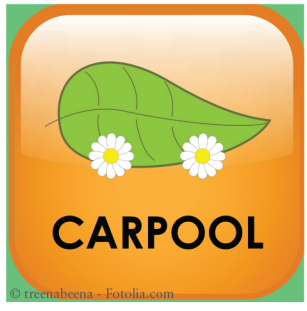
القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات

حل عملي لتخفيف استهلاك الوقود والتلوث البيئي في لبنان

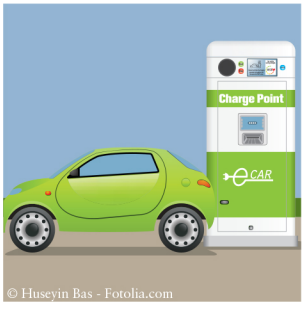


© treenabeena - Fotolia.com

© Oxlock - Fotolia.com

© spectrumblue - Fotolia.com

© Matthew Cole - Fotolia.com



© Huseyin Bas - Fotolia.com

© Sergio Hayashi - Fotolia.com

الاسكوا

الأمم المتحدة - اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2013/Technical Paper.2
4 September 2013
ORIGINAL: ARABIC

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات: حل عملي لتخفيف استهلاك الوقود والتلوث البيئي في لبنان

الأمم المتحدة
نيويورك، ٢٠١٣

13-0210

المحتويات

الصفحة

مقدمة ١

الفصل

أولاً- واقع قطاع النقل في لبنان ٣

ألف- واقع البيئة في لبنان، وتلوث الهواء من جراء قطاع النقل ٣
باء- مصادر الطاقة في قطاع النقل في لبنان ٩
جيم- واقع قطاع النقل في لبنان ١٢

ثانياً- السياسات والتدابير الآيلة إلى تحقيق حلول عملية في قطاع النقل في لبنان ٢٣

ألف- الاستخدام المستدام للنقل ٢٣
باء- السياسات والتدابير الآيلة إلى تحقيق الاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في لبنان ٢٤
جيم- التحسينات والتعديلات التكنولوجية للسيارات والمحركات ٢٧

ثالثاً- القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات ٣٩

ألف- أبحاث ودراسات عن القيادة الصديقة للبيئة ٣٩
باء- البرامج والحملات المروّجة للقيادة الصديقة للبيئة ٤٢
جيم- السلوكيات الأساسية للقيادة الاقتصادية البيئية للسيارات والمركبات الخفيفة ٤٦
دال- حسن اختيار السيارات ٥٤

الخلاصة ٥٧

المصادر والمراجع ٨٥

قائمة الجداول

١- الحدود القصوى لملوّثات الهواء الخارجي في لبنان ٥
٢- حصة قطاع النقل البرّي من إجمالي الانبعاثات في لبنان في عام ٢٠٠٠ ..... ٦
٣- الحد الأقصى المسموح به للضجيج بحسب المعايير اللبنانية ٨
٤- النسبة المئوية لاستهلاك الطاقة في قطاع النقل البرّي في لبنان من إجمالي الطاقة الأولية ١٠
٥- بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبنزين ٩٨ أوكتان ١١
٦- بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لوقود الديزل أويل ١٢

المحتويات (تابع)

الصفحة

٧- المخالفات المبلَّغ عنها والمتعلّقة بالتلاعب بنوعيّة الوقود في لبنان ١٢
٨- توزيع السكان على المحافظات في لبنان ١٢
٩- نتائج الاختبارات في محيط وزارة الطاقة والمياه ٢٠
١٠- ملخص المشاكل التي يعاني منها قطاع النقل في لبنان والنتائج المترتبة عليها ٢٢
١١- مقارنة الكفاءة بين أنظمة نقل الحركة المختلفة ٣٠
١٢- القدرة المطلوبة للتغلب على قوة مقاومة الهواء ٣١
١٣- معامل مقاومة الدحرجة لبعض الإطارات الحديثة ٣٢
١٤- مقارنة بين الغازات بحسب قدرتها على الحبس الحراري ٣٣
١٥- تصنيف المركبات بحسب CARB ٣٦
١٦- تأثير التحسينات المحتملة في المركبة على استهلاك الوقود وكلفته ٣٧
١٧- نسبة التوفير في الوقود من خلال اعتماد بعض الإجراءات البسيطة في الدول المنتسبة لوكالة الطاقة الدولية ٣٨
١٨- تأثير انخفاض ضغط الهواء في الإطارات على تآكلها وعلى استهلاك الوقود ٥١
١٩- بعض الأنظمة والأجهزة المساعِدة للسائق من أجل قيادة اقتصادية فعّالة ٥٤
٢٠- المعلومات المطلوبة لوضع برنامج استعمال كفوء لأسطول المؤسسات ٥٦
٢١- الإجراءات المقترحة لتحسين واقع قطاع النقل في لبنان ٥٧

قائمة الأشكال

١- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في لبنان ٣
٢- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في لبنان من جراء احتراق الوقود الاحفوري في مختلف القطاعات ٢٠١٠ ..... ٤
٣- تطور استهلاك المواد المستنفدة للأوزون في لبنان ٩
٤- الاستهلاك النهائي للطاقة في لبنان حسب القطاعات، ٢٠٠٩ ..... ١٠
٥- حركة استهلاك الغازولين/البنزين في لبنان، ١٩٩٦-٢٠١١ ..... ١١
٦- وضع الطرقات في لبنان ١٤
٧- توزيع المركبات في لبنان بحسب نوعها في عام ٢٠١١ ..... ١٥
٨- عدد السيارات المستوردة إلى لبنان بين عام ٢٠٠٥ وعام ٢٠١٠ ..... ١٦
٩- عدد السيارات الجديدة المسجلة في لبنان ١٦
١٠- عدد السيارات الجديدة المسجلة في لبنان عام ٢٠١٢ بحسب نوعها ١٦
١١- توزيع السيارات بحسب حجم المحرك ١٨
١٢- كثافة استعمال الطاقة في النقل ١٨

المحتويات (تابع)

الصفحة

١٣- الاستخدام المستدام للطاقة ٢٤
١٤- تطور الانبعاثات الصادرة عن المركبات الجديدة للشركات الصانعة الأوروبية..... ٢٥
١٥- تحوّل الطاقة في مركبة تستعمل محرّك احتراق داخلي ٢٨
١٦- تطور المقاومات الثلاث الرئيسية بالنسبة لسرعة السيارة..... ٣١
١٧- القطع الأساسية المستعملة على الشاحنات لتخفيف مقاومة الهواء..... ٣٢
١٨- التفاعل بين السائق والمركبة والطريق ٣٥
١٩- تصنيف السائقين حسب عوامل: الراحة، توفير الوقود، السلامة، الوقت ٤٦
٢٠- انتقال القدرة من المحرك إلى الإطارات عبر علبة السرعة..... ٤٧
٢١- تأثير التسارع على استهلاك الوقود..... ٤٨
٢٢- تأثير تواتر تغيير السرعة على استهلاك الوقود ٤٨
٢٣- علاقة سرعة سير المركبة مع كمية استهلاك الوقود ٤٨
٢٤- تأثير سرعة سير المركبة على عمر الإطار ٤٩
٢٥- ملصق ضغط الإطارات الموجود على باب السائق..... ٥١
٢٦- الملصق الجديد للإطارات المستعمل حالياً في دول الاتحاد الأوروبي..... ٥١
٢٧- علامة "Energy Conserving" للزيوت ٥٢

قائمة الأطر

١- مشروع النقل الحضري لمدينة بيروت الكبرى..... ٢١
٢- دراسة حالة في السويد..... ٤٠

الملحقات

الملحق ١- مصادر الطاقة الأولية في لبنان عام ٢٠٠٨ ..... ٦٠
الملحق ٢- تركيب أسعار مبيع بعض المحروقات السائلة في لبنان ٦٠
الملحق ٣- دورة حياة المركبات (من المهد إلى اللحد) ٦١
الملحق ٤- أمثلة على تصنيف المركبات بحسب الانبعاثات في ولاية كاليفورنيا..... ٦١
الملحق ٥- خارطة نموذجية لمحرك يعمل على الغازولين ٦٢
الملحق ٦- بعض البرامج والحملات المروجة للقيادة الصديقة للبيئة، في دول الاتحاد الأوروبي، وفي آسيا وأمريكا الشمالية ٦٢
الملحق ٧- مبادىء وأسس قيادة المركبات..... ٦٤
الملحق ٨- أسس خدمة وصيانة المركبات الخفيفة ٦٩
الملحق ٩- أمثلة على الأجهزة والأنظمة المساعِدة للسائق من أجل قيادة اقتصادية فعَالة..... ٨١
الملحق ١٠- التصنيف البيئي لتويوتا RAV4 ..... ٨٢
الملحق ١١- الاقتصاد في استهلاك الوقود بالنسبة لأنواع السيارات المختلفة..... ٨٣
الملحق ١٢- أمثلة عن الدعايات المروّجة للقيادة الصديقة للبيئة وللسيارات "الخضراء"..... ٨٤

مقدمـة

تشكل الطاقة بأنواعها وأشكالها المختلفة، منذ القدم، شريان الحياة البشرية.

ومع تطور التكنولوجيا وأساليب العيش، والتقدّم في التنمية الاقتصادية والاجتماعية ازداد الطلب على الطاقة وتنوعت مصادرها ومشتقاتها وروافدها.

وفي خضمّ الثورة الصناعية في أوروبا، قفز قطاع النقل إلى الواجهة بعد ظهور القطارات العاملة على البخار فساهم مساهمة كبيرة في التطوّر الاقتصادي والاجتماعي.

وفي القرن العشرين تسارعت وتيرة الاكتشافات والاختراعات، فكان دور قطاع النقل أساسياً في جميع أشكاله، وازداد عدد المركبات وآليات النقل البري باطراد ليتخطى عتبة المليار مركبة وآلية في عام ٢٠١٠[١].

ويتميز قطاع النقل بتعدد القطاعات المرتبطة به، وبتعدد الجهات المعنية بأنشطته. فهو يخدم الأنشطة الاجتماعية، إذ يسهّل حركة نقل البضائع وحركة انتقال الأفراد لتحصيل معيشتهم وتدبّر أمورهم الحياتية في التعليم والصحة والعلاقات الأسرية والمجتمعية، والحركة الاقتصادية في الصناعة والتجارة والسياحة وسائر الخدمات المأجورة.

وهو قطاع مستهلك للطاقة إذ يستهلك ٢٧ في المائة من مجموع الطاقة الأولية و٤٠ في المائة من مجموع الوقود الأحفوري وأكثر من ٦٠ في المائة من مجموع النفط[٢]. وهو بحاجة إلى المواد الأولية والأنشطة الصناعية لإنتاج المركبات وقطع الغيار وغير ذلك. هكذا يكون قطاع النقل من القطاعات الملوّثة للبيئة بسبب ما يصدره من غازات الدفيئة. وقد أظهرت الدراسات[٣] أن نسبة مساهمته في هذه الانبعاثات تبلغ ١٣ في المائة من مجموع الانبعاثات، وأن هذا القطاع مسؤول عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن عمليات احتراق الوقود الأحفوري بنسبة ٢٣ في المائة، ويقدَّر أن يعود ثلاثة أرباعها تقريباً لأنشطة النقل البري[٤]، مع ما ينتج عن ذلك من تغيّر في المناخ ومن احترار عالمي، وأيضاً بسبب ما يصدره من غازات وجزئيات ملوّثة للمياه والتربة والهواء ومضرّة بالصحة.

وفي لبنان، يعاني قطاع النقل من مشاكل مزمنة تفاقمت منذ سبعينات القرن الماضي وحتى يومنا هذا وبقيت الحلول متواضعة، غير جذرية وغير كافية. وهذا انعكس سلباً على الاقتصاد الوطني وأدى إلى تفاقم التلوث البيئي خصوصاً في مدينة بيروت والمدن الرئيسية الأخرى، فازدادت الفاتورة الصحية بسبب ما تلحقه الملوِّثات الصادرة عن قطاع النقل من أضرارٍ بالصحّة.

وتساهم وزارة البيئة مساهمة فعّالة، بالاشتراك مع منظمات متعددة خصوصاً تلك التابعة للأمم المتحدة كالإسكوا وغيرها، في وضع خطط وبرامج ومعايير بيئية، وفي اقتراح حلول لقطاعات النقل والطاقة وغيرها من القطاعات. لكنّ العبرة تبقى في التطبيق، وهذا ما يجب أن تسعى إليه الدولة عبر مؤسساتها الرسمية بالتعاون مع القطاعات الاقتصادية وهيئات ومؤسسات المجتمع المدني.

---

(١) Sousanis, 2011.

(٢) IEA, 2012a.

(٣) EPA, (IPCC, 2007).

(٤) IEA, 2012b.

وتماشياً مع الاهتمام العالمي بقطاع النقل، ضمّنت الإسكوا برامجَ عملها أنشطة متنوّعة حول شؤون هذا القطاع كتنظيم اجتماعات الخبراء ووضع التقارير والدراسات. ومن هذه الأنشطة اجتماع فريق خبراء حول النقل من أجل التنمية المستدامة في المنطقة العربية وعلاقته بقضايا تغيّر المناخ في عام ٢٠٠٩، واجتماع فريق خبراء حول الترويج لخفض الانبعاثات في قطاع النقل في عام ٢٠١١. وأصدرت الإسكوا دراسة بعنوان "السياسات والتدابير للترويج للاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في منطقة الإسكوا"(٥)، تضمنت التدابير والسياسات الواجب الأخذ بها في منطقة الإسكوا، بهدف الترويج للاستخدام المستدام للطاقة في خدمات قطاع النقل. وتأتي هذه الدراسة التي تحمل عنوان "القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات: حل عملي لتخفيف استهلاك الوقود والتلوث البيئي في لبنان" من ضمن الحملة الوطنية للتخفيف من تلوث الهواء في لبنان من خلال تحسين كفاءة النقل البري التي ينظمها مركز IPT للطاقة (IPTEC)، بالتعاون مع الإسكوا ووزارة البيئة في لبنان وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

وتركز هذه الدراسة على القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات باعتبارها حلاً عملياً يمكن اعتماده للتخفيف من كلفة الفاتورة النفطية، ينعكس إيجاباً على الاقتصاد الوطني والسلامة العامة والبيئة.

وتتكون هذه الدراسة من ثلاثة فصول تليها الخلاصة والتوصيات.

يستعرض الفصل الأول استهلاك الطاقة في قطاع النقل، وعلاقة هذا القطاع بالتنمية والبيئة وتغيّر المناخ، ووضع قطاع النقل البرّي وشبكة المواصلات في لبنان.

ويتناول الفصل الثاني فرص وإمكانيات تخفيض استهلاك الطاقة في قطاع النقل في لبنان، وتقليل الانبعاثات وتخفيف التلوث والسبل الآيلة إلى تحقيق ذلك. ويركز على إمكانيات وفرص الاستفادة من التكنولوجيات الحديثة وذات الكفاءة في قطاع النقل، وعلى المعايير والخصائص الاقتصادية والبيئية للمركبات، ويتناول أسس خدمة وفحص وصيانة المركبات.

ويركز الفصل الثالث على القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات، فيتناول أسس وتقنيات القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات، والتأثيرات الإيجابية للقيادة الاقتصادية البيئية على استهلاك الوقود والبيئة، وخصائص قيادة المركبات في المدينة، والقيادة في الظروف الصعبة والاستثنائية، والترويج والدعاية للقيادة الاقتصادية البيئية للمركبات.

وفي النهاية، تعرض الخلاصة أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها الدراسة وتقترح مجموعة من الإجراءات والسياسات التي يمكن اعتمادها لتحقيق الأهداف المنشودة في قطاع النقل في لبنان.

---

(٥) E/ESCWA/SDPD/2011/2.

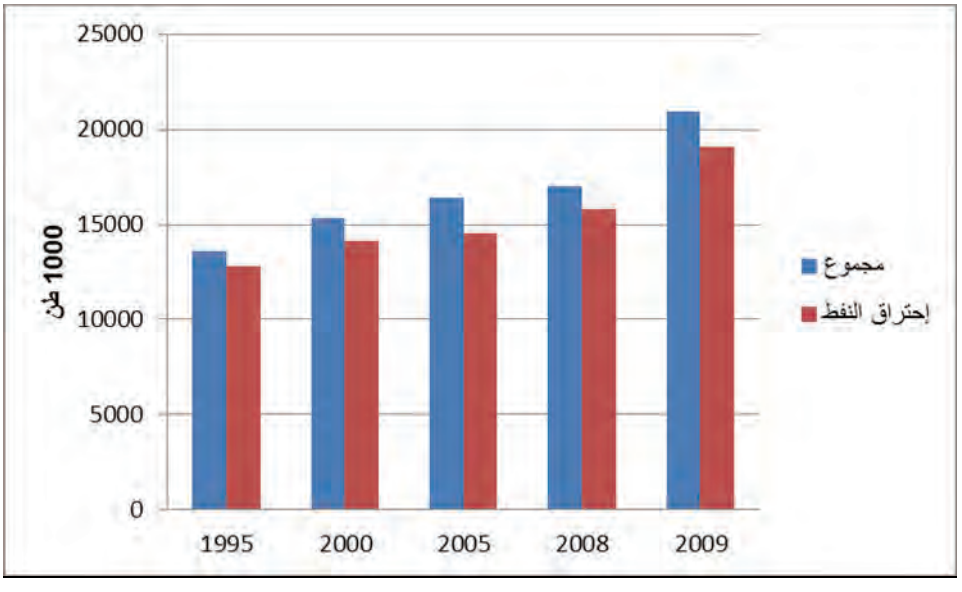
أولاً- واقع قطاع النقل في لبنان

ألف- واقع البيئة في لبنان، وتلوث الهواء من جراء قطاع النقل

١- الملوثات وغازات الدفيئة الصادرة عن قطاع النقل

يشكّل تدهور نوعيّة الهواء في لبنان، والذي تقدَّر كلفته بمائة وسبعين مليون دولار أمريكي سنوياً[٦]، مشكلة بيئيّةً تتفاقم مع الوقت، وقد أصبحت من المشاكل التي تشغل الرأي العام، إذ يشكّل الضباب الدُخاني والجسيمات الصغيرة والمُلوّثات السامّة مصدر أضرار صحيّةً خطيرة. فالتعرّض لتلوّث الهواء لوقتٍ طويل يعني التعرض لصعوبات في التنفس، ومخاطر الإصابة بمرض السرطان، ولأضرار تصيب جهاز المناعة والجهاز العصبي والجهاز التناسلي. ويشكّل قطاع النقل في لبنان (النقل البرّي والبحري والجوّي) المصدر الرئيسي لتلوّث الهواء في البلد ولانبعاثات غازات الدفيئة - ثاني أكسيد الكربون. ويبيِّن (الشكل ١) مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في لبنان، ونسبة الانبعاثات الناتجة من احتراق الوقود الاحفوري. ويبين (الشكل ٢) أن حصّة النقل البرّي بلغت ٢٧ في المائة من الانبعاثات الصادرة عن احتراق الوقود الاحفوري في عام ٢٠١٠.

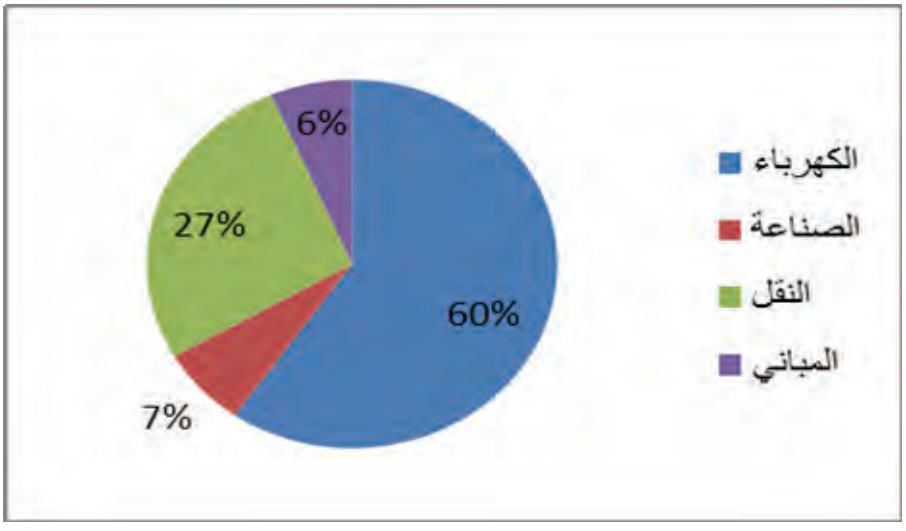
الشكل ١- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في لبنان



المصدر: IEA, 2012c. UN statistics division CO2 emissions.

(٦) National report to the United Nations, 2012.

الشكل ٢- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في لبنان من جراء احتراق الوقود الاحفوري في مختلف القطاعات ٢٠١٠



المصدر: IEA, 2012d.

وفي ما يلي تعريف عام بملوِّثات الهواء الأساسية وتفصيل مصادر التلوث الناجم عن قطاع النقل البرّي:

(أ) ملوثات الهواء الأساسية

تُعرّف وكالة حماية البيئة الأمريكية ستة ملوثات أساسية هي: أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، والأوزون، والرصاص، والجزيئيات العالقة. وتضع لهذه الملوثات معايير وحدوداً[٧] تتقارب مع تلك المعتمدة لدى منظمة الصحة العالمية[٨]. أما المعايير المعتمدة في لبنان فوضعتها وزارة البيئة[٩] (الجدول ١)، ومن الملاحظ أنّه لا توجد في لبنان معايير للجزيئيات العالقة ذات القطر الأيروديناميكي الأصغر من ٢,٥ ميكرون، والتي تُعتبر خطرة جداً على الصحة بسبب اختراقها للجهاز التنفّسي بسهولة ووصولها إلى الرئة.

(٧) EPA, (NAAQS).

(٨) WHO, 2005.

(٩) وزارة البيئة اللبنانية، قرار رقم ١/٥٢ الصادر في العام ١٩٩٦.

الجدول ١- الحدود القصوى لملوِّثات الهواء الخارجي في لبنان

الملوّث	الرمز الكيميائي	$\mu g/m^3$ الحد الأقصى	مدة التعرض
ثاني أكسيد الكبريت	SO_2	٣٥٠	ساعة
		١٢٠	٢٤ ساعة
		٨٠	سنة
ثاني أكسيد النتروجين	NO_2	٢٠٠	ساعة
		١٥٠	٢٤ ساعة
		١٠٠	سنة
الأوزون	O_3	١٥٠	ساعة
		١٠٠	٨ ساعات
أول أكسيد الكربون	CO	٣٠٠٠٠	ساعة
		١٠٠٠٠	٨ ساعات
الجسيمات العالقة الكلية	Total suspended PM	١٢٠	٢٤ ساعة
الجسيمات العالقة أصغر من ١٠ ميكرون	PM_{10}	٨٠	٢٤ ساعة
الرصاص	Pb	١	سنة
بنزين	Benzene	5 ppb	سنة

المصدر: وزارة البيئة اللبنانية، قرار رقم ١/٥٢ الصادر في العام ١٩٩٦.

(ب) تفصيل مصادر التلوث الناجم عن قطاع النقل البرّي

هناك ثلاثة مصادر رئيسية هي:

(١) طريقة تخزين وتوزيع الوقود (البنزين والديزل أويل)

لتخزين البنزين ووقود الديزل أويل آثار بالغة على البيئة، ولا سيّما من جراء الانبعاثات الغازية المتطايرة والتسرّب وتراكم الوحول في صهاريج التخزين. وتبقى قدرة تخزين شركات النفط الخاصّة مجهولة، ولا يمكن تقدير نسبة الانبعاثات الغازية المتطايرة ونسبة التسرّب منها بسبب نقص البيانات. وتتوقف هذه النسب على نوع النفط ووضع صهاريج التخزين وأنظمة التهوئة ومعدّات ضخ الوقود، فضلاً عن إجراءات تحميل وتفريغ الصهاريج الكبيرة وشاحنات النقل للتوزيع في السوق. فالقوانين في الولايات المتّحدة الأمريكية لا تسمح بأكثر من ١٠ ملغ/ليتر من الانبعاثات الغازية المتطايرة أثناء تحميل وتفريغ البنزين في محطات الوقود المجهزة بوحدات لاستعادة البخار[١٠]. ولا وجود لمعدّات كهذه في الشركات الخاصّة في لبنان، أمّا الوحول فيجري حرقها والتخلّص من البقايا في مكبّات البلديّات؛

ثمّة أربعة مصادر للانبعاثات الغازية المتطايرة في محطّات الوقود في لبنان: نظام التهوئة البدائي لخزّانات الوقود المطمورة، وعدم ضبط البخار في خزّانات الوقود المطمورة أثناء عملية التفرّيغ، وعدم وجود نظام استرداد البخار عند تزويد خزان السيارة بالوقود، وتبخّر البنزين الناتج من التسرّبات؛

ويشكّل التسرّب من خزّانات الوقود المطمورة مصدراً آخر للتلوّث، يؤثّر على طبقات المياه الجوفية والتربة والأبنية القريبة. وينتج من هذا التسرّب في المناطق السكنية المكتظة بخارٌ مؤذٍ

(١٠) MOE/UNDP/ECODIT, 2011, p. 283.

يصل إلى الطوابق السفلية؛ ويصعب جداً الكشف عن هذه التسرّبات إن حصلت بكميات قليلة، وقد تستمرّ لسنواتٍ عدّة؛

ولا يوجد في لبنان، حتّى اليوم، أنظمة وقوانين تتناول الانبعاثات الغازية المتطايرة أثناء عمليات التزوّد بالوقود. ولهذه الأنظمة مفعول شامل، إذ تغطّي سلسلة التزويد بكاملها من شركات النفط الخاصّة وحتى محطّات الوقود.

(٢) المركبات والآليات

يشكّل استعمالها المصدر الرئيسي للتلوث وينقسم هذا المصدر إلى ثلاثة أقسام:

أ- احتراق الوقود في المحركات: (محركات احتراق داخلي) ما يؤدي إلى انبعاث الغازات التالية من العوادم: أكاسيد الكربون (أول أكسيد الكربون وهو عالي السمية، وثاني أكسيد الكربون الذي لا يُعتبر من الملوِّثات لكنّه يُصنَّف ضمن غازات الدفيئة)، وأكاسيد النيتروجين (وأهمّها ثاني أكسيد النيتروجين)، وأكاسيد الكبريت (وأهمّها ثاني أكسيد الكبريت)، والهيدروكربون غير المحترق، والجزيئيات العالقة الأولية. تتبعثر هذه الملوّثات في الغلاف الجوّي الذي يخضع للعوامل المناخية المُسيطِرة، وتدخل ضمن العديد من التفاعلات الكيميائيّة والكيميائيّة الضوئيّة، فتُنتج ملوّثات ثانويّة تتضمّن الأوزون، وجسيمات الكبريتات/النيترات، وحوامض الكبريت، والنيتروجين (الشتاء الحمضي)، والضباب الدخاني؛ وسيتناول الفصل الثاني السبل الآيلة للتخفيف من هذه الانبعاثات. ويبيّن (الجدول ٢) حصّة قطاع النقل البرّي من إجمالي الانبعاثات في لبنان في عام ٢٠٠٠[١١]؛

الجدول ٢- حصة قطاع النقل البرّي من إجمالي الإنبعاثات في لبنان في عام ٢٠٠٠

	CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	NMVOC	SO_x	مكافئ CO_2
حصة قطاع النقل البرّي (في المائة)	٢٥	١	٠	٥٩	٩٤	٦٦	٣	٢١

المصدر: MOE/GEF/UNDP, 2011, pp. 31-36.

ب- الزيوت والشحوم: تُعدّ الزيوت والشحوم الناتجة عن قطاع النقل نفاياتٍ خطرة. كما أنّ الحرق غير الملائم للزيوت والتخلّص منها يؤديان إلى تلوّث كبير للمياه والتربة والهواء. وغالباً ما يتمّ استعمال هذه الزيوت للتدفئة الداخليّة، ممّا يشكّل تهديداً كبيراً للصحّة العامة. وقد بادر القطاع الخاص في معالجة زيوت المحرّكات في عام ٢٠٠٧، حين أطلقت شركة توتال لبنان، بالتعاون مع إيكوليب، مشروعاً على الصعيد الوطني لإعادة تأهيل الزيوت المبتذلة من محطات النفط، فتُجمع الزيوت المبتذلة بانتظام للمعالجة والتأهيل كوقود بديل للمعامل، ثمّ يتم حرقها على حرارة تتجاوز ١ ٤٠٠ درجة مئويّة. وتتمّ حاليّاً معالجة هذه الزيوت وإعادة تأهيلها بشكل فعّال في جميع محطّات توتال؛

ج- أنظمة التبريد: تستعمل غازات الهيدروكلوروفليوروكربون HFCs مثل R-134a في السيارات الجديدة بدلاً من غازالكلوروفليوروكربون CFC-12 وهو غاز مستنفد لطبقة

(١١) MOE/GEF/UNDP, 2011, pp. 31-36.

