً على جودة الهواء المحيط في البحرين، كما بينت دراسة (Danish and Madany, 1992) أن ثاني أكسيد النيتروجين الناتج من عوادم السيارات من أهم العوامل المؤدية إلى التلوث الجوي في البحرين. وتساهم الاختناقات المرورية اليومية، خصوصاً أثناء ساعات الذروة في زيادة تدهور جودة الهواء.

وبهدف التعرف على تأثير عوادم السيارات على جودة الهواء المحيط في البحرين، تم استخدام برنامج المحاكاة الرياضي SATURN¹ الذي يحتوي على حزمة من برامج التحليل لشبكة الطرق (تم تطويره في معهد دراسات المواصلات Institute for Transportation Studies بجامعة ليدز Leeds University البريطانية ويستخدم حالياً من قبل إدارة الطرق بوزارة الأشغال بدولة البحرين) وذلك لحساب كمية انبعاث عوادم السيارات خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية لنفس الفترة وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$E^i = (a_1^i d + a_2^i t_c + a_3^i t_q + a_4^i s_1 + a_5^i s_2) V$$

حيث E^i تمثل انبعاثات ملوثات الهواء.

وتمثل t_c مسافة الربط Link Distance على شبكة الطرق.

أما t_q فهو الوقت الضائع (التوقف) في تقاطعات الشوارع (Idling in queues at Junctions)، وتمثل S_1 عدد التوقف الأولي لكل سيارة No. Of Primary stops per Vehicle وتمثل S_2 عدد التوقف الثاني لكل سيارة No. of Secondary stops per Vehicle أما a_1^i و a_2^i فهما معاملان محددا القيمة من قبل المستخدم User-Set للبرنامج.

¹ برنامج SATURN سوف سيستخدم لاحقاً في حساب عدد ساعات الوقت الضائع، وكمية الوقود المستهلك على شبكة الطرق خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية لعامي 1994، و 1997 وتوقعها لعامي 2004، و 2011.

فقد أوضحت نتائج برنامج المحاكاة الرياضي SATURN (ملحق 4) أن إجمالي كمية الانبعاث خلال ساعة الذروة الصباحية لعام 1994 كما يلي:

أول أكسيد الكربون CO = 3235.64 كيلوجرام/ساعة.
 ثاني أكسيد الكربون CO₂ = 36072.20 كيلوجرام/ساعة.
 أكسيد النيتروجين NO_x = 673.30 كيلوجرام/ساعة.
 المواد الهيدروكربونية HC = 577.74 كيلوجرام/ساعة.
 مادة الرصاص Pb = 3.10 كيلوجرام/ساعة.

وبالرجوع إلى تفاصيل مجموع الوقت الذي تم قضاؤه على شبكة الطرق Total Travel Time (ملحق 4) خلال ساعة الذروة الصباحية والبالغ 9265.5 ساعة والوقت الضائع على الشبكة والبالغ 4035.3 ساعة يمكن حساب كمية انبعاث الملوثات نتيجة التأخير على شبكة الطرق كما يلي:

$$\frac{\sum EmissionQuantity}{\sum TravelTime} \times \sum DelayTime = \sum EmissionQuantityDueToDelay$$

كمية انبعاث الملوثات نتيجة التأخير = مجموع كمية الانبعاث/مجموع الوقت المقطوع X مجموع وقت التأخير (الوقت الضائع).

$$\text{i.e., CO} = (3235.64/9265.5) \times 4035.3 = 1409.18 \text{ kg/hr.}$$

وبالتالي فإن كمية انبعاث أول أكسيد الكربون CO بسبب التأخير خلال ساعة الذروة الصباحية تقدر بحوالي 1409.14 كجم، و ثاني أكسيد الكربون CO₂ 15,710.12 كيلوجرام، وأكسيد النيتروجين NO_x 293.23 كيلوجرام، والمواد الهيدروكربونية 251.62 كيلوجرام، وأخيراً مادة الرصاص وتبلغ 1.35 كيلوجرام.

وعليه فإن إجمالي كمية انبعاثات عوادم السيارات الناجمة عن التأخير خلال ساعة الذروة الصباحية في عام 1994 تقدر بحوالي 6448 طناً من الملوثات، حيث تشكل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حوالي 88.92 % من جملة الانبعاثات، أول أكسيد الكربون فيشكل حوالي 8

، أكسيد النيتروجين 1.66 %، المواد الهيدروكربونية 1.42 %، أما مادة الرصاص فتشكل 0.008 %.

لذلك فإنه على ضوء مخرجات برنامج المحاكاة الرياضي SATURN (جدول 3-9 و 3-10) وباستخدام طريقة الحساب هذه سوف يتم تقدير كمية انبعاث عوادم السيارات لعامي 1994 و 1997، وتوقعها لعامي 2005 و 2011.

جدول (3-9) مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لكمية الانبعاثات خلال ساعة الذروة الصباحية للسنوات 1994-2005-1997-2011

الانبعاثات/ كجم Emissions/kg.	1994	1997	2005	2011
Carbon Monoxide CO	3235.64	3760.45	7133.32	12407.66
Carbon Dioxide - CO ₂	36027.78	39420.50	116987.71	217361.78
Nitrogen Oxide - NO _x	673.20	734.83	1555.13	1938.69
Hydrocarbons- HC	577.74	668.61	1206.73	1967.81
Lead - Pb	3.10	3.49	5.79	8.43
Particulate - PM10	0.00	0.00	116.69	209.99

جدول (3-10) مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لكمية الانبعاثات خلال ساعة الذروة المسائية P.M. Peak للسنوات 1994-2005-1997-2011

الانبعاثات/ كجم Emissions/kg.	1994	1997	2005	2011
Carbon Monoxide- CO	3277.74	2997.75	7520.16	11330.88
Carbon Dioxide - CO ₂	57865.43	33222.01	116850.05	193526.36
Nitrogen Oxide - NO _x	793.28	647.73	1501.70	1841.98
Hydrocarbons- HC	551.84	536.88	1270.15	1817.42
Lead - Pb	2.67	2.91	5.88	7.80
Particulate - PM10	66.26	0.00	114.10	189.90

على ضوء النتائج المبينة على مخرجات برنامج SATURN لكمية الانبعاثات الناجمة عن الاختناقات المرورية خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية للأعوام 1994، 1997، 2005 و 2011. من المتوقع أن تزداد نسبة الانبعاثات خلال ساعتي الذروة للعشر سنوات القادمة حسب توقعات البرنامج بأكثر من 300% من إجمالي انبعاث ملوثات الهواء المقدرة لعام 1997 والبالغة حوالي 13443.35 طن، حيث من المتوقع أن تصل كمية الملوثات المنبعثة للهواء في عام 2005 و 2011 نحو 49601.80 طن و 54667.60 طن، على التوالي (جدول 3-11) .

ويوضح البرنامج كذلك أن انبعاث ثاني أكسيد الكربون يشكل ما بين 88-92% من إجمالي الانبعاثات في حين يشكل كل من أول أكسيد الكربون، أكسيد النيتروجين، المواد الهيدروكربونية، والمواد الهابئية العالقة النسبة المتبقية من إجمالي الانبعاثات عن عوادم السيارات.

جدول رقم 3-11 كمية الانبعاثات الناجمة عن التأخير خلال ساعتي الذروة للسنوات 1994، 1997، 2005 و 2011 (طن/سنويا)

الانبعاثات/ طن Emissions/Ton	1994	1997	2005	2011
Carbon Monoxide- CO	966.7	1108.0	2858.5	2932.0
Carbon Dioxide - CO ₂	13934.7	11910.0	45616.5	50749.7
Nitrogen Oxide - NO _x	217.6	226.7	596.3	467.0
Hydrocarbons- HC	167.6	197.6	483.2	467.5
Lead - Pb	0.86	1.05	2.28	2.0
Particulate - PM10	9.8	0.00	45.02	49.4
TOTAL	15297.26	13443.35	49601.80	54667.60

الفصل الرابع

التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات في البحرين

يدرك معظم أفراد المجتمع أن توفر نظام مواصلات على درجة عالية من الكفاءة والفاعلية يعتبر ذا أهمية للأنشطة الاقتصادية ولحياة الأفراد في المجتمع، وعليه يقبل الأفراد على طلب وسائل النقل لأغراض العمل والتعليم والترفيه. إلا أن نظام المواصلات الموجود حالياً في البحرين والقائم على أساس الملكية الفردية للسيارات الخاصة لهدف تلبيبة هذه الحاجات، أدى إلى ظهور مشاكل كبيرة ومنتامية تهدد البيئة وصحة أفراد المجتمع، حتى غدا هذا النظام يهدد أهدافه التي أنشئ من أجلها.

وبالتالي أصبح العمل الرئيس هو إيجاد توازن بين هذه الاهتمامات المتعارضة، من خلال إيجاد سياسات تدمج الاهتمامات البيئية والاقتصادية والاجتماعية والصحية في عملية اتخاذ القرار لقطاع المواصلات والسياسات الأخرى ذات العلاقة. وعليه أصبحت استدامة Sustainability قطاع المواصلات من الأهداف الرئيسة لقاعدة عريضة من المهتمين، مستنديين في ذلك على عدد من الأنظمة والقوانين المحلية والاتفاقيات الدولية.

إن من الأمور المتعارف عليها في علم الإدارة أنه من الصعب إدارة ما لا يمكن قياسه، وبالتالي فإن نجاح السياسات الحالية والمستقبلية لقطاع المواصلات لا يمكن أن يتم إلا من خلال مؤشرات يمكن تتبعها ومقارنتها بالأهداف، واستخدام أدوات اقتصادية يمكن من خلالها التحكم في قوى العرض والطلب لقطاع المواصلات، حيث من شأن تضمين Internalizing التكلفة الحقيقية لاستخدام المركبات في الرسوم المحصلة من السائقين أن يساهم في الحد من مشكلة الآثار الناجمة عن تزايد أعداد السيارات.

لاشك أن الطريقة التقليدية المعروفة باسم Command -and- Control المستخدمة للتغلب على مشاكل التلوث من خلال الأنظمة والمعايير البيئية كان لها إسهام كبير في تحسين حالة البيئة، إلا أن ما تحقق من مكاسب قد ذهب أدراج الرياح مع تزايد أعداد المركبات بشكل عام والمركبات الخاصة بشكل خاص. فبالإضافة إلى المشاكل البيئية والصحية المرتبطة بالتلوث الصادر من الحركة المرورية، فإن الحوادث المرورية تحصد المزيد من الأرواح والإصابات الخطيرة، لتصبح المركبات مصدر ضغط على قطاع الصحة والتأمين الاجتماعي والخدمات الأخرى.

لذلك فإن الخروج من هذا الوضع يتطلب تغييرا في السياسات الحالية لقطاع المواصلات من سياسات قائمة على أساس العرض Supply-oriented policies (بناء البنية التحتية، وتوفير تسهيلات اقتناء السيارات) والتي استمرت طيلة العقود الماضية، إلى سياسات أكثر تكاملا تركز على جانب الطلب Demand-side Policies وتعمل على تسهيل الحركة على شبكة الطرق، وتحد من النمو المتزايد في أعداد السيارات. وهذا يتطلب مراجعة أسعار الرسوم الحالية للخدمات المرتبطة باستخدام المركبات، وتعرفة النقل، مع مراعاة الآثار الاجتماعية المترتبة على ذلك، وإيجاد آلية فاعلة للتنسيق بين الجهات ذات العلاقة، إضافة إلى التخطيط المتكامل للبنية التحتية.

وفي هذا الجزء من هذه الدراسة سوف يتم حساب التكاليف غير المباشرة لتزايد أعداد السيارات في البحرين، وهي كالتالي:

- تكلفة الاختناقات المرورية
- تكلفة الآثار الصحية الناجمة عن التلوث.
- تكلفة حوادث السيارات
- كما يتضمن هذا الفصل استعراضا لبعض التكاليف المباشرة لاستخدام السيارات وهي كالتالي:
- تكلف البنية التحتية ومدى تغطية إيرادات الرسوم والضرائب ذات العلاقة باستخدام السيارات لتكلفة البنية التحتية.
- تكلفة مواقف السيارات Parking Cost.

4-1 تكلفة الاختناقات المرورية:

يدرك الكثير من المهتمين بقطاع المواصلات أن الاختناقات المرورية تعتبر من أكثر المشاكل والتحديات التي تواجه مخططي ومديري مرفق المواصلات في البحرين، كما هو في سائر أنحاء العالم، فالواقع الحالي يبين أن حجم الكثافة المرورية في ازدياد، ومن المتوقع أن تستمر هذه الزيادة طالما بقيت معدلات النمو السكاني على ما هي عليه الآن. وعليه فإن الشروع في مواجهة هذا التحدي وتقييم حجم المشكلة يستلزم بداية تقدير التكلفة المجتمعية للاختناقات المرورية، والتي يدفعها المجتمع بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في صورة وقت ضائع بسبب الازدحام المروري، وزيادة الوقود المستهلك، وانبعاثات ملوثات الهواء وما ينجم عن ذلك من تفاقم الأمراض المرتبطة بتلوث الهواء وزيادة فاتورة علاج هذه الأمراض، وازدياد الضغط النفسي.

ويقتضي حساب تكلفة الاختناقات المرورية إيضاح المبرر لهذه المحاولة وذلك بطرح السؤال التالي: هل الاختناقات المرورية في البحرين تزداد سوءا مع الزمن؟.

توضح المعلومات الإحصائية المتوفرة أن الاختناقات المرورية في البحرين فعلا تزداد سوءا مع الزمن، فمشاهد الاختناقات المرورية اليومية أصبحت متكررة ومألوفة وبادية لجميع مستخدمي المركبات. ويتضح من إحصاءات كل من الجهاز المركزي للإحصاء وإدارة المرور وإدارة الطرق أنه في الوقت الذي ازدادت فيه أعداد السيارات المستخدمة بأكثر من 60% خلال الفترة من 1990-1999 أي بمتوسط سنوي يزيد على 6% (وهي ضعف نسبة الزيادة في تعداد السكان) لم تزداد أطوال الشوارع إلا بنسبة 36% خلال نفس الفترة، في غضون ذلك ارتفعت نسبة ملكية الأفراد للسيارات خلال الفترة ما بين 1990-1999 بحوالي 28% وذلك من 256 سيارة لكل 1000 فرد من السكان إلى 327 سيارة، كذلك ارتفعت كثافة السيارات في الكيلومتر المربع خلال نفس الفترة من 475 سيارة في الكيلو متر المربع إلى 755 سيارة في الكيلومتر المربع، أي بحوالي 59% خلال 10 سنوات.

ولحساب تكلفة الاختناقات المرورية تم الاستعانة ببرنامج المحاكاة الرياضي SATURN المستخدم حاليا من قبل إدارة الطرق بوزارة الأشغال بدولة البحرين، وذلك لتقدير تكلفة الاختناقات المرورية خلال فترتي الذروة الصباحية (من 6.5 إلى 7.5 صباحا) وهو الوقت الذي يكون فيه معظم السائقين متجهين إلى أعمالهم، والمسائية (من 1.5 إلى 2.5 بعد الظهر). علما أن مدخلات البرنامج مبنية على نتائج مسح حقيقي ومقابلات شخصية للسائقين عامي 1994 و 1997. كما تم الأخذ بنظر الاعتبار خطط التنمية المستقبلية للدولة (بناء الوحدات الإسكانية، المدارس، الطرق، توقعات النمو السكاني، والنمو الاقتصادي) في التنبؤ بتكلفة الاختناقات المرورية لعامي 2005 و 2011.

وفي هذا الجزء من الدراسة سنستعرض طريقة حساب التكاليف المرتبطة بالاختناقات المرورية لعام 1994 بشكل مفصل، ومن ثم عرض نتائج الأعوام 1997، 2005، 2011 .

4-1-1 مخرجات برنامج المحاكاة الرياضي SATURN لإجمالي الوقت وكمية الوقود المستهلك خلال ساعة الذروة الصباحية للعام 1994 :

Transient Queues = 2713.7 pcu. HRS. /HR
Over-Capacity Queues = 1321.6 pcu. HRS. /HR.
Link Cruise Time = 5230.5 pcu. HRS. /HR.
Total Travel Time = 9265.5 pcu. HRS. /HR.
Travel Distance = 348318.8 pcu. KMS. /HR.
Overall Average Speed = 37.6 KPH.

حيث أن:

- Transient Queues : الوقت الذي تقضيه كل مركبة في طابور الانتظار للإشارات الضوئية المرورية خلال ساعة الذروة.
- Over-Capacity Queues: الوقت الإضافي الذي يتم قضاؤه في طابور الانتظار نتيجة للازدحام بسبب تواجد المركبات بأعداد تفوق الطاقة التصميمية (الاستيعابية) لمفارق الطرق خلال ساعة الذروة.
- Link Cruise Time: الانسياب المروري بدون تأخير في الوقت.
- Total Travel Time : مجموع الوقت الذي تقضيه كل مركبة بانسياب ودون تأخير بالإضافة إلى الوقت الناجم عن التأخير بسبب الإشارات الضوئية ووجود المركبات بأعداد تفوق الطاقة (الاستيعابية).
- Travel Distance : مجموع المسافة المقطوعة بالكيلومترات خلال ساعة الذروة.
- Overall Average Speed : فهي متوسط سرعة السيارات خلال ساعة الذروة.

أما بالنسبة لاستهلاك الوقود فقد بينت نتائج البرنامج البيانات التالية:

Rate of Fuel Consumption = 34,397.7 Liters/Hour.
Total Number of Primary Stops/Hour = 264,322.6
Total Number of Second Stops/Hour = 188,770.8
Total Number of Stops/Hour = 453,093.4

حيث أن:

- Rate of Fuel Consumption : مجموع الوقود المستهلك خلال ساعة الذروة.

- Total Number of Primary Stops : مجموع التوقف الأولي في التقاطعات.
- Total Number of Second Stops : مجموع التوقف الثاني في التقاطعات.
- Total Number of Stops : مجموع التوقف (التوقف الأولي، والثاني).

2-1-4 حساب تكلفة الوقت بسبب التأخير Delayed Time لساعة الذروة الصباحية A.M. Peak للعام 1994:

أظهرت نتائج برنامج المحاكاة لبرنامج SATURN أن مجموع الوقت الذي تم قضاؤه خلال فترة الذروة الصباحية والمحددة حسب البرنامج من الساعة 6.30 إلى 7.30 صباحاً خلال العلم 1994 هي 9265.5 ساعة/وحدة نقل للركاب (منها 5230.5 ساعة تمثل الانسياب المروري بدون تأخير في الوقت) و 2713.7 ساعة ناجمة عن الانتظار في طابور الإشارات الضوئية، و 1321.6 ساعة ناجمة عن التأخير بسبب الازدحام الناجم عن تواجد المركبات بأعداد تفوق الطاقة الاستيعابية للشوارع، أي أن مجموع الوقت الضائع على شبكة الطرق المحاكاة Simulated ببرنامج SATURN هي 4035.3 ساعة/وحدة نقل للركاب.

على ضوء هذه النتيجة، وباعتبار أن هذا النمط يستمر طوال العام، يمكن تقدير تكلفة الوقت الضائع على شبكة الطرق العامة خلال عام 1994 لفترة الذروة الصباحية بافتراض أن أجر الساعة الواحدة يعادل 2 دينار في الساعة، وهي قيمة تم الأخذ في الاعتبار عند تقديرها توزيع متوسط الأجور في المجتمع حيث تبلغ نسبة موظفي القطاع الخاص الذين يتقاضون ما بين 100-500 دينار بحريني في الشهر حوالي 80% من إجمالي الموظفين (المجموعة الإحصائية، 1999)، وعليه تكون تكلفة الوقت الضائع كما يلي:

عدد ساعات الوقت الضائع في العام : 4035.3 ساعة X 365 يوم بالسنة = 1472885 ساعة/وحدة نقل

تكلفة الوقت الضائع خلال فترة الذروة الصباحية في العام : 2 X 1472885 دينار = 2,945,769 دينار.

3-1-4 حساب تكلفة الوقود المستهلك بسبب الوقت الضائع لساعة الذروة الصباحية A.M. Peak للعام 1994

أوضحت نتائج برنامج المحاكاة الرياضي SATURN لكمية الوقود المستهلك خلال ساعة الذروة الصباحية الممتدة ما بين الساعة 6.30 و 7.30 للعام 1994 ما يلي:

Fuel Consumed during Time Period: 34,397.7 Liters.

Total Number of Primary Stops/Hour: 26,4322.6

Total Number of Second Stops/Hour: 188,770.8

Total Number of Stops/Hour: 453,093.4

حيث كانت المعادلة Equation المستخدمة لحساب إجمالي كمية الوقود المستهلك خلال فترة الذروة كالتالي (SATURN user Manual, 1998):

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2 \quad (1)$$

حيث أن TFC هي إجمالي كمية الوقود المستهلك.

أما TTD فهي المسافة الكلية المقطوعة خلال ساعة الذروة.

و TDT هي مجموع عدد ساعات التأخير Over-Capacity Queues + Transient = Queues

أما S1 و S2 فهي عدد مرات التوقف في التقاطعات للمرة الأولى والثانية.

وتمثل كل من FLPH و FLPPS و FLPK و FLPSS قيم ثابتة Default Value حسب التالي: (SATURN user Manual, 1998)

تمثل FLPK = معدل استهلاك الوقود في الكيلومتر الواحد وهو 0.07 Ltr./km

أما FLPH = معدل استهلاك الوقود في الساعة وهو 1.20 Ltr./Hr.

وتمثل FLPPS = معدل استهلاك الوقود في التوقف الأولي وهو 0.016 Ltr./PPS

و FLPSS = معدل استهلاك الوقود في التوقف الثاني وهو 0.005 Ltr./PSS

ومن معادلة (1) يتم اشتقاق المعادلة الخاصة بإجمالي كمية الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية على شبكة الطرق وهي كما يلي:

$$TFC \text{ (due to Congestions)} = FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2 \quad (2)$$

$$= 1.20 \times (2713.7 + 1321.6) + 0.016 \times 264322.6 + 0.005 \times 188770.8$$

$$= 10015.38 \text{ Ltr/Hr.}$$

وبالتالي فإن تكلفة الوقود المستهلك خلال ساعة الذروة الصباحية خلال عام 1994 بافتراض استمرار هذا النمط طوال العام وثبات كمية الوقود المستهلك في اليوم عند 10015.38 لتر/يوم.

$$\text{وعليه فإن إجمالي كمية الوقود المستهلك لعام 1994} = 365 \times 10015.38 = 3,655,612 \text{ ليتر.}$$

$$\text{إجمالي التكلفة المقدرة لاستهلاك الوقود} = 0.085 \times 3655612 = 310,727 \text{ دينار.}$$

(تم احتساب سعر ليتر الوقود على أساس متوسط سعر الديزل، والبترول الجيد والممتاز)

4-1-4 تكلفة الاختناقات المرورية المبنية على نتائج برنامج المحاكاة الرياضي SATURN لساعة الذروة الصباحية والمسائية للأعوام 1994-1997-2005-2011 :

فيما يلي ملخص لمخرجات برنامج المحاكاة SATURN (الجدول من 1-4 إلى 4-4) لفترتي الذروة الصباحية والمسائية للأعوام 1994، 1997، 2005، و 2011 وهي كالتالي:

جدول رقم (1-4) مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للوقت وكمية الوقود المستهلك على شبكة الطرق خلال فترة الذروة الصباحية A.M. Peak للسنوات 1994-1997-2005-2011

SATURN Outputs	1994	1997	2005	2011
Transient Queues pcu. hrs./hr	2713.7	2561.5	3680.0	4355.6
Over Capacity Queues pcu. hrs./hr	1321.6	3035.0	5697.0	22068.0
Link Cruise Time pcu. hrs./hr	5230.2	5703.7	9732.4	11128.2
Total Travel Time pcu. hrs./hr	9265.5	11300.3	19109.3	37551.8
Travel Distance pcu.kms./hr	348318.8	360378.8	619038.5	701918.6
Overall Average Speed kph.	37.6	31.9	32.4	18.7
Rate of Fuel Consumption Ltr./hr	34397.7	37471.4	63486.5	93776.1
Total No. Of Primary Stops hr.	264322.6	289322.2	443186.0	601485.6
Total No. Of Second Stops hr.	188770.8	179971.6	362097.1	661939.7
Total No. Of Stops hr.	453093.4	469293.8	805283.1	1263425.3

جدول (2-4) مخرجات برنامج المحاكاة SATURN للوقت وكمية الوقود المستهلك على شبكة الطرق خلال فترة الذروة المسائية P.M. Peak للسنوات 2011-2005-1997-1994

SATURN Outputs	1994	1997	2005	2011
Transient Queues pcu. hrs./hr	1960.9	2038.6	3495.9	3886.5
Over Capacity Queues pcu. hrs./hr	925.4	1246.3	8924.3	20822.8
Link Cruise Time pcu. hrs./hr	4869.9	5186.6	9254.2	10759.3
Total Travel Time pcu. hrs./hr	7756.2	8471.6	21674.4	35468.5
Travel Distance pcu.kms./hr	312930.6	332589	587712.4	677483.0
Overall Average Speed/ kph.	40.3	39.3	27.1	19.1
Rate of Fuel Consumption Ltr./hr	29064.8	31491.2	64873.5	88004.9
Total No. Of Primary Stops/ hr.	206982.9	233931.5	427854.4	517270.7
Total No. Of Second Stops/ hr.	76875.9	105017.0	396739.8	530731.4
Total No. Of Stops/ hr.	283858.8	338948.5	824594.2	1048002.1

وعلى ضوء مخرجات برنامج المحاكاة SATURN (الملاحق من 4-11) تم استخراج تكلفة الوقت الضائع على شبكة الطرق (جدول 4-3) والناجم عن الاختناقات المرورية بافتراض أن قيمة الوقت الضائع خلال ساعة الذروة الصباحية وهو الوقت الذي يكون فيه معظم السائقين متجهين إلى أعمالهم يساوي 2 دينار لساعة العمل الضائعة أما قيمة الوقت الضائع خلال ساعة الذروة المسائية فقد تم افتراض أنه يساوي 50% من قيمة ساعة العمل لفترة الذروة الصباحية، وهو افتراض يتفق مع دراسة (Miller and Moffet, 1993) والتي سبق الإشارة إليها في الدراسات السابقة حيث قدرت الدراسة قيمة السفر غير المخصص للعمل ما بين 20-50% من متوسط الأجور. كذلك سيتم استخراج كمية الوقود المستهلك بسبب التأخير على شبكة الطرق خلال ساعتَي الذروة الصباحية والمسائية والتكلفة التي يتحملها المجتمع بسبب الاختناقات المرورية.

المناقشة:

- تكلفة الوقت الضائع على شبكة الطرق:

توضح مخرجات البرنامج أن مشكلة الاختناقات المرورية آخذة في الاستفحال خصوصاً خلال السنوات العشر القادمة، وهو ما عكسته نتائج حساب تكلفة الوقت الضائع على شبكة الطرق لساعتَي الذروة الصباحية والمسائية للأعوام 2011-2005-1997-1994 (جدول 4-5)، حيث من المتوقع أن تصل نسبة الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال ساعتَي الذروة الصباحية والمسائية في عام 2005 حوالي 53% من الوقت المقطوع خلال ساعتَي الذروة والمقدرة

بحوالي 40783.7 ساعة وحدة نقل ركاب في اليوم. كما أنه من المتوقع أن تصل نسبة الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال ساعتي الذروة خلال نفس الفترة نتيجة للازدحام وتواجد المركبات بأعداد تفوق الطاقة التصميمية (الاستيعابية) لمفارق الطرق والشوارع بأكثر من 67% أو ما يعادل 14,621.3 ساعة وحدة نقل ركاب من إجمالي الوقت الضائع خلال ساعتي الذروة في اليوم. بينما من المتوقع أن تصل نسبة التأخير بسبب الانتظار في طابور الإشارات الضوئية المرورية لنفس الفترة نحو 33% من إجمالي الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية في اليوم.

جدول (3-4) التكلفة السنوية للوقت الضائع على شبكة الطرق للأعوام 1994-1997-2005-2011

السنة	مجموع الوقت المقطوع خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية/ساعة	الوقت الضائع خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية/ساعة	مجموع الوقت الضائع في السنة/ساعة	التكلفة السنوية للوقت الضائع/دينار
1994	17,021.7	6,921.6	2,526,384	3,999,269
1997	19,771.9	8,881.4	3,241,711	5,284,434
2005	40,783.7	21,797.2	7,955,978	11,378,583
2011	73,020.3	51,132.9	18,663,508	28,308,123

أما في عام 2011 فمن المتوقع أن تصل نسبة الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية حوالي 70% من إجمالي الوقت المقطوع خلال ساعتي الذروة أو ما يعادل 51132.9 ساعة وحدة نقل ركاب في اليوم من مجموع الوقت المتوقع قطعه والمقدر بحوالي 73230.3 ساعة.

ومن المتوقع أن تصل نسبة الوقت الضائع بسبب الازدحام وتواجد المركبات بأعداد تفوق الطاقة التصميمية (الاستيعابية) لمفارق الطرق والشوارع حوالي 84% من مجموع الوقت الضائع خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية في اليوم، مما سينعكس على المتوسط العام لسرعة السيارات حيث من المتوقع أن تنخفض السرعة المتوقعة من 32.4 كيلو متر في الساعة في عام 2005 إلى 18.7 كيلومتر في الساعة لعام 2011 خلال فترة الذروة الصباحية، كما ستخفض خلال فترة الذروة المسائية من 27.1 كيلو متر في الساعة حسب توقعات عام

2005 إلى حوالي 19.1 كيلومتر في الساعة حسب توقعات عام 2011 وبالتالي سترتب على ذلك مزيداً من الوقود المستهلك وانبعاث أكثر لملوثات عوادم السيارات.

وقد أوضحت نتائج مخرجات برنامج المحاكاة أن كمية الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية والتأخير على شبكة الطرق خلال عام 1994 بلغت نحو 17175.04 ليتر من الوقود في اليوم أو ما يعادل 27% من كمية الوقود المستهلك خلال ساعتَي الذروة الصباحية و المسائية والمقدر بحوالي 63462.5 ليتر من الوقود، وبالتالي فإن كمية الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية في سنة 1994 تقدر بحوالي 6.27 مليون ليتر تبلغ تكلفتها النقدية أكثر من 0.53 مليون دينار بحريني (جدول 4-4).

ويلاحظ من خلال النتائج كذلك، أن نسبة الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية والتأخير على شبكة الطرق خلال عام 1997 قد زادت بأكثر من 19% عن كمية الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية خلال عام 1994 حيث يبلغ إجمالي الكمية المستهلكة طبقاً للنموذج الرياضي أكثر من 7.46 مليون ليتر من الوقود بتكلفة نقدية تزيد عن 0.63 مليون دينار بحريني.

وتوضح توقعات برنامج المحاكاة أن كمية الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية سوف تتضاعف خلال عام 2005 و 2011 وبالتالي زيادة حجم المشاكل الاقتصادية والبيئية والاجتماعية المرتبطة باستهلاك الوقود، فمن المتوقع أن تبلغ كمية الوقود المستهلك بسبب الاختناقات المرورية خلال الأعوام 2005 و 2011 حوالي 16.00 و 31.00 مليون ليتر من الوقود على التوالي، مما سينجم عنها تكلفة يتحملها المجتمع تقدر بنحو 1.36 و 2.64 مليون دينار بحريني.

جدول (4-4) كمية وتكلفة الوقود المستهلك بسبب التأخير خلال ساعات الذروة للأعوام 1994، 1997،

2005 و 2011

السنة	إجمالي كمية الوقود المستهلك في اليوم خلال ساعتَي الذروة/ليتر	كمية الوقود المستهلك بسبب التأخير خلال ساعتَي الذروة في اليوم/ليتر	كمية الوقود المستهلك بسبب التأخير على شبكة الطرق في السنة/ليتر	تكلفة الوقود المستهلك سنوياً بسبب التأخير على شبكة الطرق/دينار
1994	63462.5	17175.04	6,268,890	532,856
1997	68962.6	20454.85	7,466,020	634,612
2005	128360.0	43887.44	16,018,915	1,361,608
2011	181781.0	85222.89	31,106,354	2,644,040

4-2 تكلفة الآثار الصحية لتلوث الهواء Cost of Health Impact:

تعتبر عملية النقل واستخدام الطاقة في قطاع المواصلات كالسيارات والحافلات والشاحنات مصدرا رئيسا لتلوث الهواء الجوي، حيث تشكل انبعاثات عوادم السيارات والشاحنات مشكلة خطيرة نظرا لحدوثها بالقرب من سطح الأرض وبخاصة في المناطق الحضرية المأهولة بالسكان. فعلى سبيل المثال يساهم تلوث الهواء في تشكل الأوزون الأرضي Ground-level Ozone الذي يعتبر من المشاكل التي تعاني منه معظم المناطق الحضرية في مختلف بلدان العالم. أما الجسيمات الدقيقة Fine Particulate المنبعثة في معظمها من شاحنات وحافلات الديزل فينطوي على التعرض إليها العديد من المشاكل الصحية مثل التهاب الشعب الهوائية المزمن، والربو، وأعراض الأمراض التنفسية الحادة، والحد من الأنشطة اليومية للأفراد، وزيادة حالات الوفيات، كما يتفق العديد من الباحثين أن التعرض للملوثات الهوائية السامة يعتبر من أحد مسببات السرطان. إضافة إلى ذلك تعمل هذه الملوثات على انخفاض مستوى الرؤية Visibility وتدهور المناظر الجمالية للمناطق الحضرية. كما يساهم التلوث في انخفاض الإنتاجية الزراعية في المناطق المتضررة، هذا ويعتبر انبعاث غازات الدفيئة Greenhouse Gases من قطاع المواصلات مساهما رئيسا في تغير المناخ (Bernow and Dougherty, 1998).

هذا الجزء من هذا الفصل عبارة عن تقييم اقتصادي Economic valuation يوضح القيمة النقدية المقدرة للآثار الصحية الناجمة عن تلوث الهواء بعوادم السيارات مبني على أساس مساهمة المركبات في إجمالي كمية انبعاث ملوثات الهواء والمقدرة بنحو 49% (شؤون البيئة، 1997)، وبيانات مستشفى السلمانية بدولة البحرين حول الأمراض ذات العلاقة بتلوث الهواء.

ولحساب تكلفة الأمراض تم الحصول على بيانات خاصة من مستشفى السلمانية (باعتباره المستشفى الرئيس الذي يخدم معظم سكان البحرين)، وتتمثل في: - أعداد المرضى الداخليين والمتريدين على المستشفى للعلاج لكل نوع من الأمراض ذات العلاقة بتلوث الهواء حسب الفئات العمرية والمنطقة، ومدة الإقامة بالمستشفى، وذلك للأعوام من 1995-2000، ورغم أهمية هذه البيانات في تقدير تكلفة الآثار الصحية لتلوث الهواء باعتبار أنها تمثل بيانات أكبر وأهم مستشفى في دولة البحرين (مستشفى السلمانية)، إلا أن هذه التكلفة يمكن التحفظ عليها، نظرا لأن بعض البيانات والمعلومات الصحية الضرورية لتقدير هذه التكلفة ما زالت غير متوفرة، إضافة إلى أن هذه البيانات لا تشمل باقي المستشفيات والعيادات المتخصصة في البحرين.

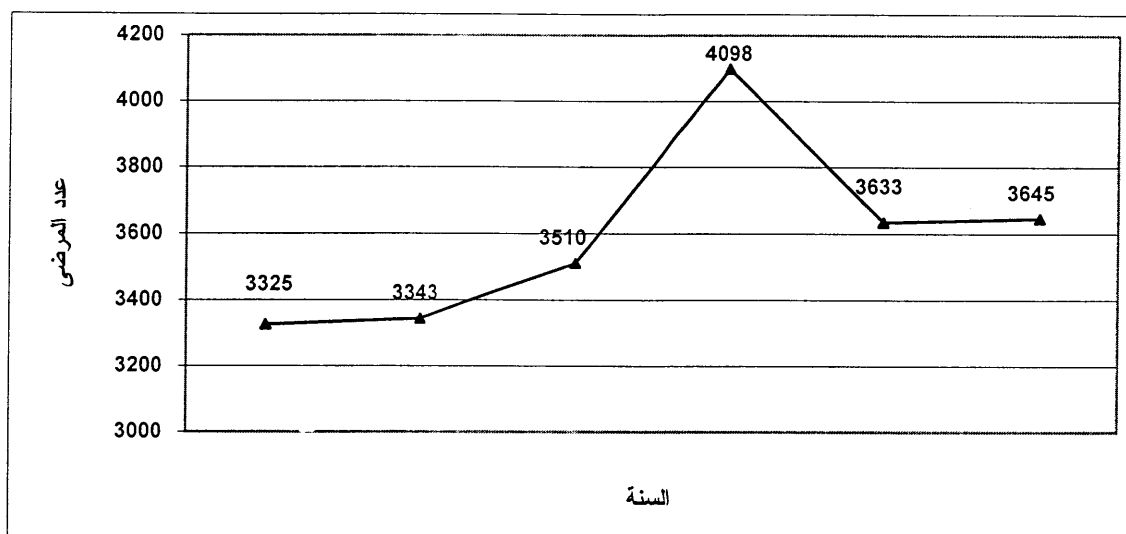
وقد تم استخراج تكلفة الأمراض الناجمة عن تلوث الهواء بسبب عوادم السيارات للعام 2000 على أساس نسبة مساهمة السيارات في إجمالي تلوث الهواء في البحرين والمقدرة من قبل شؤون البيئة في 1997 بحوالي 49% من إجمالي كمية ملوثات الهواء. حيث تتفق هذه الطريقة مع الطريقة المستخدمة في تقرير (Glaistar *et al.*, 1999) المقدم للسكرتارية التنفيذية للصحة الوطنية البريطانية حول العلاقة بين المواصلات في لندن وصحة السكان في هذه المدينة والذي ربط عدد المرضى وعدد حالات الوفيات بسبب ملوثات عوادم السيارات بمقدار مساهمة السيارات في إجمالي التلوث.