الأوزون وممنوع استعماله، ومع هذا فما يزال يُستخدم في أجهزة التبريد في المركبات القديمة وتتسرب منه سنوياً كميات كبيرة. أمّا عملية تبديله بغاز R-134a فيجب أن تتم بشروط محددة؛

د- خزانات الوقود والمكربنات: تعتبر مصدراً أساسيّاً لانبعاثات المركّبات العضوية المتطايرة خصوصاً من السيارات القديمة غير المجهزة أساساً بوحدات استعادة البخار؛

هـ- الإطارات والمكابح: يصدر عن احتكاك الإطارات مع الأرض وكذلك عن تآكلها، واحتكاك بطانيات المكابح عند الفرملة، جزيئيات الكربون والحديد والمعادن الثقيلة كالباريوم والزنك والنحاس. ولا توجد حاليّاً في لبنان مرافق لإعادة تأهيل الإطارات المستعملة، بل يدخل تجميع الإطارات المستعملة وتخزينها، باعتبارها من النفايات الضخمة، ضمن نطاق خدمات سوكلين، فتقوم الشركة ببيع قسمٍ صغيرٍ منها إلى الزبائن من أجل إعادة تأهيلها، في حين تُقطّع البقيّة وتُرسل إلى مطمر بصاليم كمواد جامدة. أمّا خارج نقاط خدمات سوكلين، فيتمّ رمي الإطارات عشوائيّاً بالقرب من محلات تصليح السيارات، أوتُستعمل كوقودٍ صلب للتدفئة المنزليّة، أو تُحرق في الهواء الطلق فينتج عن ذلك أكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين والمركّبات العضوية المتطايرة غير الحاوية على غاز الميثان والهيدروكربون متعدّد الحلقات، والديوكسينات، والفوران، والحمض الكلورهيدري، والبنزين الهيدروكربوني، بالإضافة إلى المعادن كالزرنيخ والكادميوم والنيكل والزنك والزئبق والكروم والفاناديوم[١٢]؛

و- الضجيج: يُعتبر قطاع النقل البري مصدراً للضجيج خاصةً في شوارع المدن الضيقة مع استعمال الزمور بطريقة عشوائية مخالفة لقانون السير؛ وتُصدر المحركات الثنائية الأشواط المستعملة في الدراجات النارية ضجيجاً استثنائياً[١٣]. فعلى سبيل المثال، تتسبب وسائل النقل بقرابة ٨٠ في المائة من الإزعاج الضوضائي في النرويج[١٤]، وتُلحق هذه الضوضاء أضراراً صحية بشخص واحد من بين كلّ ثلاثة في أوروبا وفق منظمة الصحة العالمية[١٥]. أما في لبنان فعلى الأرجح أنّ الوضع أسوأ من ذلك وخصوصاً في بيروت، فبعض الدراسات[١٦] تشير إلى أن معدل الضجيج يفوق ٧٥ ديسيبل في مناطق وشوارع عديدة في بيروت الكبرى، متجاوزاً بذلك الحدّ الأقصى المسموح به بحسب المعايير اللبنانية كما يبين (الجدول ٣).

(٣) ورشات تصليح المركبات ومشاغل الخدمة والصيانة

يتخلّص معظم الورشات والمشاغل من قطع السيارات والسوائل والزيوت والشحوم والإطارات وغيرها بطريقة عشوائية تسبب تلوثاً بيئياً، ناهيك عن استعمال مواد خطرة كمواد رش البويا بدون وسائل الحماية المطلوبة، وتفريغ غازات المكيفات في الوسط المحيط، ما يشكّل خطراً على الصحة والسلامة العامة.

---

(١٢) Harrison et al., 2012.

(١٣) VCA, (cars and noise).

(١٤) State of the environment Norway, noise.

(١٥) WHO, (environmental and health, noise).

(١٦) Choueiri et al., 2010, p. 3.

الجدول ٣- الحد الأقصى المسموح به للضجيج بحسب المعايير اللبنانية

نوع المنطقة	الحد الاقصى المسموح به للضجيج dbA					
	النهار		المساء		الليل	
	من	إلى	من	إلى	من	إلى
تجارية، إدارية	٥٥	٦٥	٥٠	٦٠	٥٤	٥٥
سكنية	٥٠	٦٠	٤٥	٥٥	٤٠	٥٠
سكنية في وسط المدينة	٤٥	٥٥	٤٠	٥٠	٣٥	٤٥
سكنية هادئة	٤٠	٥٠	٣٥	٤٥	٣٠	٤٠
محاطة بالمستشفيات	٣٥	٤٥	٣٠	٤٠	٢٥	٣٥
صناعية	٦٠	٧٠	٥٥	٦٥	٥٠	٦٠

المصدر: CDR, 2012.

٢- تأثير التلوث على الصحة والبيئة[١٧]

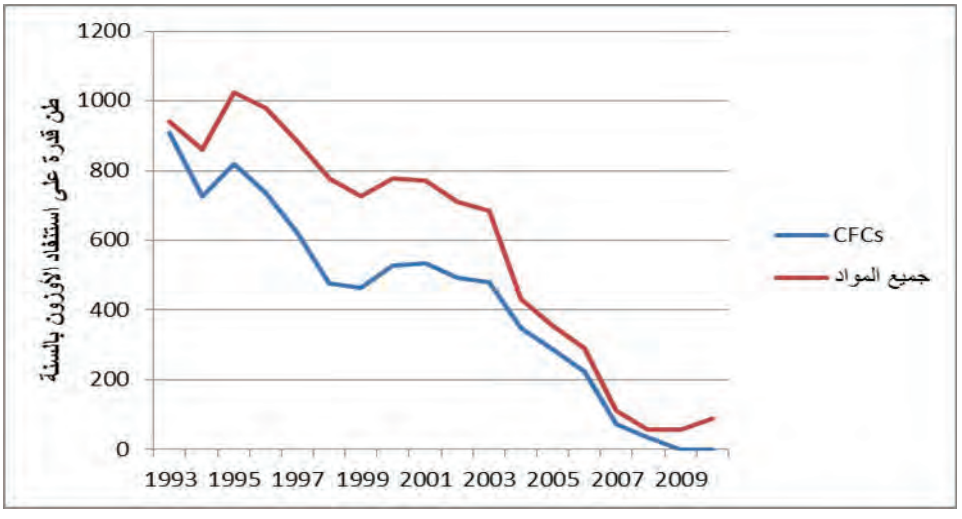
كما سبق وذكرنا، فإنّ التعرّض لتلوّث الهواء لوقتٍ طويل، ولبعض الملوّثات السامة خصوصاً، يزيد من خطرالإصابة بمرض السرطان ويُلحق أضراراً بجهاز المناعة والجهاز العصبي والجهاز التناسلي وغيرها.

- فإنّ الغازات السامة مثل الأوزون وثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين تتسبب بحساسية كبيرة في العيون، وبضررٍ بالغٍ في شعيبات القصبة الهوائية، وبداء الربو ومرض انتفاخ الرئة وانهيار حجيرات الهواء فيها. أما غاز أكسيد الكربون، فيتحد مع كريات الدم الحمراء مسبباً بذلك اختناقاً وتسمماً للإنسان وضرراً في الدماغ والذبحة الصدرية؛
- وغاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يكوّن مع الماء حامضَ الكبريتيك (وقد يتم هذا التفاعل في الجو أو في رئة الإنسان)، يؤدي إلى موت النباتات وإعاقة التنفس عند الإنسان. وأمّا غاز أكسيد النتريك فيتفاعل مع أكسجين الجو حيث تُسرّع أشعة الشمس من نشاط هذا التفاعل فينتج عنه غاز ثاني أكسيد النيتروجين، الذي بدوره يكوّن مع رطوبة الجو أو الرطوبة في الرئة حامض النتريك المميت؛
- وتتساقط جميع هذه الغازات السامة على شكل أمطار حمضية فتلوث المياه الجوفية والأرض والنباتات وتقضي على كثير من الكائنات الحية، كما تحمل الرياح هذه الغازات إلى مسافات بعيدة فتلوث مناطق بعيدة عن أسباب التلوث؛
- الجزيئيات/الجسيمات: تتسبب بأمراض في الجهاز التنفسي والربو والتهابات الأنف والحنجرة كما تتسبب أيضاً بأمراض سرطانية؛
- الرصاص: يتسبب بأمراض سرطانية وفقر الدم وأمراض في الجهاز العصبي والجهاز الهضمي؛
- المركبات العضوية المتطايرة: تُعد المركّبات العضوية المتطايرة من الملوثات الخطيرة الموجودة في الهواء، وتُقسم إلى مركّبات ميثانية وغير ميثانية. ومن المركّبات العضوية المتطايرة غير الميثانية بعض المركّبات ذات الرائحة النفّاذة مثل البنزين والتولوين والزيلين، والتي يُعتقد أنها من المواد المسببة لسرطان الدم في حال التعرض لها على المدى الطويل؛

(١٧) Gilbert et al., 2008.

- غازات الكلوروفليوروكربون: وهي مضرّة جداً بصحة الانسان حيث تسبّب أمراضاً خبيثة، كما تمزق طبقة الأوزون الجوية أيضاً. هذه الطبقة الأوزونية تحيط بالكرة الأرضية على شكل حزام واقٍ، ما يمنع أشعة الشمس فوق البنفسجية من الوصول إلى سطح الأرض بكميات كبيرة. فالكميات المرتفعة من هذه الأشعة تؤدي إلى إحراق أوراق النباتات والبشرة الجلدية للإنسان والحيوان، وتسبب في هلاك كثير من الكائنات الحية على سطح الأرض. وتجدر الإشارة أن لبنان في عام ٢٠٠٧، وبمناسبة الذكرى العشرين لبروتوكول مونتريال، تسلّم جائزة لأفضل وحدة منفّذة، تقديراً لجهود الحكومة والوحدة المختصة من أجل تحقيق أهداف البروتوكول، حيث قام لبنان في الفترة الممتدّة من ١٩٩٣ إلى ٢٠١٠ بتخفيض استهلاك الكلوروفليوروكربون من ٩٢٣ طن في عام ١٩٩٣ إلى الصفر في عام ٢٠١٠[١٨] (الشكل ٣).

الشكل ٣- تطور استهلاك المواد المستنفِدة للأوزون في لبنان



المصدر: UN statistics division (indicators of target 7.a of goal 7 of the millennium development goals).

باء- مصادر الطاقة في قطاع النقل في لبنان

١- حصّة الطاقة المستهلكة في قطاع النقل البرّي من إجمالي الطاقة الأولية في لبنان

يُعتبر لبنان بلداً فقيراً بالطاقة، إذ يستورد ما يقارب ٩٧ في المائة من احتياجاته[١٩]. ويعتمد خليط الطاقة الأوليّة على الهيدروكربونات السائلة/النفط. ويعرض الملحق لمحة عامة عن امدادات الطاقة الأولية واستخدامها في سلسلة الاستعمالات في لبنان في عام ٢٠٠٨.

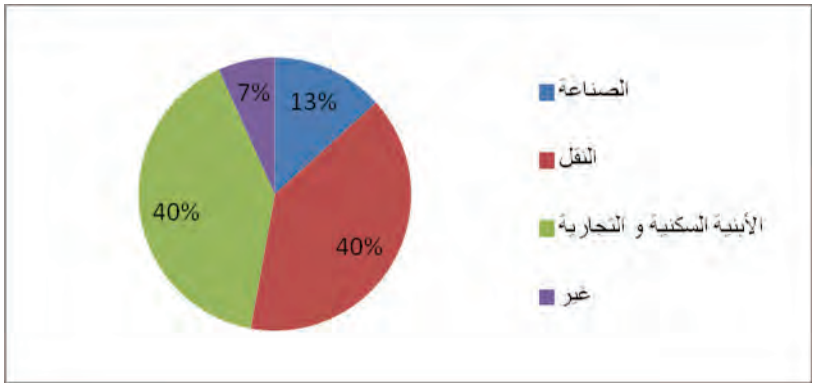
وقد تبيّن أنّ حصّة النقل البرّي في لبنان بلغت ٢٨,٧ في المائة من مجموع الطاقة الأولية وحوالي ٤٢ في المائة من الطاقة النهائية للعام ٢٠٠٨، مقابل حوالي٢٧ في المائة و٤٠ في المائة لعام ٢٠٠٩ بحسب الوكالة الدولية للطاقة[٢٠]. ويبيّن (الشكل ٤) الاستهلاك النهائي للطاقة حسب القطاعات في عام ٢٠٠٩، ويبين (الجدول ٤) أن نسبة استهلاك قطاع النقل البري للطاقة لم تسجل تغيّراً يذكر في الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٠.

(١٨) UN statistics division (indicators of target 7.a of goal 7 of the millennium development goals).

(١٩) يقدّم الملحق ١ لمحة عامّة عن إمدادات الطاقة الأوليّة واستخدامها في لبنان في عام ٢٠٠٨.

(٢٠) IEA, Energy balance for Lebanon.

الشكل ٤- الاستهلاك النهائي للطاقة في لبنان حسب القطاعات، ٢٠٠٩



المصدر: IEA, Energy balance for Lebanon.

الجدول ٤- النسبة المئوية لاستهلاك الطاقة في قطاع النقل البرّي في لبنان من إجمالي الطاقة الأولية

العام	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠
في المائة	٢٨	٢٤	٢٥	٢٦	٢٦	٢٧	٢٨	٢٥	٢٨	٢٧	٢٧

المصدر: البنك الدولي، مؤشرات التنمية في العالم.

٢- استيراد واستهلاك الغازولين/البنزين في لبنان

والجدير بالذكر أنّ الحكومة احتكرت قطاع النفط استيراداً وتخزيناً حتى عام ١٩٨٨، ثمّ بدأت ترخص للشركات الخاصّة من أجل استيراد وتخزين وتوزيع المنتجات النفطيّة. وهذه الشركات تستورد سنوياً ما يتراوح بين مليون و٥٠٠ ألف طن، ومليون و٧٠٠ ألف طن من الغازولين/البنزين من كل من إيطاليا وفرنسا وروسيا، وتخزنها في خزانات خاصة (ساحل المتن، الدورة، الكرنتينا)، ومن ثمّ توزّعها على محطات المحروقات التي وصل عددها في عام ٢٠١٠ إلى ٣ ٢١٤ محطة[٢١]. وحسب مصادر وكالة الطاقة الدولية استُهلك قطاع النقل البري في عام ٢٠٠٩ مليون و٦٨٠ ألف طن من الغازولين/البنزين مقابل ٢١ ألف طن فقط من وقود الديزل أويل، وهذا يؤكّد أنّ هذا القطاع يعتمد على البنزين بالدرجة الأولى. ويبين (الشكل ٥) حركة استهلاك البنزين منذ عام ١٩٩٦ وحتّى عام ٢٠١١. وقد انخفض معدل استهلاك البنزين حوالي ١٠ في المائة في عام ٢٠١٢ عن المستوى الذي كان عليه في عام ٢٠١١، ومن الأسباب الرئيسة لهذا الانخفاض التراجع الملحوظ في توافد المغتربين اللبنانيين والسياح[٢٢].

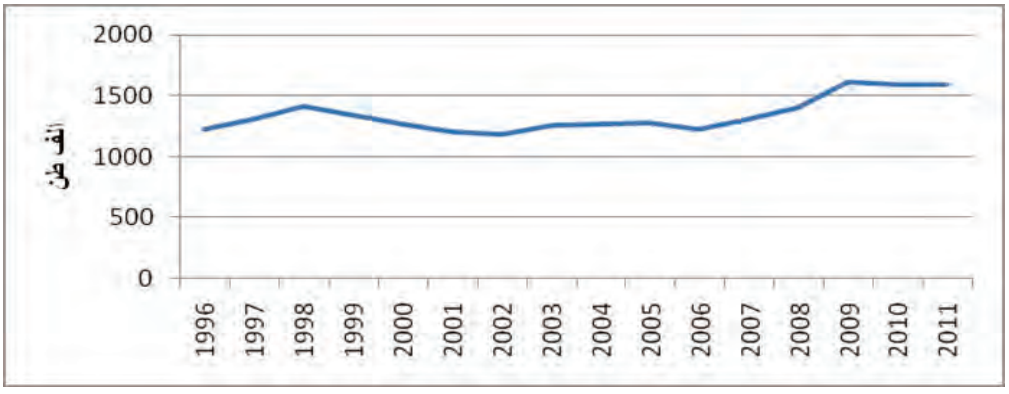
٣- سعر مبيع المحروقات في لبنان

تُصدر وزارة الطاقة والمياه أسبوعياً مرسوماً موقعاً من الوزير تحدد فيه أسعار مبيع المحروقات. هذه الأسعار تشمل قيمة الاستيراد والضريبة الحكومية، وأما المبلغ الباقي فهو من حصة شركات التوزيع والنقل التابعة لشركات استيراد المحروقات وعمولة أصحاب المحطات. ولتوضيح كيفية احتساب سعر صفيحة البنزين والديزل أويل/المازوت الأخضر، نعطي مثالاً منقولاً عن وزارة الطاقة والمياه (الملحق ٢)، علماً أنّ أسعار مبيع المحروقات في لبنان تتأثّر بشكل كبير بأسعار السوق العالمية.

(٢١) MOE&W, 2011.

(٢٢) جريدة السفير، ٢٠١٣.

الشكل ٥- حركة استهلاك الغازولين/البنزين في لبنان، ١٩٩٦-٢٠١١



المصدر: UN statistics division, Motor Gasoline. ALMEE 2012.

٤- خصائص البنزين ووقود الديزل أويل التي يجب التقيّد بها ومراعاة شروطها

تُصدر المديريّة العامة للنفط في وزارة الطاقة والمياه مواصفات المحروقات، بما فيها الديزل أويل وزيت الوقود الثقيل وزيت الوقود الخفيف (وزارة الطاقة والمياه، قرار رقم ١٩٩٧/٥٦)، وتراقب جودة جميع المنتجات التي تدخل البلد. وLIBNOR هي المؤسسة المعنية بوضع المقاييس والمواصفات للمشتقات والمواد النفطية في لبنان ومن بينها الغازولين/البنزين ووقود الديزل أويل/المازوت. وفي ما يلي نستعرض بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبنزين ٩٨ أوكتان ولوقود الديزل أويل التي يجب التقيّد بشروطها (الجدولان ٥ و٦). أمّا (الجدول ٧)، فيبيّن أرقام الشكاوى المتعلّقة بالتلاعب بنوعيّة الوقود. وقد تكون نسبة التلاعب بالوقود في لبنان أعلى بكثير ممّا هو مبيّن، لكنّ معظم الحالات لا يتم الإبلاغ عنها. وما يثير الاهتمام هو التزايد الهائل في عمليات التلاعب المتعلّقة بالديزل أويل في عام ٢٠٠٨، عندما بلغت أسعار الديزل أويل ذروتها متجاوزةً أسعار البنزين[٢٣].

الجدول ٥- بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبنزين ٩٨ أوكتان

الخصائص	وحدة القياس	المتطلبات	ملاحظات
اللون	-	أزرق فاتح	-
الكثافة عند حرارة 15°C	Kg/m^3	٧٢٠ (min)	-
رقم الأوكتان	-	٨٥ (min)	الطريقة الحركية Motor method
رقم الأوكتان	-	٩٨ (min)	الطريقة البحثية Research method
كمية الرصاص	g/l	٠,٠٠٥ (max)	-
كمية الكبريت	% وزنياً	٠,٠٥ (max)	-

المصدر: (ليبنور، مواصفة قياسية لبنانية رقم ٧٥٣:٢٠٠٣) ,LIBNOR.

(٢٣) MOE/UNDP/ECODIT, 2011, p. 291.

الجدول ٦- بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لوقود الديزل أويل

الخصائص	وحدة القياس	المتطلبات	ملاحظات
اللون	-	أصفر	-
الكثافة عند حرارة 15°C	Kg/m^3	٨٤٠ (max), ٨١٠ (min)	-
رقم السيتان	-	٤٦ (min)	-
كمية الكبريت	% وزنياً	٠,٠٣٥ (max)	-
درجة الوميض	°C	٥٢ (min)	بجهاز Pensky-Martens
درجة التغيّم	°C	٦- (max)	-
اللزوجة الحركية عند حرارة 40°C	cSt	٤,١ (max), ١,٩ (min)	-

المصدر: (ليبنور، مواصفة قياسية لبنانية رقم ٤٨٤:٢٠٠١) ,LIBNOR.

الجدول ٧- المخالفات المبلَّغ عنها والمتعلّقة بالتلاعب بنوعيّة الوقود في لبنان

	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩
الغازولين/البنزين	٥٠	٢٥	٩	١	٣٤	٤١	-	٢	١	٩
الديزل أويل	-	-	-	-	١	٢	-	-	٢٣	١

المصدر: MOE/UNDP/ECODIT,2011, p. 291.

جيم- واقع قطاع النقل في لبنان

١- التوزيع السكاني في لبنان

تبلغ مساحة لبنان ١٠ ٤٥٢ كم^2 وقد بلغ عدد سكانه[٢٤] ٤ ٢٢٧ ٥٩٧ نسمة حسب تقديرات عام ٢٠١٠، موزعين على المحافظات على النحو المبين في (الجدول ٨)[٢٥].

الجدول ٨- توزيع السكان على المحافظات في لبنان

المحافظة	بيروت	جبل لبنان	الشمال	البقاع	الجنوب	النبطية
المساحة (في المائة)	٠,١٩	١٩,٢٩	١٩,٨٥	٤٠,٧٩	٩,١١	١٠,٧٦
عدد السكان (في المائة)	١٠,٤	٤٠	٢٠,٥	١٢,٥	١٠,٧	٥,٩
الكثافة السكانية في كم^2	٢٢١٣٨	٨٤١	٤١٨	١٢٤	٤٧٥	٢٢٢

المصدر: MOE/GEF/UNDP,2011, p. 4.

يتبين من الجدول حجم الكثافة السكانية في بيروت، أما بيروت الكبرى فتمتد من الدامور جنوباً إلى جونيه شمالاً وتصل إلى بكفيا، برمانا، عاليه، وتتمركز فيها المؤسسات الرسمية والجامعات والمستشفيات والمراكز التجارية وفيها مرفأ بيروت والمطار الدولي. وبالتالي، ليس من الغريب أن تعج بوسائل النقل وأن تعاني من ازدحامات سير خانقة وما يرافق ذلك من تلوث بيئي كبير.

(٢٤) WHO, 2013.

(٢٥) MOE/GEF/UNDP, 2011, p. 4.

٢- البنية التحتية للمواصلات في لبنان

(أ) المواصلات الجوية

يقع مطار رفيق الحريري الدولي على بعد ٩ كم من وسط العاصمة بيروت، ويعتبر المطار التجاري الوحيد في لبنان، وهو المقر الرئيسي ومركز عمليات شركة طيران الشرق الأوسط MEA. وخضع المطار في فترة التسعينات لعملية إعادة التأهيل، كانت مرحلتها الأولى في عام ١٩٩٤ والثانية في عام ٢٠٠٠؛ وفي عام ٢٠١٢ وصل عدد المسافرين عبر المطار إلى ٠٠٠ ٩٦٠ ٥ مسافر[٢٦].

(ب) المواصلات البحرية

في لبنان عدة مرافئ هي: مرفأ طرابلس، وجبيل، وجونية، والزوق، وبيروت، والجيه، وصيدا، وصور. ويُعدّ مرفأ بيروت الأول في لبنان والحوض الشرقي للبحر المتوسط والمنفذ البحري الأساسي للدول العربية الآسيوية. يتعامل مرفأ بيروت مع ٣٠٠ مرفأ عالمي، ويقدَّر عدد السفن التي ترسو فيه[٢٧] بحدود ٢٠٠٠-٢٢٠٠ سفينة، وهو يتألف من ٥ أحواض، ومن خلاله تتم معظم عمليات الاستيراد والتصدير اللبنانية حيث تمثل البضائع التي تدخل إليه ٧٠ في المائة من حجم البضائع التي تدخل لبنان. ويصل العدد الأكبر من المركبات عبر مرافئ بيروت، وطرابلس، وصيدا، وصور؛ وقد بلغ العدد الإجمالي للمركبات الوافدة عبر هذه المرافئ في عام ٢٠٠٨ (٢٤٩ ١١٣ مركبة)[٢٨]. أما حركة المسافرين عبر المرافئ فهي قليلة جداً، فهي تُستعمل بالإجمال لاستيراد وتصدير البضائع ولاستقبال باخرات النفط وغيره.

(ج) المواصلات البرية

قُدّرت شبكة الطرقات في لبنان في عام ٢٠٠١ بطول ٠٠٠ ٢٢ كلم تقريباً. وبحسب وزارة الأشغال العامة والنقل[٢٩]، فإنّ ٦٣٨٠ كلم فقط من هذه الطرقات مصنفة كطرقات معبّدة، أي بنسبة ٣٠ في المائة. وبحسب وجهة الاستعمال تُصنّف الطرقات على الشكل التالي: دولية، رئيسية، ثانوية ومحلية؛ ويبيّن (الشكل ٦)[٣٠] وضع الطرقات في لبنان.

هناك عدة أطراف مسؤولة عن إنشاء وصيانة وتأهيل الطرقات هي: وزارة الأشغال العامة والنقل، وزارة الداخلية والبلديات، البلديات ومجلس الإنماء والإعمار. وتتّصف أغلب الطرقات في لبنان بأنها ضيقة وذات سلامة منخفضة وصيانة ضعيفة ولا تتماشى مع المعايير الدولية.

---

(٢٦) World inline directory flight international.

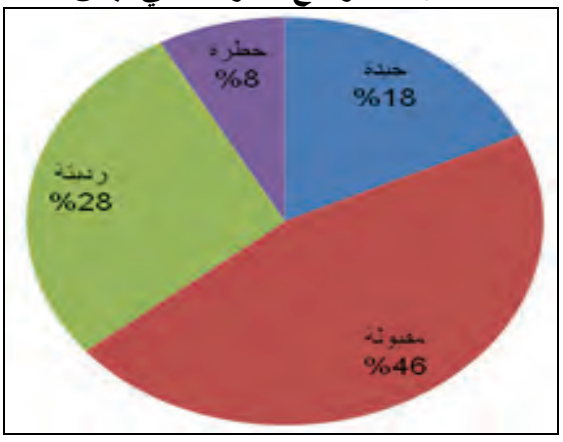
(٢٧) CAS, 2007, 2008.

(٢٨) المصدر نفسه.

(٢٩) MOE/GEF/UNDP, 2011, p. 22.

(٣٠) المصدر نفسه.

الشكل ٦- وضع الطرقات في لبنان



المصدر: MOE/GEF/UNDP, 2011, p. 22.

٣- واقع قطاع النقل البري في لبنان

(أ) النقل المشترك

يتألف النقل المشترك في لبنان من:

(١) الحافلات/الباصات: عددها ٣٠٠ ٢ تقريباً، وهي تعمل على الديزل أويل/المازوت، وتحتوي على (٢٥-٥٥) مقعداً للركّاب. وثمّة شبكتان من الباصات: الأولى عامّة تشغّلها وزارة الأشغال العامّة والنقل، والثانية خاصّة تشغّلها عدة شركات للنقل ومن بينها الشركة اللبنانية للمواصلات (LCC)، وهي شركة خاصة تؤمن النقل داخل مدينة بيروت وبعض الضواحي، وتتبع ١٣ خط نقل تغطي معظم المنطقة المركزية لبيروت. لا توجد أي ممرّات خاصّة للباصات وبالتالي فهي تتنافس مع السيارات الخاصّة والمركبات الأخرى على الطرقات المكتظّة بالسيارات، وغالباً ما تكون في حالة بالية؛

(٢) الميكروباصات/الفانات: عددها ٠٠٠ ٤ تقريباً، وبسبب المخالفات العديدة فإن هذا الرقم قد يتجاوز فعليّاً الـ ٠٠٠ ١٥، وهي تعمل على الغازولين/البنزين، وتساهم في نقل الأفراد من وإلى بعض البلدات والقرى والمدن اللبنانية، وتتنافس بشدة مع سيارات الأجرة والباصات داخل المدن وخصوصاً مدينة بيروت؛

(٣) سيارات النقل العمومية (الأجرة/تاكسي والسرفيس): عددها حوالي ٠٠٠ ٣٥ سيارة (وقد يتخطى هذا العدد الـ ٠٠٠ ٤٠)، وهي تعمل على الغازولين/البنزين، وأغلبها قديمة وفي حالة تقنية سيئة. تبلغ تعرفة السرفيس الحالية ٠٠٠ ٢ ليرة لبنانية وقد ازدادت مقارنة بالسنوات السابقة بسبب غلاء سعر المحروقات. أما تعرفة التاكسي فتصل إلى ٨ آلاف ليرة لبنانية أو ١٠ آلاف في بعض الأحيان، أي إنّ الراكب يدفع التعرفة عن جميع الركاب الآخرين كي لا يُقلّ السائق أشخاصاً غيره. وهنالك أيضاً خدمة طلب التاكسي عبر الهاتف، تؤمنها شركات نقل خاصة، إذ يحجز الراكب سيارة عبر الهاتف لتنقله إلى موقع معين، وهذه السيارات لا تنقل الركاب المنتظرين في الشارع.

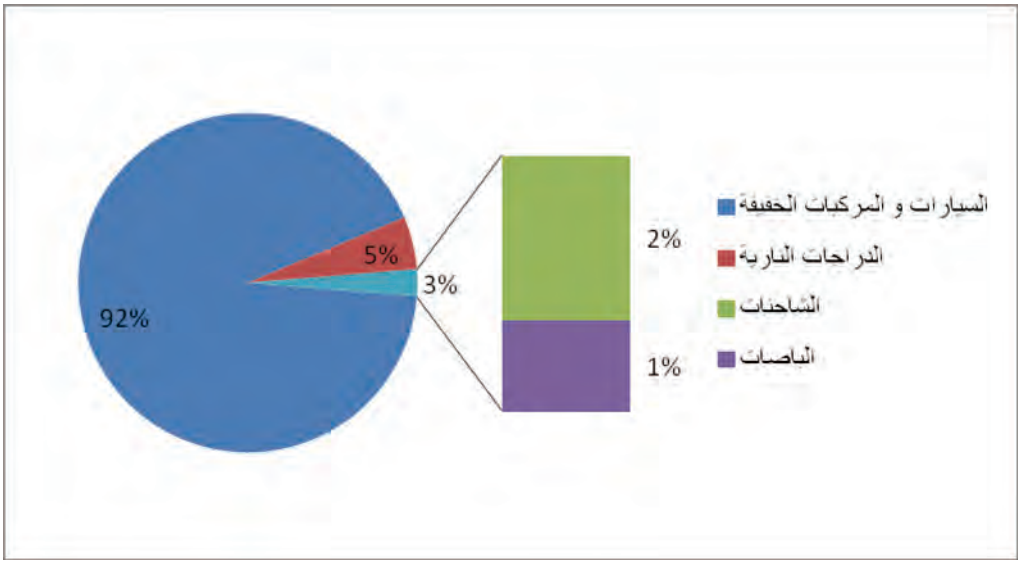
ملاحظة: إن أعداد الباصات والفانات وسيارات النقل العمومية هي تقريبية وهي مبنية على أرقام وإحصاءات جهات متعددة[٣١].

(٣١) CAS, 2009. MOE/URC/GEF, 2012, pp. 58-60. MOE/GEF/UNDP, 2011, p. 23. MOE/UNDP/ECODIT, 2011, p. 92.