وتوضح البيانات التي تم الحصول عليها من مركز المعلومات الطبية بوزارة الصحة حول الأمراض ذات العلاقة بتلوث الهواء (جدول 4-5) أن عدد المرضى الداخليين للمستشفى للعلاج قد بلغ نحو 3645 مريضاً في عام 2000 (شكل 4-1) وأن إجمالي عدد أيام العلاج والرعاية المقدمة لهم بلغت نحو 17339 يوماً بمتوسط 4.76 يوم لكل مريض (جدول 4-6) وبتكلفة يومية تقدر بحوالي 109.3 دينار للمريض الواحد (جدول 4-7). أما بالنسبة للمرضى الخارجيين Out-patient اللذين يعانون من أمراض تنفسية والمتكردين على العيادات التخصصية فقد بلغوا حوالي 2333 مريضاً (جدول 4-8) قدرت تكلفة الرعاية المقدمة لهم بحوالي 27.3 دينار للزيارة الواحدة.

جدول (4-5) عدد المرضى البحرينيين المدخلين لمستشفى السلمانية والمصابين بأمراض مرتبطة بتلوث الهواء خلال الفترة من 1995-2000

اسم المرض	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Malignant Neoplasm of respiratory الأورام الخبيثة للجهاز التنفسي	85	72	77	154	123	125
Ischaemic heart disease أمراض أوعية القلب الدموية	531	544	592	659	583	508
Acute Respiratory Infections التهابات الجهاز التنفسي الحادة	666	684	651	773	739	733
Other Disease of Upper respiratory Tract أمراض الجهاز التنفسي العلوي	1181	1116	1255	1376	1250	1460
Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) الأمراض الرئوية المزمنة	573	575	566	696	563	507
Asthma الربو	325	352	369	440	375	312
TOTAL of Patients مجموع أعداد المرضى	3325	3343	3510	4098	3633	3645

المصدر: وزارة الصحة، مركز المعلومات الصحية، 2000



شكل (4-1) اتجاهات النمو في عدد المرضى المصابين بأمراض مرتبطة بتلوث الهواء في البحرين خلال الفترة من 1995-2000

جدول (4-6) عدد أيام الرعاية في مستشفى السلمانية للمصابين بأمراض مرتبطة بتلوث الهواء خلال الفترة من 1995-2000

اسم المرض	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Malignant Neoplasm of respiratory الأورام الخبيثة للجهاز التنفسي	1022	1537	1565	2512	2146	1985
Ischaemic heart disease أمراض أوعية القلب الدموية	3647	3695	3820	4030	3575	2908
Acute Respiratory Infections التهابات الجهاز التنفسي الحادة	2045	2120	2277	2656	2468	2489
Other Disease of Upper respiratory Tract أمراض الجهاز التنفسي العلوي	4120	3862	4494	4949	4377	4862
Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) الأمراض الرئوية المزمنة	3596	3377	3577	4801	3953	3462
Asthma الربو	1519	1537	1751	2081	1904	1633
المجموع (يوم)	15949	16128	17484	21030	18423	17339
أعداد المرضى	3325	3343	3510	4098	3633	3645
متوسط أيام الرعاية لكل مريض	4.80	4.82	5.00	5.13	5.07	4.76

المصدر: وزارة الصحة، مركز المعلومات الصحية، 2000

جدول (4-7) تكلفة العلاج للمرضى المدخلين لمستشفى السلمانية والمرضى الخارجيين
خلال الفترة من 1995-2000/دينار بحريني

Description	2000	1999	1998	1997	1996	1995	البيان
Average Recurrent Health Expenditure/per Capita	85.8	86.1	87.4	90.0	82.0	79.3	متوسط تكلفة الخدمات الصحية للفرد سنويا (المصروفات المتكررة)
Cost per Inpatient Day	109.3	100.5	95.6	92.0	83.8	79.5	تكلفة علاج المريض الداخلي بمستشفى السلمانية
Cost per Outpatient Day	27.3	25.1	23.9	23.0	21.0	-	تكلفة علاج المريض الخارجي بمستشفى السلمانية

المصدر: وزارة الصحة، مركز المعلومات الصحية، 2000

جدول (4-8) عدد مرضى الجهاز التنفسي المترددين على العيادات التخصصية بمستشفى السلمانية
خلال الفترة من 1999-2000

السنة Year	المرضى الجدد New Patients	المرضى المتابعين للعلاج Follow-Up Patients	الإجمالي Total
1999	650	2067	2717
2000	537	1796	2333

المصدر: وزارة الصحة، قسم السجلات الصحية، 2000

وعليه فإن التكلفة الاقتصادية لعلاج المرضى المصابين بأمراض مرتبطة بتلوث الهواء من عوادم السيارات خلال عام 2000 يمكن تقديرها باستخدام المعادلة والبيانات السابقة كما يلي:

$$Ej = \{ b_1 (d_j) * COI_1 (d_j) + b_2 (d_j) * COI_2 (d_j) \} * RP (p_i d_j)$$

حيث Ej التكلفة الاقتصادية لعام 2000.

أما $b_1(dj)$ فتتمثل إجمالي مدة علاج المرضى الداخليين للمستشفى في عام 2000 والبالغة 17339 يوم.

أما $b_2(dj)$ فتتمثل إجمالي عدد مرضى الجهاز التنفسي المترددين على العيادات التخصصية في عام 2000 وعددهم 2333 مريض.

وتمثل COI_1 تكلفة علاج المريض المدخل Inpatient لمستشفى السلمانية في اليوم الواحد والمقدرة بمبلغ 109.3 دينار.

في حين تمثل COI_2 تكلفة علاج المريض الخارجي Outpatient المتردد على العيادات التخصصية بمستشفى السلمانية والمقدرة بمبلغ 27.3 دينار.

أما $RP(Pi)$ فتمثل نسبة ملوثات الهواء ذات العلاقة بعوادم السيارات من إجمالي تلوث الهواء والمقدرة بحوالي 49% حسب تقديرات شؤون البيئة في عام 1997.

وبالتالي تقدر التكلفة الاقتصادية للآثار الصحية التي قد تكون ناجمة عن تلوث الهواء بعوادم السيارات للعام 2000 بناتج المعادلة التالية:

$$E_{2000} = (17339 * 109.3) + (2333 * 27.3) * 0.49$$

$$= \text{B.D } 959,833$$

إن تكلفة الأضرار الصحية لتلوث الهواء للعام 2000 والمقدرة بحوالي 1 مليون دينار بحريني يعتبر تقديراً منخفضاً جداً ولا يمثل بأي حال من الأحوال التكلفة الحقيقية للأضرار الصحية الناجمة عن تلوث الهواء بعوادم السيارات، وذلك لعدم تضمينها لتكلفة علاج المترددين على المراكز الصحية، وكذلك تكلفة الوفيات المرتبطة بتلوث الهواء، وفقدان الإنتاجية جراء الانقطاع عن العمل، وهي المكونات الرئيسة لتكلفة الأضرار الصحية الناجمة عن تلوث الهواء والتي يجب أن تضمن عند حساب أي تكلفة من هذا النوع.

ولا شك أن غياب الدراسات المكملية واللازمة لتقدير التكلفة الاقتصادية الناجمة عن تلوث الهواء مثل الدراسات الوبائية Epidemiological Studies ودراسات الرصد والتتبع المهني لتأثير ملوثات الهواء على صحة الإنسان في البحرين، وعدم توفر البيانات والمعلومات الصحية بشكل كامل ودقيق، يجعل من الصعب تقدير التكلفة الحقيقية التي يتحملها المجتمع بسبب تلوث الهواء بشكل عام وبسبب عوادم السيارات بشكل خاص.

فإلى جانب غياب الدراسات المحددة لعامل الخطورة النسبية Relative Risk للعلاقة بين زيادة تركيز ملوثات الهواء وزيادة نسبة الأمراض (أمراض الجهاز التنفسي، أمراض الرئة الخ) والتي عادة تتم من خلال الدراسات السريرية، والمختبرية، وتتبع حالات الرصد المهني باستخدام طريقة ما يعرف (جرعة الاستجابة) Response Dose والتي على ضوءها يحدد أثر

زيادة ملوث بمقدار ما في زيادة نسبة الأمراض في المجتمع. ما زالت المعلومات والبيانات الصحية الخاصة بأعداد المرضى المترددين على مراكز الرعاية الأولية والعيادات الاستشارية، وكذلك المعلومات الخاصة بأسباب المرض غير متوفرة، مما يجعل أي محاولة لتقدير التكلفة الاجتماعية الناجمة عن تلوث الهواء يشوبها الكثير من عدم اليقين وبالتالي يقلل من أهميتها في عملية اتخاذ القرار.

3-4 تكلفة حوادث السيارات:

تستحوذ التكلفة الاقتصادية للحوادث المرورية على اهتمام العديد من المجتمعات في مختلف أنحاء العالم، هذا الاهتمام فرضه النمو المطرد لحجم قطاع المواصلات وتزايد أعداد السيارات، حيث يمكن إرجاع ذلك إلى أسباب مختلفة يأتي في مقدمتها الدعم المباشر وغير المباشر لاستخدام وسائل المواصلات الخاصة، وتدهور كفاءة نظام النقل العام. فمن المعروف أنه عندما يزداد الطلب على استخدام نظام المواصلات، تزداد احتمالات وقوع الحوادث، التي ينجم عنها تكاليف يغطي جزء منها من خلال أنظمة التأمين ضد المخاطر (الخسائر في الأرواح، الإعاقة، الرعاية الصحية، الخسائر في الإنتاجية والممتلكات العامة)، بينما يتحمل الجزء الآخر المجتمع. فعلى سبيل المثال لا تتحمل أنظمة التأمين التكلفة الكاملة لحالات الإصابة الشخصية أو الوفيات في حوادث الطرق، كما لا تغطي تكلفة الخدمات العامة مثل خدمات الاستجابة الطارئة للحوادث كأطقم الرعاية الصحية والمحققين في الحوادث. كذلك لا تغطي أنظمة التأمين الأضرار في الممتلكات العامة ولا التكاليف الخارجية التي تفرضها الحوادث المرورية على المجتمع، لهذا السبب فإن الكثير من الاقتصاديين والباحثين مثل (Miller and Moffet, 1993) يعتبر الحوادث المرورية من التكاليف الخارجية المرتبطة بتزايد أعداد السيارات.

في هذا الجزء من الدراسة سيتم تقدير التكلفة الخارجية المرتبطة بحوادث السيارات في البحرين والمتضمنة للتالي:

- تكلفة الخسائر في الأرواح .

- تكلفة علاج المصابين في الحوادث.

بهدف حساب التكلفة الاجتماعية الناجمة عن الحوادث المرورية تم استخدام بيانات سنة 1999 حول أعداد الحوادث المرورية، الإصابات، والوفيات، وعدد الحالات المدخلة للمستشفى للعلاج، وتعويزات شركات التأمين لضحايا الحوادث المرورية.

4-3-1 تكلفة الخسائر في الأرواح

عند الحديث عن الخسائر في الأرواح الناجمة عن الحوادث المرورية، يتبادر إلى الذهن السؤال التالي: كم تساوي حياة الإنسان؟ في الواقع من الصعب تحديد تكلفة اقتصادية لضحايا الحوادث المرورية، لأن خسارة عائل الأسرة تختلف عن خسارة طفل، وتمثل خسارة عاطفية ونفسية حقيقية تفوق مقدار الكسب المستقبلي المتوقع للإنسان. ولغرض التغلب على صعوبة تحديد قيمة اقتصادية لحياة الأفراد ابتدع الاقتصاديون طريقة تقييم اقتصادية تقوم على أساس: - مبدأ استعداد أفراد المجتمع للدفع (WTP) Willingness to Pay في حالة الرغبة في درأ الخطر، ومبدأ قبول التعويض (WTA) Willingness to Accept compensation في حالة التعرض للخطر.

ولتوضيح ذلك، نفترض أن مشروع إعادة صيانة وتطوير أحد الطرق الرئيسية، من المتوقع أن يساهم في تخفيض حالات الوفيات الناجمة عن حوادث الطرق من 4 إلى 3 حالات وفاة لكل 100,000 رحلة، وبافتراض أنه يتم قطع 1 مليون رحلة سنوياً، لذا سوف يترتب على تنفيذ هذا المشروع المحافظة على حياة 10 أفراد في السنة. أما بالنسبة لقيمة حياة الفرد الواحد Value of Statistical Life (VOSL) of Statistical Life فتقاس بمقدار قيمة التغير في نسبة مخاطر الموت Risk of Death، فإذا كان هناك استعداد من قبل شخص واحد لدفع مبلغ 20 دولاراً من أجل تخفيض مخاطر الموت بالنسبة لحياته، وبالتالي فإن القيمة الضمنية لحياته تساوي 2 مليون دولار (Kristensen et al., 2001).

نظراً للعيوب التي تواجه طريقة التقييم الاقتصادي لقيمة الحياة VOSL باستخدام متوسط استعداد المجتمع للدفع WTP أو قبول التعويض WTA والتي من ضمنها تأثر استعداد المجتمع للدفع بالمستوى المعيشي للأفراد، وبالتالي انعكاس ذلك على القيمة الاقتصادية لحياة الأفراد، أضف إلى ذلك طباع الأفراد المتميزة دوماً باستعدادهم لدفع القليل من المال، وطلب الكثير في حالة التعويض.

فقد تم في هذه الدراسة تقدير التكلفة الاجتماعية للخسائر في الأرواح الناجمة عن حوادث الطرق في البحرين العام 1999، باستخدام الحدود القصوى لمبالغ التعويض لوفيات حوادث الطرق حسب الفئات العمرية (جدول 4-9)، والصادر بحقها أحكام قضائية من قبل محاكم دولة البحرين، حيث تراوحت الحدود القصوى لقيم التعويض لحياة الفرد ما بين 13,800 و 26,000 دينار وبمتوسط تعويض يصل إلى نحو 19,571 ديناراً بحرينياً أي نحو 52,000 دولار أمريكي. وهذه القيمة متدنية ولا تمثل بأي حال من الأحوال التكلفة الحقيقية لتهياة الفرد إلى

سوق العمل، وتكلفة المحافظة عليه لإبقائه منتجا طوال مدة إنتاجه، والتي من بينها نصيب الفرد من الرعاية الصحية، التعليم، الإسكان، التدريب، بالإضافة إلى نصيبه من الخدمات الأخرى التي توفرها الدولة. لذلك يلاحظ هذا الفرق من خلال مقارنة قيمة الحياة للفرد VOSL في الدول النامية والدول المتقدمة التي تأخذ في حسابها جميع التكاليف التي تم ذكرها، فمثلا يقدر متوسط قيمة الحياة في الدول الأوروبية بحوالي 1.8 مليون دولار (Whilloughby, 2000).

و باستخدام القيم القصوى المدفوعة لتعويض وفيات حوادث الطرق حسب الفئات العمرية، يمكن تقدير التكلفة الاجتماعية للخسائر الناجمة عن فقدان الإنتاجية (رأس المال الإنساني) نتيجة لوفيات حوادث الطرق في البحرين عام 1999 بحوالي 1.311 مليون دينار وهي مجموع حاصل ضرب عدد حالات وفيات حوادث الطرق لعام 1999 لكل فئة عمرية والبالغ مجموعهم 63 حالة في القيم القصوى للتعويض لكل فئة (جدول رقم 4-9).

جدول (4-9) الحدود القصوى للتعويض والتكلفة الاجتماعية للخسائر الناجمة عن فقدان الإنتاجية (رأس المال الإنساني) نتيجة لوفيات حوادث الطرق في البحرين عام 1999

الفئة العمرية	الحد الأقصى لمبلغ التعويض/دينار	عدد حالات الوفيات	إجمالي قيمة الخسائر المقدرة/مليون دينار
من 1 - 10 سنين	19000	13	0.247
من 11 - 20 سنة	18700	10	0.187
من 21 - 30 سنة	26000	15	0.390
من 31 - 40 سنة	22500	8	0.180
من 41 - 50 سنة	21000	8	0.168
من 51 - 60 سنة	16000	7	0.112
61 سنة وأكثر	13800	2	0.027
المجموع		63	1.311

المصدر: 1- حقائق مرورية، 1999.

2- شركة البحرين الوطنية للتأمين، والبحرينية الكويتية للتأمين، 2001.

4-3-2 تكلفة علاج المصابين في حوادث الطرق:

من ضمن الخسائر الناجمة عن حوادث الطرق والتي يتحملها المجتمع، تكلفة علاج المصابين وأصحاب الإعاقة الدائمة. وبالرغم من إلزام قانون التأمين الشركات المؤمنة على حوادث السيارات بتغطية تكاليف علاج إصابات حوادث الطرق، إلا أن الواقع العملي يبين أن هذه التغطية لا تتم بشكل كامل وإنما بشكل جزئي، حيث يقضي الاتفاق بين كل من وزارة الصحة في دولة البحرين وشركات التأمين، أن لا تتجاوز الحدود القصوى لتعويض تكاليف العلاج لإصابات الحوادث المرورية مبلغ 500 دينار بحريني. إلا أنه في كثير من الأحيان تتجاوز

تكلفة العلاج هذا المبلغ خصوصا إذا كانت الإصابة خطيرة، مما يستدعي مكوث المصاب لعدة أيام في المستشفى، كذلك لا تشمل تعويضات شركات التأمين الخسائر الناجمة عن فقدان الإنتاجية نتيجة لانقطاع المصابين في الحوادث عن العمل.

في سنة 1999 بلغ عدد الحوادث المرورية بدولة البحرين نحو 32666 حادثة (جدول 4-10) نتج عنها 2799 إصابة، منها 476 إصابة بليغة أو ما يعادل 17% من عدد المصابين في حوادث الطرق، استلزم علاجها قضاء حوالي 4621 يوم رعاية في المستشفى (جدول 4-11). وإذا علمنا أن متوسط تكلفة الرعاية الطبية للمريض المقيم في المستشفى في سنة 1999 تقدر بحوالي 100.5 دينار بحريني في اليوم الواحد (وزارة الصحة، 2001)، وبالتالي فإن التكلفة الإجمالية لعلاج حالات الإصابة البليغة تصل إلى حوالي 0.464 مليون دينار.

وإذا ما أضفنا إليها تكلفة علاج 2303 حالة إصابة بسيطة والمقدرة بنحو 0.0580 مليون على أساس تكلفة علاج المريض الخارجي المقدرة في سنة 1999 بحوالي 25.1 دينار للزيارة الواحدة. فإن التكلفة الإجمالية لإصابات الحوادث المرورية في عام 1999 تزيد على 0.52 مليون دينار. في حين لم تتجاوز مبالغ التعويض المحصلة من شركات التأمين لنفس الفترة حسب بيانات وزارة الصحة مبلغ 18,881 دينار (جدول 4-12)، أو ما يعادل 3.6 % من إجمالي تكلفة علاج إصابات الحوادث المرورية، وعليه فإن مجموع التكلفة الاقتصادية التي تحملها المجتمع نتيجة إصابات حوادث السيارات تقدر بحوالي 0.5 مليون دينار.

جدول (4-10) الحوادث المرورية خلال الفترة من 1990-1999

السنة	الحوادث	المركبات المتضررة	الجرحى	الوفيات
1990	24,839	39,021	1,931	58
1991	25,615	32,078	1,224	76
1992	28,073	42,351	2,056	69
1993	32,004	49,072	2,617	56
1994	31,099	49,186	3042	63
1995	29,083	45,653	2,647	54
1996	27,899	44,743	2,557	57
1997	29,750	51,259	2,731	69
1998	32,666	52,496	3,025	60
1999	32,379	54,186	2,779	63

المصدر: 1- إدارة المرور، 1999

2- المجموعة الإحصائية، 2000

جدول (4-11) عدد المصابين بإصابات بليغة في حوادث الطرق، ومتوسط وطول مدة الإقامة في

المستشفى، خلال عام 1999

نوع المصابين في الحوادث	عدد المصابين	متوسط أيام الرعاية	طول مدة الإقامة يوم
حوادث تصادم بين سيارة وأخرى من نفس النوع	56	9.89	545
حوادث تصادم بين سيارة وحافلة أو شاحنة	14	13.69	234
حوادث تصادم بين راكبي السيارات والمشاة	116	15.60	1812
حوادث التصادم على الطرق العامة	5	4.00	20
حوادث فقدان السيطرة على القيادة	12	6.66	80
حوادث تصادم غير محددة	127	11.89	1511
حوادث تصادم مع مستخدمي الحيوانات	2	6.00	12
حوادث تصادم مع راكبي الدراجات الهوائية	33	11.50	381
حوادث تصادم مع سيارات متوقفة على الطريق	1	10.00	10
حوادث تصادم أثناء النزول أو الصعود من العربة	1	16.00	16
المجموع	367		4621

مركز المعلومات الصحية بمركز السلمانية الطبي، 2001

جدول (4-12) المبالغ المحصلة من شركات التأمين كتعويض عن تكلفة علاج حوادث الطرق المرورية

خلال الفترة من 1996-2000 - دينار

1996	1997	1998	1999	2000
17,301	16,740	27,028	18,881	12,848

المصدر: إدارة الشؤون المالية، وزارة الصحة، 2001

4-4 تكلفة البنية التحتية المرتبطة باستخدام المركبات Infrastructure :

إن كفاءة منظومة النقل على الطرق تتوقف على مدى توفر البنية التحتية المناسبة، والموارد المالية اللازمة للمحافظة على كفاءتها ومواكبة النمو المتزايد للطلب على استخدامها. حيث أصبحت مهمة توفير هذه الخدمة مصدر ضغط متزايد على ميزانيات العديد من الدول، نتيجة للإنفاق المباشر على هذا القطاع بحجة تأمين منافذ سريعة للخدمات Access to Service، وزيادة النمو الاقتصادي بهدف توفير فرص عمل للعاطلين.

ويعتبر الإنفاق على قطاع البنية التحتية أحد أنواع الدعم المباشر الذي يحظى به سائقو المركبات مثل بناء وصيانة شبكة الطرق والجسور، إلى جانب الدعم غير المباشر Indirect Subsidy ، والذي سبق وأن تم استعراض بعضا من صورته المتضمنة لما يعرف بالتكلفة الخارجية للاختناقات المرورية مثل، تلوث الهواء، والحوادث المرورية.

وفي هذا الجزء من الدراسة سوف يتم تسليط الضوء على حجم الدعم الذي يحظى به سائقو المركبات في البحرين من خلال حساب مدى تغطية إيرادات الأنشطة ذات العلاقة باستخدام الطرق لتكلفة البنية التحتية اللازمة لاستمرار عملها حسب الكفاءة المطلوبة.

فكما هو معروف لمعظم الباحثين والمخططين لقطاع المواصلات أن التكاليف السوقية الأساسية المرتبطة بنظام المواصلات تشتمل على بناء وصيانة شبكة الطرق السريعة، ومخصصات الرقابة المرورية، وتسهيلات مواقف السيارات. وأن جزءا من تكلفة توفير البنية التحتية والخدمات المرتبطة بنظام المواصلات يتحملها سائقو ومستخدمو المركبات من خلال عدد من الرسوم ذات العلاقة بالمركبات، أما الباقي فيتم تغطيته من قبل ميزانية الدولة.

4-4-1 تكلفة بناء وصيانة الطرق:

بلغ إجمالي مصروفات دولة البحرين على بناء وصيانة الطرق خلال عام 2000 مبلغ 10,822 مليون دينار، 7,820 مليون دينار على بناء وتحسين وفتح الطرق والجسور و 3,002 مليون دينار على صيانة شبكة الطرق (جدول 4-13). أما المصاريف المتكررة والمتمثلة في التكاليف الإدارية المرتبطة بمخصصات البنية التحتية فقد بلغت عام 2000 نحو 5,424 مليون دينار بحريني (جدول 4-14).

جدول (4-13) الإنفاق على بناء وصيانة الطرق والجسور (آلاف الدنانير)

Expenditure on Roads & Bridges (Thousand B.D)

السنوات/Years							أسم المخصص Provision Name
Total 1995- 2000	2000	1999	1998	1997	1996	1995	
36,387	4,293	1,660	11,680	5,310	4,672	8,772	مشايخ الطرق الرئيسية بناء وتحسين الطرق
8,761	1,033	0,785	0,845	0,998	1,000	4,100	
12,049	2,494	2,058	1,671	1,986	1,840	2,000	الضرق الثانوية Minor Road
57,197	7,820	4,503	14,196	8,294	7,512	14,872	مجموع تكاليف بناء الطرق
18,835	3,002	2,941	2,827	3,405	2,914	3,746	تكليف الصيانة
76,032	10,822	7,444	17,023	11,699	10,426	18,618	مجموع المصاريف

المصدر: إدارة المشاريع، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، 2000

جدول (4-14) المصاريف المتكررة لخدمات البنية التحتية للفترة ما بين 1995-2000

آلاف الدنانير

2000	1999	1998	1997	1996	1995	البيان
1,885	1,861	1,888	1,925	1,838	1,880	مخصصات إدارة الطرق
3,539	3,777	3,943	3,836	2,207	2,298	مخصصات إدارة النقل العام
5,424	5,638	5,831	5,761	4,045	3,386	المجموع

المصدر: إدارة المشاريع، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، 2000

4-4-2 مخصصات الرقابة المرورية :

من الخدمات المرتبطة بنظام المواصلات والتي يتمتع بمزاياها سائقو المركبات، هي: دوريات المرور على الطرق السريعة Highway، وإدارة حركة المرور، ومراقبة مخالفات الوقوف، والاستجابة الطارئة للحوادث المرورية من قبل رجال الإطفاء ورجال الشرطة ومحققى الحوادث، حيث تقوم سياسة الحكومة في هذا الصدد على توزيع الخدمات المرتبطة بنظام المواصلات على عدد من الوزارات. فمثلا الرقابة المرورية من مسؤولية إدارة المرور والترخيص بوزارة الداخلية التي تقوم بتوفير مخصصات الأنفاق على الخدمات المرورية، حيث قدرت التكاليف الإدارية المرتبطة بمخصصات إدارة المرور والترخيص خلال عام 2000 بحوالي 9.6 مليون دينار أو ما يعادل 10% من ميزانية وزارة الداخلية. وبالتالي فان مجموع ما تحمته الدولة خلال عام 2000 من مصاريف مرتبطة بنظام المواصلات يبلغ نحو 25,846 مليون دينار.

4-4-3 العائدات من الأنشطة المرتبطة بنظام المواصلات:

في سنة 2000 تم تحصيل ما مجموعه 20,987 مليون دينار بحريني (جدول 4-15) من الرسوم ذات العلاقة بنظام المواصلات. وتعتبر الضرائب على واردات السيارات أكبر مصدر للرسوم حيث بلغت 10,966 مليون دينار بحريني. وجاء بعدها من حيث الأهمية رسوم تسجيل المركبات والترخيص والفحص بمبلغ 5,080 مليون دينار بحريني. أما الضرائب على البترول فقد بلغت 2,129 مليون دينار بحريني بحدود 10% من مجموع الرسوم المحصلة.

إن مقارنة تكلفة الاستثمار في البنية التحتية والمصاريف الإدارية المتكررة للخدمات المرتبطة بقطاع المواصلات في دولة البحرين بمجموع الإيرادات المحصلة من الأنشطة المرتبطة بهذا القطاع، يتضح لنا أن حجم تغطية الإيرادات لتكاليف إدارة حركة المرور وقيمة الاستثمار في البنية التحتية المرتبطة به، يصل في حدود 81.2 % وأن العجز المالي خلال سنة 2000 يبلغ نحو 4,859 مليون دينار. وهذه النسبة وإن كانت تعتبر مقبولة وذات دلالة اقتصادية مقارنة بباقي الخدمات التي توفرها الدولة مثل الصحة، التعليم، والكهرباء والماء. إلا أن عدم دفع سائقو السيارات لكامل التكلفة الحقيقية يعتبر من العوامل المساعدة في تزايد أعداد السيارات في دولة البحرين.

جدول (4-15) الإيرادات المحصلة من الأنشطة المرتبطة بقطاع المواصلات/آلاف الدنانير

2000	1999	1998	1997	1996	1995	الإيرادات Revenues
19,742	18,351	23,512	17,450	14,416	13,233	الضرائب والرسوم Tax and Fees
2,129	2,005	1,921	1,813	1,727	1,668	الضرائب على الوقود Gasoline Tax
10,966	10,071	15,937	10,287	7,402	6,414	الضرائب على واردات السيارات Custom Duty on Cars
5,080	4,801	4,600	4,316	4,204	4,015	رسوم التسجيل والفحص Traffic Registration & Inspection Fees
1,567	1,474	1,054	1,034	1,083	1,136	رسوم رخص قيادة المركبات Driving License Fees
886	864	833	851	639	796	السلع والخدمات الحكومية Gov. Goods & Services
211	195	187	183	173	196	رسوم مواقف السيارات Parking Fees
231	222	210	201	1	2	رسوم تدريب السائق Driving Training Fees
444	447	436	467	465	571	تعرفة المواصلات Transportation Tariff
359	349	225	213	199	200	الغرامات Fines
83	91	90	90	84	81	رسوم قطر العربات Vehicle Towing Fees
276	258	135	123	115	119	رسوم التقارير والحوادث المرورية Traffic Accidents & Reports Fees
20,987	19,564	24,570	18,514	15,254	14,202	مجموع الإيرادات Revenues Total

المصدر: إدارة الميزانية، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، 2000 .

4-5 تكلفة مواقف السيارات Parking Cost:

من السياسات التي حازت على اهتمام وتركيز المخططين ومتخذي القرار في قطاع المواصلات خصوصاً في الدول المتقدمة، تلك المتعلقة بمواقف السيارات Parking، باعتبارها إحدى الآليات المهمة والمساعدة على حل المشاكل المرورية الناجمة عن تزايد أعداد السيارات مثل

الاختناقات المرورية والآثار المترتبة عليها. ومنشأ اهتمام المخططين ومتخذي القرار بمواقف السيارات واستخدامها ضمن سياسات واستراتيجيات إدارة الحركة المرورية، نابع من حقيقة أن جميع السائقين بحاجة لمواقف السيارات في تنقلاتهم ورحلاتهم اليومية. وبالتالي فإن من شأن فرض رسوم تعكس التكلفة الحقيقية لقيمة الحيز المكاني للموقف، وتحسين كفاءة تحصيل الرسوم على مواقف السيارات، وتطبيق القوانين وتشديد العقوبات على الاستخدام غير المشروع لمواقف السيارات، أن يعمل على توفير موارد مالية للحكومة يمكن تخصيصها لتحسين البنية التحتية لقطاع المواصلات (الطرق، الجسور، وتحسين التقاطعات الخ) وكذلك الحد من مشكلة تزايد أعداد السيارات.

إن ما يفاقم من مشكلة مواقف السيارات بشكل خاص مع تزايد أعداد السيارات في البحرين بشكل عام، هو محدودية مساحة الدولة، وبالتالي فإن تحويل جزء من هذه المساحة إلى طريق عام، أو موقف سيارات يعني خسارته للأبد لاستخدامات أخرى ولا يمكن إرجاعه. والملفت للانتباه أن هذه الطرق، أو المواقف تكون في مناطق حضرية تكون فيها تكلفة الفرصة البديلة للأرض عالية، وبالتالي يفترض تضمين هذه التكلفة ضمن تكلفة رسوم مواقف السيارات، وتكلفة مشاريع البنية التحتية لقطاع المواصلات، وتحميلها سائقي السيارات من خلال رسوم استخدام المركبات.

وفي هذا الجزء من الدراسة سيتم إيضاح حجم الدعم المالي غير المباشر الذي يحظى به سائقو السيارات في البحرين، نتيجة لعدة أسباب:- أهمها توفر العديد من مواقف السيارات المجانية أو ما يتوفر على جوانب بعض الطرق من أماكن تسمح بالوقوف ولا تخضع لقانون المخالفات المرورية خصوصاً في المناطق ذات الكثافة العالية في عدد السيارات، مثل المنامة والمحرق. وضعف كفاءة آلية تحصيل رسوم مواقف السيارات. كذلك قيام المجمعات التجارية، وأرباب العمل بتوفير المواقف المجانية للعملاء والموظفين، مما يشجع على الاستخدام المتزايد للسيارات الخاصة. إضافة إلى غياب العقوبات الرادعة للاستخدام غير المشروع لمواقف السيارات.

وحسب نتائج المسح الذي أجري عن طريق المقابلات مع الأسر البحرينية (Bahrain Transportation Master Plan, 1996) هناك أكثر من 52% من الأسر البحرينية تستخدم مواقف السيارات المجانية الموجودة على جوانب الطرق أوفي المواقف العامة، أما الأسر التي لديها مواقف خاصة سواء تلك التي توفرها جهات العمل أو المحلات التجارية

فتصل إلى 35% من عينة المسح، وهناك فقط 2% من الأسر تستخدم مواقف السيارات ذات العدادات المترية (جدول رقم 2-2).

وبالتالي فإن العائدات من رسوم مواقف السيارات تمثل نسبة ضئيلة جدا من إيرادات الأنشطة المرتبطة بنظام المواصلات، فقد بلغ مجموع ما دفعه سائقو المركبات من رسوم على مواقف السيارات العامة في سنة 2000 مبلغ 211 ألف دينار، وإذا ما أخذنا في الاعتبار أن هناك ما مجموعه 212,022 مركبة مسجلة لدى إدارة المرور والترخيص، فهذا يعني أن ما صرفه كل سائق على مواقف السيارات لا يتجاوز مبلغ 1 دينار في العام. وإذا ما أخذنا في الاعتبار أن التكلفة السنوية للحيز المكاني لموقف السيارة الواحدة يقدر بحوالي 216 دينارا سنويا (جدول 4-16) على أساس سعر الأرض المخصصة لمواقف السيارات وهو مبلغ يقارب رسوم مواقف السيارات لدى شركات مواقف السيارات الخاصة والمحدد بمبلغ 240 دينارا سنويا، نجد أن مجموع الدعم الذي تمتع به سائقو المركبات في سنة 2000 يقدر بأكثر من 23 مليون دينار سنويا (216 دينار x 110251 مركبة (52% من مجموع المركبات المسجلة) - 211 ألف دينار إيراد مواقف السيارات العامة).

(4-16) متوسط التكلفة السنوية للحيز المكاني لبعض مواقف السيارات في البحرين

دينار/سنة

اسم الموقف	مجموع المساحة/متر مربع	عدد المواقف	قيمة المتر المربع/دينار	القيمة السوقية للموقف/دينار	القيمة المستقبلية = $pt=po(1+r)^n$	التكلفة السنوية للموقف/دينار
مركز السلمانية الطبي	2542	120	30	76260	258243	86
مجمع اللؤلؤ/السوق المركزي	6650	312	67	445550	1508790	193
فندق الريجنسي/المنامة	4050	188	132	534600	1810345	385
المنطقة الدبلوماسية	5100	200	93	474300	1606148	321
مطار البحرين/المحرق	17700	590	23	412587	1397166	95
متوسط التكلفة السنوية						216

1- تم احتساب القيمة المستقبلية للموقف على أساس سعر فائدة 5% ولمدة 25 سنة.

2- سعر المتر المربع للأراضي حسب الأسعار السائدة لدى المكاتب العقارية بالبحرين.

3- مساحة وعدد المواقف قام الباحث بحسابها من خلال مسح ميداني قام به شخصيا.

ومن المعلوم أن تكلفة مواقف السيارات Parking Cost جزء من تكلفة استملاك وتشغيل المركبات، وعندما تتوفر مواقف السيارات مجاناً لسائقي المركبات، فإن ذلك يشجع على زيادة الاستخدام للمركبات وبالتالي إضافة مزيد من التلوث البيئي والأختناقات المرورية Congestion وزيادة استهلاك الوقود سيما في ساعات الازدحام والاختناق المروري.

وقد أوضحت دراسة (Miller and Moffet, 1993) والتي أجريت في كل من لوس أنجلوس وواشنطن وأوتوا أن عدد الموظفين الذين يستخدمون سياراتهم الخاصة يقل عندما يتم إيقاف توفير مواقف مجانية لسياراتهم. وهذا الأمر يدعو إلى إعادة النظر في الأعداد الكثيرة للمواقف المجانية للسيارات في دولة البحرين وبالمقابل دراسة جدوى تحسين وسائل النقل العامة وتشجيع المؤسسات على توفير وسائل نقل مريحة لموظفيها.