(ب) وسائل النقل الخاصة

يفضّل معظم السكان اللبنانيّين استخدام السيّارات الخاصّة للتنقل اليومي إلى العمل. ولا توجد أرقام دقيقة لعدد المركبات فتقدِّر بعض المصادر (المبنية في الأساس على أرقام إدارة الإحصاء المركزي) ارتفاع مُجموع عدد المركبات في لبنان في عام ٢٠٠٧ إلى مليون و٥٠٠ ألف سيارة تقريباً[٣٢]، وتعطي منظمة الصحة العالمية[٣٣] (مستندةً إلى أرقام وزارة الداخلية) رقماً في حدود المليون و٥٣٠ ألفاً لعام ٢٠١١ توزعت كما هو مبين في (الشكل ٧). ومن المحتمل أن يكون حجم أسطول المركبات أكبر من هذا في الواقع، كون عدد المركبات التي تزال سنويّاً من السير ليس معروفاً ولأنّ الكثير من المركبات تسير بشكلٍ غير شرعيّ ومن دون ترخيص. وتُظهر بيانات وزارة المالية زيادةً مرتفعة في تسجيل المركبات[٣٤]، إذ ارتفع عددُها من ٩٨٦ ٤١ مركبة في عام ٢٠٠٥ إلى ٣٥٤ ١٠٠ مركبة في عام ٢٠١٠ (انظر إلى تسجيل المركبات في الشكل ٨). وبحسب أرقام جمعية مستوردي السيارات في لبنان، فقد بلغ عدد السيارات الجديدة المستوردة ٤٧٧ ٣٥[٣٥] (الشكلان ٩ و١٠)، ويتبين أن هناك اتجاه لدى المواطن اللبناني لاقتناء السيارات الاقتصادية، وتشكّل السيارات الجديدة ٣٠ في المائة تقريباً من المجموع العام، وتمنع السلطات اللبنانية استيراد سيارات أقدم من ثمانية أعوام.

الشكل ٧- توزيع المركبات في لبنان بحسب نوعها في عام ٢٠١١ (٧٣٨ ٥٢٥ ١ مركبة)



المصدر: WHO, 2013.

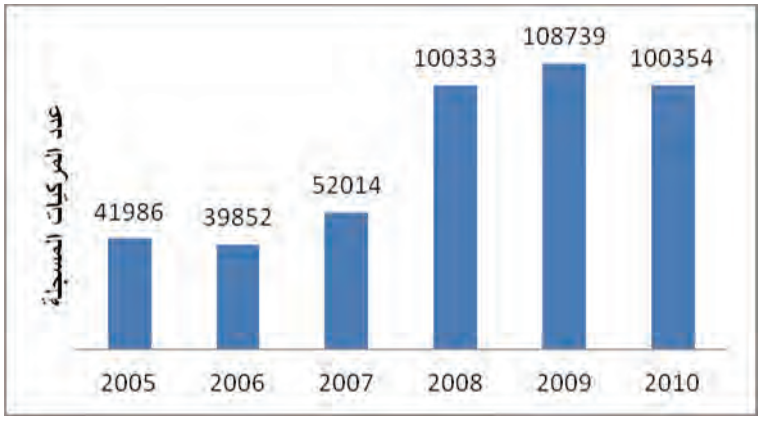
(٣٢) MOE/URC/GEF, 2012, p. 60.

(٣٣) WHO, 2013.

(٣٤) Ministry of Finance, 2011.

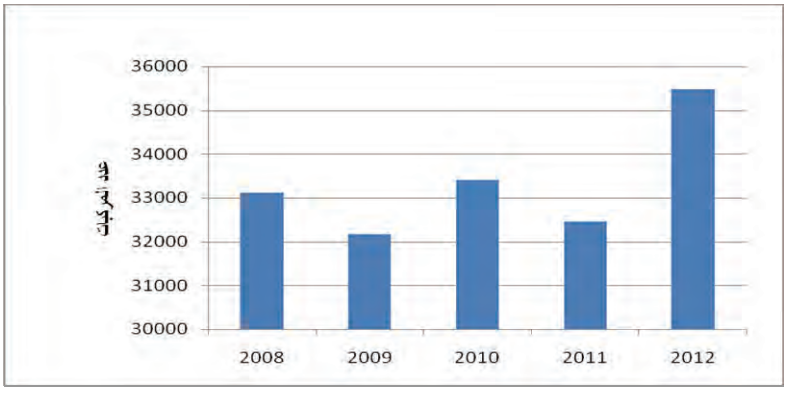
(٣٥) BLOMINVEST BANK, 2013.

الشكل ٨- عدد السيارات المستوردة إلى لبنان بين عام ٢٠٠٥ وعام ٢٠١٠



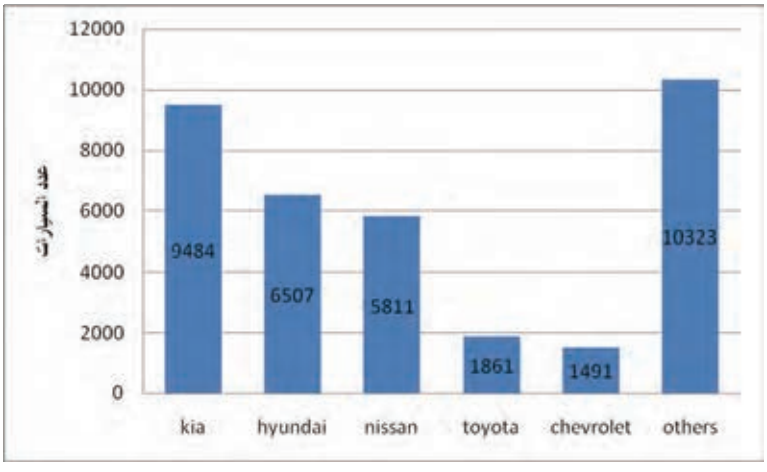
المصدر: Ministry of finance, 2011.

الشكل ٩- عدد السيارات الجديدة المسجلة في لبنان



المصدر: جمعية مستوردي السيارات في لبنان. (BLOMINVEST BANK, 2013).

الشكل ١٠- عدد السيارات الجديدة المسجلة في لبنان عام ٢٠١٢ بحسب نوعها



المصدر: جمعية مستوردي السيارات في لبنان (BLOMINVEST BANK, 2013).

ملاحظة: إن عدد المركبات التي تدخل سنوياً إلى لبنان أكبر من عدد المركبات التي تُسجل في السنة ذاتها. فمثلاً في عام ٢٠٠٨، دخلت ٢٤٩ ١١٣ مركبة عبر المرافىء كما ذكرنا، أما عدد المركبات التي سُجلت في هذا العام فكان ٣٣٣ ١٠٠ (الشكل ٨)، والسبب على الأرجح هو في "الإدخال المؤقت" لبعض المركبات.

(ج) العوامل المؤثرة في الانبعاثات الصادرة من المركبات

تتأثر انبعاثات المركبات بعددٍ من العوامل، لا سيّما عمر المركبة، حجم المحرك، الصيانة، سرعة المركبة، حركة السير، حالة الطرقات، طريقة قيادة المركبات.

(١) العمر الوسطي لأسطول المركبات في لبنان[٣٦]: يتعدّى ١٣ عاماً؛ ٦٣ في المائة من المركبات أقدم من ٢٠ عاماً، وحوالي ٩٠ في المائة أقدم من ١٠ أعوام؛

(٢) سعة/حجم محركات السيارات والمركبات الخفيفة: حوالي ٥٠ في المائة من السيارات والمركبات الخفيفة في لبنان ذات سعة محرك أكبر من ٢ ليتر[٣٧] (الشكل ١١) وبالتالي فهي ذات مصروف وقود مرتفع؛

(٣) طريقة قيادة المركبات: إن القيادة الرعناء والمتهورة، والسرعة الزائدة، ومخالفة قوانين السير والسلامة العامة، وقلّة التركيز (بسبب استعمال الخلوي، كتابة الرسائل النصية، تشتت الانتباه جرّاء الأحاديث مع الركاب، الأكل، التدخين، الموسيقى العالية) هي من سلوكيّات عدد كبير من السائقين اللبنانيين؛

(٤) حالة السير والطرقات: تعاني بيروت الكبرى في أغلب الأوقات من ازدحامات سير خانقة (يدخل بيروت أكثر من ٢٣٠ ٠٠٠ مركبة من المدخل الشمالي وأكثر من ٨٥ ٠٠٠ من المدخل الجنوبي[٣٨] ومن المتوقع أن يصل عدد الرحلات فيها إلى خمسة ملايين رحلة يومياً في عام ٢٠١٥)[٣٩]، وذلك لأسباب عديدة أهمها: ضيق الطرقات والشوارع (التي هي أساساً غير مصممة لاستيعاب هذا الكم من المركبات)، الحالة السيئة للطرقات (الحفر، سوء االإنارة وعدمها أحياناً)، سوء فاعلية نظام إدارة السير (النقص في عدد الإشارات الضوئية وشرطة المرور والإشارات العامة)، مرور الشاحنات في الشوارع الفرعية والضيقة، الأعمال والورش غير المنظمة على الشوارع والطرقات، استعمال المركبات بغير وجهة عملها (وزن إضافي، قطع بارزة من المركبة)، عملية تفريغ وتحميل الشاحنات بضائعَ للمحلات التجارية في شوارع العاصمة الضيقة، وضآلة عدد مواقف السيارات.

كل هذه العوامل وغيرها تتسبب بحوادث السير والازدحام والتلوث البيئي والاستهلاك الإضافي للوقود، فقد بيّنت الدراسات[٤٠] أن معدل الطاقة المستهلكة لكلّ راكب في الكيلومتر قد تخطت ٣ ميغاجول في عام ٢٠٠٧ (الشكل ١٢)، ناهيك عن إضاعة الوقت. وبحسب منظمة الصحة العالمية[٤١] فإن عدد الوفيات من جراء حوادث السير عام ٢٠١٠ بلغ ٥٤٩، من بينها ٧٧ في المائة من الذكور و٢٣ في المائة من الإناث. وتتراوح أعمار ٥٤ في المائة من مسببي حوادث السير بين ١٨ و٢٩ عاماً[٤٢]، كما قُدّرت كلفة هذه الحوادث بحوالي ٢٤٠ مليون دولار أمريكي[٤٣].

---

(٣٦) MOE/URC/GEF, 2012, p. 59.

(٣٧) المصدر نفسه.

(٣٨) MOE/GEF/UNDP, 2011, p. 22.

(٣٩) المصدر نفسه.

(٤٠) Electrics et al., 2009.

(٤١) WHO, 2013.

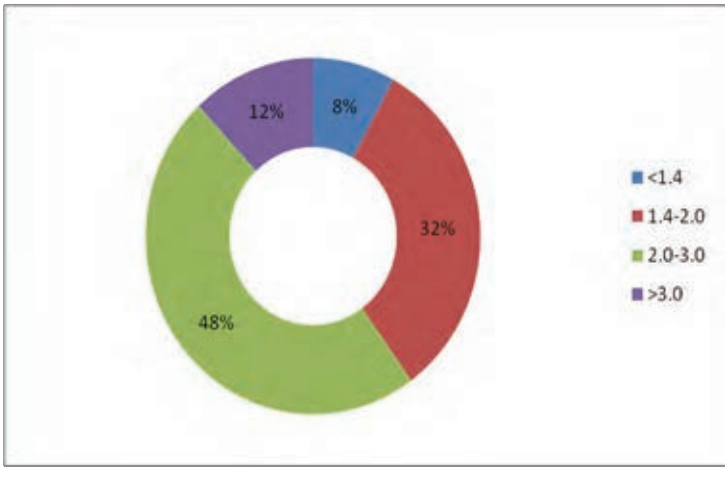
(٤٢) Choueiri et al., 2010, p. 6.

(٤٣) Ibid., p. 7.

(د) لمحة عامة عن قطاع النقل والشحن البري للبضائع

تشير الإحصاءات[٤٤] أنّ عدد الشاحنات المسجلة في لبنان عام ٢٠١٢ بلغ ٦٠٠ ١٥ شاحنة وعدد الصهاريج ٦٠٠ ١. وينقسم هذا القطاع إلى قسمين رئيسيين: النقل الداخلي والنقل الخارجي. يشهد قطاع النقل البري الداخلي للبضائع وشحنها وتفريغها في الفترة الأخيرة ازدهاراً ملحوظاً بعكس نظيره الخارجي وذلك لعدة أسباب لعل أهمها الوضع الراهن في سوريا التي تُعتبر المنفس والمعبر الوحيد للبنان إلى الدول العربية. وكما سبق، فإن تفريغ وتحميل بضائع المحلات في الشوارع الضيقة يتسبب بازدحام السير وبالتالي بزيادة استهلاك الوقود والتلوث البيئي.

الشكل ١١- توزيع السيارات بحسب حجم المحرك



المصدر: MOE/URC/GEF, 2012, p. 59.

الشكل ١٢- كثافة استعمال الطاقة في النقل
(في لبنان لعام ٢٠٠٧ وفي بقية العالم لعام ٢٠٠٥)

المصدر: Electrics et al., 2009.

(٤٤) اتحادات ونقابات النقل البري (أرقام غير منشورة).

٤- المعاينة الميكانيكية وقانون السير في لبنان

(أ) المعاينة الميكانيكية

في عام ٢٠٠٤، بدأ تطبيق المعاينة الميكانيكية في لبنان. وعلى المركبات العاملة على الغازولين/البنزين أن تخضع للمعاينة مرة في السنة وذلك بعد مرور ثلاث سنوات على تاريخ وضعها في السير لأول مرة في لبنان أو خارجه. أما المركبات العاملة على وقود الديزل أويل، فتخضع للمعاينة مرة كل ستة أشهر وذلك بعد مرور سبع سنوات على تاريخ وضعها في السير لأول مرة في لبنان أو خارجه[٤٥]. وهنالك أربع محطات للمعاينة: محطة الحدث، محطة الغازية (صيدا)، محطة مجدليا (طرابلس)، محطة زحلة، وهنالك خطة لافتتاح محطات أخرى. تعمل المحطات يومياً، ما عدا الأحد، من الساعة السابعة والنصف صباحاً وحتى الخامسة من بعد الظهر، ويُقدّر مجموع إمكانية استيعابها السنوية بحدود المليون معاينة. والجدير بالذكر أنه لا تتوفر معلومات حول معايير الانبعاثات من المركبات على أي من المواقع الرسمية المتعلقة بهذا الشأن ويمكن اعتماد التالي حسب مراقبة عدد من السيارات: ($CO < 4.5$ %, $CO_2 > 9.5$ %, $HC < 5000$ ppm)؛

(ب) قانون السير الجديد

صدّق مجلس النواب على قانون السير الجديد رقم ٢٤٣ الصادر في ٢٢ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٢ والذي يصبح نافذاً فور نشره في الجريدة الرسمية[٤٦]. وهو قانون عصري، إذ يتضمن مواداً مثل المواد ٨٨ و٨٩ المتعلقة بالتلوث البيئي واستعمال المحول الحفزي، المادة ٩٩ المتعلقة بالإطارات ووجوب تلاؤمها مع المواصفات الأوروبية، المادة ١٠٣ المتعلقة بإلزامية وجود عدّاد في سيارة الأجرة، المادة ١٥٩ المتعلقة بالمعاينة الميكانيكية وخصوصاً البند ٤ منها، المادة ٢١٨ المتعلقة بإنشاء معهد تابع لقوى الأمن الداخلي متخصص بالإعداد والتدريب على ضابطة السير وعلم الحوادث والقيادة، الباب العاشر الذي يتعلق بإنشاء المجلس الوطني للسلامة المرورية ويحدّد صلاحيته ومهماته، والباب الحادي عشر الذي يتضمن نظام النقاط والعقوبات.

٥- التلوث في بيروت الكبرى وطرابلس

(أ) البرنامج التمهيدي لمراقبة نوعيّة الهواء داخل منطقة بيروت الكبرى[٤٧]

بموجب اتفاقية مشتركة بين بلديّة بيروت والمجلس الإقليمي لمنظمة إيل دو فرانس وجامعة القديس يوسف، تمّ في عام ٢٠٠٣، إعداد برنامج تمهيدي لمراقبة نوعيّة الهواء المحيط في بيروت. وقد أنشأ البرنامج ٢٣ محطّة مراقبة لأخذ عيّنات من ملوّثات الهواء الرئيسيّة (منها الجسيمات PM وأكاسيد النيتروجين والكبريت والكربون والمركّبات العضويّة المتطايرة والأوزون) الصادرة عن قطاع الصناعة والنقل ومولدات الطاقة الكهربائية وورش البناء وغيرها، وذلك باستخدام مجموعة من المعدّات الثابتة والمتنقّلة المختصّة بأخذ العيّنات. وقد تمّ توسيع نطاق البرنامج عام ٢٠٠٨ ليغطّي منطقة بيروت الكبرى، وذلك بالتنسيق مع الجامعة الأميركية في بيروت بشكلٍ خاص وتحت رعاية المجلس الوطني اللبناني للأبحاث العلميّة. وانضمّ أعضاء جامعيّون من الجامعة الأمريكية في بيروت وجامعة القديس يوسف إلى الجهود التي تُبذل من أجل تشكيل وحدة الأبحاث المعنيّة بنوعيّة الهواء والتي تهدف إلى دراسة مستويات ملوّثات الهواء في منطقة بيروت الكبرى وتحوّلاتها في الجو. وتهدف هذه الوحدة إلى إنشاء مرصدٍ دائمٍ لمراقبة نوعيّة الهواء في مدينة بيروت بشكل مستمرّ، والبدء بنظام لتوعية الرأي العام حول مسائل تلوّث الهواء.

---

(٤٥) motor inspection vehicle, Lebanon.

(٤٦) قانون السير الجديد.

(٤٧) MOE/UNDP/ECODIT, 2011.

وعلى هذا، تهدف النشاطات المقبلة لوحدة الأبحاث إلى:

- تطوير مؤشّر نوعيّة الهواء في بيروت BEIRUT AIR QUALTY INDEX الذي يُقيّم تلوّث الهواء، وسيتم نشره على شبكة الانترنت ليصل إلى الرأي العام؛
- مراقبة الملوّثات خارج منطقة بيروت الكبرى؛
- مراقبة انبعاثات المحطّات الصناعيّة.

وفي عامي ٢٠٠٩-٢٠١٠، قامت وحدة الأبحاث المعنية بنوعيّة الهواء بقياس المعدّل السنوي لتركيزات ثاني أكسيد النيتروجين في منطقة بيروت الكبرى، وقد بلغت المستويات التي تمّ تسجيلها لهذين العامين ٥٣ و٥٨ ميكروغرام في المتر المكعّب على التوالي، ممّا يتجاوز المعايير التي وضعتها منظمة الصحّة العالمية[٤٨]. والجدير بالذكر أن شركة ريمكو، وكيل NISSAN في لبنان، قدمت سيارة-مختبر لفحص تلوث الهواء؛ وفي مؤتمر صحفي عُقد في ٢٤ أيار/مايو ٢٠١٢ في الجامعة الأميركية في بيروت، أعطى المجتمعون لمحة عن النتائج التي حصلوا عليها: يتعرض السائق الذي يقضي أكثر من ساعة على الطريق بين السيارات إلى ٢٢ ميكروغرام في المتر المكعب من الجزيئيات الدقيقة على الأقل، أي ضعف الحد المسموح به بحسب منظمة الصحة العالمية[٤٩].

(ب) البرنامج التمهيدي لمراقبة نوعيّة الهواء خارج منطقة بيروت الكبرى

تشاركت مؤسّستان في مراقبة نوعيّة الهواء وهما مركز رصد البيئة والتنمية في اتحاد بلديات الفيحاء، وجامعة البلمند. إذ بدأ المركز في عام ٢٠٠٠ بقياس ومراقبة الجسيمات العالقة TSP وجسيمات PM في منطقة الفيحاء في طرابلس؛ أمّا الجامعة، فبدأت في عام ٢٠٠٨ بمراقبة الجسيمات العالقة في منطقتي شكّا وسلعاتا الصناعيّتين في شمال لبنان.

ملاحظة: لا توجد أي مبادرة معروفة لمراقبة نوعيّة الهواء في البقاع وجنوب لبنان.

(ج) مشاريع النقل الحضري لمدينة بيروت الكبرى

قامت دار الهندسة - نزيه طالب بدراسة مشروع إنشاء محوّل السير[٥٠] مقابل وزارة الطاقة والمياه (الإطار ١)، وفي (الجدول ٩) بعض النتائج المهمة لهذه الدراسة.

الجدول ٩- نتائج الاختبارات في محيط وزارة الطاقة والمياه

مكان القياس	أول أكسيد الكربون ٩ ppm		ثاني أكسيد الكبريت ٠,١٣٤ ppm		ثاني أكسيد النيتروجين ٠,٢١ ppm	
	النهار	الليل	النهار	الليل	النهار	الليل
محيط الوزارة	٣١,١	١٧,٦	١,٧	١,٥	٠,٤	٠,٣

المصدر: CDR, 2012.

ملاحظة: إن النسب في هذا الجدول هي، بحسب منظمة الصحة العالمية، لفترة تعرّض ساعة واحدة.

(٤٨) AQRU, 2011.

(٤٩) AQRU, 2012.

(٥٠) CDR, 2012.

وممّا أشارت إليه الدراسة أيضاً:

- نسبة التلوث المرتفعة جداً؛
- معدل الضجيج الذي وصل إلى ٦٠ ديسيبل وهو أقل من الحدود المعمول بها في لبنان، ويعود ذلك إلى الانكشاف الطبيعي للمنطقة وذلك بعكس الشوارع الداخلية لبيروت؛
- إنّ المعدل الوسطي اليومي لمرورالمركبات في عام ٢٠١١ بلغ، في اتجاه العدلية، ٣٠ ٠٠٠ مركبة (٨١ في المائة منها سيارات خاصة و٩ في المائة سيارات أجرة)، وفي اتجاه برج حمود، ٢٥ ٠٠٠ مركبة؛
- حركة المرور البطيئة مع اختناقات مرورية متكررة في كل أيام الأسبوع نهاراً ما عدا الآحاد وأيام العطل. ومن المعلوم أن المركبات تستهلك وقوداً إضافيّاً على السرعات البطيئة وتنخفض كفاءتها ما يسبب زيادة ملحوظة في التلوث ناهيك عن ساعات الوقت المهدور.

الإطار ١- مشروع النقل الحضري لمدينة بيروت الكبرى

إن مشروع إنشاء محوّل السير مقابل وزارة الطاقة والمياه، يتضمن: أولاً- إنشاء جسر علوي في جادة بيار الجميل يهدف إلى العبور فوق التقاطع أمام هذه الوزارة؛ ثانياً- ربط هذه الجادة بأوتوستراد الشمال وبالطريق البحري، دون العبور في تقاطع برج حمود (طريق النهر)؛ ثالثاً- تأمين مسلك غربي للخروج من أوتوستراد الشمال (الكرنتينا) نحو بولفار أميل لحود، أو نحو جادة بيار جميل وهذا المحوّل سيساهم بشكل كبير في تحسين السير في المدينة، لأن جادة بيار الجميل هي إحدى خطوط السير الرئيسية في بيروت الممتدة من جادة صائب سلام (كورنيش المزرعة)، حتى مدخل بيروت الشمالي، مروراً بعدة تقاطعات تم ويتم تأهيلها في إطار مشروع النقل الحضري، كتقاطع جسر البربير والمتحف والعدلية، وصولاً إلى تقاطع برج حمود (طريق النهر).

يؤمن المسلك الغربي المذكور أعلاه، وصلة ربط متفرعة من جسر الكرنتينا للسير القادم من الشمال على الأوتوستراد الساحلي الشمالي، وتتصل بأوتوستراد إميل لحود باتجاه الجنوب، بغية استكمال وجهة سيره فيما بعد، نحو غرب بيروت عبر المحوّل المقترح قرب وزارة الطاقة والمياه، أو باتجاه الحازمية وطريق الشام نحو البقاع.

إن هذا السير يقوم حالياً باعتماد خط أطول، حيث يستعمل منحدراً متفرعاً من نفس الجسر، ويتصل بأوتوستراد أميل لحود إنما باتجاه الشمال، ليتابع سيره نحو مرفأ بيروت ثم يلتفّ على شكل U أمام مدخل ومخرج المرفأ، بغية الاتجاه جنوباً نحو غرب بيروت، عبر تقاطع شديد الازدحام، أوباتجاه الحازمية وطريق الشام نحو البقاع.

ويهدف المشروع إلى تحسين هذا الوضع عبر إنشاء المسلك الجديد.

إن سير المركبات والآليات وازدحام السيارات على هذا الخط الرئيسي، يسببان عدّة مشاكل صحية وبيئية كزيادة الانبعاثات الضارة، من الرصاص والكبريت وغاز ثاني أكسيد الكربون، التي تؤدي إلى أمراض صدريّة مثل الربو والحساسية المفرطة، بالإضافة إلى هدرالمحروقات وإضاعة الوقت.

ومن هنا، فإنّ إنشاء محول للسير مقابل وزارة الطاقة والمياه في جادة بيار الجميل، ومسلك خروج غرب الكرنتينا، سيحلّ المشكلة ويساهم في تسهيل نقل المواطنين ما يخفف من الانبعاثات الضارّة والضجيج الناتج عن محركات السيّارات، والأهم أنه سيوفر الوقت على المواطنين. وقد أخذ المشروع بعين الاعتبار راحة القاطنين وسلامة المارّة، فهناك حواجز ضد الصوت على طول الجسرين، كما سيتمّ بناء جسرين للمشاة على الطريق قبل وبعد الجسر العلوي الأول، وهو عدد كافٍ وضروري نسبة لطول الطريق وسرعة الآليات وعدد المارّة.

٦- بعض منجزات الدولة من قوانين وإجراءات ومخططات وتوقيع اتفاقيات

- إقرار معايير الانبعاثات من المركبات العاملة على الديزل أويل عام ١٩٩٥؛
- إقرار المعاينة الميكانيكية عام ٢٠٠٤؛
- اقتراح مشروع قانون للحفاظ على نوعيّة الهواء عام ٢٠٠٥؛
- حظر استعمال البنزين المشبع بالرصاص عام ٢٠٠١ وفقاً للقانون رقم ٣٤١؛
- حظر استعمال الديزل أويل/المازوت للمركبات الخفيفة عام ٢٠٠١ وفقاً للقانون رقم ٣٤١؛
- إقرار قانون السير الجديد عام ٢٠١٢؛
- أحكام أخرى من القانون ٣٤١:

  - استعادة الحكومة اللبنانيّة لعشرة آلاف لوحة لسيّاراتٍ عامّة مُرخَّصٍ لها؛
  - تقديم التحفيزات لأصحاب سيّارات النقل العام كي يجدِّدوا سيّاراتهم؛
  - حظر استيراد الباصات الصغيرة العاملة على الديزل أويل؛
  - تحديد النسب المسموح بها للانبعاثات من عوادم المركبات؛
  - إلزام المركبات العاملة على الديزل أويل بمعاييرالاتّحاد الأوروبي.

خلاصة الفصل الأول

في ظلّ غياب خطة شاملة لقطاع النقل، وعدم تبنّي سياسة واضحة من قبل الدولة في هذا الشأن، يعتمد المواطنون اللبنانيّون على سيّاراتهم الخاصّة للتنقّل اليومي، وتستمرّ معاناة بيروت الكبرى والمدن الرئيسية الأخرى كطرابلس وصيدا من ازدحامات السير الخانقة وما يرافق ذلك من زيادة في استهلاك الوقود وتلوث بيئي يفوق بكثير المستويات والمعاييرالعالمية واللبنانية، ما يؤدي في نهاية المطاف إلى زيادة في الفاتورة الصحية وفاتورة النقل وينعكس سلباً على الاقتصاد الوطني. ويلخص (الجدول ١٠) المشاكل التي يعاني منها قطاع النقل في لبنان والنتائج المترتبة عليها.

الجدول ١٠- ملخص المشاكل التي يعاني منها قطاع النقل في لبنان والنتائج المترتبة عليها

المستوى/الإطار	الأسباب	النتائج المباشرة	النتيجة النهائية
البنية التحتية لقطاع النقل والمواصلات	- وضع سيئ للطرقات؛ - غياب نظام فعال للنقل العام؛ - غياب نظام فعال لإدارة السير؛ - أسطول مركبات قديم.	- ازدحام للسير؛ - استهلاك إضافي للوقود؛ - تلوث البيئة؛ - زيادة في معدلات حوادث السير؛ - كلفة مرتفعة لتشغيل المركبات؛ - هدر الوقت.	- فاتورة نقل عالية؛ - فاتورة صحية عالية؛ - تأثير سلبي على الاقتصاد الوطني.
القوانين والإجراءات	١- نقص في القوانين المتعلقة بـ: - نوعية الهواء؛ - معاييرالانبعاثات من المركبات؛ - إدارة وتنظيم السير. ٢- نقص في الإجراءات المتعلقة بـ: - مخالفات قوانين السير؛ - المعاينة الميكانيكية؛ - استيراد المركبات.		
المواطن	- أسلوب قيادة سيئ؛ - اختيار غير اقتصادي للمركبات؛ - مخالفة القوانين.		

وسيعالج الفصل الثاني السبل والإجراءات الآيلة إلى تحسين قطاع النقل في لبنان.

ثانياً- السياسات والتدابير الآيلة إلى تحقيق حلول عملية في قطاع النقل في لبنان

ألف- الاستخدام المستدام للنقل

يؤمّن النقل المستدام الحاجات الأساسية للأفراد والمجتمعات بشكل آمن وأكيد، سواء لناحية تنقل الأشخاص أو لناحية نقل البضائع، دون الإضرار بالصحة العامة ولا بالنظام البيئي ومصالح الأجيال القادمة. لذا يتوجّب العمل على إبقاء النقل المستدام ضمن مساحة مثلث يحده من جهاته الثلاث: التنمية الاجتماعية المستدامة، والتنمية الاقتصادية المستدامة، والتنمية البيئية المستدامة.

والاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل مكوّن أساسي من مكونات النقل المستدام، وهو يفضي إلى:

١- تخفيف الانبعاثات والتلوث نتيجةً لاستهلاك كميات طاقة محددة ولاعتماد الوقود الأنظف في خدمات النقل.

٢- تحسين كفاءة الطاقة وتحديث وتأهيل البنية التحتية لقطاع النقل.