4-6 إجمالي التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات:

على ضوء ما تقدم من إيضاح لأهم التكاليف الناجمة عن تزايد أعداد السيارات في دولة البحرين، والتي أستخدم في حسابها عدد من الطرق، قدرت الدراسة مجموع التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات في عام 2000 بحوالي 36.6 مليون دينار (جدول رقم 4-17) (أو ما يعادل 1.22% من الناتج المحلي الإجمالي GDP لنفس العام والبالغ 2,996.93 مليون دينار بحريني (وزارة المالية، 2000)، وشكلت التكلفة المباشرة لمواقف السيارات نحو 63% من مجموع التكلفة، حيث قدرت المبالغ الناجمة عن الدعم غير المباشر لمواقف السيارات، وتوفر مواقف السيارات المجانية بأكثر من 23 مليون دينار، الأمر الذي يدعو إلى إجراء مزيد من البحث حول هذا الموضوع. في حين جاءت تكلفة الأختناقات المرورية في المرتبة الثانية بمبلغ يقدر بنحو 5.9 مليون دينار أو ما يعادل 16% من مجموع التكلفة. وجاء العجز في إيرادات الأنشطة ذات العلاقة باستخدام السيارات عن تمويل تكلفة البنية التحتية والخدمات الضرورية الأخرى لاستخدام المركبات في المرتبة الثالثة بنسبة 13% من مجموع التكلفة المقدرة بحوالي 4.9 مليون دينار، في حين شكلت تكلفة الحوادث المرورية، وتكلفة الآثار الصحية الناجمة عن تلوث الهواء نسبة 5% و 3% بلغت تكلفتها حوالي 1.811 و 0.96 مليون دينار بحريني على التوالي.

جدول رقم (4-17) التكاليف غير المنظورة لتزايد أعداد السيارات في البحرين خلال عام 2000

النسبة % Percentage	التكلفة/مليون دينار Cost/Million B.D	نوع التكلفة Cost Type
% 63	23.00	مواقف السيارات Parking
% 16	5.935	الإختناقات المرورية Congestion
% 13	4.90	البنية التحتية Infrastructure
% 5	1.811	الحوادث المرورية Accidents
% 3	0.96	الآثار الصحية Health Impacts
% 100	36.606	المجموع Total

الفصل الخامس

مناقشة النتائج والتوصيات

5-1 مناقشة نتائج الدراسة

لقد توصلت هذه الدراسة إلى عدة نتائج، حيث قدرت الدراسة الحالية التكاليف الاقتصادية الناجمة عن تزايد أعداد السيارات بمايلي:

تكلفة الاختناقات المرورية، وتم تقديرها باستخدام مخرجات برنامج المحاكاة الرياضي SATURN والتي تشمل عدد ساعات وتكلفة الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال فترتي الذروة الصباحية والمسائية للأعوام 1994 و 1997 حيث بلغ إجمالي عدد الساعات الضائعة نتيجة للاختناقات المرورية في عام 1994 نحو 2,481,384 ساعة قدرت تكلفتها النقدية بحوالي 3,999,269 ديناراً بحرينياً، أما في عام 1997 فقد قدرت عدد ساعات الوقت الضائع بحوالي 3,241,711 ساعة بلغت تكلفتها النقدية نحو 5,284,434 ديناراً بحرينياً.

كذلك على ضوء توقعات برنامج المحاكاة الرياضي تم تقدير عدد ساعات وتكلفة الوقت الضائع للأعوام 2005 و 2011 ، حيث من المتوقع أن تبلغ عدد ساعات الوقت الضائع في عام 2005 حوالي 7,955,978 ساعة بتكلفة نقدية تقدر بنحو 11,378,583 ديناراً بحرينياً، كذلك تم تقدير كمية وتكلفة الوقود المستهلك نتيجة للتأخير الناجم عن الاختناقات المرورية على شبكة الطرق في البحرين للأعوام 1994 و 1997 وتوقع كمية وتكلفة الوقود المستهلك للأعوام 2005 و 2011 ، حيث قدرت كمية الوقود المستهلك نتيجة للتأخير الناجم عن الاختناقات المرورية في عام 1994 بحوالي 6,268,890 ليتر من الوقود بتكلفة نقدية تقدر بنحو 532,856 ديناراً، في حين قدرت كمية الوقود المستهلك في عام 1997 بحوالي 7,466,020 ليتر بتكلفة تصل إلى 634,612 ديناراً. أما كمية وتكلفة الوقود المتوقع استهلاكه نتيجة للوقت الضائع والناجم عن الاختناقات المرورية خلال عام 2005 فقد قدرت بنحو 16,018,915 ليتر من الوقود، قدرت تكلفتها النقدية بحوالي 1,361,608 دينار، ومن المتوقع أن تصل كمية الوقود المستهلك في عام 2011 نحو 31,106,354 ليتر تقدر تكلفتها النقدية بحوالي 2,644,040 ديناراً بحرينياً.

كما بينت النتائج أنه من المتوقع أن تصل نسبة الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال ساعتي الذروة الصباحية والمسائية حوالي 70% من إجمالي الوقت المقطوع خلال ساعتي الذروة أو ما

يعادل 51132.9 ساعة وحدة نقل ركاب في اليوم من مجموع الوقت المتوقع قطعه والمقدر بحوالي 73230.3 ساعة.

كذلك تم تقدير كمية انبعاث الغازات من عوادم السيارات نتيجة للتأخير الناجم عن الاختناقات المرورية للأعوام 1994 و 1997 بحوالي 15297.3 و 13443.4 طن من الانبعاثات على التوالي شكلت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حوالي 88% من إجمالي الكمية، في حين توقع البرنامج على ضوء التغيرات الاجتماعية والتنمية في دولة البحرين أن تصل كمية الانبعاثات خلال عامي 2005 و 2011 نحو 49601.8 و 54667.6 طن على التوالي أي أكثر من 300% من إجمالي انبعاثات 1997.

تم تقدير تكلفة الآثار الصحية الناجمة عن تلوث الهواء بعادم السيارات، حيث تم الاستعانة ببيانات الجهات ذات العلاقة بخصوص أعداد المرضى الداخليين والخارجيين اللذين يعانون من أمراض ذات علاقة بتلوث الهواء، وتكلفة العلاج، وكمية التلوث الناجمة عن المركبات. حيث قدرت تكلفة علاج 3645 مريضاً أدخلوا المستشفى وبلغت أيام الرعاية المقدمة لهم نحو 17339 يوماً، و2333 مريضاً من المترددين على العيادات التخصصية حوالي 959,833 دينار بحريني، بافتراض مسؤولية المركبات عن 49% من تكلفة علاج هؤلاء المرضى، وهي نسبة مساهمة المركبات في إجمالي كمية ملوثات الهواء.

وقد بينت الدراسة التكلفة التي يتحملها المجتمع نتيجة لحوادث السيارات، حيث تم تقدير ذلك من خلال استخدام البيانات الإحصائية للجهات ذات العلاقة بحوادث الطرق، حيث قدرت تكلفة الخسائر الناجمة عن وفاة 63 شخصاً في عام 1999 بنحو 1.3 مليون دينار بحريني، بينما بلغت تكلفة علاج 2799 إصابة في حوادث الطرق منها 476 إصابة خطيرة حوالي 0.5 مليون دينار.

من خلال مقارنة الإيرادات الحكومية من الأنشطة ذات العلاقة بالسيارات، وحجم الصرف على بناء وصيانة وتشغيل البنية التحتية والتي بلغت في عام 2000 حوالي 25.85 مليون دينار، في حين لم تتجاوز قيمة العائدات من الأنشطة المرتبطة بقطاع المواصلات مبلغ 21 مليون دينار، وعليه فإن الدعم الذي حظي به سائقو المركبات في عام 2000 يقدر بحوالي 4.8 مليون دينار.

تم تقدير حجم الدعم الحكومي غير المباشر لاستخدام مواقف السيارات، بالاستعانة بالمسح الذي أجرته إدارة الطرق بوزارة الأشغال بدولة البحرين في عام 1996 حول عدد المستخدمين

للمواقف المجانية والذي أوضحت نتائجه أن أكثر من 52% من الأسر البحرينية تستخدم مواقف السيارات المجانية الموجودة على جوانب الطرق أو في المواقف العامة، حيث قدرت قيمة العائدات الضائعة على الحكومة نتيجة للاستخدام غير المشروع لمواقف السيارات في عام 2000 بأكثر من 23 مليون دينار بحريني.

سلطت الدراسة الضوء على الوضع الحالي والمستقبلي لأعداد السيارات في دولة البحرين والأسباب المؤدية لتفاقم المشاكل المرتبطة بتزايد أعدادها، حيث أوضحنا في الفصل الثالث من هذه الدراسة أن أعداد السيارات في البحرين، حتى عام 2000 تصل إلى نحو 212022 سيارة، قد زادت بنسبة 60% خلال العشر سنوات الماضية، بمتوسط نمو سنوي يقدر بحوالي 6% سنوياً خلال الفترة من 1991-2000. ويشكل هذا النمو حوالي ضعف متوسط النمو السكاني خلال نفس الفترة والبالغ نحو 3.7% سنوياً، ومن المتوقع أن تصل أعداد السيارات في سنة 2010 حوالي 298739 سيارة أي بمقدار 334 سيارة لكل 1000 فرد.

ورغم انخفاض متوسط عدد الكيلومترات المقطوعة لكل سيارة خلال الفترة من 1990-2000 من 21513 كيلومتراً إلى 19895 لوحظ زيادة إجمالي عدد الكيلومترات المقطوعة لأسطول السيارات في البحرين خلال نفس الفترة من 2.8-4.2 ألف مليون كيلومتر بمتوسط زيادة سنوية تقدر بنحو 4.6% سنوياً، مما يبرهن على أن السبب في هذه الزيادة هو تزايد أعداد السيارات وليس زيادة عدد ساعات السفر والتنقل للأفراد.

وتبعاً للزيادة في أعداد السيارات ارتفع متوسط كثافة السيارات في الكيلومتر المربع في المناطق الحضرية خلال الفترة من 1991-2000 من 475 سيارة إلى 755 سيارة في كم². أما بالنسبة لكثافة السيارات حسب المناطق فقد جاءت المنامة في قائمة أعلى المناطق كثافة بمعدل 2157 سيارة في كم²، ثم تلتها المحرق بحوالي 1504 سيارة في كم². وبالتالي يتوقع تفاقم حجم مشكلة الاختناقات المرورية والآثار المترتبة عليها في هذه المناطق مع تزايد أعداد السيارات.

ومن الأسباب المساهمة في زيادة حدة المشاكل الناجمة عن تزايد أعداد السيارات بشكل عام والاختناقات المرورية بشكل خاص، انخفاض معدل النمو في أطوال الطرق الرئيسية والثانوية، حيث لم يتجاوز متوسط النمو السنوي خلال الفترة من 1991-2000 نسبة 3.7% للطرق الرئيسية و 0.874% للطرق الثانوية، في حين بلغ متوسط النمو السنوي في أعداد السيارات حوالي 6%.

وقد أدى ربط جزيرة البحرين بالمملكة العربية السعودية من خلال جسر الملك فهد، إلى زيادة أعداد السيارات المتواجدة على شبكة الطرق في البحرين ما بين 5000 إلى 6000 سيارة يوميا، حيث من المتوقع أن يصل عدد السيارات القادمة حوالي 1,780,367 سيارة بحلول عام 2005، وإذا ما أضيفت إلى هذه الزيادة الأعداد المتوقع دخولها عبر الجسر المزمع إقامته في غضون الثلاث سنوات القادمة بين دولة البحرين وقطر، فإنه من المتوقع ازدياد حدة مشكلة زيادة السيارات في البحرين وما ينجم عنها من آثار بصورة أكبر مما هو عليه الآن.

وبينت الدراسة أن أحد الأسباب الرئيسة التي أدت إلى تزايد أعداد السيارات وخصوصا الخاصة منها، تدني كفاءة نظام المواصلات العامة من حيث الكم والنوع. حيث انخفض عدد حافلات النقل العام خلال الفترة من 1985-2000 بحوالي 60%، كذلك انخفض عدد الركاب المنقولين خلال نفس الفترة بحوالي 55%، في حين ارتفع استهلاك أسطول الحافلات من الوقود، وانخفض عدد الركاب المنقولين لكل ليتر من الوقود من 5.4 إلى 4.2 راكب خلال الفترة من 1990-2000.

كذلك سلطت هذه الدراسة الضوء على اتجاهات تلوث الهواء في البحرين للفترة من 1993-1997، حيث بينت نتائج تحليل تركيز ملوثات الهواء أن متوسط تركيز أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكبريت، والمواد الهابئية العالقة في حدود القيم المسموح بها حسب معايير جودة الهواء لدولة البحرين، باستثناء متوسط تركيز المواد الهيدروكربونية حيث أوضحت نتائج التحليل تجاوزها للقيم المسموح بها طوال الفترة المذكورة، الأمر الذي قد يعود إلى تزايد أعداد السيارات. سيما وأن انبعاثات السيارات تشكل حوالي 49% من إجمالي كمية انبعاث ملوثات الهواء في البحرين حسب دراسة شؤون البيئة في 1997.

كما أوضحت نتائج تحليل عدد ساعات تجاوز الملوثات لمعايير التلوث أن المواد الهيدروكربونية تأتي على قائمة الملوثات من حيث عدد ساعات التجاوز، تليها المواد الهابئية العالقة والأوزون. أما نتائج تحليل متوسط تركيز ملوثات الهواء حسب الوقت خلال نفس الفترة، فقد أظهرت وجود علاقة بين زيادة تركيز معظم الملوثات وساعات الذروة والتي يزداد فيها التنقل واستخدام المركبات لأغراض العمل والتسوق.

وأخيرا، على ضوء المشاكل التي تم تحليلها في الدراسة، تم عمل مصفوفة للمشاكل الناجمة عن تزايد أعداد السيارات (جدول 5-1) تتضمن تحديدا للمشكلة، والدليل على وجودها، والأسباب المؤدية لظهورها، بالإضافة إلى تأثيرها العام على المجتمع. كما تم اقتراح مصفوفة بالسياسات

(جدول 5-2)، تتضمن عدد من طرق التحليل والتخطيط للمشكلة، والإطار القانوني والمؤسسي، والأدوات الاقتصادية، والمشاريع والبرامج اللازمة لنجاح هذه السياسات.

5-2 أهم الاستنتاجات

على ضوء المناقشة والتحليل لمشكلة الدراسة، وما تم التوصل إليه من نتائج، يمكن إجمال أهم استنتاجات الدراسة بما يلي:

1- ارتفاع وتيرة النمو في أعداد السيارات في دولة البحرين، حيث أوضحت نتائج تحليل اتجاهات أعداد السيارات، أن المتوسط السنوي للنمو في أعداد السيارات خلال الفترة من 1991-2000 يصل إلى حوالي 6% سنوياً، كما ارتفع عدد السيارات لكل 1000 فرد من السكان خلال نفس الفترة من 265 إلى نحو 307 سيارة عام 2000، ارتفعت على أثرها كثافة السيارات في المناطق الحضرية من 475 سيارة إلى 755 سيارة في كم². وقد ساهم انخفاض معدل النمو في أطوال الطرق الرئيسية والثانوية، وعدم مواكبته للزيادة المطردة في أعداد السيارات المحلية من جهة، وربط دولة البحرين بالمملكة العربية السعودية من خلال جسر الملك فهد ودخول ما بين 3500 إلى 4000 مركبة يومياً (من المتوقع أن تصل أعداد السيارات القادمة بحلول عام 2005 نحو 1,8 مليون مركبة)، إضافة إلى تدني درجة الاعتماد على نظام المواصلات العامة وانخفاض كفاءته من جهة أخرى ساهمت هذه العوامل في إضافة مزيداً من الضغوط على شبكة الطرق الحالية في الدولة.

2- تجاوز المتوسط السنوي لتركيز المواد الهيدروكربونية غير الميثينية NMHC خلال الفترة من 1993-1997 لمعايير التلوث في دولة البحرين، حيث تراوحت قيم التجاوز ما بين 4-46 ضعف القيم المسموح بها، في حين أظهرت نتائج تحليل عدد ساعات التجاوز حسب مواقع محطات الرصد، وحسب السنة، أن منطقة عسكر تأتي في المرتبة الأولى، تليها منطقة المنامة من حيث عدد ساعات التجاوز، وأن سنة 1996 هي السنة الأكثر تجاوزاً من حيث عدد الساعات. كذلك أظهرت نتائج تحليل متوسط تركيز الملوثات خلال ساعات اليوم لنفس الفترة، ارتفاعاً في تركيز معظم الملوثات مع بداية ساعة الذروة الصباحية، وهي الفترة التي يزداد فيها استخدام السيارات من قبل أفراد المجتمع، كما أظهرت نتائج حساب كمية انبعاث الملوثات خلال ساعات الذروة باستخدام برنامج التحليل الرياضي SATURN ارتفاع كمية الملوثات الناجمة عن الاختناقات المرورية مع مرور الزمن.

3- أوضحت نتائج برنامج التحليل الرياضي SATURN المستخدم في حساب إجمالي وتكلفة الوقت الضائع والوقود المستهلك، ارتفاع عدد ساعات الوقت الضائع، وكمية وتكلفة الوقود المستهلك الناجم عن الاختناقات المرورية خلال ساعات الذروة، للفترة ما بين 1994-2011، حيث قدرت الدراسة إجمالي الوقت الضائع على شبكة الطرق خلال عام 2000 من خلال استخدام مخرجات برنامج التحليل الرياضي بأكثر من 3,2 مليون ساعة عمل، وبتكلفة تقدر بحوالي 5,3 مليون دينار. في حين بلغت كمية الوقود المستهلك بسبب التأخير لنفس السنة بنحو 7,5 مليون ليتر من الوقود، وبتكلفة تقدر بحوالي 0,634 مليون دينار.

4- قدرت الدراسة تكلفة الآثار الصحية (تكلفة علاج الداخلين والمتكردين على مستشفى السلمانية للعلاج من بعض الأمراض المرتبطة بتلوث الهواء) والتي يحتمل مسؤولية تلوث الهواء الناجم عن عوادم السيارات عنها بحوالي 1 مليون دينار خلال عام 2000.

5- ارتفاع تكلفة المجتمع Societal Cost الناجمة عن وفيات وإصابات حوادث السيارات، حيث قدرت الدراسة هذه التكلفة بأكثر من 1,8 دينار، في حين لم تتجاوز مبالغ التعويض المحصلة من شركات التأمين مقابل علاج إصابات حوادث الطرق مبلغ 0,019 مليون دينار.

6- قدرت الدراسة تكلفة الدعم الذي يحظى به السائقون، ومستخدمي الطرق خلال عام 2000 بحوالي 5 مليون دينار، أو ما يعادل 20% من تكلفة البنية التحتية البالغة نحو 26 مليون دينار، مقارنة بحوالي 21 مليون هو إجمالي الإيرادات من الأنشطة ذات العلاقة باستخدام السيارات.

7- قدرت الدراسة تكلفة الدعم غير المباشر الناجم عن استخدام مواقف السيارات المجانية عام 2000 بأكثر من 23 مليون دينار.

8- بينت الدراسة إجمالي التكاليف غير المنظورة Hidden Cost لتزايد أعداد السيارات في دولة البحرين في عام 2000 بنحو 36,6 مليون دينار، أو ما يعادل 1.22% من إجمالي الناتج المحلي GDP المقدّر بحوالي 3 مليار دينار بحريني لنفس العام. حيث ساهمت مواقف السيارات المجانية بحوالي 63% من إجمالي التكلفة، في حين ساهمت كل من الاختناقات المرورية، والدعم في البنية التحتية، والحوادث المرورية، والآثار الصحية الناجمة عن التلوث بنسبة 16%، 13%، 5%، 3%، على التوالي.

9- خرجت الدراسة بمصفوفة تمثل أهم المشاكل الناجمة عن تزايد أعداد السيارات في دولة البحرين وأسبابها، والدليل العلمي على وجودها، إضافة إلى تأثيرها العام على المجتمع.

10- اقترحت الدراسة مصفوفة بالسياسات التي يتوجب وضعها للحد من مشكلة تزايد أعداد السيارات في دولة البحرين، هذه المصفوفة يمكن أن تساعد متخذي القرار على وضع خطوات للحد من مشكلة تزايد أعداد السيارات.

5-3 توصيات الدراسة

يوضح الجزء الأخير من هذه الدراسة بعض التوصيات والمقترحات اللازمة للحد من الآثار والتكاليف الاقتصادية، الصحية، والاجتماعية الناجمة عن تزايد أعداد السيارات في البحرين، وذلك حسب النتائج التي توصلت إليها الدراسة، وهي كالتالي:

1- تحميل مستخدمي الطرق من سائقي السيارات، تكلفة الفرصة البديلة لتحويل واستخدام الأراضي كطرق، ومواقف سيارات عامة، سواء ضمن رسوم تسجيل المركبات، أو من خلال تضمينها في أسعار الوقود، حيث من شأن تطبيق ذلك تحقيق الكفاءة الاقتصادية، والعمل كأداة من أدوات إدارة الطلب على المواصلات.

2- تحسين كفاءة تحصيل رسوم مواقف السيارات، وبالتالي زيادة مساهمة إيرادات رسوم مواقف السيارات وذلك من خلال فرض رسوم على مواقف السيارات العامة المجانية وإدخال أنظمة وتقنيات تعمل على رفع كفاءة التحصيل، وزيادة عدد المواقف ذات العدادات المترية على جوانب الطرق، وتطبيق القانون وزيادة الغرامات على المستخدمين لمواقف السيارات بشكل غير قانوني.

3- وضع سياسات وآليات عمل لإدارة المرور، وفي تخطيط المدن، وخطط استخدام الأراضي لخفض الطلب على استخدام السيارات والآثار الناجمة عنها، فمثلا من شأن تبني سياسة تخطيطية للمدن تحد من تركيز مراكز الخدمات (مراكز التعليم والخدمات الحكومية الأخرى، ومراكز التسوق) في وسط المدن، وتوزيع هذه المراكز توزيعا لا مركزيا على مختلف مناطق البحرين، أن يعمل على الحد من الاختناقات المرورية، وخفض الطلب على استخدام السيارات. كذلك فإن من شأن تشجيع الاستخدامات الأخرى لوسائل التنقل من خلال توفير ممرات وشوارع خاصة لمستخدمي الدراجات الهوائية، والمتنقلين مشيا على الأقدام، وأخذها في الاعتبار أثناء تخطيط وبناء المدن، والمناطق السكنية، أن يعمل على الحد من استخدام السيارات. كذلك فإن زيادة المسطحات والأحزمة الخضراء، وتضمينها في خطط استخدام الأراضي، من شأنه الحد من الآثار الناجمة عن تلوث الهواء بعوادم السيارات.

4- زيادة كفاءة وسائل النقل الجماعية، واستخدام الطرق، بما يؤدي إلى تخفيض أعداد السيارات عن طريق تخصيص مسارات Lanes ، ومواقف سيارات، وتوفير متابعة مرورية خاصة للمركبات ذات الحمولة العالية بالأفراد high occupancy واستخدامها كأداة تفضيلية لهذا النوع من الركاب، حيث من شأن تطبيق ذلك إعطاء ركاب النقل العام، والنقل المشترك ميزة في الوقت Time Advantage مقارنة بركاب السيارات الخاصة.

5- تحميل مستخدمي الطرق من السائقين التكلفة الكاملة لبناء، تشغيل، وصيانة الطرق، وكذلك الخدمات المرورية (رجال الرقابة المرورية، أطقم الطوارئ الخ) ضمن رسوم تسجيل المركبات، بشرط دراسة الآثار الاجتماعية المترتبة على ذلك، حيث من شأن ذلك أن يعمل على الحد من أعداد السيارات، ويجنب الدولة تمويل الخدمات المرورية من مصادر التمويل الأخرى لميزانية الدولة.

6- فرض ضريبة أو رسم يأخذ في الاعتبار التأثيرات البيئية (التكلفة الخارجية Externalities) الناجمة عن استخدام السيارات سواء ضمن رسوم تسجيل المركبات أو أسعار الوقود، من شأنه أن يعمل على الحد من الطلب على السيارات.

7- ربط أقساط التأمين على المركبات، ورسوم تسجيلها، بعدد الكيلومترات المقطوعة خلال السنة، بدلا من الأسعار والرسوم الثابتة المستخدمة حاليا بغض النظر عن المسافة التي تقطعها السيارة.

8- إجراء دراسات وبائية، ودراسات رصد وتتبع مهني لمعرفة مدى تأثير ملوثات الهواء على صحة الإنسان.

جدول (1-5) مصفوفة بأهم المشاكل الناجمة عن تزايد أعداد السيارات في البحرين.

التأثير العام	الأسباب	الدليل	المشكلة
- تأثير سلبي عام على البيئة والصحة. - ارتفاع تكلفة وتشغيل البنية التحتية. - زيادة استخدام الموارد الاقتصادية خصوصاً الأراضي.	- ارتفاع مستوى دخل الفرد. - غياب نظام نقل عام فعال يمكن الاعتماد عليه في التنقل. - انخفاض أسعار الوقود - ووفرة مواقف السيارات المجانية.	- ارتفاع عدد السيارات لكل 1000 شخص من 265 إلى 307 سيارة عام 2000.	تزايد أعداد السيارات
- ارتفاع تكلفة الفرة البنية للأراضي المخصصة للطرق ومواقف السيارات. - زيادة الضغط على الميزانية العامة للدولة. - تزايد استخدام السيارات وما ينجم عنه من اختناقات مرورية. - زيادة استخدام السيارات بسبب عدم إحساس أفراد المجتمع بمشكلة مواقف السيارات، وعدم النظر إلى تكلفة الموقف كعامل اقتصادي محدد في قرار شراء السيارة، مقارنة بالدول الأخرى التي تفرض رسوم عالية على مواقف السيارات.	- انخفاض رسوم مواقف السيارات - وفرة المواقف المجانية. - قيام المحلات التجارية وأرباب العمل بتوفير مواقف سيارات مجانية للعملاء والموظفين. - عدم فاعلية جهود الرقابة المرورية في الحد من استخدام مواقف السيارات بصورة غير مشروعة.	- تؤدي نصيب ما دفعه كل سائق من رسوم مواقف السيارات إلى أقل من 1 دينار عام 2000. - وفرة المواقف المجانية.	انخفاض عائدات رسوم مواقف السيارات
- تأثير سلبي عام على البيئة والتنمية. - انتشار أمراض مرتبطة بتلوث الهواء.	- تزايد أعداد السيارات في المناطق الحضرية. - تفاقم مشكلة الاختناقات المرورية.	- تجاوز تركيز المواد الهيدروكربونية لمعايير التلوث طوال أيام السنة. - ارتفاع عدد ساعات تجاوز بعض الملوثات لمعايير التلوث.	تدني جودة الهواء بسبب انبعاثات عادم السيارات.
- تأثير سلبي عام على البيئة. - هدر عالي للموارد.	- ارتفاع كثافة السيارات في المناطق الحضرية. - عدم مواءمة النمو في أطوال الطرق للزيادة	- ارتفاع عدد ساعات الوقت الضائع على شبكة الطرق.	تفاقم حدة الاختناقات المرورية

- تدهور كفاءة قطاع النقل والمواصلات. - انتشار أمراض ضيق التنفس، والربو، وأمراض الأوعية القلبية، وضغط الدم نتيجة للاختناقات المرورية. - تزايد الوقت الضائع على شبكة الطرق. - هدر في ساعات العمل. - انبعاث أكثر لملوثات الهواء.	- في أعداد السيارات. - التخطيط العشوائي للمراكز التجارية ومناطق التجمع، دون الأخذ في الاعتبار مشاكل المرور ومواقف السيارات.	- ارتفاع كمية الوقود المستهلك. - انبعاثات ملوثات الهواء بسبب الوقت الضائع. - انخفاض متوسط السرعة أثناء ساعات الذروة.	ارتفاع التكلفة الاقتصادية والاجتماعية للحوادث المرورية
- ارتفاع فائز خدمة الخدمات الصحية والرعاية الاجتماعية. - فقدان الإنتاجية بسبب وفيات وإصابات حوادث الطرق. - هدر ساعات العمل.	- وجود السيارات بأعداد تفوق الطاقة التصميمية للطرق. - ارتفاع كثافة السيارات في المناطق الحضرية. - ضيق الشوارع.	- ارتفاع عدد الحوادث المرورية. - ارتفاع عدد المصابين في حوادث الطرق. - ارتفاع وفيات حوادث الطرق مع الزمن.	ارتفاع التكلفة الاقتصادية والاجتماعية للحوادث المرورية
- زيادة الاختناقات المرورية. - زيادة الحوادث المرورية. - آثار بيئية سلبية على جودة الهواء.	- عدم مواكبة التوسع في الطرق للزيادة في أعداد السيارات. - محدودية مساحة الأرض في الدولة.	- بلغ متوسط النمو السنوي للسيارات حوالي 6% ، في حين لم يتجاوز نمو أطوال الطرق الرئيسية 3.7% والطرق الثانوية 0.9%	تباين نمو أطوال الطرق والنمو في أعداد السيارات

جدول (2-5) مقترح مصفوفة السياسات لقطاع المواصلات في البحرين

المشاريع والبرامج	الاعتبارات والأولويات الاقتصادية	التشريع والنظام المؤسسي	التحليل والتخطيط	السياسة
- صيانة شبكة الطرق الحالية. - إطلاق حملات توعية بمخاطر استخدام السيارات. - تشجيع قطاع النقل العام وتشجيع القطاع الخاص على تبنيه.	- تحميل السائقين الكثافة الكاملة لقيادة السيارة. - تخصيص مرفق النقل العام. - الحد من مواقف السيارات المجانية.	- قوانين وتنظيمات تدعم خطط الحد من تزايد أعداد السيارات.	- تقييم ومراقبة سياسات العرض والطلب لقطاع المواصلات. - التنبؤ بالوضع المستقبلي. - رصد التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية للنمو المتزايد في أعداد السيارات.	- الحد من تزايد أعداد السيارات
- زيادة وتعزيز فرق الرقابة الحالية على مواقف السيارات، للحد من الاستخدام غير المشروع للمواقف. - تطبيق أنظمة تحصيل رسوم مواقف السيارات عالية التقنية.	- تحميل مستخدمي مواقف السيارات التكلفة الكاملة للموقف. - وضع غرامات مشددة للاستخدام غير المشروع للمواقف. - إدخال أنظمة تحصيل الرسوم على جميع المواقف المجانية وذلك للحد من انتشار مواقف السيارات المجانية في البلاد.	- تقليص المواقف المجانية. - قوانين وأنظمة للحد من الاستخدام غير المشروع لمواقف السيارات. - تطبيق رقابة فعالة على المخالفين لاستخدام المواقف.	- دراسة التكلفة الكاملة والصحية لمواقف السيارات. - دراسة جدوى أفضل الأنظمة لتحصيل رسوم المواقف Parking.	- رفع كفاءة تحصيل رسوم مواقف السيارات.
- زيادة محطات رصد الهواء. - إجراء دراسات تقييم للأثار البيئية والصحية لموادم السيارات. - وضع برامج توعية مستمرة بمخاطر انبعاث عوادم السيارات.	- تطبيق مبدأ الملوث يجب أن يخرم. - تحميل السائقين التكاليف الخارجية للتلوث.	- تدريب العاملين في مجال الحفاظ على جودة الهواء، والرقابة المرورية. - وضع قوانين صارمة لتلوث الهواء. - تطبيق استخدام المركبات المتقدمة أو التي تتجاوز انبعاثات عوادمها معايير التلوث.	- وضع معايير بيئية تختص بالانبعاثات من عوادم السيارات. - تطوير أنظمة الرقابة على عوادم السيارات. - توفير الاعتمادات المالية اللازمة للدراسات. - دراسة العمر الافتراضي للسيارات في المدن.	- التحكم في تلوث الهواء وحماية البيئة.
- إنشاء طرق سريعة في المناطق ذات الاختناقات المرورية المتكررة.	- دراسة الجدوى الاقتصادية لإقامة نظام مواصلات عالي الكفاءة.	- زيادة مخصصات بناء الطرق في الميزانية.	- إعادة دراسة وتخطيط شبكة الطرق الحالية.	- توسعة شبكة الطرق.

- استكمال مشاريع البنية التحتية لنظام المواصلات المعطلة. - إعادة تأهيل الطرق بما يسمح بانسيابية أفضل المرور.	- تعزيز أصحاب الأملاك على جوانب الطرق بهدف توسعة الطرق.	- إنشاء جسور علوية وأنفاق. - إكمال مشاريع البنية التحتية المتوقفة (الطرق الرئيسية)، وتنفيذ الموجود منها في صورة خطط Plans. - دراسة الحركة المرورية في الدوارات والإشارات الضوئية.	- الرصد المستمر لمناطق الاختناقات المرورية. - استخدام النماذج الرياضية في إدارة الحركة المرورية.	الحد من الاختناقات المرورية.
- إدخال تقنيات تعمل على تنبيه السائقين بمناطق الازدحام المروري والمسارات البديلة. - القيام بحملات توعية بغوائد استخدام وسائل النقل العام والمشارك. - تشجيع مؤسسات القطاع العام والخاص على التباين في مواعيد ساعات العمل لتجنب ساعات الذروة.	- إعطاء مزايا نقدية لتشجيع الموظفين على استخدام المواصلات العامة. - تشجيع المؤسسات على توفير وسائل نقل مريحة لموظفيها. - إلغاء المواقف المجانية لسيارات الموظفين في القطاعين العام والخاص.	- تخصيص مسارات، ومواقف سيارات، ومتابعة مرورية خاصة للمركبات ذات الحمولة العالية بالأفراد. - وضع آليات عمل لإدارة المرور، وتخطيط المدن واستخدامات الأراضي بطريقة تحدد من الاختناقات المرورية. - عدم تركيز مراكز التعليم، والترفيه، والتسوق بمكان واحد.	- القيام بدراسات متكاملة حول الآثار والتكاليف الناجمة عن حوادث السيارات. - التقييم المستمر لأنظمة السلامة على الطرق.	الحد من حوادث السيارات.
- زيادة وتعزيز فرق الرقابة المرورية الحالية. - تكثيف برامج التوعية المرورية، والتبصير بالحوادث المرورية من خلال الأعلام المرني.	- ربط أقساط التأمين على المركبات، ورسوم تسجيلها، بعدد الكيلومترات المقطوعة. - وضع قوانين وغرامات متشددة للمخالفين لأنظمة وقوانين المرور.	- تعزيز آليات التنسيق بين الجهات ذات العلاقة. - تشديد العقوبات على المخالفين لحدود السرعة، وعدم استخدام حزام الأمان، ووضع الأطفال في الأمام، ونقل الحمولات الكبيرة.	- مراجعة خطط استخدامات الأراضي. - إجراء دراسات تقويم الأثر البيئي لمخططات استخدام الأراضي قبل اعتمادها.	توزيع مراكز تجمع الخدمات التعليمية، والتجارية، والصناعية في مناطق البحرين.
- دراسات لتحديد أفضل المناطق لتوطين هذه الخدمات. - حملات ترويجية لمناطق الخدمات الجديدة.	- إعطاء مزايا تشجيعية (إيجارات أراضي مخفضة، إعفاءات من الرسوم) لنقل وإقامة هذه الخدمات بعيدا عن المدن.	- تعزيز آليات التنسيق بين الجهات ذات العلاقة. - تشديد العقوبات على المخالفين لحدود السرعة، وعدم استخدام حزام الأمان، ووضع الأطفال في الأمام، ونقل الحمولات الكبيرة.	- القيام بدراسات متكاملة حول الآثار والتكاليف الناجمة عن حوادث السيارات. - التقييم المستمر لأنظمة السلامة على الطرق.	الحد من حوادث السيارات.

المراجع العربية:

- العبيد، نصر الدين، (2000) التقييم الاقتصادي والبيئي للآثار المباشرة وغير المباشر للتصحر (دراسة حالة منطقة البشري في البادية السورية). أطروحة معدة لنيل درجة دكتوراه فلسفة في العلوم الاقتصادية، صوفيا.
- المدني، إسماعيل، (1999)، السيارات المشكلة والحل. دار الحكمة، البحرين.
- العودات، محمد و با صهي، عبد الله، (1985)، التلوث وحماية البيئة. جامعة الملك سعود، الرياض.
- المهندس، أحمد، (1987)، ملامح من تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية. ورقة مقدمة لندوة البيئة وحمايتها من التلوث في أقطار الخليج العربي، مكتب التربية لدول الخليج العربي، ، صفحة 169-185.
- الجهاز المركزي للإحصاء، (1999)، وزارة شؤون مجلس الوزراء، المجموعة الإحصائية، دولة البحرين..
- الجهاز المركزي للإحصاء، (2000)، وزارة شؤون مجلس الوزراء، المجموعة الإحصائية، دولة البحرين..
- إدارة النقل العام، (2000)، وزارة المواصلات، دولة البحرين.
- جهاز حماية البيئة، (1997)، كمية انبعاث ملوثات الهواء من المصادر، دولة البحرين.
- وزارة الداخلية، (1999)، الإدارة العامة للمرور، حقائق مرورية، دولة البحرين.
- وزارة الأشغال، (2001)، إدارة الطرق، أطوال الطرق في البحرين، دولة البحرين.
- وزارة المالية والاقتصاد الوطني، (2000)، البيانات المالية لإدارة المشاريع وإدارة الميزانية، دولة البحرين.

- وزارة المالية والاقتصاد الوطني، (2000)، إدارة التخطيط الاقتصادي، الحسابات القومية، دولة البحرين.
- وزارة الصحة، (2000)، مركز المعلومات الصحية، دولة البحرين.
- وزارة الصحة، (2001)، السجلات الطبية، دولة البحرين.
- وزارة الصحة، (2001)، إدارة الشؤون المالية، دولة البحرين.
- موسى، علي، (1990)، التلوث الجوي. دار الفكر، دمشق.
- عبد الغفار، عبد الحميد، (1996) أثر التلوث المنبعث من عوادم السيارات في البحرين على الصحة العامة. كتابات اقتصادية، جمعية الاقتصاديين البحرينية.