٣- تأمين خدمات النقل اللازمة عبر استهلاك الكميات الأدنى من الطاقة، مما يتطلب العمل على أربعة محاور:

(أ) تخفيف الحاجة إلى خدمات النقل؛

(ب) تقصير المسافات الواجب عبورها بين نقطة الانطلاق ونقطة الوصول؛

(ج) تخفيض الوقت اللازم لعبور مسافة معينة، بالحد من عرقلة السير وزحمة المرور؛

(د) تحسين كفاءة الطاقة اللازمة لتشغيل المركبات ضمن إطار استهلاك الوقود الأحفوري بكفاءة لإنتاج الطاقة الميكانيكية في محركات الاحتراق الداخلي للمركبات.

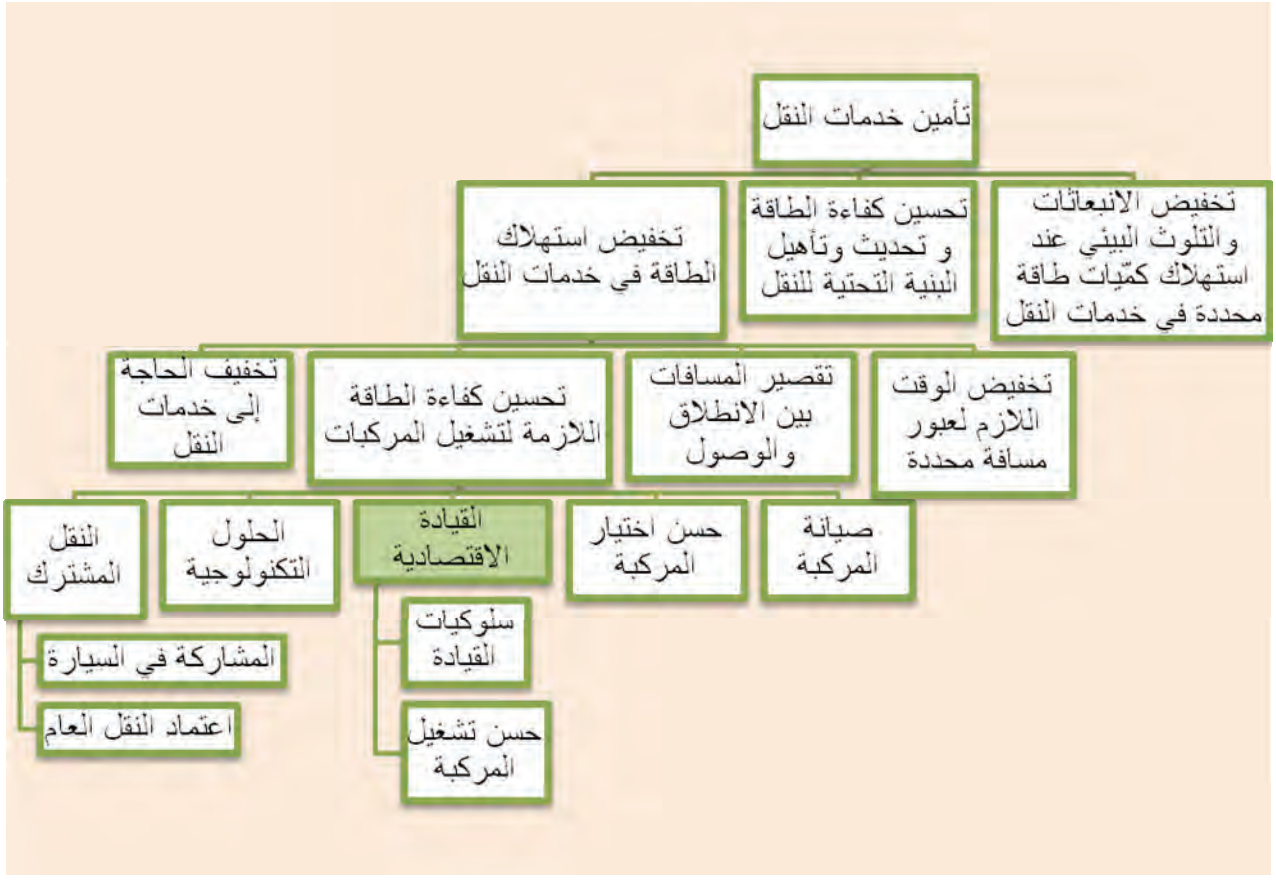
ويوضح (الشكل ١٣) مجالات العمل الرئيسية لتحقيق الاستخدام المستدام للطاقة في توفير خدمات النقل. ومن أجل الوصول إلى الغاية المنشودة، يجب على الدولة أن تأخذ بعين الاعتبار ستة جوانب حيوية عند تصميم عملية خريطة الطريق[٥١] وهي: مشاركة الأطراف المعنية، قيود الموارد، المساهمات الهامة، تصميم خريطة الطريق، الاقتناع والنشر، الرصد والتتبع.

ملاحظة: إن السياسات والمقترحات التي سيتناولها هذا الفصل، تعتمد في الكثير من جوانبها على التوجهات العامة التي جاءت في الدراسة الصادرة عن الإسكوا[٥٢] بعنوان "السياسات والتدابير للترويج للاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في منطقة الإسكوا".

(٥١) IEA, 2012e.

(٥٢) E/ESCWA/SDPD/2011/2.

الشكل ١٣- الاستخدام المستدام للطاقة



باء- السياسات والتدابير الآيلة إلى تحقيق الاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في لبنان

١- تخفيف الانبعاثات والتلوث عند استهلاك كميات طاقة محددة في خدمات النقل

(أ) اعتماد الوقود الأنظف كالغاز الطبيعي والوقود البيولوجي

من الناحية العملية، تتوفر إمكانات لاستخدام الغاز الطبيعي والغاز البترولي المسيّل والوقود البيولوجي حيث نسبة الهيدروجين أعلى منها في الوقود البترولي المستخدم (بنزين/غازولين، والديزل أويل/المازوت). فاستعمال الغاز الطبيعي مع تأمين الطاقة الحرارية ذاتها، يؤدي إلى تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٢٠ في المائة تقريباً[٥٣]. وهنالك خطة للاستفادة من الغاز الطبيعي[٥٤] في قطاع النقل من ضمن الخطة العامة لاستخراجه من المياه الإقليمية وجرّه من مصر. إن الاستفادة من أنابيب الغاز التي ستزوّد معامل الطاقة الكهربائية في لبنان يمكنها أن تقلل بشكل كبير من كلفة البنية التحتية اللازمة لاستعمال هذا الغاز في قطاع النقل.

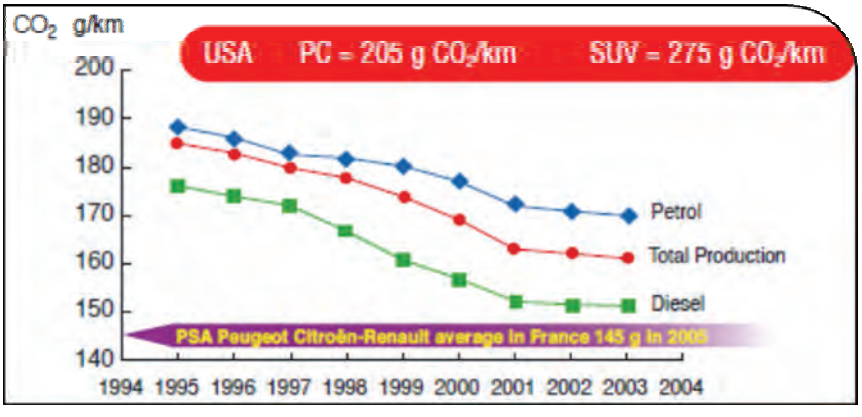
(٥٣) Onkar Singh, 2003.

(٥٤) الموقع الرسمي لوزارة الطاقة والمياه.

(ب) اعتماد وقود الديزل أويل الذي يحتوي على نسبة كبريت جد منخفضة (ULSD)

من المعلوم أن احتراق ليتر من الغازولين/البنزين ينتج ٢,٣ كلغ من ثاني أكسيد الكربون، واحتراق ليتر من الديزل أويل، حيث نسبة الكربون أعلى، ينتج ٢,٦ كلغ من ثاني أكسيد الكربون[٥٥]، لكن حسن كفاءة المحركات العاملة على الديزل أويل وفق دارة ديزل[٥٦]، يجعل حصيلة الانبعاثات الضّارة من محركات الديزل أويل أقل. فعلى سبيل المثال، إنّ عبور مسافة كيلومتر واحد بسيارة صغيرة من صنع أوروبي، يؤدي إلى إصدار ١٤٥ غراماً من ثاني أكسيد الكربون (معدل وسطي) في حال استعمال الديزل أويل، بالمقارنة مع ١٧٠ غراماً (معدل وسطي) عند استعمال البنزين/الغازولين كما يظهر في (الشكل ١٤)[٥٧]. لكن إمكانية استيراد السيارات والمركبات الخفيفة العاملة على الديزل أويل إلى لبنان ترتبط بنوعية هذا الأخير. فوفقاً للمعايير اللبنانية المعمول بها حالياً، الحدّ الأقصى المسموح به لمحتوى الكبريت في وقود الديزل أويل للمركبات هو ٣٥٠ ppm[٥٨]. وفي كانون الثاني/يناير ٢٠١١، وافقت اللجنة البرلمانية على التعديلات على القانون ٣٤١ لاستيراد المركبات الخفيفة العاملة على الديزل أويل والمتطابقة مع المواصفات والمعايير الأوروبية الأحدث ٦ Euro، ما يعني أن الديزل أويل الذي يحتوي على ١٠ ppm أو أقل فقط سيكون متاحاً في محطات التزود بالوقود[٥٩] إذا ما أُقرّت هذه التعديلات.

الشكل ١٤- تطور الانبعاثات الصادرة عن المركبات الجديدة للشركات الصانعة الأوروبية



المصدر: CCFA.

٢- تحسين كفاءة الطاقة وتحديث وتأهيل البنية التحتية للنقل

إن تطويرالبنية التحتية من طرقات وجسور وأنفاق ومواقف للسيارات ومحطات للباصات، حاجة أساسية وملحّة خصوصاً في بيروت الكبرى، مع الإشارة إلى أنّ عدّة مشاريع مهمة قد تم تنفيذها في حين يجري العمل على البعض الآخر مثل مشروع النقل الحضري لبيروت الكبرى ومشروع الأوتوستراد العربي. وتجدر الإشارة إلى أنّ تنفيذ هذه المشاريع يستوجب الاستعانة بآليات ومعدات مستهلكة للطاقة، والكثير من المواد التي يتطلب إنتاجها كميات لا يستهان بها من الطاقة كالزفت والإسمنت، كما أن تخطيط شبكات الطرق

(٥٥) Yunus Cengel et al., 1989.

(٥٦) المصدر السابق.

(٥٧) CCFA.

(٥٨) (ليبنور، مواصفة قياسية لبنانية رقم ٤٨٤:٢٠٠١) LIBNOR,.

(٥٩) HARTENERGY, 2011.

يتطلب الكثير من الصيانة والاهتمام لتحاشي الإضرار بالنظام البيئي. وبالتالي فهناك الكثير من الأمور الجديرة بالاهتمام والمعالجة ضمن خطط وطنية متكاملة، أسوة بسواها من المنشآت العائدة لكافة القطاعات، لكن البحث في هذه الأمور يخرج عن إطار هذه الدراسة.

٣- تأمين خدمات النقل اللازمة، عبر استهلاك الكميات الأدنى من الطاقة

(أ) تخفيف الحاجة إلى خدمات النقل

معالجة موضوع نقل البضائع وتنقل الأفراد تتم من خلال وضع سياسة اقتصادية واجتماعية تهدف إلى تقليل الحاجة إلى التنقل وتتضمن إجراءات وتصرفات معينة، منها على سبيل المثال:

(١) توفير فرص عمل في الريف عبر تشجيع إنشاء المؤسسات الصغيرة والمتوسطة وتعزيز انتشارها، وإنشاء المدارس والمعاهد الفنية والمراكز الصحية من مستشفيات وعيادات وخلافه بالمستويات الجيدة في الريف، وتحسين ظروف الحياة فيه اقتصادياً واجتماعياً، بحيث تنتفي الحاجة اليومية للتّوجّه إلى المدن، كما تنتفي الحاجة للسكن في المدن؛

(٢) اعتماد اللامركزية الإدارية بحيث لا يضطر مواطن بحاجة إلى الاستفسار عن موضوع ما و/أو إجراء معاملة ما في الدوائر الحكومية، إلى الانتقال من مركز سكنه و/أو عمله إلى مركز المحافظة أو العاصمة أو حتى التنقل بين عدة مراكز ودوائر حكومية لإنجاز المعاملة. وهنا يأتي دور الحكومة الإلكترونية والخدمات الإلكترونية، والاستفادة من إمكانيات البريد والبريد الإلكتروني ووضع الأنظمة التي تسهّل ذلك، بحيث تقل الحاجة إلى التنقل على الطرقات؛

(٣) الاستفادة من التسهيلات التي يوفرها البريد الإلكتروني وخدمات الإنترنت لإجراء معاملات البيع والشراء وغيرها، مما يتطلب تشريعات وأنظمة تتيح ذلك وتوضح آليات التنفيذ المنظِّمة لها.

(ب) تقصير المسافات الواجب عبورها بين نقطة الانطلاق ونقطة الوصول

وذلك عبر تخطيط شبكات الطرق المناسبة، والمسارات المباشرة، وإعادة إحياء خطوط السكك الحديدية (مثلاً الخط الساحلي الذي يربط المدن الساحلية: طرابلس، جبيل، جونيه، بيروت، صيدا، صور)، مع إنشاء محطات السّفر على مداخل المدن والبلدات بشكل مدروس وفق خطة تنظيم مدني متكامل.

(ج) تخفيض الوقت اللازم لعبور مسافة محددة

وذلك بتأمين الانسياب المروري للسيارات دون عرقلة. ومن المعروف حالياً أن من أكثر ما تعانيه المدن في لبنان، وخصوصاً بيروت وطرابلس، هو زحمة المرور في داخلها وعلى مداخلها، بحيث تستغرق المركبات ساعات أحياناً لعبور بضعة كيلومترات، مع ما يرافق ذلك من هدر للوقت واستهلاك زائد للمحروقات وانبعاثات ملوِّثة تفوق الحد المقبول، وقد ذكر الفصل الأول أسباب هذه الزحمة.

وهنا تبرز الحاجة إلى سياسات متكاملة في قطاع النقل، مع رؤية طويلة الأمد لمعدلات الزيادة السكانية في المدن وتطور الأنشطة الاقتصادية، بحيث يتم:

(١) وضع تنظيم مدني متكامل وتخطيط وإنشاء شبكات الطرق، وتعزيز البنية التحتية لتأمين خدمات النقل للوصول إلى المدن ومراكز الأسواق والجامعات والمدارس والمراكز الصحية والحكومية والمواقع السياحية؛

(٢) تنظيم حركة المرور وحسن إدارتها والاستفادة من تكنولوجيا الاتصالات في هذا المجال، بحيث يتم إعلام المواطنين عن حركة المرور وأمكنة الازدحام وأمكنة توافر المواقف ومدى استيعابها للسيارات القادمة، على غرار ما يحصل في عواصم البلدان المتقدمة؛

(٣) تشجيع النقل الجماعي، وتهيئة ظروف مؤاتية للاستثمار الخاص واعتماد الشراكة بين القطاعين العام والخاص في هذا المجال، وتطويره وتحسين خدماته لجهة الانضباط في المواعيد وتأمين الراحة للركاب؛

(٤) تشجيع المشاركة في السيارات الخصوصية (pooling-car)؛ ونذكر هنا التجربة الطلابية في الجامعة الأميركية في بيروت[٦٠]، بالإضافة إلى مواقع لبنانية أخرى على الانترنت[٦١] وصفحات على الفيسبوك تروّج لذلك. ومن المفيد أيضاً استخدام الدراجات الهوائية، والمشي داخل المدن المزدحمة؛

(٥) وضع قيود على دخول السيارات الخاصة إلى وسط المدينة؛

(٦) وضع جداول مرنة لأيام العمل بحيث يتم تخفيض أيام العمل الأسبوعية وتوزيع ساعات العمل على الأيام الباقية؛

(٧) تشجيع العمل من البيت، ويتطلب ذلك تحسين خدمات الانترنت عامةً.

(د) <u>تحسين كفاءة الطاقة اللازمة لتشغيل المركبات</u>

ضمن إطار استهلاك الوقود الأحفوري بكفاءة لإنتاج الطاقة الميكانيكية في محركات الاحتراق الداخلي للمركبات. ويكون ذلك عبر محورين رئيسيين:

(١) الأول: عبر الشركات الصانعة للسيارات، وذلك بتصميم وتصنيع السيارات والمحركات الأقل استهلاكاً للمحروقات؛

(٢) الثاني: عبر تحسين سلوكيات استعمال وقيادة المركبات بدءاً بحسن الاختيار لدى اقتنائها، ثم تشغيلها وصيانتها.

جيم- التحسينات والتعديلات التكنولوجية للسيارات والمحركات

في عام ٢٠٠٦ وصل عدد المركبات الخفيفة (Light Duty Vehicles – LDV) في العالم إلى ٨٠٠ مليون مركبة، حوالي ٨٠ في المائة منها تعمل على الغازولين (بينما في لبنان كل المركبات الخفيفة تعمل على الغازولين/البنزين). وقد وضعت المفوّضية الاوروبية (EC)[٦٢] المعايير لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصادرة من المركبات لتحدّدها، بحلول عام ٢٠٢٠، بما لا يتعدى ٩٠ غرام/كلم، وذلك يتطلب المضي قدماً

(٦٠) Autopooling AUB.

(٦١) Lebanon carpooling.

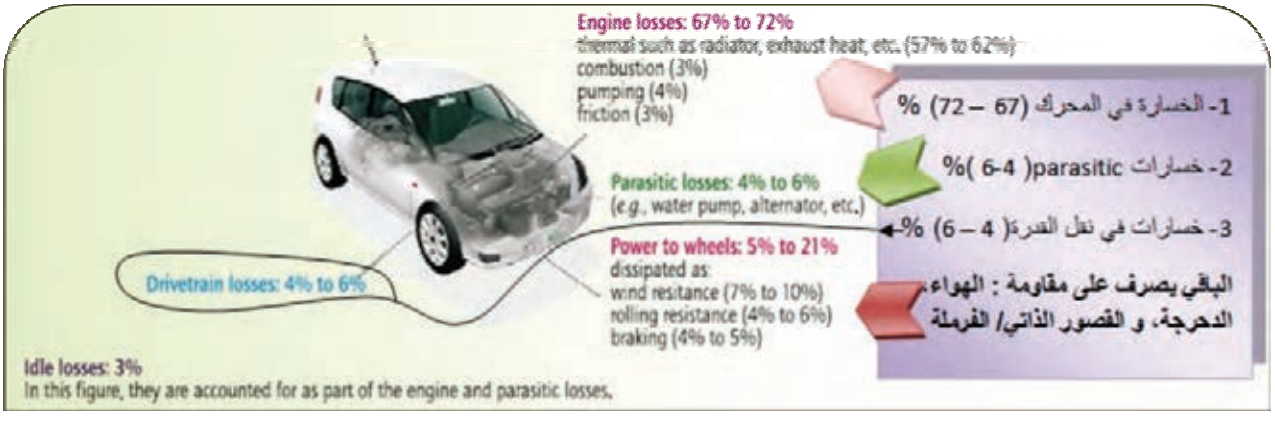
(٦٢) IEA, 2009a.

بالسياسات والتدابير الآيلة للوصول إلى هذا الهدف. وتلعب شركات صناعة المركبات دوراً محورياً بتصميم وتصنيع السيارات والمحركات الأقل استهلاكاً للمحروقات وتدخيل التعديلات والتحسينات التكنولوجية على صناعاتها التي من شأنها أن ترفع من كفاءة الطاقة المستهلكة في المركبات، ما يؤدي في النهاية إلى تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

يركّز هذا الفصل على الحالة الشائعة وهي المركبات ذات محركات الاحتراق الداخلي، مع الإشارة إلى إمكانية الاستفادة من التكنولوجيات الأحدث في مجال المركبات الكهربائية والسيارات الهجينة.

ويبيّن (الشكل ١٥) النسب التقريبية لخسارة الطاقة في المركبات[٦٣]. وتتوافر تكنولوجيات عدة لتحسين كفاءة الطاقة، وهناك سيارات عديدة معروضة حالياً في الأسواق تتميز بالتكنولوجيات الجديدة لتحسين الأداء وتوفير الوقود.

الشكل ١٥- تحوّل الطاقة في مركبة تستعمل محرّك احتراق داخلي



المصدر: IEA, 2012f.

ونستعرض فيما يلي بعض هذه التكنولوجيات:

١- المحرّكات وأنظمة الوقود

(أ) توقيت ورفع صمام متغير (variable valve timing)

يتم التحكم بفتح وإغلاق صمامات التحكم في تدفق الهواء والوقود إلى الأسطوانات والخروج منها (التوقيت) ومدى تحرك الصمامات (رفع) مما يؤثر على كفاءة المحرك، ويختلف ذلك مع سرعات المحرك العالية والمنخفضة.

(ب) إيقاف عمل الأسطوانات (cylinder deactivation)

بحيث يتم توقف بعض أسطوانات المحرك عن العمل عندما لا تكون هناك حاجة إليها، فيتحول المحرك مؤقتاً من ٨ أو ٦ أسطوانات إلى محرك من ٤ أو ٣ أسطوانات، ولا تُستخدم هذه التكنولوجيا في المحركات

(٦٣) IEA, 2012f.

ذات ٤ أسطوانات (يترافق هذا النظام مع إشارة في لوحة القيادة عند اشتغاله - ECO indicator في سيارات Honda، مثلاً Honda Acura RLX 2013 ذات محرك من ٦ أسطوانات)[٦٤].

(ج) الشحن التوربيني (Turbo-Charging)

بحيث يدخل الهواء المضغوط المنتَج بواسطة العنفة الضاغطة إلى داخل أسطوانات المحرك. يغذَّى الشاحن التوربيني من عادم المحرك أو من المحرك نفسه (Supercharging) حيث يسمح بحقن الهواء المضغوط والوقود في الأسطوانات مما يتيح توليد طاقة إضافية، وبالتالي أيضاً استخدام محركات بحجم أصغر (engine downsizing) دون التضحية بالأداء.

(د) حقن الوقود المباشر (direct fuel injection) مع الشحن التوربيني

في أنظمة حقن وقود البنزين التقليدية يُحقن الوقود ويُخلط مع الهواء قبل أن يتم ضخ مزيج الهواء والوقود في الأسطوانة. أمّا في أنظمة الحقن المباشر، فيتم حقن الوقود والهواء مباشرة إلى الأسطوانة بحيث يمكن التحكم بشكل دقيق في توقيت ورذاذ الوقود المحقون، مما يؤدي إلى نسب ضغط أعلى وكفاءة احتراق أكبر، مع أداء أعلى واستهلاك وقود أقل.

على سبيل المثال[٦٥]، أطلقت شركة Ford سياراتها Ford Focus 2012 مع محرك من ثلاث أسطوانات بسعة ليتر واحد ونظام EcoBoost الذي يستعمل الشحن التوربيني وحقن الوقود المباشر ليحل مكان محرك بسعة ١,٦ ليتر منتجاً نفس القدرة (٩٢ كيلوواط).

(هـ) تشغيل/إيقاف ذاتي (stop/start)

حيث يتم إيقاف المحرك تلقائياً عندما تقف السيارة وإعادة تشغيله عند الضغط على دواسة البنزين، بحيث لا يُهدر الوقود خلال توقف السيارة. بالإضافة إلى ذلك، غالباً ما تُستخدم عملية الكبح لتحويل الطاقة الميكانيكية خلالها إلى طاقة كهربائية (regenerative braking)، يتم تخزينها في بطارية تُستخدم للتشغيل (السيارة الهجينة).

ومن الجدير بالذكر أن شركة KIA قد أعلنت أن استخدام هذه التقنية، بالإضافة إلى استخدام حقن الوقود المباشر في (Kia Rio 2012)، سيعطي للقيادة في ظروف المدينة 7.85 L/100Km وللقيادة على الطريق السريع 5.88 L/Km[٦٦].

٢- أنظمة نقل القدرة (الحركة)

(أ) ناقل الحركة المتغير المستمر (Continuously Variable Transmission, CVT)

في معظم النظم التقليدية، يتحكم ناقل الحركة بنسبة سرعة المحرك على سرعة العجلة باستخدام عدد ثابت من التروس (Gear) المعدنية. وبدلاً من استخدام التروس، يُستخدم في هذه التكنولوجيا زوج من البكرات

---

(٦٤) Acura RLX.

(٦٥) Ford FOCUS.

(٦٦) KIA-Motors.

المتغيرة القِطر، المتصلة بواسطة حزام أو سلسلة يمكنها أن تنتج عدداً لا حصر له من نسب سرعة المحرك/العجلة. وتشمل مزايا هذا النظام تسارعاً سلساً بسبب تغييرالتروس وعدم الحاجة إلى الانتقال بشكل متكرر إلى نسب أدنى عند صعود التلال، وبالتالي كفاءة أفضل في استهلاك الوقود (قد تصل كفاءته الى ٩٣ في المائة، مقارنةً مع كفاءة ناقل الحركة الآلي وهي بحدود ٨٥ في المائة، وكفاءة ناقل الحركة اليدوي التي تصل إلى ٩٧-٩٨ في المائة)[٦٧].

(ب) ناقل الحركة اليدوي الآلي (Automated Manual Transmission, AMT)

ويجمع بين ميزات ناقل الحركة اليدوي وذلك الآلي؛ فكما هو معروف، ناقل الحركة اليدوي خسائره من الطاقة أقل، ومع ذلك، فإن معظم السائقين يفضلون الناقل الآلي لراحتهم. يعمل ناقل الحركة اليدوي الآلي على نحو مماثل للناقل اليدوي أي بخسائر أدنى من الطاقة، إلا أنه لا يتطلب تشغيل مخلب أو تحويلاً من قبل السائق، فيتم التحكم الآلي إلكترونياً مع الاستعانة بنظام هيدروليكي أو محرك كهربائي. ويقدّم الجدول التالي مقارنة بين الأنظمة المختلفة لنقل الحركة من حيث الكفاءة.

الجدول ١١- مقارنة الكفاءة بين أنظمة نقل الحركة المختلفة

Manual Transmission MT	Automatic Transmission AT	Automated Manual Transmission AMT	Continuously Variable Transmission CVT
ناقل الحركة اليدوي	ناقل الحركة الآلي	ناقل الحركة اليدوي الآلي	ناقل الحركة المتغير المستمر
٩٧ (في المائة)	٨٥ (في المائة)	(٨٧-٩٠) (في المائة)	٩٣ (في المائة)

المصدر: IEA, 2009b.

٣- تدابير مختلفة

(أ) الديناميك الهوائي (للسيارات والشاحنات)

تبيّن الدراسات التي قامت بها شركة VolksWagen[٦٨] على سيارات من طراز Golf، كيفية تطوّر مقاومة الهواء ومقاومة الدحرجة والتسارع بالنسبة للسرعة، فنلاحظ أنه، في حال القيادة داخل المدينة، ٤٠ في المائة من الطاقة المتوفرة لنظام نقل الحركة تُصرف على التسارع (للتغلب على القصور الذاتي) وأما في حال القيادة على سرعات مرتفعة (٩٠ و١٢٠ كلم/س)، فتُصرف الطاقة بالدرجة الأولى على مقاومة الهواء والباقي يُصرف لمقاومة الدحرجة (الشكل ١٦). وتتأثر مقاومة الهواء بثلاثة عوامل رئيسية مرتبطة ببعضها حسب العلاقة التالية[٦٩]:

$$D = 0.5 \times C_D \times \rho \times V^2 \times A.$$

(D) قوة مقاومة الهواء، (C_D) معامل مقاومة الهواء، (ρ) كثافة الهواء، (V) سرعة المركبة/الهواء و(A) مساحة المركبة المواجهة للهواء.

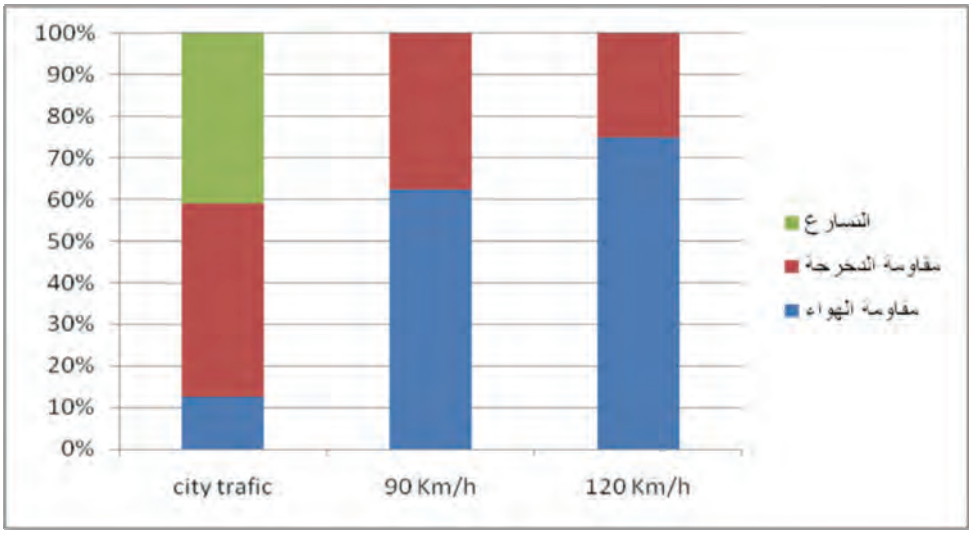
(٦٧) IEA, 2009b.

(٦٨) Crolla, 2009.

(٦٩) Anderson, 2001.

ويتبيّن من هذه المعادلة التأثير المضاعف لسرعة المركبة على قوة مقاومة الهواء، فإذا ضاعفنا السرعة مثلاً مرّتين فإنّ المقاومة ستزداد أربعة أضعاف، والقدرة المطلوبة للتغلب على قوة مقاومة الهواء ستزداد ثمانية أضعاف، وبالتالي سيزداد استهلاك الوقود ما يؤدي أيضاً إلى زيادة الانبعاثات. أما معامل مقاومة الهواء (Drag coefficient) فيتعلق بالانسيابية الايروديناميكية للمركبة ويتراوح بين ٠,٣ و٠,٤ للسيارات (Toyota Prius لسيارة $C_D = 0.25$)[٧٠]، وأما المساحة المواجهة للهواء فتقليلها يكون على حساب صالون المركبة عادةً. في (الجدول ١٢) نلاحظ تأثير المساحة المواجهة ومعامل المقاومة على قدرة المحرك المطلوبة للتغلب على مقاومة الهواء لسير المركبة بسرعة ٩٠ كلم/س.

الشكل ١٦- تطور المقاومات الثلاث الرئيسية بالنسبة لسرعة السيارة



المصدر: Crolla, 2009.

الجدول ١٢- القدرة المطلوبة للتغلب على قوة مقاومة الهواء
(V = 90 Km/h)

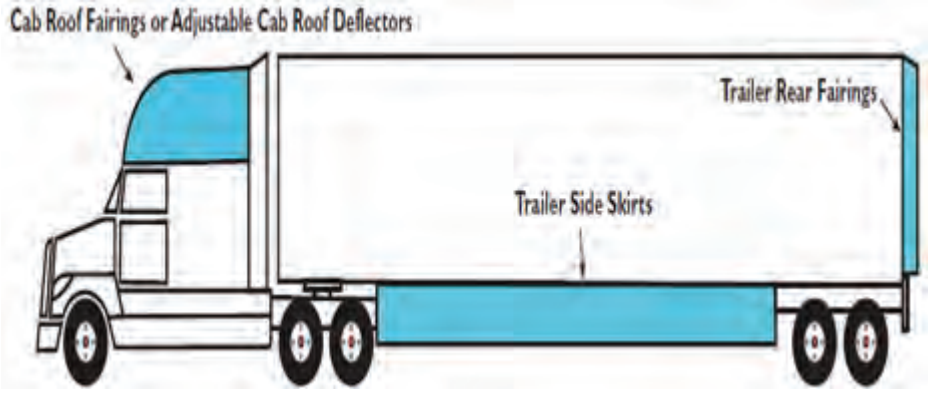
المركبة	المساحة المواجهة (m^2) A	معامل المقاومة الهوائية C_D	المقاومة الهوائية (KN) D	القدرة المطلوبة للتغلب على قوة مقاومة الهواء (KW) P
			$D= 0.5\ C_D\ \rho\ v^2 A$	P = D x V
VW GOLF	١,٩١	٠,٣٥	٠,٢٦	٦,٤
Mercedes 500 SEL	٢,٠٦	٠,٣	٠,٢٤	٥,٩
Porshe 944 turbo	١,٩	٠,٣٣	٠,٢٤	٦
شاحنة للنقل البري	٩	٠,٧	٢,٤١	٦٠,٣
	٩	٠,٦	٢,٠٧	٥١,٧
	٩	٠,٥	١,٧٢٥	٤٣,١

المصدر: Street et al., 1998.

(٧٠) Toyota fuel economy.

ويبين (الشكل ١٧) القطع الأساسية (باللون الأزرق) التي يجب تركيبها على الشاحنات من أجل تخفيف مقاومة الهواء، وبالتالي تخفيف استهلاك الوقود والانبعاثات.

الشكل ١٧- القطع الأساسية المستعملة على الشاحنات لتخفيف مقاومة الهواء



(ب) استعمال إطارات ذات مقاومة دحرجة منخفضة (Low Rolling-Resistance LRR Tyres)

إن ٢٠ في المائة تقريباً من الوقود المستهلك في المركبات يعود إلى عملية مقاومة الإطارات للدحرجة[٧١]. تنشأ هذه المقاومة نتيجة التغير في شكل الإطار (لأن المطاط مادة لينة وقابلة للتشكل)، وتتأثر بعدّة عوامل منها تصميم الإطار (قياس/حجم، مواد التصنيع ...) وظروف عمله (ضغط الهواء، الحمل، الحرارة ...). عندما يقل ضغط الهواء داخل الإطار، يزداد مقدار التفلطح (التغيّر في الشكل) الملامِس للأرض، وبالتالي يمتص الإطار طاقة أكبر وتتحول إلى حرارة وصوت فتزداد هذه المقاومة. ويبيّن (الجدول ١٣) تصنيف الإطارات بحسب معامل مقاومة الدحرجة C_{RR}. إن استعمال الإطارات (Run-Flat) التي صُممت لتأمين الحماية القصوى في حال فرغ الإطار من الهواء بسبب عطل ما، يسمح للسائق السير بمركبته لفترة معينة دون أن يتعرّض للخطر، وتكون المركبة عادةً مزودة بنظام لمراقبة الضغط في الإطارات (System TPMS Tyre Pressure Monitoring) لإشعار السائق بالمشكلة (سيتمّ تناول موضوع الإطارات بالتفصيل وكيفيّة اختيارها لاحقاً).

الجدول ١٣- معامل مقاومة الدحرجة لبعض الإطارات الحديثة

	Bridgeston Firestone	Piereli P6000	Continental Ameri	Goodyear Invicta	Michelin Energy
C_{RR}	٠,٠٠٦٢	٠,٠٠٩٥	٠,٠٠٧٨	٠,٠٠٨١	٠،٠٠٩

المصدر: National Academy of Sciences, Transportation Research Board, 2006.

(ج) أنظمة التكييف والتبريد

(١) استعمال CO_2 (R-744)، HFC-152a (R-152a)، HFO-1234yf (R-1234yf) كغازات تبريد بدلاً من HFC-134a المستعمل حالياً نظراً لضآلة تأثيرها على الاحترار العالمي (الجدول ١٤). والجدير

(٧١) IEA, 2007a.

بالذكر أن شركات Daimler, BMW, VolksWagen ستستعمل غاز ثاني أكسيد الكربون[٧٢] في سياراتها الجديدة نظراً لقدرته المنخفضة على الحبس الحراري كما هو مبين في (الجدول ١٤)؛

الجدول ١٤- مقارنة بين الغازات بحسب قدرتها على الحبس الحراري

	CO_2	R-1234yf	R- 152a	R-134a	R-12
GWP(100 year)	١	٤	١٤٠	١٣٠٠	٨٥٠٠

المصدر: UNFCCC ,Global Warming Potentials.

(٢) استعمال المحرّك الكهربائي ذي السرعة المتغيّرة لتشغيل الضاغط وتحسين أنظمة التحكم بعمل الضاغط؛

(٣) تحسينات العزل الحراري (لون المركبة ونوعية الطلاء وتصغير مساحة الزجاج).

ان استعمال تلك التحسينات سيوفر تقريباً ٣-٤ في المائة من استهلاك الوقود في بلدان كإسبانيا[٧٣] ولبنان (إذ تتشابه الظروف المناخية نوعاً ما في هذين البلدين).

(د) استعمال مصابيح الإنارة الأمامية المصنوعة من (Xenon)

فبالرغم من كلفتها العالية بالنسبة للمصابيح الهالوجينية المستعملة عادةً في المركبات الجديدة، لكنّها تستهلك نصف ما تستهلكه المصابيح الهالوجينية لنفس قوة الإنارة، ما يجعلها اقتصادية على المدى البعيد، واستعمال (LED- Light Emitting Diode) لباقي المصابيح.

(هـ) استعمال المضخّات ذات التدفق المتغيّر (variable flow pumps)

في أنظمة التبريد والتزييت ونقل الوقود من الخزان، للاستفادة القصوى من تأقلم عمل المضخة مع تلك الأنظمة، فذلك يخفف كثيراً من الطاقة التي تستهلكها المضخة خلال عملها بالإضافة إلى إطالة مدة خدمتها[٧٤]. ويتم ذلك من خلال استعمال المحرّك الكهربائي ذي السرعة المتغيّرة لتشغيل المضخة و/أو استعمال آلية تغيّر التدفق من خلال التحكّم بوضعية الشفر في المضخات الشفرية على سبيل المثال.

(و) الرقابة الفاعلة على جسم السيارة (Active Body Control ABC)

هو نظام في السيارة لمعادلة الطرد المركزي الذي يجبر السيارة على الميل في المنحنيات عند السير بسرعات عالية، ويكون ذلك باستخدام نظام استشعار وتحكم الكتروني لرفع مستوى السيارة في الناحية المنخفضة عن طريق أسطوانة هيدرولوكية في المخمّد (Damper)، تتلقى أوامرها من الحاسب الآلي للسيارة (ECU). وفائدة ذلك المباشرة ليست فقط راحة الراكب، وإنما أيضاً ثبات العجلات بشكل أفضل على الأرض مما يزيد من الأمان في السيارة بشكل عام ويحسن أداءها.

---

(٧٢) Green car congress: Volkswagen to use CO2.

(٧٣) IEA, 2009c.

(٧٤) Wickerath et al., 2011.

(ز) استعمال مواد أخف لصنع هيكل السيارة وتجهيزاتها دون التضحية بشروط السلامة والأمان

(ح) استعمال لاقط أكاسيد النيتروجين للمحركات العاملة على الغازولين (NOx trap)

إلى جانب المحفّز الثلاثي (three-way catalytic converter)، للتخلّص بالحد الأقصى من انبعاثات أكاسيد النيتروجين.

٤- تقنيات المعلومات[٧٥]

(أ) نظام التوجيه والملاحة (Navigation System)

وهو يعتمد على المعلومات التي يؤمنها نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS)، بحيث يمكن لسائق المركبة تحديد موقعه الحالي وموقع المكان الذي يرغب بالتوجه إليه بإدخال معلومات على جهاز موجود في المركبة، فيتم بواسطة نظام التوجيه والملاحة تزويد السائق بالمعلومات عن المسار الأفضل الذي يمكنه اتباعه، وبذلك يتحاشى السائق اجتياز مسافات إضافية إذا لم يكن ملماً بالمنطقة التي يتحرك فيها. ويمكن لهذا النظام أيضاً تزويد السائق بمعلومات إضافية عن أمكنة معينة موجودة على المسار أو عوائق أو ما شابه.

(ب) نظام إدارة السير

ويشمل جمع المعلومات، التحليل والمحاكاة، تحديد الخيارات الفضلى، التوجيه والتحكم.

(١) جمع المعلومات: ويتم بواسطة أجهزة الاستشعار عن بُعد وأجهزة الكشف والإنذار. وتؤمن بعض الكاميرات ووسائل الاتصال الموجودة في أمكنة معينة انتقال هذه المعلومات عبر شبكة سلكية أو لاسلكية إلى مركز رئيسي في المدينة أو المنطقة؛

(٢) التحليل والمحاكاة: بعد إدخال المعلومات المتعلّقة بحالة الطرقات وحالة الطقس وأعمال الصيانة على الطرقات والمناسبات الخاصة من مؤتمرات وتجمعات والتي يمكن أن تؤثر على حركة السير، إلى قاعدة بيانات شبكة الطرقات، يتم تحليل كافة المعطيات عبر نظم وبرامج خاصة تحاكي واقع حركة السير، لتحديد أماكن الازدحام أو الحوادث ومعدل الوقت المطلوب للتنقل بين مكان وآخر؛

(٣) تحديد الخيارات الفضلى: بالاعتماد على نتائج عمليات التحليل والمحاكاة، وعلى كافة المعلومات المتوفرة كمستوى التلوث على الطرق مثلاً، وعلى الإحصاءات السابقة المخزّنة في قاعدة المعلومات، يتم وضع توقعات على المدى القصير والمتوسط لحالة الطرقات، واستخلاص الخطط المثلى لتنظيم السير، مع تحديد خطط رديفة في حال وقوع حوادث مفاجئة. ويمكن للخيارات الفضلى أن تترافق مع خطط تحكم بإشارات السير الضوئية وتوجيه عناصر شرطة السير لإعطاء أولوية المرور على تقاطعات محدّدة؛

(٤) التوجيه والتحكم: انطلاقاً من الخيارات الفضلى المحددة، يتم التحكم عن بُعد بإشارات السير الضوئية، وتوجيه رسائل إلكترونية ضوئية على الطرقات والتقاطعات الرئيسية، كما يتم إصدار معلومات عن حالة السير عبر الإنترنت والراديو والتلفزيون إلى المواطنين وشرطة السير.

---

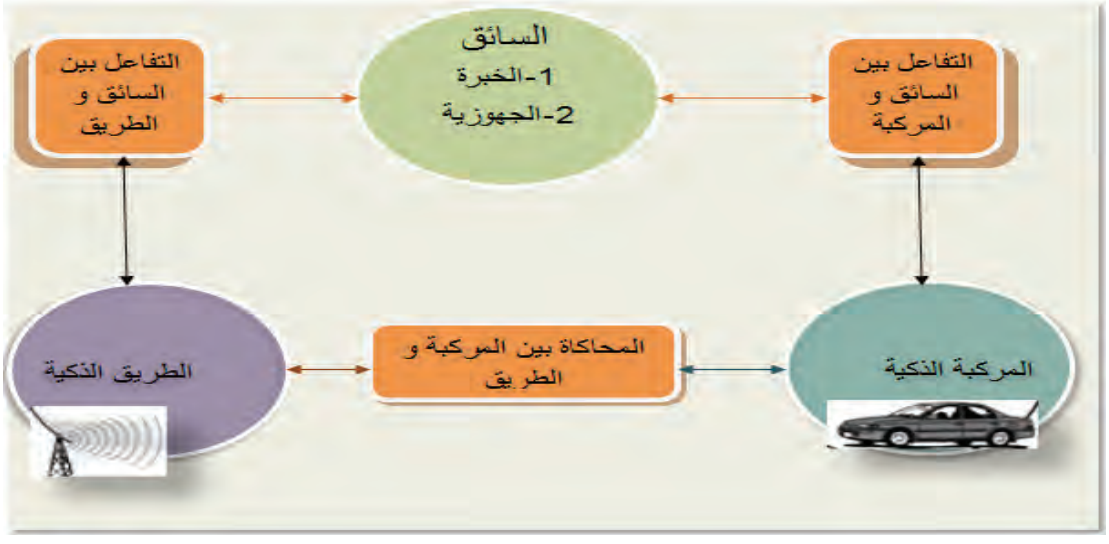
(٧٥) E/ESCWA/SDPD/2011/2 (بتصرف).

(ج) نظام إدارة مواقف السيارات

ويتولى إعطاء معلومات عن المواقف العامة للمركبات، مواقعها وسعتها ونسبة إشغالها، وذلك عبر شاشات ضوئية إلكترونية على الطرقات الرئيسية أو عبر الإنترنت، مما يوفّر على السائقين مشقة التجوال الإضافي لإيجاد مكان لِركن سياراتهم.

ونبيّن في (الشكل ١٨) العلاقة بين السائق والمركبة الذكية - smart vehicle (أي المجهزة بوسائل الاتصال، كنظام الملاحة) والطريق الذكية - smart road (المجهزة بالرادارات والكاميرات ...).

الشكل ١٨- التفاعل بين السائق والمركبة والطريق



٥- المركبات الكهربائية والهجينة[٧٦]

(أ) المركبات الكهربائية

تستخدم المركبات الكهربائية محركاً كهربائياً أو أكثر لتأمين قوة الدفع الميكانيكي، وبالتالي، فهي تتميز بكونها لا تصدر أي ضجيج ولا تؤدي إلى أي تلوث في مكان تشغيلها. وهناك عدة مصادر لتغذية المحرك الكهربائي بالطاقة الكهربائية.

(١) التغذية من الشبكة الكهربائية العامة؛

(٢) التغذية من بطاريات أو مكثفات محمولة على المركبة، وسَبَق شحنها إما من الشبكة الكهربائية العامة باستخدام المآخذ الكهربائية الموجودة في المنازل أو في محطات متخصصة، وإما من وسائل مستقلة لإنتاج الطاقة الكهربائية، وقد يكون ذلك من مصادر الطاقة المتجددة أيضاً؛

(٣) التغذية من طاقة كهربائية منتَجة على متن المركبة باستخدام الطاقة النووية (في الغواصات النووية) أو الشمسية (في السيارات، الطائرات، المراكب)؛

(٤) التغذية من طاقة كهربائية منتَجة على متن المركبة باستخدام خلايا الوقود.

(٧٦) E/ESCWA/SDPD/2011/2 (بتصرف).

وتشكّل البطاريات الحلقة الأضعف في أية مركبة كهربائية، بسبب وزنها وحجمها وكمية الطاقة المحدودة التي تؤمّنها والمدة الطويلة نسبياً اللازمة لإعادة شحنها وأمد حياتها القصير مقارنةً مع الأجزاء الأخرى من المركبة، إضافة إلى كونها غالية الثمن عادةً.

(ب) المركبات الهجينة

تجمع المركبات الكهربائية الهجينة بين محرك الاحتراق الداخلي التقليدي والمحركات الكهربائية ذات نظام الدفع الكهربائي، فهي بذلك تستفيد من تقنيات مثل الكبح المجدِّد للطاقة، والذي يحوّل طاقة السيارة الحركية عند الكبح إلى طاقة كهربائية لتغذية البطارية، بدلاً من هدرها كطاقة حرارية كما يجري مع الفرامل التقليدية. وتستخدم بعض أنواع المركبات الكهربائية الهجينة محرك الاحتراق الداخلي أيضاً لتوليد الكهرباء بواسطة مولد كهربائي، لإعادة شحن بطارياتها أو لتغذية المحرك الكهربائي مباشرة. تنتج المركبات الكهربائية الهجينة انبعاثات أقل من مثيلاتها حجماً من السيارات العاملة على البنزين أو الديزل أويل، ويوجد في الأسواق أحجام مختلفة منها، كالشاحنات والحافلات والجرارات الهجينة، إلاّ أنّ السيارات الهجينة تبقى الأكثر شيوعاً. وقد تجاوزعدد السيارات الهجينة ٢٦٥ ٨٩٠ ١ مركبة[٧٧] في عام ٢٠١٠ في حين لم يكن العدد يتجاوز ٠٠٠ ١٧٥ مركبة[٧٨] في عام ٢٠٠٤.

٦- دورة حياة المركبات وتصنيفها من حيث مستوى الانبعاثات الصادرة منها

(أ) تحليل دورة حياة المركبات كأساس لاختيار الحلول المناسبة

يجب توخي الحذر من الإعلانات التي تروّج للمحرّك "عديم الانبعاثات" كونه يستخدم الطاقة الكهربائية، لأنه من الضروري معرفة مصدر إنتاج هذه الطاقة الكهربائية: أهو الوقود الأحفوري - وبأية كفاءة - أم الطاقة المتجددة، أم الوقود النووي، أم استعمال القطع المصنوعة من مواد خفيفة كالألمنيوم مثلاً بدل الفولاذ؟ فهنا تكمن أهمية استعمال مفهوم "دورة الحياة" والبصمة الكربونية عند استنباط الحلول الآيلة لتخفيف الانبعاثات من المركبات. هناك ثلاثة أنواع مشهورة من دورات الحياة هي: دورة الحياة "من المهد إلى اللحد" (cradle-to-grave)؛ دورة الحياة "من البئر إلى خزان الوقود" (well-to-tank)؛ دورة الحياة "من البئر إلى الإطارات" (well-to-wheel)، ومقارنة المركبات يجب أن تتم على أساس نفس الدورة (الملحق ٣).

(ب) تصنيف المركبات بحسب الانبعاثات التي تصدر منها

تُعدّ القوانين والمعايير الخاصة بتحديد نسبة الانبعاثات الصادرة عن قطاع النقل في ولاية كاليفورنيا، الأكثر تشدداً في العالم، ويتم تصنيف المركبات بحسب CARB على الشكل التالي: (الجدول ١٥).

الجدول ١٥- تصنيف المركبات بحسب CARB

Low Emission Vehicle (LEV)	Ultra-Low Emission Vehicle (ULEV)	Super Ultra-Low Emission Vehicle (SULEV)	Partial Zero Emission Vehicle (PZEV)	Advanced Technology Partial Zero Emission Vehicle (AT- PZEV)	Zero Emission Vehicle (ZEV)
مركبة ذات انبعاثات منخفضة	مركبة ذات انبعاثات منخفضة للغاية	مركبة ذات انبعاثات منخفضة بشدّة	مركبة بدون انبعاثات تقريباً	مركبة ذات تكنولوجيا متطورة وتقريباً بدون انبعاثات	مركبة بدون انبعاثات

للاطلاع أكثر على هذا الموضوع، ننصح بتصفّح المواقع التالية: US EPA وCalifornia EPA. (الملحق ٤).

(٧٧) EIA, 2013.

(٧٨) IFP, 2012.

وفيما يلي جدول يلخص تأثير استعمال التكنولوجيات المتعددة والتعديلات والتحسينات الممكنة على المركبات من أجل تخفيض استهلاك الوقود، وبالتالي تخفيض الانبعاثات وخصوصاً ثاني أكسيد الكربون (الجدول ١٦).

الجدول ١٦- تأثير التحسينات المحتملة في المركبة على استهلاك الوقود وكلفته

التحسينات/التعديلات	محرك الغازولين (للمركبات الخفيفة LDV)	
	نسبة التوفير في الوقود (في المائة)	الكلفة EURO/VEHICLE
تصميم واستعمال مواد منخفضة الاحتكاك	٢	٣٥
استعمال إطارات ذات مقاومة دحرجة منخفضة	٣	٣٥
تحسينات ايروديناميكية	٢	٥٠
تخفيض الاحتكاكات في منظومة نقل القدرة/الحركة	١	٥٠
استعمال مكونات منخفضة الوزن	٢	٥٠
إدارة الطاقة (تحكّم)	٣	١٠٠
توقيت ورفع صمام متغير	٢	٢٣٠
تحسينات في الأنظمة الاضافية/المساعدة	٥	٣٥٠
تحسينات في الدوائر الحرارية	١٤	٤٠٠
تخفيض شديد في حجم المحرك	١٧	٥٢٠
استعمال نظام نقل الحركة المزدوج	٦	٧٠٠
تخفيض شديد في الوزن	١٢	١٠٠٠
المجموع الوسطي قبل استعمال المحرك الكهربائي (بدون تهجين)	٥١	٣٥٢٠
تهجين المركبة	٢٥	٢٧٥٠
المجموع الوسطي بعد استعمال المحرك الكهربائي (تهجين كامل)	٦٣	٦٢٧٠

المصدر: IEA,2009d

خلاصة الفصل الثاني

في نهاية هذا الفصل، يجدر إلقاء الضوء على نتائج عدة دراسات[٧٩] قامت بها الوكالة الدولية للطاقة IEA، وقد تناولت السياسات والإجراءات والجدوى الاقتصادية للحالات التالية (الجدول ١٧):

- استعمال النقل العام (public transport use)؛
- المشاركة في السيارة (car-pooling)؛
- العمل من المنزل (increasing telecommuting)؛
- جدولة أيام وساعات العمل (compressed work-day/week)؛
- تحديد السرعة القصوى للسير (speed limit reduction)؛
- القيادة الاقتصادية والصديقة للبيئة للمركبات (eco-driving)؛
- وضع قيود على سير المركبات (driving bans).

(٧٩) IEA, 2005.

الجدول ١٧- نسبة التوفير في الوقود من خلال اعتماد بعض الإجراءات البسيطة في الدول المنتسبة لوكالة الطاقة الدولية

	سياسات تحقيق التوفير	التوفير اليومي للوقود (ألف برميل)	التوفير في النقل البري (في المائة)	التوفير الكلي للوقود (في المائة)
سياسات زيادة استخدام النقل العام	تخفيض أسعار تذاكر النقل العام	٢٨٠	١,٤	١
	نقل عام مجاني	٥٦٣	٢,٨	٢
	زيادة خدمة النقل العام خارج أوقات الذروة	١٨٨	٠,٩	٠,٧
	زيادة خدمة النقل العام في أوقات الذروة وخارجها	٢٣٢	١,٢	٠,٨
	السماح لوسائل النقل المشتركة بالعمل ٢٤ ساعة	١٧	٠,١	٠,١
	إضافة طرقات لوسائل النقل المشتركة لـ ٢٤ ساعة عمل	٣٤	٠,٢	٠,١
سياسات زيادة الرحلات المشتركة	إنشاء ممرات للرحلات المشتركة على الطرق السريعة، إضافة محطات ومواقف، برامج شاملة للمطابقة بين المشاركين	١٢٤٠	٦,٢	٤,٣
	برامج صغيرة للمطابقة بين المشاركين، وتوفير المعلومات للمشاركين	١٧٠	٠,٩	٠,٦
زيادة العمل من البيت	تعريف أصحاب العمل على فوائد التواصل عن بعد، فوائد بسيطة لتسهيل الاستثمار	٧٣٠	٣,٧	٢,٦
تقليص ايام اسبوع العمل	تعريف أصحاب العمل على فوائد تقليص أيام أسبوع العمل	٥٢٠	٢,٦	١,٨
محظورات وقيود على القيادة	مزدوج/مفرد، تعزيز قوة الشرطة، نشر التعميمات	٤١٠٠	٢١	١٤
	حظر القيادة ١٠/١ ايام، تعزيز قوة الشرطة، نشر التعميمات، استعمال اللافتات	٤٩٠	٢,٤	١,٧
تخفيض السرعة القصوى	تخفيض السرعة القصوى إلى ٩٠ كلم/س، استعمال كاميرات مراقبة السرعة، تعزيز قوة الشرطة، نشر التعميمات، استعمال اللافتات	٥٧٠	٢,٩	٢
حملات لنشر القيادة الصديقة للبيئة	تعليم الناس على القيادة الصديقة للبيئة وتقديم بعض التحفيزات	٣٧٠	٥	٣,٥

المصدر: IEA, 2005.

يمكن للباحثين والمخطّطين الاستعانة بالجدولين ١٦ و١٧ لتقدير نسبة تخفيض استهلاك الوقود في قطاع النقل البري في لبنان، وكذلك تقدير نسبة انخفاض الانبعاثات خصوصاً ثاني أكسيد الكربون في حال اتُّبعت أي من الإجراءات التي وردت في هذا الفصل، ولكنّ ذلك يتطلب دراسات وأبحاثاً إضافية خاصة بالحالة اللبنانية.

ومن الملفت للنظر، أن وضع قيود على سير المركبات (مفرد/مزدوج) يؤدي إلى توفير في استهلاك الوقود يصل إلى ٢١ في المائة (الجدول ١٧)، وهذه نتيجة منطقية.

أما القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات، أو القيادة الصديقة للبيئة، فتؤدّي إلى تخفيض استهلاك الوقود بنسبة ٥ في المائة على المدى الطويل في دول كالدول الأوروبية واليابان وأمريكا الشمالية، حيث ظروف قيادة المركبات وحالة الطرقات وشبكة المواصلات وقوانين السير تُعتبر جيدة جداً بالمقارنة مع دولة كلبنان. ما يعني أن نسبة التوفير هذه يمكن أن تكون أكبر بكثير في لبنان، وهذا ما سيدرسه الفصل التالي.

ثالثاً- القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات

تعريف القيادة الاقتصادية، أو ما يسمّى بالقيادة الاقتصادية-البيئية أو القيادة الصديقة للبيئة (Eco-Driving)

هي طريقة وأسلوب في قيادة المركبات هدفها الأساسي الاقتصاد والتوفير في استهلاك الوقود بشكل لا يتعارض مع مبادئ السلامة العامة وأحكام قانون السّير، وهي في الأساس قيادة أخلاقية وحكيمة ومسؤولة. وتُعتبر القيادة الاقتصادية صديقة للبيئة[٨٠].

ألف- أبحاث ودراسات عن القيادة الصديقة للبيئة

١- أبحاث ودراسات عن القيادة الصديقة للبيئة في أوروبا

إن معظم الأبحاث عن القيادة الصديقة للبيئة التي أُجريت في المملكة المتحدة وأوروبا الغربية مبنية في الغالب على نتائج ما قبل وما بعد تجربة القيادة الصديقة للبيئة، وعلى تجارب القيادة لمسافات طويلة.

ففي عام ٢٠٠٤، قارنت التجارب بين استهلاك الوقود عند السائقين في المملكة المتحدة، قبل وبعد أخذ دروس في القيادة الصديقة للبيئة لمدة ساعتين. وقد أظهرت النتائج توفيراً في استهلاك الوقود بنسبة ٨,٥ في المائة بعد تلقي هذه الدروس[٨١]. أما في السويد، فقد بلغت نسبة التوفير ١٠,٩ في المائة بعد التدريبات[٨٢].

كما قام فريق أبحاث هولندي بدراسة تأثير اتباع إرشادات القيادة الصديقة للبيئة على استهلاك الوقود والانبعاثات. وبيّنت النتائج توفيراً في استهلاك الوقود بنسبة تتراوح بين ٧ و١٠ في المائة، وذلك حسب نوع السيارة. وأظهرت الدراسة كذلك أنّ نسبة انبعاث غازات NOx من السيارات العاملة على الديزل أويل عند قيادتها في المدن، هي أعلى بكثير ممّا هي عليه عند قيادتها في الريف، وربطت هذا الأمر بتوقيت تغيير وضعية علبة التروس وضعف القدرة على توقع حالة السير في المدن[٨٣].

بالإضافة إلى ذلك، أظهرت دراسة في بلجيكا إمكانية توفير استهلاك الوقود بنسبة ٥ إلى ٢٥ في المائة في حال اتباع الإرشادات الهولندية، كما بحثت في كيفية تطبيق السائقين لهذه الإرشادات ولاحظت أن لدى بعضهم استهلاك متزايد للوقود بسبب عدم فهمهم الصحيح للإرشادات[٨٤]، ومن هنا الحاجة إلى التعليمات والإرشادات الواضحة للسائقين.

وتَبيَّنت في عدد من التجارب التي أجرتها شركة فورد في أوروبا، إمكانية توفير استهلاك الوقود بنسبة ١٠ في المائة على المدى الطويل[٨٥]، بعد تدريب السائقين على القيادة الصديقة للبيئة. وقد أثبت مجلس السلامة المرورية الألماني (DVR) هذه النتائج، كما أظهرت الوكالة الهولندية للطاقة والبيئة (SenterNovem) نتائج مماثلة، فقد وجدت أنه بعد سنة من التدريب ينخفض استهلاك السائقين للوقود بنسبة تتراوح بين ١٥ و٢٥

---

(٨٠) CIECA, 2007.

(٨١) IEE, 2005 (TREATISE).

(٨٢) Johansson et al., 1999.

(٨٣) Vermeulen, 2006.