- WHO, (2000) Air Pollution Fact Sheet No. 187. World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland.
- Environmental Monitoring Section, (2000) Air Quality in Bahrain, Environmental Affairs, Bahrain.
- Akhtar, M., and Madany, I., (1993) Heavy Metals in Street and House Dust in Bahrain, *Water, Air, Soil Pollution*, vol. 66, pp. 111-119.
- Roads Directorate, (1996) Bahrain Transportation Master Plan, Ministry of Works.
- Basrur, S., (2000) Air Pollution Burden of Illness in Toronto, Toronto Public Health, Health Promotion and Environmental Protection Office.
- Bernow, S., and Dougherty, W., (1998) Modeling the Environmental Benefits of Alternative Fuel Vehicles and Transportation Demand Policies, Presented at the Externalities in the Urban Transport, Assessing and Reducing the Impacts, Milan.
- Cho, B., Choi, J., and Yum, Y., (2000) Air Pollution and Hospital Admissions for Respiratory Disease in Certain Areas of Korea, *Journal of Occupational Health*, vol. 42, pp. 185-191.
- Cohen, A., Pope, A., and Speizer, F., (1997) Ambient Air Pollution as a Risk Factor for Lung Cancer, *Salud Publica Mex*, vol. 39, pp. 346-355.
- Danish, S., and Madany, I., (1992) Concentration of Nitrogen Dioxide Throughout the State of Bahrain, *Environmental International*, vol. 77, pp. 71-78.
- Dasouki, M., Hulail, A., Wahab, S., Thowaini, F., and Khouder, B., (1987) Level of Air Pollutants in Residential Area in Kuwait, Paper Presented in the Workshop of Environmental Protection, Arab Educational Office for GCC, pp. 187-260.
- Dickey, J., (1998) Air Pollution and Primary Care Medicine, A Project of Greater Boston, Physicians for Social Responsibility.

- Friedman, M., Powell, K., Hutwagner, L., Graham, M., and Teague, G., (2001) Impact of Changes in Transportation and Commuting Behaviors During the 1996 Summer Olympic Games in Atlanta on Air Quality and Childhood Asthma, *Journal of American Medical Association*, vol. 285 (5), pp. 1-3.
- Gibson, H., (1996) Externalities: Implications for Allocative Efficiency and Suggested Solution, www.users.huntlink.net.au.
- Glaister, S., Graham, D., and Hoskins, E., (1999) Transport and Health in London, Report Presented for NHS Executive, www.doh.gov.uk/london/hastrat.htm.
- Gong, H., (1998) Relationship between Acute Ozone Responsiveness and Chronic Loss of Lung Function in Residents of High-Ozone Community, Archive of Environmental Health, www.findarticles.com.
- Hanson, M., (1996) Automobile Subsidies and Land Use: Estimate and Policy Responses. *Journal of Transportation and Statistics*, vol. 1(1), pp. 15-42.
- Karch NJ, Schneiderman MA, (1981) explaining the Urban Factor in Lung Cancer Mortality. A report to the Natural Resources Defense Council. Washington, D.C., Clement Associates, Inc.
- Kilburn, K., (2000) Effects of Diesel Exhaust on Neurobehavioral and Pulmonary Functions, Archives of Environmental Health, www.findarticles.com.
- Kristensen, N., Willumsen, E., Brems, C., Jensen, M., Gissel, S., and Nielsen, O., (2001) Environmental Cost of Road Traffic- A contingent Valuation Study, Center for Transport Research on Environmental and Health Impact and Policy, www.akf.dk/trip/projector/project_descriptions.htm.
- Litman, T., (2000) Land Use Impact Costs of Transportation, Victoria Transport Policy Institute, www.vtpi.org.
- Mackenzie, J., Dower, R., and Chen, D., (1996) The Going Rate: What It Really Costs To Drive. Edited by Murphy, J., and Delucchi, M., *Journal of Transportation and Statistics*, vol. 1(1), pp. 15-42.
- Madany, I., and Danish, S., (1988) Measurement of Air Pollution in Bahrain, *Environmental International*, vol. 14, pp. 49-58.

- Madany, I., (1992) Carboxyhemoglobin Levels in Donors Blood in Bahrain, *The Science of Total Environment*, vol. 116, pp. 53-58.
- Madany, I., Danish, S., and Al-Hussaini, A., (1993) Spatial and Temporal Patterns in Nitrogen Dioxide Concentration in A Hot Desert, *Atmospheric Environment*, vol. 27A, No. 15, pp. 2385-2391.
- Miller, P., and Moffet, j., (1993) The Price of Mobility: Uncovering the Hidden Cost of Transportation, www.solstice.crest.org.
- Nakai, S., (1999) Respiratory Health Associated with Exposure to Automobile Exhaust, Archives of Environmental Health, www.findarticles.com.
- Ostro, B., Eskeland, G., Feyzioglu, T., and Sanchez, J., (1998) Air Pollution and Health Effects: A Study of Respiratory Illness Among Children in Santiago, Chile, World Bank Research Committee.
- Pearce, D., (1993) Economic Values and the Natural World, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Ponaka, A., (1998) Mortality and Air Pollution in Helsinki, Archive of Environmental Health, www.findarticles.com.
- SATURN user Manual, 1998.
- The European Commission, (1998) Transport in Figure, www.wuropa.eu.int.
- Rio Declaration, (1992) United Nation Environment Program.
- Whilloughby, C., (2000) Managing Motorization, The World Bank, Transport Division, Private Sector Development and Infrastructure.
- Xu, Z., (2000) Air Pollution and Daily Mortality in Shenyang, China, Archives of Environmental Health, www.findarticles.com.
- Yu, O., Sheppard, L., Lumely, T., Koenig, J., and Shapiro, G., (2000) Effect of Air Pollution on Symptoms of Asthma in Seattle, *Environmental Health Perspectives*, vol. 108, pp. 1209-1214.

الملاحق

ملحق رقم (1) نتائج تحليل تجاوز ملوثات الهواء لمقاييس جودة الهواء في البحرين باستخدام برنامج SPSS

NO2STD SO2STD COSTD O3STD NMHCSTD PM10STD * Year

Year		NO2STD	SO2STD	COSTD	O3STD	NMHCSTD	PM10STD
93	Mean	183.0000	240.0000	32.4000	136.2300	6.7641	576.1333
	N	1	1	4	100	4261	120
	Std. Deviation	.	.	1.8074	56.1730	13.1440	278.4218
	Maximum	183.00	240.00	34.70	396.00	99.70	1787.00
94	Mean		162.0000		130.4369	8.1463	672.2864
	N		4		103	9001	2228
	Std. Deviation		18.4210		42.2536	7.5973	351.6708
	Maximum		179.00		374.00	82.80	1998.00
95	Mean	134.7895		36.4000	155.6961	1.1145	589.7134
	N	19		7	181	8718	335
	Std. Deviation	24.7040		5.9833	62.0904	4.6922	284.1037
	Maximum	195.00		42.90	377.00	75.30	1860.00
96	Mean	120.5000		32.8667	146.5101	.9087	595.1234
	N	2		3	298	13583	478
	Std. Deviation	13.4350		3.8527	79.1470	1.8057	296.1054
	Maximum	130.00		36.30	512.00	73.60	1998.00
97	Mean	126.6667		35.4778	127.4091	2.5637	634.9635
	N	3		9	110	4103	411
	Std. Deviation	14.3643		2.8084	45.4483	4.8814	313.8315
	Maximum	143.00		37.50	387.00	93.70	1998.00
Total	Mean	134.6000	177.6000	34.8826	142.5682	3.3965	646.6918
	N	25	5	23	792	39666	3572
	Std. Deviation	24.5866	38.3575	4.1205	65.1201	7.0529	333.9627
	Maximum	195.00	240.00	42.90	512.00	99.70	1998.00

Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
NO2STD * Year	25	.0%	100795	100.0%	100820	100.0%
SO2STD * Year	5	.0%	100815	100.0%	100820	100.0%
COSTD * Year	23	.0%	100797	100.0%	100820	100.0%
O3STD * Year	792	.8%	100028	99.2%	100820	100.0%
NMHCSTD * Year	39666	39.3%	61154	60.7%	100820	100.0%
PM10STD * Year	3572	3.5%	97248	96.5%	100820	100.0%
NO2STD * SiteID	25	.0%	100795	100.0%	100820	100.0%
SO2STD * SiteID	5	.0%	100815	100.0%	100820	100.0%
COSTD * SiteID	23	.0%	100797	100.0%	100820	100.0%
O3STD * SiteID	792	.8%	100028	99.2%	100820	100.0%
NMHCSTD * SiteID	39666	39.3%	61154	60.7%	100820	100.0%
PM10STD * SiteID	3572	3.5%	97248	96.5%	100820	100.0%

NO2STD SO2STD COSTD O3STD NMHCSTD PM10STD * SiteID

SiteID		NO2STD	SO2STD	COSTD	O3STD	NMHCSTD	PM10STD
Manama	Mean	132.1364	179.0000	35.1455	144.5484	2.1389	669.7365
	N	22	1	11	124	12635	1260
	Std. Deviation	22.5880	.	5.1475	54.4363	6.9284	333.1693
	Maximum	195.00	179.00	42.90	351.00	85.70	1996.00
Askar	Mean	183.0000	188.0000	31.6000	138.7475	5.1179	637.4453
	N	1	2	3	404	14493	1608
	Std. Deviation	.	73.5391	3.6346	52.5031	7.7563	335.0732
	Maximum	183.00	240.00	34.70	388.00	93.70	1998.00
Zallaq	Mean	137.5000	166.5000	35.6556	147.4848	2.6739	626.5668
	N	2	2	9	264	12538	704
	Std. Deviation	36.0624	3.5355	2.3367	84.2363	5.8245	330.9759
	Maximum	163.00	169.00	37.50	512.00	99.70	1998.00
Total	Mean	134.6000	177.6000	34.8826	142.5682	3.3965	646.6918
	N	25	5	23	792	39666	3572
	Std. Deviation	24.5866	38.3575	4.1205	65.1201	7.0529	333.9627
	Maximum	195.00	240.00	42.90	512.00	99.70	1998.00

القيم القصوى لتجاوز ملوثات الهواء لمعايير التلوث في البحرين للفترة من 1997-1993

Year	NO2STD	SO2STD	COSTD	O3STD	NMHCSTD	PM10STD
1993	183	240	34.7	396	99.7	1787
1994	0	179	0	374	82.8	1998
1995	195	0	42.9	377	75.3	1860
1996	130	0	36.3	512	73.6	1998
1997	143	0	37.5	387	93.7	1998

متوسط تجاوز ملوثات الهواء لمعايير التلوث في البحرين للفترة من 1997-1993

Year	NO2STD	SO2STD	COSTD	O3STD	NMHCSTD	PM10STD
1993	183.0	240.0	32.4	136.2	6.8	576.1
1994	0	162.0	0	130.4	8.1	672.3
1995	134.8	0	36.4	155.7	1.1	589.7
1996	120.5	0	32.9	146.5	0.9	595.1
1997	126.7	0	35.5	127.4	2.6	635.0

عدد ساعات التجاوز لملوثات الهواء حسب السنة للفترة من 1997-1993

Year	NO2STD	SO2STD	COSTD	O3STD	NMHCSTD	PM10STD
1993	1	1	4	100	4261	120
1994	0	4	0	103	9001	2228
1995	19	0	7	181	8718	335
1996	2	0	3	298	13583	478
1997	3	0	9	110	4103	411

عدد ساعات التجاوز لملوثات الهواء حسب المنطقة للفترة من 1993-1997

SiteID	NO2STD	SO2STD	COSTD	O3STD	NMHCSTD	PM10STD
Manama	22	1	11	124	12635	1260
Askar	1	2	3	404	14493	1608
Zallaq	2	2	9	264	12538	704

ملحق رقم (2) نتائج تحليل متوسط تركيز ملوثات الهواء في البحرين، حسب الوقت باستخدام

برنامج SPSS

Report TIME	NO2	SO2	O3	CO	TH	PM10
0 Mean	13.9773	2.74	25.04	1.116	8.55	95.27
N	4457	4401	5076	4887	2850	3675
Std. Deviation	13.7516	5.57	20.35	1.609	16.389	150.05
Maximum	128	119	512	19.1	152.1	1860
1 Mean	12.9704	3.5	24.46	1.236	9.149	96.32
N	4491	4481	5072	4885	2843	3676
Std. Deviation	12.3016	8.2	15.95	2.27	17.891	161.01
Maximum	98	131	238	41.5	182.2	1870
2 Mean	11.1169	2.76	24.98	0.892	9.474	98.17
N	4456	4386	5075	4881	2834	3674
Std. Deviation	10.8821	6.79	16.47	1.489	18.856	167.43
Maximum	81	187	433	31.8	166.1	1998
3 Mean	9.5947	2.61	25.75	0.784	9.559	95.34
N	4417	4369	5072	4879	2830	3674
Std. Deviation	9.948	5.85	18.42	1.254	19.727	161.14
Maximum	63	105	468	23.6	187	1998
4 Mean	8.7749	2.53	25.58	0.724	9.452	94.49
N	4421	4360	5070	4878	2829	3671
Std. Deviation	9.0424	5.52	16.89	1.139	19.013	164.62
Maximum	60	141	433	18.3	173.1	1998
5 Mean	10.1309	2.76	24.23	0.793	9.463	97.12
N	4524	4389	5070	4878	2820	3677
Std. Deviation	9.2449	7.2	16.64	1.194	19.081	160.37
Maximum	59	157	512	16	182.5	1998
6 Mean	13.6561	3.11	23.18	1.037	8.807	116.4
N	4559	4427	5064	4876	2807	3682
Std. Deviation	11.5143	5.73	16.57	1.368	17.274	162.4
Maximum	115	99	512	16	180.8	1998
7 Mean	14.1622	3.39	26.96	1.181	7.901	126.12
N	4575	4449	5066	4877	2819	3683
Std. Deviation	12.3556	5.95	19.3	1.591	16.44	165.96

Maximum	108	76	512	17.3	180.7	1910
8 Mean	12.2616	3.6	32.86	0.889	6.549	111.26
N	4542	4429	5031	4850	2808	3655
Std.	11.0182	6.67	16.68	1.183	13.31	147.12
Deviation						
Maximum	137	103	261	15	149.7	1996
9 Mean	11.5935	3.96	37.78	0.877	5.792	103.77
N	4494	4396	4983	4812	2771	3615
Std.	10.579	7.56	18.01	1.424	11.91	142.61
Deviation						
Maximum	80	179	282	36.9	149.4	1998
10 Mean	11.4542	4.36	42.47	0.902	5.317	102.3
N	4463	4400	4973	4802	2769	3612
Std.	11.4086	8.74	20.91	1.478	10.882	140.73
Deviation						
Maximum	183	240	360	42.8	149.4	1995
11 Mean	10.7622	4.43	46.96	0.922	4.981	100.16
N	4457	4394	4974	4810	2777	3613
Std.	11.0948	8.25	23.95	1.695	10.318	142.6
Deviation						
Maximum	163	135	388	42.9	147.8	1998
12 Mean	10.2253	4.43	48.98	0.935	4.77	99.91
N	4429	4393	4977	4815	2780	3603
Std.	11	7.71	24.22	1.584	10.23	143.43
Deviation						
Maximum	116	111	374	36.2	150	1995
13 Mean	10.0506	4.47	49.43	0.958	4.74	98.08
N	4428	4387	4981	4816	2774	3604
Std.	11.2153	7.93	25.07	1.656	10.628	146.55
Deviation						
Maximum	121	196	415	34.7	149.8	1995
14 Mean	9.0465	4.39	49.64	0.847	4.628	94.74
N	4434	4388	4983	4814	2777	3620
Std.	9.9999	7.32	25.72	1.444	10.48	144.15
Deviation						
Maximum	123	105	512	20.4	150.7	1998
15 Mean	9.2446	4.46	48.12	0.846	4.633	88.93
N	4415	4374	4984	4812	2767	3615
Std.	10.1964	8.23	24.64	1.524	10.533	117.62
Deviation						
Maximum	108	225	379	33.6	151.8	1723
16 Mean	11.1555	4.68	44.6	0.943	4.631	88.18
N	4424	4364	4985	4814	2768	3616
Std.	12.1835	10.06	25.11	1.867	10.39	108.08
Deviation						
Maximum	143	353	512	71.6	151.1	1383
17 Mean	13.2484	4.25	40.03	1.03	4.818	91.68
N	4437	4355	4985	4819	2779	3614
Std.	13.7094	7.76	23.44	1.572	10.396	109.34
Deviation						
Maximum	159	169	512	36.6	150.2	1497
18 Mean	15.0256	3.8	35.73	1.143	4.988	94.16
N	4421	4354	4989	4815	2788	3615
Std.	15.2711	6.81	21.69	1.625	10.238	115.85
Deviation						
Maximum	128	96	315	36.3	150.7	1637
19 Mean	16.028	3.48	32.46	1.25	5.357	92.83
N	4422	4356	4992	4817	2794	3616

	Std.	15.9348	6.41	20.45	1.722	10.709	119.75
	Deviation						
	Maximum	126	130	372	37	151	1677
20	Mean	16.6046	3.26	29.63	1.363	5.732	92.53
	N	4434	4355	4991	4813	2798	3617
	Std.	16.634	6.71	19.1	1.874	11.057	129.88
	Deviation						
	Maximum	195	183	247	37.5	151	1956
21	Mean	16.7702	3.14	27.5	1.397	6.243	94.62
	N	4457	4350	4997	4820	2804	3623
	Std.	16.6036	6.62	18.77	1.996	11.439	139.85
	Deviation						
	Maximum	170	241	292	37.2	149.9	1838
22	Mean	15.8462	3.01	26.5	1.323	6.998	94.94
	N	4442	4353	5003	4819	2803	3614
	Std.	15.5774	5.74	20.2	1.967	13.221	142.32
	Deviation						
	Maximum	117	126	512	37	155.3	1787
23	Mean	14.9271	2.81	25.52	1.236	7.951	95.03
	N	4419	4344	4995	4817	2805	3607
	Std.	14.6803	5.31	19.76	1.795	14.938	148.96
	Deviation						
	Maximum	103	96	512	21.9	150.8	1997
Total	Mean	12.4456	3.58	34.04	1.026	6.702	98.46
	N	107018	105254	120388	116106	67194	87271
	Std.	12.7886	7.16	22.64	1.631	14.138	144.42
	Deviation						
	Maximum	195	353	512	71.6	187	1998