(٨٤) Van Mierlo et al., 2004.

(٨٥) IEE, 2009 (ECODRIVEN campaign).

في المائة؛ ولكنّ هذه النسبة تتراجع بعد مرور عام واحد على ممارسة القيادة الصديقة للبيئة، لتتراوح بين ٤,٧ و٨ في المائة. وعليه، تقترح هذه الدراسات تجديد الدروس والتدريبات كلما عاد السائقون إلى عادات القيادة القديمة[٨٦].

الإطار ٢- دراسة حالة في السويد[٨٧]

في عام ٢٠٠١ قررت إدارة أحد مراكز الإسعاف في إقليم AISAB التابع لستوكهولم، عاصمة السويد، أن تدرب سائقي سيارات الإسعاف العاملين لديها على القيادة الصديقة للبيئة من ضمن مشروع "سيارة الإسعاف الخضراء" "Ambulance Green". وفي البداية، تم اختيار ثلاث مجموعات من السائقين التابعين لثلاثة مراكز إسعاف لتلقي تدريبات على هذا النوع من القيادة، من خلال دروس نظرية وتطبيقية (عملية) ركّز فيها المدربون على ثلاثة محاور:

- ✓ التخطيط المسبق للرحلة؛
- ✓ القيادة بكفاءة؛
- ✓ الصيانة الوقائية للمركبة.

وكانت الفكرة السائدة لدى جميع السائقين، أن القيادة الصديقة للبيئة، تعني القيادة بسرعة بطيئة فأبدوا تخوفهم من أن ذلك سينعكس سلباً على الحالات الطارئة، التي تستدعي القيادة بسرعة زائدة، لضمان وصول المريض إلى المستشفى في أسرع وقت ممكن. وبعد سنة ونصف من تجربتهم لهذا النوع من القيادة أجرت الإدارة تقييماً عاماً تبين من خلاله:

- ✓ أن استهلاك الوقود قد انخفض ١٠ في المائة تقريباً؛
- ✓ أن معدل السرعة قد زاد وذلك انعكس إيجاباً على خدمة المرضى وخصوصاً في حالات الطوارىء؛
- ✓ أن شكاوى شركات التأمين انخفضت ٥٠ في المائة لأن أعطال سيارات الإسعاف كانت قليلة (حالة الإطارات والمكابح كانت أفضل بالمقارنة مع الحالات السابقة)

وفي عام ٢٠٠٥ قرر مجلس إقليم AISAB فرض إلزامية القيادة الصديقة للبيئة لجميع سائقي سيارات الإسعاف في الإقليم، من خلال خضوعهم لدورات تدريبية تجري من بعدها امتحانات.

بالاضافة إلى ذلك، يتم في الوقت الحالي استعمال الوقود الحيوي في جميع سيارات الإسعاف في الإقليم كما أنه يتم استعمال المواد المستدامة في هذه السيارات.

المصدر: WHO, 2008.

٢- أبحاث ودراسات عن القيادة الصديقة للبيئة في آسيا والمحيط الهادئ

استعانت الأبحاث اليابانية بنماذج محاكاة القيادة وبأجهزة رصد على متن السيارات. وبناءً على تجارب المحاكاة في عام ٢٠٠٧، استنتج الباحثون أن القيادة الصديقة للبيئة هي طريقة فعالة للقيادة باستثناء أماكن الازدحام[٨٨]. هذا الاستنتاج مدعوم بالدراسة الهولندية المذكورة سابقاً، والتي أثبتت أن انبعاثات غازات NOx ترتفع عند ممارسة هذه القيادة في المدن من قِبل سائقي السيارات العاملة على الديزل أويل[٨٩].

(٨٦) CIECA, 2007.

(٨٧) WHO, 2008.

(٨٨) Kobayashi et al., 2007.

(٨٩) Vermeulen, 2006.

وفي عام ٢٠٠٨، أطلقت شركة فورد "مبادرة القيادة الصديقة للبيئة" في بلاد آسيوية مختلفة وقامت بإعداد مدربين على هذا النوع من قيادة السيارات، كما تم تدريب ما يزيد عن ٠٠٠ ٥ سائق في الفلبين وفييت نام وتايلند وأندونيسيا[٩٠].

أما في أستراليا، فقد أجرت شركة Syme دراسة[٩١] حول تأثير حملات تلفزيونية لتشجيع المشاهدين على أمور مثل القيادة ببطء وسلاسة، وتفحص ضغط الإطارات، وضبط وتعيير المحركات، واعتماد مبادئ القيادة الصديقة للبيئة. ودرس الباحثون تأثير حملتين مختلفتين: الأولى شددت على توفير المال، والثانية على المواطنية الصالحة، فوجدوا أنه، بغض النظر عن الحافز، لم يكن للحملتين تأثير يُذكر على مواقف المشاهدين ونواياهم لتوفير الوقود في المستقبل.

٣- أبحاث ودراسات عن القيادة الصديقة للبيئة في العالم

في الولايات المتحدة الأمريكية، أجرت شركة فورد سنة ٢٠٠٨ اختبارات حول القيادة الصديقة للبيئة قبل إطلاق حملة موجهة إلى الزبائن. وأظهرت النتائج أن نسبة تحسين استهلاك الوقود مع القيادة الصديقة للبيئة وصلت إلى ٢٤ في المائة، وبناءً على هذا خططت الشركة للبدء بنظام التوجيه لزبائنها[٩٢].

وفي دراسة أخرى قام بها باحثون من جامعة كاليفورنيا[٩٣]، باستخدام المحاكاة والتجارب، عن تأثير قيادة المركبة مع real-timefeedback على انبعاثات الغازات السامة واستهلاك الوقود، وجدوا أنه عندما يتم نصح السائقين بسرعة محددة للقيادة، فإن توفير الوقود يزيد بنسبة تتراوح بين ١٠ و٢٠ في المائة، بالإضافة إلى تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بدون تأثير كبير على وقت الرحلة. وتبيّن أن نتائج المحاكاة، التي يمكنها أن تتبنى تكنولوجيا القيادة الصديقة للبيئة، كانت أفضل من نتائج التجارب الواقعية حيث يستطيع الباحثون فقط الحصول على معلومات تتعلق بالسرعة.

الباحثون أنفسهم أجروا سلسلة دراسات[٩٤] وجدوا فيها أن توفير استهلاك الوقود تحسَّن بنسبة ٦ في المائة عند القيادة في المدينة، فيما تحسَّن عند القيادة على الطرقات السريعة بنسبة ١ في المائة فقط، ويعود ذلك إلى الازدحام على الطرقات السريعة حيث أُجريت الدراسات.

من جهة أخرى، أظهرت الدراسات بشكل عام أن القيادة الصديقة للبيئة غالباً ما تؤدي إلى تحسين وقت السفر بدون تشجيع السرعة الزائدة[٩٥]، فالسائقون الذين يقودون بهذه الطريقة يسعون إلى الحفاظ على سرعة ثابتة وتجنب التوقف المفاجئ، ما يؤدي الى زيادة طفيفة في معدل السرعة. وقد أجرت شركة فورد وشركة) في المملكة المتحدة سباقاً في القيادة الصديقة للبيئة بمشاركة ٤٩٤ سائقاً، وقد أظهر Trust-Saving-Energy(السباق أن هذه القيادة تؤدي إلى معدل سرعة أقلّ مقارنةً مع القيادة التقليدية[٩٦]. ووجدت أيضاً حملة القيادة الصديقة للبيئة في سويسرا أن معدل انخفاض استهلاك الوقود لدى المشتركين في هذه القيادة أقل بنسبة ٦,١ في

(٩٠) Case study: EcoDriving: American Programs and Results, 2009.

(٩١) Syme et al., 1987.

(٩٢) Ford and Pro Formance drivers, 2008.

(٩٣) Matthew Barth et al., 2009.

(٩٤) Kanok Boriboonsomsin et al., 2010.

(٩٥) IEE, 2009 (ECODRIVEN campaign).

(٩٦) Ibid.

المائة بالمقارنة مع القيادة التقليدية[٩٧]، كما أظهرت انخفاض معدل حوادث السير بنسبة ٣٥ في المائة عند تطبيق هذه القيادة[٩٨]. وتعتبرالقيادة الصديقة للبيئة الأكثر أماناً لجهة تفادي السرعات المتزايدة والتسارع المفاجئ وتوقع حركة المرور بطريقة أفضل[٩٩]. وكشفت دراسات عديدة في أوروبا انخفاض معدل الحوادث ونسبة المطالبة بالتأمين لدى الشركات والسائقين المدرَّبين على القيادة الصديقة للبيئة[١٠٠].

باء- البرامج والحملات المروِّجة للقيادة الصديقة للبيئة

أطلقت العديد من البلدان حملات وبرامج وطنية تدريب السائقين الحاليين والجدد على القيادة بطريقة تحد من انبعاثات الغازات السامة. وقد اختلفت هذه الحملات والبرامج بين البلدان، ولكن جميعها ركّزت على التدريب والتوعية والتعليم، وتضمنّ العديد منها مسابقات للتشجيع على تقنية القيادة الصديقة للبيئة. وقد تركزت النسبة الأعلى من هذه البرامج في أوروبا، تليها آسيا والولايات المتحدة بنسب أقلّ.

١- البرامج والحملات المروجة للقيادة الصديقة للبيئة في أوروبا

أُطلقت العديد من المبادرات لتشجيع القيادة الصديقة للبيئة في أوروبا منذ عام ٢٠٠٥، ويُعدّ برنامج Intelligent Energy Europe (IEE) الذي أُنشئ لدعم مبادرات الحفاظ على الطاقة في أوروبا، من أهم مصادر التمويل للعديد من هذه المشاريع. ECODRIVEN هو واحد من أكثر هذه المشاريع انتشاراً[١٠١]، وقد استمرّ من كانون الثاني/يناير ٢٠٠٦ لغاية كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٨ في تسعة بلدان من الاتحاد الأوروبي لتعزيز القيادة الصديقة للبيئة عند مواطنيها. وصل هذا البرنامج إلى أكثر من ٢٠ مليون سائق في البلدان المشتركة، وأسفر عن تجنب انبعاث مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون بين ٢٠٠٦ و٢٠٠٩[١٠٢]. كما ونُفّذت برامج أوروبية أخرى بدعم من (IEE) ومنها مشروع TREATISE الذي عُمل به من كانون الثاني/يناير ٢٠٠٥ إلى حزيران/يونيو ٢٠٠٧، وهدفه تأمين تدريب مجاني لخبراء الطاقة والنقل، إذ تمّ تدريب ١ ٧٧٢ شخصاً على مواضيع مستدامة مثل الوقود والسيارات الأنظف والقيادة الصديقة للبيئة وإدارة النقل. وتمّ إطلاق ٤١ مشروع نقل محلي ما أدى إلى تجنب انبعاث ٩٥ ألف طن من ثاني أكسيد الكربون[١٠٣].

وفي تشرين الأول/أكتوبر من عام ٢٠٠٧، أنشأ الموقع الالكتروني المتعدد اللغات الخاص بـ (RECODRIVES)، محورَ المعرفة لمشاريع القيادة الصديقة للبيئة في جميع أنحاء العالم. ويهدف المشروع إلى مشاركة المعلومات والتطبيقات الناجحة عن هذه القيادة. وعموماً، أُجريت ٢١ تجربة في تسعة بلدان حققت توفيراً في استهلاك الوقود وصل إلى ٧,٥ في المائة[١٠٤].

Fleet Environmental Action and Assessment (FLEAT) هو مشروع ضخم آخر مصمّم خصيصاً لأساطيل السيارات، فهو يركز على إنشاء أنظمة لإدارة الأساطيل والتخفيض من استهلاك الطاقة وانبعاث ثاني

---

(٩٧) Ecowill: Benefits of ecodriving.

(٩٨) Ibid.

(٩٩) Syme et al., 1987.

(١٠٠) IEE, 2009 (ECODRIVEN campaign)

(١٠١) Ibid.

(١٠٢) Ibid.

(١٠٣) IEE, (TREATISE).

(١٠٤) Recodrive. IEE, 2009, Energy efficient transport.

أكسيد الكربون[١٠٥]، وأحد أهم مكوناته هو تعليم القيادة الصديقة للبيئة للسائقين العاديين والمدربين. بدأت نشاطات عديدة ضمن هذا المشروع سنة ٢٠٠٨ وانتهت بين ٢٠٠٩ و٢٠١٠، وتضمّنت حملات في كلّ من ألمانيا، أستراليا، إيطاليا، بلغاريا، رومانيا، هولندا، اليونان[١٠٦]، ونتج عن ذلك توفير في استهلاك الوقود للأساطيل المشتركة بنسبة ٧-٨ في المائة[١٠٧].

وتُعتبر هولندا سبّاقةً في تطبيق مفهوم القيادة الصديقة للبيئة وقد بدأت بذلك منذ أواخر عام ١٩٨٠. وأمّا البرنامج المحلي Het Nieuwe Rijden الذي بدأ في عام ١٩٩٩، متماشياً مع بروتوكول كيوتو، وتقرَّر تنفيذه حتى ٢٠١٠، ثم تمديده، فيهدف إلى تخفيف انبعاث ثاني أكسيد الكربون من خلال:

- اتّباع مناهج دراسية خاصة في مدارس تعليم قيادة السيارات؛
- اتّباع برامج لإعادة تأهيل السائقين؛
- استعمال أجهزة خاصة داخل السيارة لتوفير استهلاك الوقود؛
- مراقبة ضغط الهواء في الإطارات؛
- مراقبة سلوك السائقين من حيث نمط استهلاكهم للطاقة عامةً والوقود خاصةً.

ويعول في نجاح البرنامج على انتشاره بين الناس وفي المعاهد الخاصة، وعلى حملة التسويق التي تركز على المصلحة الفردية المباشرة كتوفير المصروف والراحة. وعلى أثر التقييم السنوي عن عام ٢٠٠٧، تبيّن أن المفهوم أصبح مألوفاً عند ٨٠ في المائة من السائقين و٩٠ في المائة من المدرِّبين الذين تدربوا على القيادة الصديقة للبيئة. وقد التزم بتطبيق البرنامج ثلث السائقين، فأسهموا في تجنب ما لا يقل عن ٠,٣ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون[١٠٨].

والحملة النمساوية Spritspar هي جزء من برنامج "klima:aktiv mobil" في مجال القيادة الصديقة للبيئة وتتضمن مسابقات سنوية، وحملات إعلامية واسعة، ودورات تدريبية وتأهيلية لسائقي السيارات والشاحنات والحافلات. وبحلول عام ٢٠٠٨، كان قد تم تأهيل ٢٠٠ مدرب، وأكثر من ٦ ٠٠٠ سائق على القيادة الصديقة للبيئة، كما انخفضت كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمعدل ٥٠٠ ألف طن سنوياً في الفترة الممتدة بين ٢٠٠٧ و٢٠١٢[١٠٩].

أمّا في فنلندا، فيتم تقييم السائقين في مجال القيادة الاقتصادية كجزء من التقييم العام، ولا يؤدي الأداء الضعيف إلى الرسوب ولكنه يعطي إمكانية لتحسين الأداء من جديد[١١٠]. وفي هولندا تم إدخال هذه القيادة في الامتحانات العادية للسائقين الجدد بدءاً من عام ٢٠٠٨.

وقد هدفت حملة ECOWILL[١١١] التي تم إطلاقها في أيار/مايو ٢٠١٠ إلى توسيع انتشار هذه القيادة داخل حلقات التعليم، من خلال تأمين برامج تدريبية لأوقات قصيرة للمدرِّبين المؤهلين في ١٣ بلداً هي ألمانيا، إسبانيا، إيطاليا، بولندا، تشيكيا، فنلندا، كرواتيا، ليتوانيا، المملكة المتحدة، النمسا، هنغاريا، هولندا، اليونان. وتهدف الحملة أيضاً إلى تجنب انبعاث ٨ ملايين طن من ثاني أكسيد الكربون في السنة بحلول عام ٢٠١٥.

---

(١٠٥) IEE, 2009 (FLEAT).

(١٠٦) IEE, 2009 (FLEAT).

(١٠٧) Ibid.

(١٠٨) Het Nieuwe Rijden, 2007.

(١٠٩) Klima: aktivmobil. Spritspar.

(١١٠) Mika Hattaka et al., 2004.

(١١١) Ecowill: the project.

وأمّا حملة ecoDRIVER المدعومة من الاتحاد الأوروبي[١١٢] فهدفها الأساسي تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع النقل بنسبة ٢٠ في المائة. وقد بدأ المشروع في الأول من تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١١ وينتهي في أيلول/سبتمبر ٢٠١٥، وقيمته ١٤,٥ مليون يورو.

٢- البرامج والحملات المروجة للقيادة الصديقة للبيئة في آسيا والمحيط الهادئ

في اليابان، يتمّ الترويج للقيادة الصديقة للبيئة بشكل واسع في ورش العمل وعلى مواقع الإنترنت[١١٣]، إذ عُقدت تسع ورش عمل في تموز/يوليو ٢٠٠٦ درّبت ٢٢٥ مشتركاً حققوا ٢٥,٧ في المائة كمعدل توفير وقود[١١٤]. ويتيح الموقع الإلكتروني الياباني (ReCoo) www.recoo.jp لأعضائه الدخول إلى الموقع وفحص أدائهم على مدار الساعة، كما يسمح لهم بمقارنة نسبة توفير الوقود لديهم مع غيرهم من الأعضاء. موقع آخر يؤمن نصائح القيادة الصديقة للبيئة للمتصفحين هو www.ecodrive.jp، ويخدمهم كبوابة لمواقع أخرى. كما أُطلقت الحملات الفردية على مستوى المدن في اليابان كذلك، ففي عام ٢٠٠٤، بدأت مدينة كيوتانغو برنامج القيادة الصديقة للبيئة التي تحتاج إلى أنظمة النقل الذكية داخل السيارة. هذه الأنظمة تبين إحصائيات القيادة للسائق وتزوده بالنصائح عن كيفية القيادة بتوفير أكبر. وبعد ستة أشهر من التجربة، أقرضت المدينة السائقين هذه الأجهزة لتشجيعهم على القيادة بهذه التقنية[١١٥].

وفي عام ٢٠٠٨، أطلقت شركة بريدجستون للإطارات حملة "Make Cars Green Eco-Drive Camp" في الصين[١١٦]. وفي أستراليا وزعت The Australian Automobile Association ملصقات ومنشورات عن القيادة الصديقة للبيئة. كما أُنجزت تدريبات عديدة تضمنّت معلومات مركزة حول هذه القيادة، وقد تم تقييم هذه التدريبات من قبل باحثين في جامعة موناش، فتبين أن السائقين بعدها قد خففوا استعمال المكابح بنسبة ٤١ في المائة[١١٧].

أما في لبنان، فقد أطلقت شركة IPT في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٢ "الحملة الوطنية لخفض تلوث الهواء في لبنان عبر ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع النقل البري"[١١٨]، التي ينفذها مركز IPT للطاقة (IPTEC)بدعم من وزارة البيئة والإسكوا وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي. وتُعدّ هذه الحملة الأولى من نوعها في لبنان في عدة مجالات وخصوصاً فيما يتعلق بالقيادة الصديقة للبيئة، وستتضمن حملات إعلانية لتعزيز الوعي العام فيما يتعلق بخفض تلوث الهواء، وترشيد استخدام الطاقة، والقيادة المراعية للبيئة، وأنواع الوقود الأنظف، بالإضافة إلى ورش عمل وندوات متخصصة بمشاركة خبراء في مجال الطاقة والنقل، وأنشطة بحثية مركزة بالتعاون مع القطاع الأكاديمي، كما ستسعى لإقرار التشريعات والنظم المتعلقة بموضوع الحملة، خصوصاً تلك التي تُدرس حالياً في المجلس النيابي؛ وتنتهي هذه الحملة بعقد مؤتمر ختامي لعرض النتائج المحققة. وتأتي هذه الدراسة التي تحمل عنوان "القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات: حل عملي لتخفيف استهلاك الوقود والتلوث البيئي في لبنان" في إطار هذه الحملة الوطنية.

---

(١١٢) Ecodriver – project overview.

(١١٣) IEA, 2007b.

(١١٤) IEA, 2007c.

(١١٥) Kyotango City Starts Ecodriving Project.

(١١٦) MAKE CARS GREEN, Bridgestone Corporation.

(١١٧) Symmons et al., 2009.

(١١٨) IPTEC, 2012.

٣- البرامج والحملات المروجة للقيادة الصديقة للبيئة في أمريكا الشمالية

أطلق اتحاد شركات صناعة السيارات في الولايات المتحدة في أيلول/سبتمبر ٢٠٠٨، نشاطاً محليّاً لزيادة توفير الوقود وتخفيض الانبعاثات الضارة. وقد بدأت الحملة بدعمٍ من حكومتي كاليفورنيا وكولورادو، ولكنها اتسعت فيما بعد لتشمل ١٦ ولاية أخرى هي: ألاباما، جورجيا، إيداهو، كنتاكي، ماريلاند، ميشيغن، ميسيسيبي، ميسوري، شمال كارولينا، أوكلاهوما، جنوب كارولينا، يوتاه، فيرجينيا، غرب فيرجينيا، بورتو ريكو، والجزر العذراء. كما أُعلن أيار/مايو ٢٠٠٩ "الشهر الوطني للقيادة الصديقة للبيئة" لإلقاء الضوء على الحملة وتشجيع سائقي الولايات المتحدة على قيادة اقتصادية أكثر(١١٩).

ولدى كندا كذلك مبادرة وطنية شاملة للقيادة الصديقة للبيئة(١٢٠)، تُسمى ecoENERGY، وهي جزء من استراتيجية ecoTRANSPORT الخاصة بكندا والتي أُنشئت لتعزيز الأهداف الاقتصادية والبيئية في قطاع النقل. ويتألف البرنامج من جزءين: ecoENERGY للسيارات الفردية، وecoENERGY للقوافل. يؤمن الأول أدوات تعليمية، مصادر على الانترنت، إعلانات، وإرشادات للقيادة، تتضمن autosmart video series وautosmart DriverEducation Kit، وهي جزء من برنامج تعليم السائق في مدارس تعليم القيادة؛ بينما يركز الثاني بشكل أساسي على القيادة الصديقة للبيئة للشاحنات والحافلات. وهناك بعض البرامج والحملات في هذا الخصوص (الملحق ٦).

وفيما يلي أهم النتائج:

- إن السائقين الذين يمارسون القيادة الصديقة للبيئة يحققون توفيراً في استهلاك الوقود بنسبة تتراوح بين ١٠ و١٥ في المائة بالمقارنة مع السائقين العاديين؛
- يميل توفير الوقود إلى الانخفاض كلما عاد السائقون إلى عادات القيادة السابقة؛
- إن المحاكاة (Simulation) غير قادرة على عكس الاختبارات الواقعية بشكل كامل، إلاّ أنها تتيح تدريب عدد أكبر من الطلاب، من دون الحاجة إلى طريق واقعية أو سيارة واقعية أو استهلاك للوقود؛
- بالإضافة إلى التدريب للحفاظ على عادات القيادة الجديدة، تبرز الحاجة لتقديم الحوافز إلى السائقين مثل المكافاة المالية لكل زيادة في نسبة توفير الوقود؛
- أجهزة الرصد على متن السيارة تساعد أيضاً على تحفيز السائقين للمحافظة على مبادئ القيادة الصديقة للبيئة. هذه الأجهزة قادرة على تسجيل المعلومات الآنية عن استعمال المكابح، وتغيير سرعة التروس (غيار السرعة)، واستهلاك الوقود، وتذكير السائق بإرشادات القيادة الصديقة للبيئة؛
- إن نشر التوعية ضروري لفهم استراتيجية القيادة الصديقة للبيئة، ودورها في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتوفير في استهلاك الطاقة ومنافعها على الصعيدين الشخصي والعام؛
- من المهم استعمال وسائل الدعاية المختلفة كالإعلانات، والمواقع الإلكترونية، والملصقات، والندوات، والبرامج التلفزيونية للترويج للقيادة الصديقة للبيئة؛
- الشراكة بين القطاعين العام والخاص كانت أيضاً عاملاً حاسماً لنجاح كلّ الحملات.

(١١٩) Auto Alliance and Gov. Schwarzenegger launch Ecodriving USA.

(١٢٠) ecoTRANSPORT strategy. Plans, spending and results.

جيم- السلوكيات الأساسية للقيادة الاقتصادية البيئية للسيارات والمركبات الخفيفة

١- مبادىء وأسس قيادة المركبات بشكل عام

يمكن للقارىء أن يطّلع على مبادىء وأسسس قيادة المركبات بشكل عام، وأصول القيادة في المدن والظروف الصعبة، وعلى مبادىء السلامة أثناء القيادة والمؤثرات السلبية على السائق (الملحق ٧).

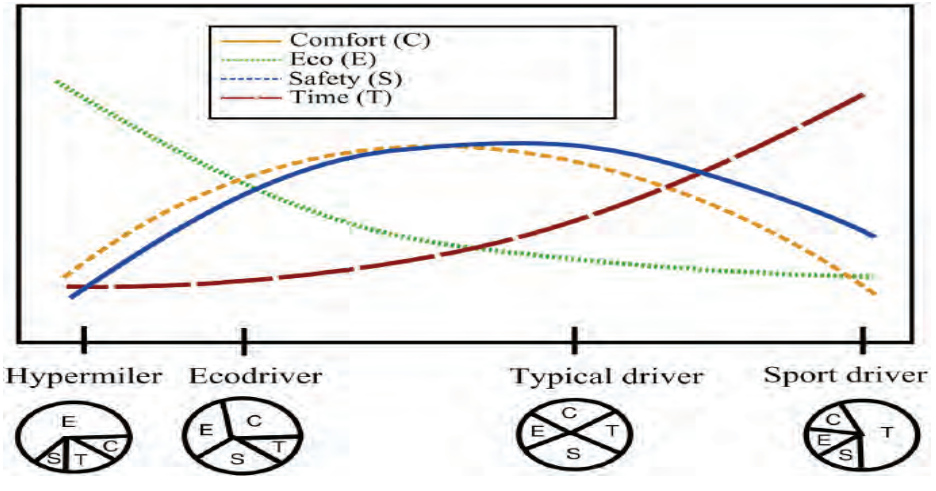
٢- مبادىء وأسس القيادة الصديقة للبيئة

تتفق جميع المصادر المختصة في قطاع النقل والمواصلات على الأسس والمبادىء العامة للقيادة الصديقة للبيئة. وهناك عدد كبير من المواقع على الانترنت التي تنشر وتشرح المعلومات وتعطي الإرشادات والنصائح المتعلقة بهذا الموضوع. نذكر منها: IEA, CIECA[١٢١]، US EPA، بالإضافة إلى المواقع الرسمية لشركات السيارات، وشركات الإطارات، والمنظمات التي تُعنى بالشؤون البيئية. وتتلخص فوائد هذه القيادة بالتالي:

- انخفاض في استهلاك الوقود؛
- انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛
- انخفاض في الانبعاثات المضرة بالبيئة وبصحة الإنسان؛
- انخفاض في مستوى الضجيج الذي يُعدّ من مصادر التلوث البيئي؛
- انخفاض في الاستهلاك التقني للمركبة، أي في كلفة التصليح والصيانة؛
- انخفاض في مستوى التوتر للسائق والركاب؛
- انخفاض في عدد الحوادث.

وإذا أخذنا العوامل الأربعة التالية: (الراحة، الاقتصاد أو التوفير في الوقود، السلامة، الوقت)، كأساس للمقارنة بين السائقين، (الشكل ١٩).

الشكل ١٩- تصنيف السائقين حسب عوامل: الراحة، توفير الوقود، السلامة، الوقت



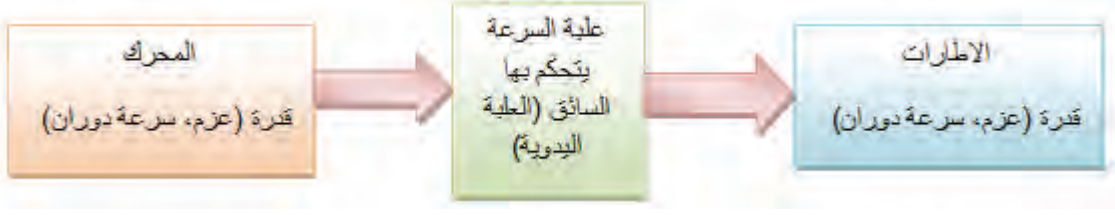
المصدر: Guillome Saint Pierre et al., 2012.

(١٢١) IEA, 25 Bright Ideas, *On the Road*.

(أ) السلوكيات والطرق التقنية للقيادة الاقتصادية

إن محركات الاحتراق الداخلي تعمل بأقصى كفاءتها من حيث استهلاكها للوقود (specific fuel consumption in g/KW.h) في ظروف تحددها العوامل التالية: العزم (Engine Torque- T)، سرعة دوران المحرك (Engine speed of rotation- N)، قدرة المحرك (Engine power- P). ونلاحظ أن هنالك منطقة N-T، يكون فيها مصروف الوقود لكل كيلوواط من القدرة في أدنى مستوياته. من جهة أخرى، تصمم المحركات لتلبي حاجة المركبات، علماً أن المركبة يمكنها السير بسرعة معينة وبظروف محددة قد تتلاءم أو لا تتلاءم مع ظروف عمل المحرك بكفاءته القصوى، من حيث استهلاكه للوقود. الأمر الآخر الذي يلزم ذكره هو أن نقل القدرة من المحرك إلى الإطارات، وبالتالي تحويل هذه القدرة إلى قدرة تسيير المركبة بالسرعة المطلوبة، تتم من خلال علبة السرعة (Gear box) التي يقتصر دورها على تغيير سرعة الدوران على حساب العزم، والعكس صحيح (الشكل ٢٠). وتُصرَف القدرة المتاحة عند الإطارات للتغلب على مقاومة دحرجة الإطارات، مقاومة الهواء لسير المركبة، الخمول الذاتي، قوة الجاذبية (في حال سير المركبة صعوداً). وللاطلاع على خارطة نموذجية لمحرك يعمل على الغازولين، (الملحق ٥).

الشكل ٢٠- انتقال القدرة من المحرك إلى الإطارات عبر علبة السرعة



نستنتج مما سبق، أن تقنيات قيادة المركبات الهادفة إلى تخفيف استهلاك الوقود ترتكز على الاختيار الملائم لغيار السرعة في الوقت المناسب، من أجل ملائمة القدرة المطلوبة من جهة المركبة (speed-v and force-F)، والقدرة المتوفرة من جهة المحرك (speed of rotation-n and torque-T) بحيث تكون نقطة عمل المحرك في الدائرة الحمراء (الملحق ٥).

استناداً لذلك ننصح السائق بما يلي:

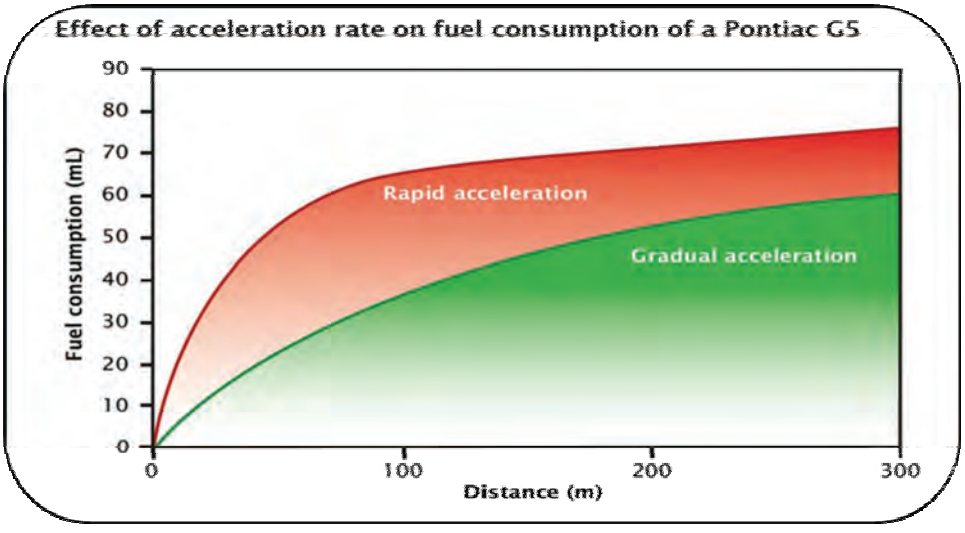
(١) زد السرعة بسلاسة (Progressive acceleration) بالضغط على دواسة الوقود بسلاسة وبطريقة تدريجية لتوفير الوقود في المدينة، فكلما ازدادت السرعة بقسوة ارتفع استهلاك الوقود (الشكل ٢١)؛

(٢) حافظ على سرعة ثابتة: إذ أظهرت الاختبارات أن زيادة السرعة وتخفيفها بوتيرة مطّردة يزيد من استهلاك الوقود. فعلى سبيل المثال، بينت دراسة يابانية[١٢٢] أن زيادة السرعة وتخفيفها بين ٧٥ و٨٥ كلم/س كل ١٨ ثانية يزيد من استهلاك الوقود بنسبة ٢٠ في المائة، وبنسبة ٤٨ في المائة في حال تم التغيير كل ١٢ ثانية (الشكل ٢٢). إن استخدام نظام تثبيت السرعة (Cruise Control) على الطرقات السريعة يساعد على الحفاظ على سرعة ثابتة وبالتالي يخفف من استهلاك الوقود؛

(٣) تجنّب السير بسرعات عالية: أغلب السيارات تعمل بأقصى كفاءتها على سرعة تتراوح بين ٥٠ و٨٠ كلم/س (الشكل ٢٣)؛

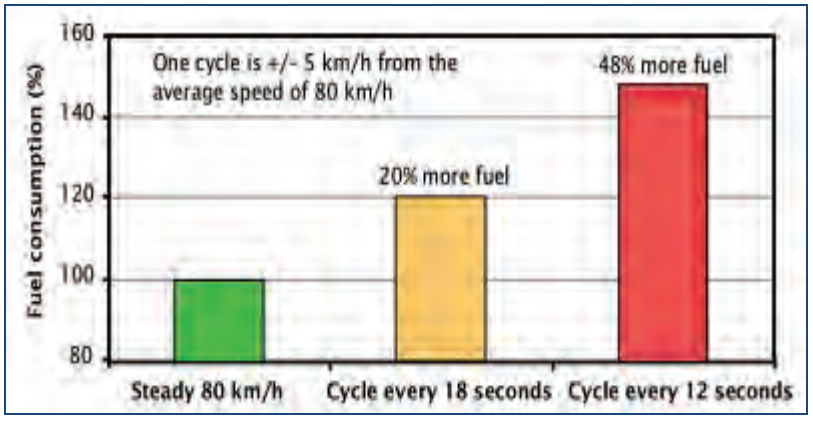
(١٢٢) Natural resources Canada, maintain a steady speed.

الشكل ٢١- تأثير التسارع على استهلاك الوقود



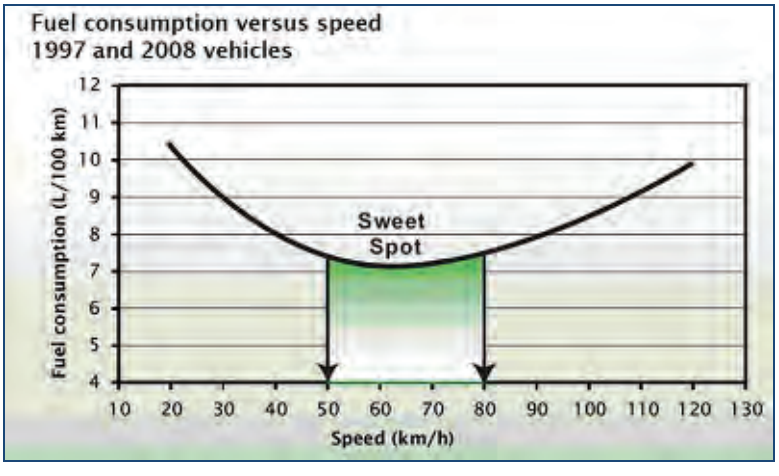
المصدر: Natural Resources Canada, Accelerate gently.

الشكل ٢٢- تأثير تواتر تغيير السرعة على استهلاك الوقود



المصدر: Natural resources Canada, maintain a steady speed.

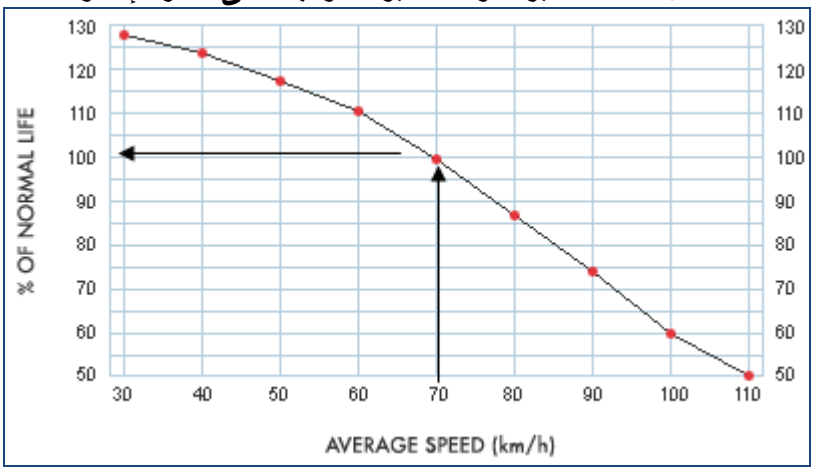
الشكل ٢٣- علاقة سرعة سير المركبة مع كمية استهلاك الوقود



المصدر: Natural resources Canada, avoid high speeds.

كما أن السير بسرعة زائدة يقصّر من فترة خدمة الإطارات (العمر التقني للإطارات)، على افتراض أن باقي العوامل الأخرى المؤثرة على حياة الإطار (كضغط الهواء في الإطار وطبيعة الطريق) تبقى ثابتة (الشكل ٢٤).

الشكل ٢٤- تأثير سرعة سير المركبة على عمر الإطار



المصدر: The Rubber Association of Canada, Be Tire Smart.

ملاحظة: إن السرعة القصوى المسموح بها بحسب قانون السير في لبنان[١٢٣] هي ١٠٠ كلم/س على الطرقات السريعة (الأوتوستترادات).

(٤) خفف السرعة بسلاسة (Progressive Deceleration). يمكنك غالباً تخفيف السرعة بتدرّج في حال تركت مسافة ملائمة بين مركبتك والمركبات أمامك، وكنت مراقباً متيقظاً لوضع السير أمامك وإلى جوانبك، وذلك يتطلب تركيزاً على القيادة، إلى جانب الخبرة طبعاً. فإذا وجدتَ ضرورةً للتوقف، خفّف قدمك عن دوّاسة الوقود، ولا تستمرّ في زيادة السرعة لتستخدم الكابح في اللحظة الأخيرة، فهذا الأسلوب يهدر الوقود بتحويل الطاقة من الحركة إلى حرارة الاحتكاك في المكابح ويزيد كذلك من تآكل الإطارات والمكابح؛

العديد من السيارات الجديدة مجهّز بنظام الحقن الأوتوماتيكي الذي يوقف الحقن عند إزالة الضغط نهائياً عن دواسة الوقود. بهذه الطريقة، يمكن للسيارة أن تتوقف بدون استهلاك الوقود، وعندما تتوقف يُعاد ضخّ الوقود من جديد لتفادي توقف المحرك. أما في السيارات القديمة فيمكن استعمال الطريقة التقليدية – الوضعية الميتة/المحايدة (Neutral Position)؛

(٥) استعمل تقنية الـ Overdrive، إذ تستهلك السيارات كميات أقلّ من الوقود عندما تكون سرعة دوران المحرّك أبطأ. لذا فإن استخدام تقنية الـ overdrive في السيارات الأوتوماتيكية يخفّض استهلاك الوقود عند القيادة بسرعة ثابتة كما على الطرق السريعة، ويخفف أيضاً التآكل داخل المحرك؛

(٦) غيّر السرعة في وقت أبكر إذا كنتَ تقود سيارة ذات ناقل حركة يدوي، فيمكنك تغيير السرعة في وقت أبكر وحاول أن يتم ذلك على سرعة محرك تتراوح بين ٢٠٠٠-٢٥٠٠ دورة في الدقيقة. اعتمد التوجيهات التالية لنقل السرعة والحفاظ على سرعة قيادة ثابتة (على طريق منبسطة وليست منحنية)[١٢٤]:

(١٢٣) قانون السير الجديد، المواد ٢٤، ٢٦

(١٢٤) ECOWILL: the golden rules of ecodriving.

- المسنن الأول:السيارة لا تتحرك
- المسنن الثاني:٢٠ كلم/س
- المسنن الثالث:٣٠ كلم/س
- المسنن الرابع:٤٠ كلم/س
- المسنن الخامس:٥٠ كلم/س
- المسنن السادس:٦٠ كلم/س وما فوق
- واستعمل (Gear shift indicator) إذا توفر على متن السيارة.

(ب) الصيانة الوقائية

ينبغي تعزيز برنامج صيانة السيارة؛ فحتّى يكون أداء السيارة على أفضل وجه ولتظلّ محتفظة بأفضل قيمة عند إعادة بيعها، يجب صيانتها بشكل جيّد. أمّا إذا تُركت السيارة في وضع سيّئ، فقد يؤثّر ذلك سلباً على استهلاكها للوقود وعلى نفقات تشغيلها. وممّا يحّسن مستوى كفاءة استهلاك الوقود: نفخ الإطارات بالضغط الملائم، وتغيير الزيت بشكل دوري، بالإضافة إلى بقية إجراءات الصيانة الوقائية.

(١) الإطارات: تفحّص ضغط الإطارات مرة على الأقل شهرياً، وقبل السير بسرعات عالية، واحرص على أن يتم ذلك عندما يكون الإطار بارداً، وتأكد من أن ساعة قياس الضغط هي من النوع الجيد (إذا كنت تفحص الضغط في محطة وقود، اطلب من عامل المحطة أن يُجري القياس مستعملاً ساعة قياس جيدة، فإن لم تتوافر فابحث عن مكان آخر، كمركز خدمة إطارات معتمد أو مركز صيانة معتمد). يمكنك معرفة الضغط الصحيح بقراءة الملصق الموجود على باب السائق أو بقراءة دليل السيارة. لا تعتمد الضغط المكتوب على جدار الإطار (الشكل ٢٥)؛

يمكنك تخفيف استهلاك الوقود بنسبة ٣ إلى ٤ في المائة من خلال المحافظة على ضغط الإطارات المناسب[١٢٥]، عدا عن ما تتيحه من الأمان والخدمة لوقت أطول. (الجدول ١٨) يبين تأثير انخفاض ضغط الهواء في الإطارات على تآكلها وعلى استهلاك الوقود. وللمزيد من المعلومات عن الإطارات راجع فقرة الصيانة في الملحق ٣، أو راجع شركات الإطارات المعتمدة في لبنان أو مواقعها الرسمية على الانترنت. الجدير بالذكر أنه ابتداءً من ١ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٢، بدأت دول الاتحاد الاوروبي باستعمال اللاصقات الجديدة للإطارات[١٢٦]، والتي تبيّن ثلاث خصائص مهمة هي: مقاومة الدحرجة، مستوى الضجيج، تماسك الإطار على الطريق الرطبة (الشكل ٢٦). المقاومة الناتجة عن سير الإطار (مقاومة الدحرجة) هي عامل أساسي في قياس كفاءة الإطار، ولها تأثير مباشر على استهلاك الوقود. مجموعة من الإطارات الخضراء من فئة "A" تخفف استهلاك الوقود بنسبة ٧,٥ في المائة بالمقارنة مع الإطارات من فئة "G"، كما أنّ مسافة الفرملة على طرقات مبللة هي المسافة الأطول للتوقف على سرعة ٨٠ Km/h. بين كل فئة وفئة، هناك (٣-٦) امتار فرق في مسافات التوقف؛

(٢) بدّل زيت المحرك ومرشح/فلتر الزيت حسب جدول الصيانة: يمكنك التوفير في الوقود بنسبة ١ إلى ٢ في المائة باستخدام الزيت الذي ينصح المصنّع باستخدامه[١٢٧]. على سبيل المثال، إنّ

---

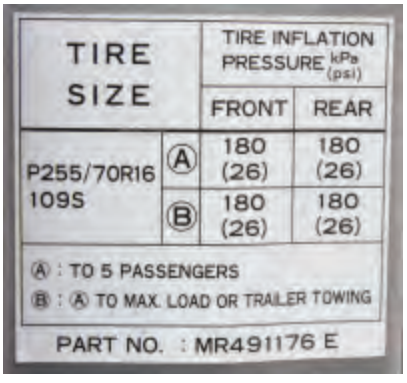
(١٢٥) Gas mileage tips: keeping your car in shape.

(١٢٦) EC, Energy Efficiency, Tyre Labelling.

(١٢٧) Gas mileage tips: Keeping your car in shape.

استعمال الزيت من نوع 10W-30 في محرك يحتاج إلى زيت من نوع 5W-30 يزيد استهلاك الوقود بنسبة ١ إلى ٢ في المائة، كما أن استعمال زيت 10W-30 لمحرك يعمل على زيت 10W-20 يزيد الاستهلاك بنسبة ١ إلى ١,٥ في المائة. ابحث أيضاً عن زيت محرك بميزة توفير الطاقة "Energy Conserving" التي يُرمز إليها بـ "API performance" للتأكد من احتوائه على إضافات لتخفيف الاحتكاك (الشكل ٢٧)؛

الشكل ٢٥- ملصق ضغط الإطارات الموجود على باب السائق

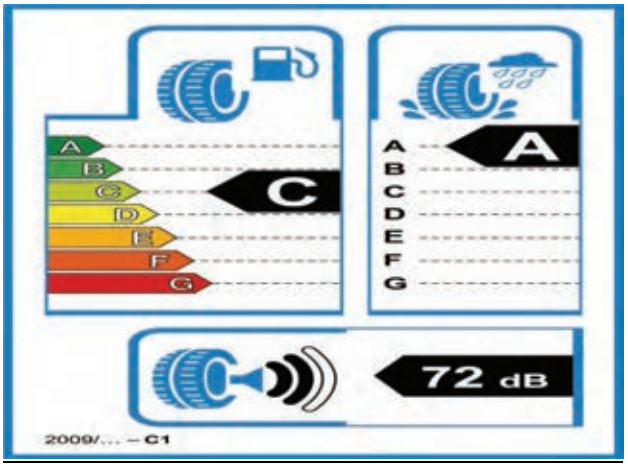


الجدول ١٨- تأثير انخفاض ضغط الهواء في الإطارات على تآكلها وعلى استهلاك الوقود

The Effects of Under Inflation on Tire Wear and Fuel Use		
Percentage of Under Inflation نسبة انخفاض الضغط (في المائة)	Percentage Wear Increase نسبة زيادة التآكل (في المائة)	Fuel Use Increase نسبة زيادة استهلاك الوقود (في المائة)
١٠	٥	٢
٢٠	١٦	٤
٣٠	٣٣	٦
٤٠	٥٧	٨
٥٠	٧٨	١٠

المصدر: The Rubber Association of Canada, Be Tire Smart.

الشكل ٢٦- الملصق الجديد للإطارات المستعمل حالياً في دول الاتحاد الأوروبي



المصدر: EC, Energy Efficiency, Tyre Labelling.

الشكل ٢٧- علامة "Energy Conserving" للزيوت

(٣) تأكد من نظافة مرشح الهواء وتبديله عند الحاجة. فقد أظهرت الدراسات[١٢٨] أن فلتر الهواء المسدود في السيارات الجديدة بجهاز حقن وقود مبرمج لا يحسّن مصروف الوقود ولكنه يحسن الأداء بنسبة ٦ إلى ١١ في المائة. هذا النوع من المحركات هو السائد في معظم السيارات العاملة على البنزين التي تم تصنيعها منذ أوائل عام ١٩٨٠. وبينت الاختبارات[١٢٩] أن تغيير فلاتر الهواء المسدودة في السيارات القديمة بالكاربيراتور يخفف استهلاك الوقود بنسبة ٢ إلى ٦ في المائة في ظروف التغيّر الطبيعية، وأكثر من ١٤ في المائة إذا كان الفلتر مسدوداً كثيراً؛

(٤) تأكد دائماً أن غطاء خزان الوقود محكم الإقفال.

وللاطلاع على المزيد من أسس ومبادىء صيانة المركبات، راجع الملحق ٨.

(ج) <u>إرشادات إضافية لتوفير الوقود</u>

(١) إنّ استخدام المكيف يؤدي إلى استهلاك الوقود بنسبة قد تصل إلى أكثر من ٢٠ في المائة، ولذلك حاول الاستعاضة عنه بفتح النوافذ داخل المدينة إذا أمكن، واستعمل مداخل التهوئة على الطرقات السريعة مع تجنب فتح النوافذ للتقليل من مقاومة الهواء. أما إذا كان المكيّف متطوراً، فاختر إعادة تدوير الهواء (لمدة ١٠ إلى ١٥ دقيقة) بدل إدخال هواء جديد وذلك من أجل تخفيف تأثير المكيف على استهلاك الوقود. وتجدر الإشارة إلى أنّه ابتداءً من سرعة ٨٠ كلم/س، يصبح استعمال المكيف أوفر من فتح النوافذ[١٣٠]؛

(٢) استعمل المردات الواقية من أشعة الشمس عند التوقف في النهار، وحاول ركن المركبة في الظل دائماً، فإن ذلك يخفف من الضغط على المكيف وبالتالي من استهلاك الوقود؛

(٣) أفرغ المركبة من أي حمل اضافي وانزع عنها حمالات الدراجات الهوائية أو حمالات المزالج أو البضائع التي تُعلّق على سطحها، فذلك من شأنه أن يخفف الوزن ويخفف من مقاومة الهواء، إذ تؤكد بعض الدراسات[١٣١] أن هذه الحمالات يمكنها أن تزيد استهلاك الوقود بأكثر من ٢٠ في المائة على سرعة ١٠٠-١٢٠ كلم/س؛

---

(١٢٨) Norman K. et al., 2009.

(١٢٩) المصدر نفسه.

(١٣٠) IEE, 2005 (TREATISE).

(١٣١) المصدر نفسه.

(٤) أطفئ المحرك دائماً عند التوقف لأكثر من دقيقة. والكثير من السيارات الحديثة باتت مجهزة بنظام Start/Stop الذي يعمل على إطفاء المحرك بعد ٣٠ ثانية من التوقف التام للمركبة (راجع فقرة التكنولوجيا الحديثة المستعملة في المحركات - الفصل الثالث من هذه الدراسة). إن إيقاف السيارة وتشغيل المحرك يستهلك من ربع إلى نصف غالون (حوالي ليتر إلى ليترين) من الوقود في الساعة حسب وزن السيارة واستعمال المكيف؛ اطفئ المحرك عند إيقاف السيارة، لأن السيارة لا تحتاج إلاّ إلى كمية قليلة من الوقود لإعادة تشغيلها؛

(٥) لا تحتاج السيارات الجديدة إلى تحمية محركها لأكثر من ٣٠ ثانية، خاصة على السواحل وفي فترة الصيف. أما السيارات القديمة وبالأخص تلك التي يُستعمل في محركاتها المكربن، فتستلزم فترة تحمية يمكن أن تصل إلى ٥ دقائق في الطقس البارد. وفي كل الأحوال، الانطلاق بالسيارة بهدوء وببطء يساهم في تحمية المحرك ويخفف من استهلاك الوقود والانبعاثات؛

(٦) حضّر لرحلتك باتباع التعليمات التالية: خطّط للطريق خصوصاً إذا كانت طويلة، وعند الإمكان، استعمل الطريق السريعة ذات الممرات الأربعة بدلاً من الممرين، وتجنب الطرقات المليئة بإشارات التوقف. عند الرحلات القصيرة، استمع لنشرة الطرق التي تسمح لك بالابتعاد عن الحوادث ومواقع الأشغال على الطرقات. ومهما كانت وجهتك، دائما خذ وقتك للوصول اليها، بالابتعاد عن ضغط القيادة ببطء. اجمع الرحلات وقم بمهماتك الواحدة تلو الأخرى وتجنّب القيادة في أوقات ازدحام السيّر. إن الرحلة الطويلة يمكنها أن تصل بالمحرك إلى الحرارة المناسبة للتشغيل بأكبر كفاءة ممكنة؛

(٧) استعن بالأجهزة المساعِدة والتكنولوجيات الموجودة في بعض السيارات الجديدة مثل البرامج الإلكترونية لتحديد الطرق، وأجهزة GPS لتحديد المواقع، وبرامج إدارة الوقود، لرفع درجة الكفاءة إلى حدّ أقصى. وتتيح منتجات أنظمة الاتصال والمعلوماتية إجراء مراقبة شبه آنية وجمع المعلومات، ممّا يرفع من مستوى السلامة، ويقلل فترات دوران المحرك أثناء التوقف، ويحّد من استهلاك الوقود، ويقلل من الانبعاثات الضارة.

٣- الأجهزة والانظمة المساعِدة للقيادة الاقتصادية

- أنظمة وأجهزة التوجيه والملاحة وأنظمة رصد حركة المرور، التي تُستخدم لتزويد السائقين بالمعلومات الآنية حول وضعية الطرقات ومسالك السير والازدحام (الفصل الثالث)؛

- أنظمة تستخدم مجسات داخل السيارة لرصد معلومات مثل: وضعية دواسة الوقود، وفعالية المحرك وناقل الحركة، والسرعة، لتزويد السائق بمعلومات آنية عن معدل توفير الوقود وتمكينه من تغيير نمط القيادة (تغيير السرعة Gear shifting). ويبيّن (الجدول ١٩) بعض هذه الأنظمة والأجهزة.

الجدول ١٩- بعض الأنظمة والأجهزة المساعِدة للسائق من أجل قيادة اقتصادية فعالة

المصنّع	الاسم	سنة الاطلاق	موجودة في	مواصفات
FIAT	Eco:Drive	٢٠٠٨	Grande Punto, PuntoEvo, Bravo, Croma, Qubo, Doblo, and 500 models	أنظمة تجمع معلومات عن كفاءة السيارة على USB، يُدخلها السائقون إلى كومبيوتر لرؤية الاحصائيات والإرشادات لتحسين كفاءة الوقود، وضع أهداف ومقارنتها مع الاخرين(١٣٢)
FORD	Gauge Smart -With Eco Guide	٢٠٠٩	2010 Fusion and Milan hybrid models	أجهزة تستعمل شاشتين LCD على الجهتين من مؤشر السرعة لعرض أنواع مختلفة من المعلومات تتضمن مستويات الوقود والبطارية والطاقة ومعدل الأميال(١٣٣)
HONDA	Eco Assist	٢٠٠٩	2010 Insight model	يعطي معلومات آنية للسائق عن كفاءة الوقود(١٣٤)
KIA	Minder-Eco	٢٠٠٨	Models with automatic transmission	يعطي ضوءاً أخضر عندما تصل السيارة إلى كفاءة عالية للوقود وأحمر في الحالة المعاكسة(١٣٥)
NISSAN	Pedal ECO	٢٠٠٩	Japan:Fuga model	يحسب معدل التسارع، وإذا كان السائق يمارس كثيراً من الضغط فإن دواسة الوقود تعود إلى الوراء(١٣٦)
TOYOTA	Eco Drive Indicator	٢٠٠٦	Select Models	يقع على لوحة أجهزة القياس، يضيء عندما تكون السيارة في حالة كفاءة عالية(١٣٧)

وفي الملحق ٩، نعطي بعض الأمثلة على هذه الأجهزة والأنظمة.

دال- حسن اختيار السيارات

إن اختيار السيارة التي ينبغي اقتناؤها يعدّ من أهم القرارات البيئية التي يمكن اتخاذها. فبإدخال بعض التعديلات الطفيفة على عملية اختيار السيارات يمكن تحقيق فوائد بيئية ومالية كبيرة. وهذه بعض الاستراتيجيات لتحسين عملية الاختيار:

- اختيار الحجم المناسب بعد دراسة الاحتياجات التشغيلية للسيارة، ومقارنة متطلبات الشاري مع فئات السيارات وأحجامها، ويؤخذ بعين الاعتبار أن بعض المواصفات الخاصة، مثل سيارات الدفع الرباعي أو المحركات ذات ٦ أو ٨ أسطوانات، يمكن أن تزيد التكاليف والانبعاثات الضارة؛
- اختيار السيارات الأفضل في فئتها من حيث الكفاءة في استهلاك الوقود والسعر المعقول؛

(١٣٢) Fiat: ecodrive.

(١٣٣) Ford's Smartguage with ecoguide.

(١٣٤) Honda, Eco Assist, ECON.

(١٣٥) Heewon Lee et al., 2010.

(١٣٦) Nissan, Eco Pedal

(١٣٧) Green car congress, (Toyota introduces ecodrive indicator).

- تقييم تكاليف السيارة على مدى دورة حياتها بما في ذلك كلفة الشراء واستهلاك الوقود والصيانة والاهتلاك وإعادة البيع؛
- الاستفادة من الحوافز والعروض المغرية مثل التقسيط المريح، والتحسينات الداخلية في السيارة كأجهزة الاستدلال على المواقع بواسطة الأقمار الصناعية، وغيرها من الحوافز التي تجعل السيارة أجدى اقتصادياً وأكفأ من حيث استهلاك الوقود.

وهناك مواقع إلكترونية[١٣٨] معروفة توفر معلومات يتم تحديثها دورياً حول المسافة التي تقطعها السيارات المختلفة لكل ليتر من الوقود، وما يوازيها من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما تختصّ مواقع أخرى بتقديم المعلومات عن السيارات الصديقة للبيئة، بالإضافة إلى معلومات حول نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل سيارة واستهلاكها للوقود، وتصنّف السيارات وفق علامات محدّدة من الأكثر تلويثاً (علامة ١٠٠) إلى الأكثر اخضراراً (علامة صفر). (الملحق ١٠).

ويُلاحظ أن بعض الطرازات المتوافرة في الأسواق اللبنانية، خصوصاً ذات الثماني أسطوانات، قد لا ترد في هذه المواقع الإلكترونية، لأنها مصنوعة خصيصاً بمحرّكات أكبر ونسبة استهلاك أعلى تلبية للطلب العام في البلدان العربية التي لا تنظم قوانينها هذه المواصفات. كما أن كثيراً من السيارات الواردة في القوائم تكون متوافرة في أسواق أخرى بطرازات هجينة، لكنها لا تباع في أسواق الشرق الأوسط، باستثناء عدد محدود من الطرازات الهجينة، بسبب غياب الأنظمة القانونية والحوافز التي تشجّع على اقتنائها.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن معظم تجّار السيارات في لبنان لا يقدّمون معلومات حول كفاءة استهلاك الوقود وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لا على مواقعهم الإلكترونية ولا في المنشورات الموزعة ولا حتّى في مراكز البيع، كما أنهم في معظم الأحيان لا يزوّدون الزبائن بـ "دليل المالك". لذا ينبغي على الزبون رفض شراء أي سيارة إذا لم يُزوَّد بهذه المعلومات حولها.

وفي الملحق ١١ جداولٌ جمعها المنتدى العربي للبيئة والتنمية (أفد)[١٣٩] لمجموعة من السيارات المتوافرة في أسواق الشرق الأوسط ولبنان، مصنّفة بحسب حجم المحرك، وحجم السيارة، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، علماً أنّ جميع السيارات الواردة في هذا الملحق هي من طراز ٢٠١١، وتعمل بالبنزين، ومجهزة بناقل حركة أوتوماتيكي، وفيها مكيف هواء، كما هي معظم السيارات التي تباع في لبنان. وتتضمن اللائحة معلومات عن المحرّكات حتى سعة ٣,٥ ليتر، وهي مستقاة من الصانعين ومصادر أخرى مستقلة. أما مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، فهي واردة بالغرامات لكل كيلومتر، ومعدل استهلاك الوقود وارد بالليترات لكل ١٠٠ كيلومتر.