متوسط تركيز الملوثات حسب الوقت للفترة من 1997-1993

Time	NO2	SO2	O3	CO	TH	PM10
0	13.9773	2.74	25.04	1.116	8.55	95.27
1	12.9704	3.5	24.46	1.236	9.149	96.32
2	11.1169	2.76	24.98	0.892	9.474	98.17
3	9.5947	2.61	25.75	0.784	9.559	95.34
4	8.7749	2.53	25.58	0.724	9.452	94.49
5	10.1309	2.76	24.23	0.793	9.463	97.12
6	13.6561	3.11	23.18	1.037	8.807	116.4
7	14.1622	3.39	26.96	1.181	7.901	126.12
8	12.2616	3.6	32.86	0.889	6.549	111.26
9	11.5935	3.96	37.78	0.877	5.792	103.77
10	11.4542	4.36	42.47	0.902	5.317	102.3
11	10.7622	4.43	46.96	0.922	4.981	100.16
12	10.2253	4.43	48.98	0.935	4.77	99.91
13	10.0506	4.47	49.43	0.958	4.74	98.08
14	9.0465	4.39	49.64	0.847	4.628	94.74
15	9.2446	4.46	48.12	0.846	4.633	88.93
16	11.1555	4.68	44.6	0.943	4.631	88.18
17	13.2484	4.25	40.03	1.03	4.818	91.68
18	15.0256	3.8	35.73	1.143	4.988	94.16
19	16.028	3.48	32.46	1.25	5.357	92.83
20	16.6046	3.26	29.63	1.363	5.732	92.53
21	16.7702	3.14	27.5	1.397	6.243	94.62
22	15.8462	3.01	26.5	1.323	6.998	94.94
23	14.9271	2.81	25.52	1.236	7.951	95.03

ملحق رقم (3) نتائج تحليل متوسط تركيز ملوثات الهواء في البحرين، حسب السنة، خلال الفترة من 1993-

1997 باستخدام برنامج SPSS

Report Year	Nitrogen Dioxide	Sulfur Dioxide	Ozone	Carbon Monoxide	Total Hydrocarbons	PM10
93 Mean	13.5718	4.27	33.31	1.223	9.812	82.64
N	11749	11886	13544	13538	10598	10142
Std. Deviation	12.3857	7.01	20.99	1.999	24.099	79.19
Maximum	183	240	396	34.7	187	1787
94 Mean	12.6561	4.51	33.22	0.795	11.168	140.09
N	31119	29862	32976	33041	19105	25212
Std. Deviation	11.9119	9.19	18.55	1.033	16.744	206.88
Maximum	98	353	374	19.9	162.6	1998
95 Mean	8.0579	2.14	31.69	0.88	3.195	72.81
N	26671	26929	30238	30185	15424	22461
Std. Deviation	8.9052	5.81	23.33	1.523	6.491	87.87
Maximum	195	117	377	42.9	100.3	1860
96 Mean	11.5989	3.01	37.4	1.24	3.375	87.42
N	22480	22748	26496	24737	17417	19277
Std. Deviation	12.4861	4.98	24.82	2.111	3.409	109.78
Maximum	130	108	512	71.6	73.6	1998
97 Mean	20.1976	4.72	35.15	1.303	5.354	88.66
N	14999	13829	17134	14605	4650	10179
Std. Deviation	16.7703	7.11	25.47	1.522	6.451	142.79
Maximum	143	129	512	37.5	98.1	1998
Total Mean	12.4456	3.58	34.04	1.026	6.702	98.46
N	107018	105254	120388	116106	67194	87271
Std. Deviation	12.7886	7.16	22.64	1.631	14.138	144.42
Maximum	195	353	512	71.6	187	1998

متوسط تركيز ملوثات الهواء خلال الفترة من 1993-1997

year	Nitrogen Dioxide	Sulfur Dioxide	Ozone	Carbon Monoxide	Total Hydrocarbons	PM10
93	13.5718	4.27	33.31	1.223	9.812	82.64
94	12.6561	4.51	33.22	0.795	11.168	140.09
95	8.0579	2.14	31.69	0.88	3.195	72.81
96	11.5989	3.01	37.4	1.24	3.375	87.42
97	20.1976	4.72	35.15	1.303	5.354	88.66

ملحق رقم (4) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة الصباحية A.M.
لعام 1994:

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
94AMPK-F.UFS
SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES

E.G., PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 2713.7 PCU. HRS./HR.
OVER-CAPACITY QUEUES = 1321.6 PCU. HRS./HR.
LINK CRUISE TIME = 5230.2 PCU. HRS./HR.
TOTAL TRAVEL TIME = 9265.5 PCU. HRS./HR.
TRAVEL DISTANCE = 348318.8 PCU. KMS./HR.
OVERALL AVERAGE SPEED = 37.6 KPH

Base Year - With adjusted AM Peak Matrix
PAGE 3

FUEL CONSUMPTION STATISTICS

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDI + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR
FLPK = 0.07 LITRES/KM.
TDI = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
FLPH = 1.20 LITRES/HR.
S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 264322.6
TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 188770.8
TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 453093.4
RATE OF FUEL CONSUMPTION = 34397.7 LITRES/HOUR
FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 34397.7 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
3235.64	36027.78	673.20	577.74	3.10	0.00

ملحق رقم (5) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة المسائية P.M.
لعام 1994:

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
94pmpk.UFS

SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES
E.G., PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 1960.9 PCU. HRS./HR.

OVER-CAPACITY QUEUES = 925.4 PCU. HRS./HR.
(ON LINKS = 925.4
ON CENTROIDS = 0.0)

LINK CRUISE TIME = 4869.9 PCU. HRS./HR.
(FREE FLOW = 4869.9
DELAYS = 0.0)

TOTAL TRAVEL TIME = 7756.2 PCU. HRS./HR.

TRAVEL DISTANCE = 312930.6 PCU. KMS./HR.

OVERALL AVERAGE SPEED = 40.3 KPH

FUEL CONSUMPTION STATISTICS

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR
FLPK = 0.07 LITRES/KM.
TDT = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
FLPH = 1.20 LITRES/HR.
S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 206982.9
TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 76875.9
TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 283858.7

RATE OF FUEL CONSUMPTION = 29064.8 LITRES/HOUR
FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 29064.8 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
3277.74	57865.43	793.28	551.84	2.67	66.26

ملحق رقم (6) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة الصباحية A.M.
لعام 1997 :

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
97AMPK21.UFS

SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES
E.G., PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 2561.5 PCU. HRS./HR.
OVER-CAPACITY QUEUES = 3035.0 PCU. HRS./HR.
LINK CRUISE TIME = 5703.7 PCU. HRS./HR.
TOTAL TRAVEL TIME = 11300.3 PCU. HRS./HR.
TRAVEL DISTANCE = 360378.8 PCU. KMS./HR.

OVERALL AVERAGE SPEED = 31.9 KPH

1

BAHRAIN 1997 AM NETWORK validation process using (97pmpkav.ufm
PAGE 3

FUEL CONSUMPTION STATISTICS

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR

TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR

FLPK = 0.07 LITRES/KM.

TDT = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR

FLPH = 1.20 LITRES/HR.

S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS

FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP

S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS

FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 289322.2

TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 179971.6

TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 469293.8

RATE OF FUEL CONSUMPTION = 37471.4 LITRES/HOUR

FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 37471.4 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
3760.45	39420.50	734.83	668.61	3.49	0.00

ملحق رقم (7) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة المسائية P.M
لعام 1997 :

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
97PMPK25.UFS
SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES
E.G., PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 2038.6 PCU. HRS./HR.
OVER-CAPACITY QUEUES = 1246.3 PCU. HRS./HR.
LINK CRUISE TIME = 5186.6 PCU. HRS./HR.
TOTAL TRAVEL TIME = 8471.6 PCU. HRS./HR.
TRAVEL DISTANCE = 332589.6 PCU. KMS./HR.
OVERALL AVERAGE SPEED = 39.3 KPH

1

BAHRAIN 1997 PM NETWORK Validation Process Using (97pmpkav.ufm
PAGE 3

FUEL CONSUMPTION SATISTICS

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR
FLPK = 0.07 LITRES/KM.
TDT = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
FLPH = 1.20 LITRES/HR.
S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 233931.5
TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 105017.0
TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 338948.5

RATE OF FUEL CONSUMPTION = 31491.2 LITRES/HOUR
FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 31491.2 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
2997.75	33222.01	647.73	536.88	2.91	0.00

ملحق رقم (8) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة الصباحية A.M
لعام 2005 :

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -

n105am5y.UFS

SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES
E.G., PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 3680.0 PCU. HRS./HR.

OVER-CAPACITY QUEUES = 5697.0 PCU. HRS./HR.
(ON LINKS = 5691.2
ON CENTROIDS = 5.8)

LINK CRUISE TIME = 9732.4 PCU. HRS./HR.
(FREE FLOW = 9732.0
DELAYS = 0.4)

TOTAL TRAVEL TIME = 19109.3 PCU. HRS./HR.

TRAVEL DISTANCE = 619038.5 PCU. KMS./HR.

OVERALL AVERAGE SPEED = 32.4 KPH

1

2011 AM Peak National loop phase 5 - option 5Y.
PAGE 3

FUEL CONSUMPTION STATISTICS

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDI + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR
FLPK = 0.07 LITRES/KM.
TDI = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
FLPH = 1.20 LITRES/HR.
S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 443186.0
TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 362097.1
TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 805283.1

RATE OF FUEL CONSUMPTION = 63486.5 LITRES/HOUR
 FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 63486.5 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
7133.32	116987.71	1555.13	1206.73	5.79	116.69

ملحق رقم (9) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة المسائية P.M.
 Peak لعام 2005 :

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
 nl05pm5y.UFS

SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES E.G.,
 PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME DURING THE TIME
 PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES	=	3495.9 PCU. HRS./HR.
OVER-CAPACITY QUEUES	=	8924.3 PCU. HRS./HR.
(ON LINKS	=	8616.7
ON CENTROIDS	=	307.6)
LINK CRUISE TIME	=	9254.2 PCU. HRS./HR.
(FREE FLOW	=	9253.8
DELAYS	=	0.4)
TOTAL TRAVEL TIME	=	21674.4 PCU. HRS./HR.
TRAVEL DISTANCE	=	587712.4 PCU. KMS./HR.
OVERALL AVERAGE SPEED	=	27.1 KPH

FUEL CONSUMPTION STATISTICS *****

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK * TTD + FLPH * TDT + FLPPS * S1 + FLPSS * S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
 TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR
 FLPK = 0.07 LITRES/KM.
 TDT = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
 FLPH = 1.20 LITRES/HR.
 S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
 FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
 S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
 FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 427854.4
 TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 396739.8
 TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 824594.2

 RATE OF FUEL CONSUMPTION = 64873.5 LITRES/HOUR
 FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 64873.5 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
7520.16	116850.05	1501.70	1270.15	5.88	114.10

ملحق رقم (10) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة الصباحية A.M. Peak لعام 2011 :

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
 nl11am5y.UFS

SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES
 E.G., PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
 DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 4355.6 PCU. HRS./HR.

 OVER-CAPACITY QUEUES = 22068.0 PCU. HRS./HR.
 (ON LINKS = 21937.5
 ON CENTROIDS = 130.5)

 LINK CRUISE TIME = 11128.2 PCU. HRS./HR.
 (FREE FLOW = 11128.1
 DELAYS = 0.2)

 TOTAL TRAVEL TIME = 37551.8 PCU. HRS./HR.

 TRAVEL DISTANCE = 701918.6 PCU. KMS./HR.

 OVERALL AVERAGE SPEED = 18.7 KPH

1

2011 AM Peak National loop phase 5 - option 5Y.

PAGE

3

FUEL CONSUMPTION STATISTICS *****

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
 TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR

FLPK = 0.07 LITRES/KM.
 TDT = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
 FLPH = 1.20 LITRES/HR.
 S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
 FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
 S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
 FLPPS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 601485.6
 TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 661939.7
 TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 1263425.3

RATE OF FUEL CONSUMPTION = 93776.1 LITRES/HOUR
 FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 93776.1 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
12407.66	217361.78	1938.69	1967.81	8.43	209.99

ملحق رقم (11) نتائج مخرجات برنامج المحاكاة SATURN لفترة الذروة المسائية P.M. Peak لعام 2011 :

SUMMARY STATISTICS FOR CHANNEL 1 -
 nl11pm5y.UFS

SATURN SIMULATION SUMMARY RESULTS

NOTE THAT THE FOLLOWING STATISTICS ARE GIVEN AS RATES E.G.,
 PCU.HRS/HR AS OPPOSED TO THE PCU.HRS OF TRAVEL TIME
 DURING THE TIME PERIOD SIMULATED; THESE ARE GIVEN BELOW.

TRANSIENT QUEUES = 3886.5 PCU. HRS./HR.
 OVER-CAPACITY QUEUES = 20822.8 PCU. HRS./HR.
 (ON LINKS = 19958.0
 ON CENTROIDS = 864.8)
 LINK CRUISE TIME = 10759.3 PCU. HRS./HR.
 (FREE FLOW = 10758.6
 DELAYS = 0.7)
 TOTAL TRAVEL TIME = 35468.5 PCU. HRS./HR.
 TRAVEL DISTANCE = 677483.0 PCU. KMS./HR.
 OVERALL AVERAGE SPEED = 19.1 KPH

1

2011 PM Peak National loop phase 5 - option 5Y.
 PAGE 3

FUEL CONSUMPTION STATISTICS

FUEL CONSUMPTION IS ESTIMATED USING THE FOLLOWING EQUATION

$$TFC = FLPK*TTD + FLPH*TDT + FLPPS*S1 + FLPSS*S2$$

WHERE TFC = FUEL CONSUMPTION IN LITRES PER HOUR
 TTD = TOTAL TRAVEL DISTANCE PER HOUR
 FLPK = 0.07 LITRES/KM.
 TDT = TOTAL DELAYED TIME (IDLING) PER HOUR
 FLPH = 1.20 LITRES/HR.
 S1 = NUMBER OF PRIMARY STOPS AT INTERSECTIONS
 FLPPS = 0.016 LITRES PER PRIMARY STOP
 S2 = NUMBER OF SECOND STOPS AT INTERSECTIONS
 FLPSS = 0.005 LITRES PER SECOND STOP

TOTAL NUMBER OF PRIMARY STOPS/HOUR = 517270.7
 TOTAL NUMBER OF SECOND STOPS/HOUR = 530731.4
 TOTAL NUMBER OF STOPS/HOUR = 1048002.1

RATE OF FUEL CONSUMPTION = 88004.9 LITRES/HOUR
 FUEL CONSUMED DURING TIME PERIOD = 88004.9 LITRES

Pollutants (in kg) emitted within this time period:

CO	CO2	NOX	HC	PB	PM10
11330.88	193526.36	1841.98	1817.42	7.80	189.90

Abstract

Bahrain has a large degree of motorization (307 cars per thousand people in 2000) that ranks with the most wealthy and industrialized nations. Affordable cars, relatively high per capita income and inexpensive fuel have enhanced automobile ownership and heightened the sense of mobility. However for a small nation of just 710 square kilometers, the increasing number of cars on the roads (259 car/km), must be monitored seriously for the increasing potential of environmental, health and socio-economic damage. Moreover as the roads become congested with more motor vehicles the hypermobility achieved in the past may dwindle to a mere crawl.

This study aims at discussing and analyzing the trends of motorization and air pollutants related to the use of vehicles in Bahrain, and evaluating the hidden costs related to motorization.

Based on the stated objectives for the study, different data, statistics, and survey outputs have been used, in addition to the use of modules and computer softwares, such as SATURN module, which is used to estimate the congestion cost (i.e., cost of time and fuel consumed) and SPSS software, used for air pollution trend analysis.

The present work has revealed many findings; the most important among these being, a rapid increase in the growth of vehicles due to contributor factors which threatens the transportation and other related sectors. Another finding shows that, the annual concentration mean for most air pollutants (1993-1997) is within Bahrain air quality standards, except Non-Methane Hydrocarbons (NMHC) which shows increased levels in annual mean, and number of exceeding hours. Also the analysis of air pollutants concentration by time shows high level start synchronously with morning rush hour.

The results also illustrate that, the number and cost of delays due to congestions, and the cost of fuel consumed, peaked at approximately 6 million Bahraini Dinnars, and it is expected to increase during the next decade to about 31 million Bahraini Dinnars. In addition, the results shows increase in the societal cost due to health impacts and accidents, reached about 2.8 million Bahraini Dinnars.

The study also estimated the subsidy that drivers and road users have gained from infrastructure cost in 2000, is approximately 20% from the

total cost, while the cost of free parking use contributed by about 63% from the total hidden cost for motorization, which is estimated to be 36.3 million Bahraini Dinnars (1.22% from GDP in 2000). In the light of these results, the study suggested a number of policies for the transportation sector, which can be adopted by decision makers, in order to tackle the main issues related to vehicle use.

Finally, the study was conclude by a number of recommendations. The mains among these; charging the road users the opportunity cost for converting lands to highways, and parking lots. Also charging drivers the cost of construction, operating, and maintenance of highways and roads, and traffic control. In addition to improvement the efficiency of collecting parking fees, imposing a tax or fee takes in to consideration the environmental impacts of vehicle use (external cost), connecting insurance premiums by the number of kilometer traveled, and increasing the efficiency of public transportation. Also setting an action mechanism for traffic management, city planning, and land use plans in a way that decrease the negative impacts of motorization. Finally the study recommend that epimidological and observation studies should be conducted to interpreting the impacts of air pollutants in human health.

IN THE NAME OF GOD THE COMPASSIONATE THE MERCIFUL
ARABIAN GULF UNIVERSITY
COLLEGE OF GRADUATE STUDIES

SPHERE OF
TECHNOLOGICAL STUDIES



DESERT AND ARID ZONES
SCIENCES PROGRAMME

***THE HIDDEN COSTS AND IMPACTS OF INCREASING
MOTORIZATION IN BAHRAIN***

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE MASTER'S DEGREE IN
DESERT AND ARID ZONES SCIENCES
(DESERT ENVIRONMENT AND RESOURCES – ENVIRONMENTAL ECONOMICS)

SUBMITTED BY

ALI JASSIM MOHOMMED AL-HESABI
BSC. IN ECONOMICS, BEIRUT ARAB UNIVERSITY(1984)

SUPERVISED BY

PROF. DR. OSAMA A. EL-KHOLY
H.H. SHAIKH ISA BIN SALMAN AL-KHALIFA CHAIR
TECHNOLOGY MANAGEMENT PROGRAMME

DR. ASMA ALI ABA HUSSAIN
ASSISTANT PROFESSOR OF GEOLOGY
DESERT AND ARID ZONES
SCIENCE PROGRAMME

COLLEGE OF GRADUATE STUDIES
ARABIAN GULF UNIVERSITY

BAHRAIN

SHAWWAL 1422H

JANUARY 2002