وبالنسبة للمؤسسات والشركات، فيمكنها تحقيق مكاسب مجدية من خلال تشغيل "أسطول أنظف" من السيارات التابعة لها. وهذا لا يعني فقط زيادة عدد السيارات الهجينة أو العاملة على الوقود البديل، إنما المثابرة على تخفيض استهلاك الوقود وتخفيض الانبعاثات باتّباع عدد من الاستراتيجيات المنخفضة الكلفة أو العديمة الكلفة حتى، كاقتناء سيارات أصغر حجماً وأخف وزناً، وتقليل فترات تشغيل المحرك خلال التوقف، وتقصير المسافات التي يتمّ اجتيازها بحسن اختيار المسارات والطرق، وتخفيف الحمولة. ويبيّن (الجدول ٢٠) المعلومات اللازمة للبدء ببرنامج "أسطول أنظف" للشركات والمؤسسات.

---

(١٣٨) fueleconomy.gov, carfueldata.direct.gov.uk, edmunds.com.

(١٣٩) AFED, Energy Efficiency Handbook.

الجدول ٢٠- المعلومات المطلوبة لوضع برنامج استعمال كفوء لأسطول المؤسسات

المعلومات المطلوبة	الأجوبة	معلومات إضافية مطلوبة
ما هي المهمات الأساسية التي تؤديها المركبات؟	نقل وتسليم بضائع	معدّل الأوزان
ما هو عدد المركبات؟	١٠٠ (مثلاً)	نسبة التشغيل (لكل مركبة)
ما هو نوع المركبات؟	(يذكر النوع والفئة والمواصفات)	الوضع العملاني والتقني للمركبات
ما هو معدّل المسافات التي تُقطع في كل مهمّة/عدد المهمات؟	١٠٠ كلم (مثلاً)	خطوط سير المركبات
هل تتوافر مركبات في الشركة أكثر كفاءة في استهلاك الوقود يمكن أن تقوم بالمهمّة؟	تذكر المركبات إذا توافرت	امكانية استئجار او شراء مركبات جديدة
ما هي العمليات المعتمدة لمراقبة استهلاك الوقود؟	بونات الشركة أو غير ذلك	طريقة حساب الاستهلاك
هل تبذل جهود لتثقيف السائقين بشأن الاستعمال الكفوء للمركبات؟	نعم/لا	دورات تدريبية، (driving-eco)
ما هي كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أسطول المركبات سنويّاً؟	-	استعمال الحاسبات الكربونية
هل تعتمد المؤسسة برنامجاً بيئياً لمركباتها؟	نعم/لا	برامج مراقبة وصيانة
هل تدير المؤسسة أسطول مركباتها بنفسها أم تتعامل مع شركة مختصة بإدارة المركبات؟	نعم/لا	طريقة الإدارة والكلفة

وفي الملحق ١٢ بعض الأمثلة عن الدعايات المروّجة للقيادة الصديقة للبيئة وللسيارات "الخضراء".

خلاصة الفصل الثالث

لقد أثبتت جميع الدراسات والتجارب أن القيادة الصديقة للبيئة تؤدي إلى:

- انخفاض في استهلاك الوقود بنسبة تصل إلى ١٠-١٥ في المائة وأكثر بالمقارنة مع القيادة العادية؛
- انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛
- انخفاض في الانبعاثات المضرة بالبيئة وبصحة الإنسان؛
- انخفاض في مستوى الضجيج (وهو جزء من التلوث البيئي)؛
- انخفاض في الاستهلاك التقني للمركبة (تصليح وصيانة أقل)؛
- انخفاض في مستوى التوتر للسائق والركاب؛
- انخفاض في عدد حوادث السير.

إن الترويج للقيادة الصديقة للبيئة يحتاج إلى السياسات والخطوات التالية:

- نشر التوعية حول القيادة الصديقة للبيئة ودورها في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتلوث الهواء والمياه والتربة، والتوفير في استهلاك الطاقة، لما لذلك من منفعة على الصعيدين الشخصي والعام؛

- استعمال وسائل الدعاية المختلفة كالإعلانات، والمواقع الالكترونية، والملصقات، والندوات والبرامج التلفزيونية، والحملات الوطنية؛
- الشراكة بين القطاعين العام والخاص في تنظيم حملات للتوعية مثلاً، وذلك للاستفادة القصوى من التقديمات المتوفرة لدى القطاع الخاص؛
- تقديم الحوافز إلى السائقين والمشتركين في حملات القيادة الصديقة للبيئة.

وأخيراً، هنا مجموعة من الإجراءات المقترحة لتحسين قطاع النقل في لبنان، تشترك فيها الدولة عبر مؤسساتها الرسمية مع مؤسسات المجتمع المدني والمواطن (الجدول ٢١).

الجدول ٢١- الإجراءات المقترحة لتحسين واقع قطاع النقل في لبنان

الإجراءات المقترحة
التأكد من المواصفات المتعلقة بكفاءة المركبة واستهلاكها للوقود في مرحلة الاستيراد
تأمين الحوافز لشراء السيارات ذات التكنولوجيا المتطورة
تطبيق المرسوم ١٩٩٥/٦٦٠٣ المتعلق بمعايير تشغيل الحافلات والشاحنات التي تعمل على الديزل أويل ومراقبة كمية ونوعية الغازات المنبعثة
إصدار وفرض اجراءات صارمة على السيارات المستعملة المستوردة فيما يخص الغازات المنبعثة
تعديل نظام الضريبة على السيارات ورسوم التسجيل تماشياً مع البيئة
تفعيل المعاينة الميكانيكية واستعمال الحوافز
إعادة هيكلة وتحسين إدارة تنظيم المرور
إنشاء صندوق النقل وتعزيز الشراكة بين القطاعين الخاص والعام من أجل تخفيض العبء المالي لقطاع النقل على الميزانية العامة
تخفيف الازدحام في المدن عبر الحدّ من دخول الشاحنات إليها، والتحكم بعمليات التحميل والتفريغ، ومنع بناء المخازن في الطوابق الأرضية وتحت الأرضية للبنايات
منع سير السيارات الخاصة في منطقة الوسط التجاري في بيروت عبر تضييق المرور وإنشاء مواقف للسيارات مقرونة بضرائب مالية يجعل استعمالها في منطقة الوسط التجاري أكثر تكلفة (مقابل تأمين نقل بديل فعال)
تدريب سائقين خاضعين لاختبار القيادة وتحفيزهم للترويج للقيادة الصديقة للبيئة
تطبيق التحسينات التقليدية على حركة المرور/البت بقانون السير الجديد/التشدد في إعطاء رخص السوق
اعتماد نظام ضريبي ورسوم على الوقود والمواقف مقترناً بنشر الوعي فيما يخص النقل المستدام
تخفيض معدل عدد رحلات السيارات ومدتها من خلال اعتماد اللامركزية في المؤسسات العامة والأكاديمية والطبية، والتحسين اللوجستي وتبسيط المعاملات الإدارية الروتينية
الترويج للنقل الجماعي بواسطة السكك الكهربائية (مترو/ترامواي) على المدى البعيد
وضع إصلاحات تشريعية فيما يتعلق بقوانين التخطيط المدني ونزع الملكية الخاصة والضرائب والرسوم وقوانين السير

الخلاصة

كذلك أوضحت هذه الدراسة الإمكانيات المتوفرة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع النقل، وبالأخص من خلال القيادة الاقتصادية البيئية للمركبات وما ينتج عنها من تخفيض في استهلاك الوقود وفي معدلات انبعاث غازات الدفيئة لا سيّما غاز ثاني أكسيد الكربون والحد من التلوث. كما بيّنت الدراسة العوائق والتحديات التي تؤخر تحقيق هذه الأهداف. وأخيراً، لا بد من إعادة التأكيد على ما يلي:

١- إن السعي إلى تحقيق الاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل يدعم الأنشطة الاقتصادية المستدامة ويتكامل معها، ويشكل رافداً أساسياً من روافد الاقتصاد الأخضر ومكوناته، كما يؤدي تطبيق السياسات والإجراءات المقترحة إلى تخفيض استهلاك الطاقة والانبعاثات والتلوث في لبنان وبالأخص في بيروت الكبرى والمدن الرئيسية كصيدا وطرابلس.

٢- يعاني لبنان من نقص في الإحصاءات المتعلقة بقطاعات الطاقة والنقل، ومن دقة هذه الإحصاءات وتوقيت إصدارها إذا ما توفرت. ولأن وضع السياسات والإجراءات لا بد أن يرتكز على الوقائع والأرقام، تكتسب الإحصاءات والتحليلات الإحصائية أهمية كبرى كنقطة انطلاق لتحديد الأولويات من أجل صياغة السياسات على أساسها، وكوسيلة لمتابعة تنفيذ هذه السياسات بالاستناد إلى مؤشرات إحصائية محددة. لذلك، من الضروري تعزيز العمل على جمع ونشر البيانات الإحصائية الدقيقة.

٣- يعاني لبنان من ضعف التنسيق عموماً، وغيابه أحياناً، بين الأجهزة الحكومية المعنية بشؤون النقل، والطاقة، والبيئة، والتنمية، والتنظيم المدني، والتخطيط، والشؤون الاجتماعية. من هنا ضرورة وضع آلية للتنسيق بحيث تتكامل الجهود في جميع المراحل، بدءاً من وضع الخطط الوطنية الشاملة متضمنة سياسة النقل المتكامل، إلى تطوير التشريعات والأطر المؤسسية والتنظيمية، ثمّ متابعة تنفيذ تلك الخطط.

٤- يتطلب الاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل تعاوناً بين كل الجهات المعنية بقطاع الطاقة وبالتنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وهي جهات متعددة الاختصاصات والانتماءات والمسؤوليات والمصالح ويمثّلها:

- المستخدمون: المواطنون؛
- المسوّقون: كشركات توزيع المحروقات ووكالات بيع السيارات وقطع السيارات؛
- القائمون على أعمال التشغيل والصيانة: أي شركات النقل والشحن والصيانة والتصليح، والعاملون فيها؛
- مالكو المركبات، الخاصة منها والجماعية أو العامة، من القطاعين العام والخاص؛
- المشرّعون والمنظمون: من السلطة التشريعية والوزارات والهيئات الحكومية المسؤولة عن شؤون البيئة، والطاقة، والنفط، والنقل، والأشغال العامة، والصحة العامة، والمالية، والتنظيم المدني؛
- المخططون والمصممون والمنفذون لشبكات الطرق (مجلس الإنماء والإعمار) والتنظيم المدني والبلديات؛
- القائمون على تنفيذ القوانين (قوى الأمن الداخلي)؛
- الممولون، أي صناديق التمويل ومؤسسات التنمية؛
- المجتمع ككل بما فيه من جمعيات غير حكومية ناشطة في مجالات البيئة والإعلام والتربية والصحة والتنمية المستدامة؛
- المنظمات والهيئات الإقليمية والدولية: كالإسكوا، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وجامعة الدول العربية، واتحادات النقل؛

٥- من الضروري التأكيد على أهمية العمل على عدة محاور والتنسيق المستمر بين الجهات المذكورة أعلاه، فيُصار إلى وضع برامج عمل وطنية فيها مجموعة متكاملة من السياسات والإجراءات التي تراعي أولويات المجتمع الحالية واحتياجاته المستقبلية، وتتضمن:

- التخطيط المدني الشامل، بما في ذلك منظومة النقل المتكامل وشبكات الطرق، وإدارة حركة المرور تفادياً للازدحام، واعتماد التكنولوجيات الأحدث والمحروقات الأنظف، والالتزام بتطبيق التشريعات والمواصفات والمعايير الضرورية لتخفيض الانبعاثات من قطاع النقل، والاستفادة من تقنيات المعلومات؛
- تشجيع النقل الجماعي العام، بواسطة الباصات والحافلات على أنواعها وبواسطة السكك الحديدية (في المستقبل)، مع تأمين جودة خدماته لناحية راحة الركاب والتقيد بالمواعيد، وتشجيع الشراكة بين القطاعين العام والخاص لتنفيذ المشاريع اللازمة في هذا المجال؛

٦- تحسين القرارات المتعلقة باقتناء المركبات واستخدامها وصيانتها، مع الترويج لهذه الممارسات من منطلق أنها لا تنتقص من مستوى الراحة ونوعية المعيشة، بل تعزّز راحة الإنسان ورفاهيته بفضل المردود البيئي والاقتصادي والاجتماعي الناتج عن اعتمادها.

٧- لقد اثبتت هذه الدراسة ان القيادة الصديقة للبيئة تؤدي إلى:

- انخفاض في استهلاك الوقود (يمكن للسائقين الذين يمارسون القيادة الصديقة للبيئة ان يحققوا توفيراً في استهلاك الوقود نسبته من ١٠ إلى ١٥ في المائة أو أكثر بالمقارنة مع السائقين العاديين)؛
- انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛
- انخفاض في الانبعاثات المضرة بالبيئة وبصحة الانسان؛
- انخفاض في مستوى الضجيج (وهو جزء من التلوث البيئي)؛
- انخفاض في الاستهلاك التقني للمركبة (تصليح وصيانة أقل)؛
- انخفاض في مستوى التوتر للسائق والركاب؛
- انخفاض في عدد حوادث السير؛

٨- إن الترويج للقيادة الصديقة للبيئة يحتاج الى السياسات والخطوات الضرورية التالية:

- نشر التوعية من أجل فهم استراتيجية القيادة الصديقة للبيئة ودورها في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتلوث الهواء والمياه والتربة، والتوفير في استهلاك الطاقة (الوقود)، لما لذلك من منفعة على الصعيد الشخصي والعام؛
- استعمال وسائل الدعاية المختلفة كالإعلانات، والمواقع الإلكترونية، والملصقات، والندوات والبرامج التلفيزيونية، والقيام بالحملات الوطنية؛
- الشراكة بين القطاع العام والخاص، كالقيام مثلاً بحملات مشتركة للتوعية وذلك للاستفادة القصوى من التقديمات المتوفرة لدى القطاع الخاص؛
- تقديم الحوافز الى السائقين والمشتركين في حملات القيادة الصديقة للبيئة للمركبات.

الملحقات

الملحق ١

مصادر الطاقة الأولية في لبنان عام ٢٠٠٨

الطاقة الأولية	المستورد	المصدر	النقل	المستهلك	الإستخدام	الحصة (في المائة) ٢٠٠٨
زيت الوقود الثقيل	وزارة الطاقة والمياه	سوناتراك	ناقلات البحر	مؤسسة كهرباء لبنان	الكهرباء	٢٢,٢
زيت الوقود الثقيل	الصناعة	السوق الدولية	ناقلات البحر	الصناعة	الإنتاج الصناعي	١,٧
الديزل أويل	وزارة الطاقة والمياه	سوناتراك/مؤسسة البترول الكويتية	ناقلات البحر	مؤسسة كهرباء لبنان	الكهرباء	٢٧,٤
الديزل أويل	وزارة الطاقة والمياه	السوق الدولية	ناقلات البحر	السوق المحلية	التدفئة	٨,٠
الديزل أويل	شركات خاصة	السوق الدولية	ناقلات البحر	السوق المحلية	الشاحنات والباصات	١,٥
البنزين/ الغازولين	شركات خاصة	السوق الدولية	ناقلات البحر	السوق المحلية	المركبات	٢٧,٢
الكيروسين jet 1	شركات خاصة	السوق الدولية	ناقلات البحر	الطائرات	الطيران	٣,٥
مشتقات نفطية أخرى	شركات خاصة	السوق الدولية	ألشحن البحري	السوق المحلية	استعمالات منزلية	٠,٤
الفحم	الصناعة	السوق الدولية	ألشحن البحري	الصناعة	الإنتاج الصناعي	١,٦
الغاز النفطي السائل	شركات خاصة	السوق الدولية	ألشحن البحري	السوق المحلية	التدفئة والطبخ	٢,٠
الغاز الطبيعي	وزارة الطاقة والمياه	مصر	خط الأنبوب البرّي	مؤسسة كهرباء لبنان	الكهرباء	٠
الكهرباء المستوردة	وزارة الطاقة والمياه	سوريا/مصر	خطوط نقل الجهد العالي	السوق المحلية	الكهرباء	١,٢
الطاقة الكهرمائية	-	محلّي	-	السوق المحلية	الكهرباء	٠,٦
كتلة حيوية	-	محلّي	-	السوق المحلية	الكهرباء	٢,١
طاقة بديلة	-	محلّي	-	السوق المحلية	التدفئة/ الكهرباء	٠,٦
المجموع						١٠٠

المصدر: MOE/UNDP/ECODIT, 2011 ,p. 277.

الملحق ٢

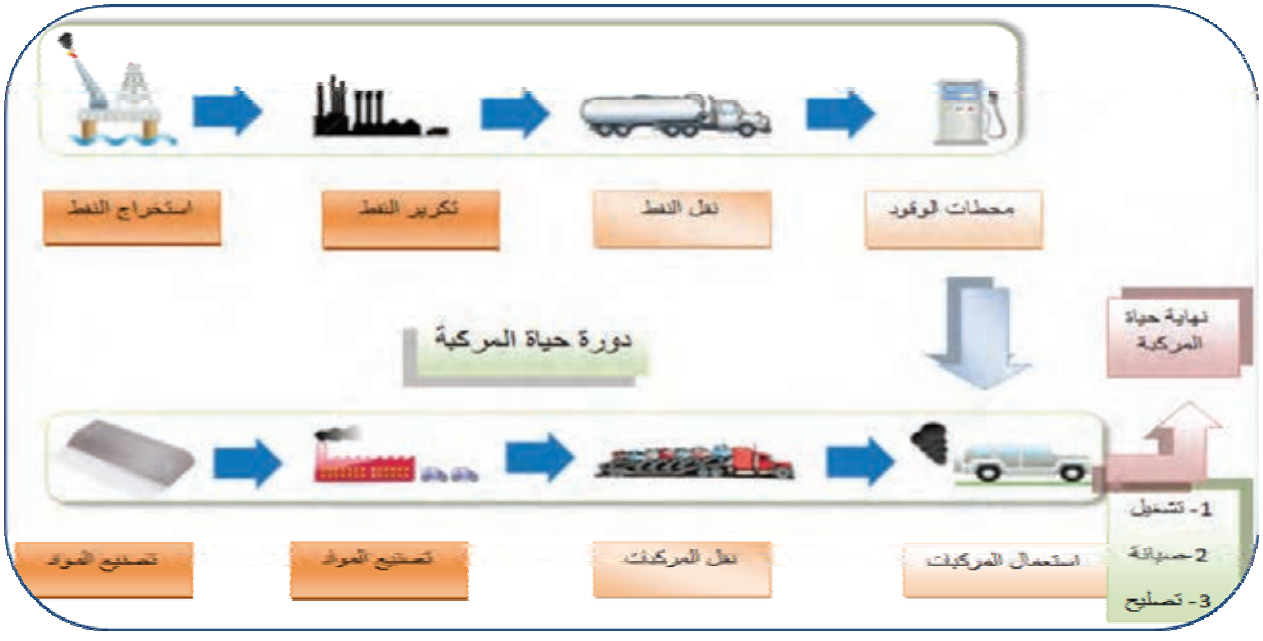
تركيب أسعار مبيع بعض المحروقات السائلة في لبنان

البيان	غازولين/بنزين خال من الرصاص ٩٨ أوكتان (ل.ل/١٠٠٠ ليتر)	غازولين/بنزين خال من الرصاص ٩٥ أوكتان (ل.ل/١٠٠٠ ليتر)	ديزل اويل للمركبات آلالية (ل.ل/١٠٠٠ ليتر)
ثمن البضاعة	١٣٠٨٥٠٠	١٢٧٤٠٠٠	١٣١٠٠٠٠
الرسوم	٢٢٤٠٠٠	٢٢٦٥٠٠	صفر
حصة شركة التوزيع	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٧٠٠٠
أجرة النقل	١٨٠٠٠	١٨٠٠٠	١٨٠٠٠
عمولة صاحب المحطة	٨٠٠٠٠	٨٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
مجموع الكلفة دون الضريبة	١٦٤٥٥٠٠	١٦١٣٥٠٠	١٣٥٥٠٠٠
الضريبة على القيمة المضافة عند المبيع	١٦٤٥٥٠	١٦١٣٥٠	معفاة
سعر مبيع العشرين ليتر	٣٦٢٠٠	٣٥٥٠٠	٢٧١٠٠

المصدر: MOE&W, 2013.

الملحق ٣

دورة حياة المركبات (من المهد إلى اللحد)



الملحق ٤

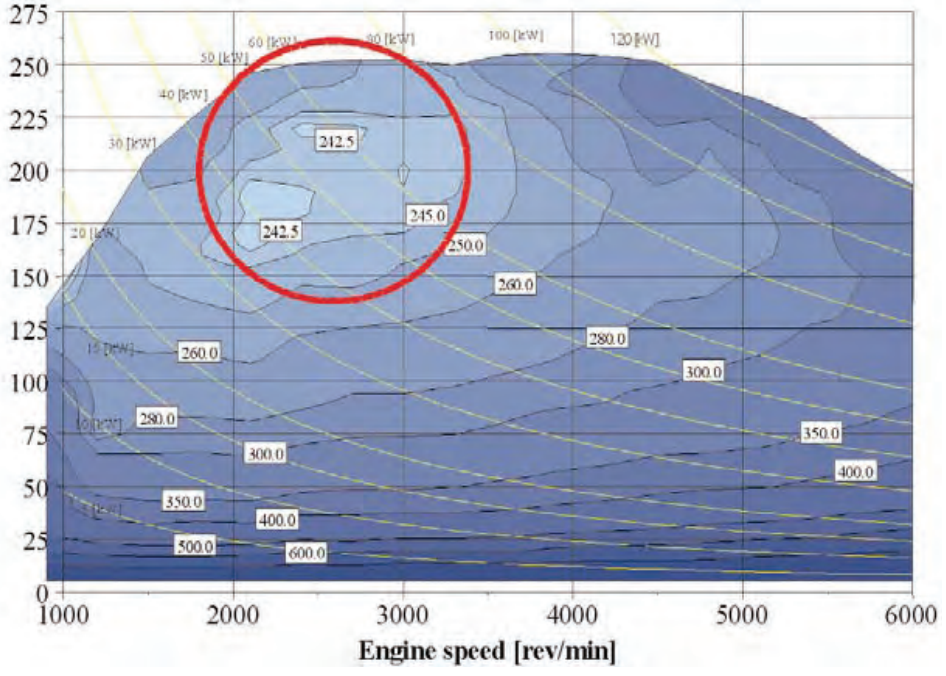
أمثلة على تصنيف المركبات بحسب الانبعاثات في ولاية كاليفورنيا

California Air Resource Board CARB					
ملاحظات	ZEV	PZEV	SULEV	ULEV	
الغازولين			X		(٢٠١٢) BMW 328i
تعمل على الغاز		X			(٢٠١١) Honda Civic GX
Hybrid				X	(٢٠٠٤) Honda Civic
تعمل على الكهرباء	X				(٢٠١٢) Toyota RAV4
تعمل على الهيدروجين	X				(٢٠٠٧) Nissan X-TRAIL
بالنسبة لدورة الحياة well- to- wheel	X				الدراجة الهوائية

المصدر: CARB (California Air Ressource Board).

الملحق ٥

خارطة نموذجية لمحرك يعمل على الغازولين



المصدر: IEE, 2005 (TREATISE).

الملحق ٦

بعض البرامج والحملات المروجة للقيادة الصديقة للبيئة، في دول الاتحاد الأوروبي، وفي آسيا وأمريكا الشمالية

الجدول ١- بعض البرامج والحملات في دول الاتحاد الأوروبي

اسم الحملة	المنطقة التي تشملها	تاريخ الحملة	وصف/أهداف
Easy, Rider!	فنلندا	٢٠٠٥ حتى الوقت الحاضر	حملة لتعليم الناس على القيادة الصديقة للبيئة. تقديم تدريب مجاني للشركات وتقديم عروض عامة
Eco-challenge for the bus drivers of RATP Paris bus network	فرنسا	٢٠٠٧-٢٠٠٨	منافسة بين حافلات لشركات مختلفة لتشجيع القيادة لتوفير الوقود
ECODRIVEN	النمسا، بلغاريا، تشيكيا، فنلندا، فرنسا، اليونان، بولندا، هولندا، المملكة المتحدة	٢٠٠٦-٢٠٠٨	لإنشاء سوق أوروبية للتدريب على القيادة الصديقة للبيئة ولامتلاك وإدراج هذه القيادة في شهادة السوق في أوروبا
Ecodriving campaign	اليونان	٢٠٠٧-٢٠٠٨	حملة تعليم لإطلاع الحكومة والناس على إيجابيات القيادة الصديقة للبيئة
Ecodriving for Learner Drivers and Ecodriving Charter for Driving schools	بلغاريا	٢٠٠٨	لتعليم مدربي القيادة والسائقين الجدد على منافع وممارسة القيادة الصديقة للبيئة
FLEAT	أوروبا	مستمرة	لتخفيف انبعاث ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة عبر استعمال السيارات بطريقة موفرة واتخاذ السياسات المناسبة
Rijden Het Nieuwe	هولندا	١٩٩٩ مستمرة	مناهج قيادة مدرسية لتشجيع السائقين الجدد والخبراء لقيادة السيارات بتوفير أكثر، استخدام اجهزة داخلية، رصد ضغط الإطارات، وتشجيع المستهلكين على شراء سيارات اقتصادية

اسم الحملة	المنطقة التي تشملها	تاريخ الحملة	وصف/أهداف
Looking for A-Class Haulier	تشيكيا	٢٠٠٨	برامج مؤهلة للشاحنات لتساعد على تحسين توفير الوقود وتخفيف التغيرات المناخية
RECODRIVE	أوروبا	٢٠٠٧-٢٠١٠	موقع إلكتروني لمعلومات عن المبادرات الحالية للقيادة الصديقة للبيئة، برامج قيادة
Spritspar-Initiative	النمسا	مستمرة	جزء من "klima:aktiv"، المبادرة النمساوية لحماية المناخ. تتضمن منافسات على القيادة الصديقة للبيئة، شهادات قيادة وتدريبات قيادة سيارات وشاحنات وحافلات
Start – Short-Term Actions to Reorganize Transport of Goods	بريستول، المملكة المتحدة، غوثمبورغ، السويد، ليوبليانا، سلوفينيا، رافينا، إيطاليا، ريغا، لاتفيا	٢٠٠٦-٢٠٠٩	جزء من مشروع كبير يهدف لتعليم القيادة الصحيحة والتخفيف من الانبعاثات
TREATISE	أوروبا	٢٠٠٥-٢٠٠٧	لتأمين تدريب مجاني في مجال النقل المستدام
ecoDRIVER	أوروبا	٢٠١١-٢٠١٥	تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع النقل

الجدول ٢- بعض البرامج والحملات في آسيا وأمريكا الشمالية

اسم الحملة	المنطقة التي تشملها	تاريخ الحملة	وصف/أهداف الحملة
آسيا			
Make Cars Green	الصين	٢٠٠٩	لتعليم السائقين مبادئ القيادة الصديقة للبيئة
Numerous Online Ecodriving Campaigns	اليابان	مستمرة	لتشجيع السائقين على القيادة الاقتصادية بمساعدة أجهزة على متن السيارة
National Campaign for Air Pollution Reduction in Lebanon through Efficient Use in Land Transportation	لبنان	٢٠١٢-٢٠١٤	١- حملات إعلانية ٢- ترشيد استخدام الطاقة ٣- القيادة المراعية للبيئة ٤- أنواع الوقود الأنظف ٥- تنظيم ورش عمل وندوات ٦- القيام بأنشطة بحثية ٧- السعي لإقرار التشريعات والنظم المنسجمة مع موضوع الحملة ٨- عقد مؤتمر ختامي لعرض النتائج المحققة
أمريكا الشمالية			
Driving Change	دنفر	٢٠٠٨	لتوقيف عمل المحرك في حالة الخمول وتعزيز النقل الصديق للبيئة
EcoDriving USA	الولايات المتحدة	٢٠٠٨	لتقديم السائقين إلى مبادئ القيادة الصديقة للبيئة
Fleet Training on Ecodriving	ملووكي	٢٠٠٩	لتحسين اقتصاد الوقود للقوافل في المدينة عبر تطبيق القيادة الصديقة للبيئة
GreeNYC-Turn It Off	نيويورك	٢٠٠٩	لتوقيف عمل المحرك في حالة الخمول
ecoENERGY	كندا	مستمرة	تعليم السائقين على القيادة الصديقة للبيئة للشاحنات والحافلات والسيارات

الملحق ٧

مبادىء وأسس قيادة المركبات

(أ) مبادىء وآداب القيادة العامة[١٤٠]

(١) أنظمة منح الترخيص المتدرج للسائقين الجدد في الدول المتقدمة

يفتقد السائقون المبتدئون من جميع الأعمار إلى النضج في القيادة والخبرة في إدراك المخاطر المحتملة، ما يزيد من فرص تعرّضهم للحوادث.

وتواجه أنظمة منح التراخيص للسائقين الجدد هذه المشكلة بأساليب حديثة تثبت فاعليتها، حيث يشترط أولاً حصول السائق المبتدئ على تدريب جدي كاف، نظرياً وعلمياً، يتراوح ما بين ٢٠-٤٠ ساعة. يلي هذه المرحلة الحصول على "ترخيص مؤقت" يفرض قيوداً على السائق الجديد ومنها إلزامه بمرافقة "سائق قديم متمرس" له، قد يكون أحد الأقرباء أو الأصدقاء، خلال أشهر قيادته الأولى، ومنعه من القيادة الليلية، وتحديد عدد الركاب المرافقين له، ومنع القيادة بعد تناوله أبسط كمية من الكحول. وتُرفع هذه القيود تدريجياً مع اكتساب السائق الجديد للخبرة، ثم يُمنح "الرخصة النهائية" بعد عام أو أكثر يقضيها بلا مخالفات. وهكذا يمر المتدرب بثلاث مراحل:

- مرحلة التدريب النظري والعملي بمدارس تعليم القيادة؛
- مرحلة الترخيص المؤقت والمشروط لمدة عام؛
- مرحلة اكتساب الترخيص النهائي.
- وأظهرت التقييمات فعالية هذه النظم لمنح التراخيص في التخفيض من وقوع الحوادث لدى السائقين الجدد في كندا ونيوزيلندا والولايات المتحدة، بنسبة تصل إلى ٤٠ في المائة[١٤١].

(٢) أنواع تعلم القيادة والحاجة إلى التعلم الجاد

أ- التعلم السطحي: من الخطأ الاعتقاد بأن قيادة المركبات تقتصر على بعض القواعد البسيطة، وغالباً ما يؤدي الاستهتار بالقواعد الأساسية للقيادة إلى زيادة المخاطر والتعرض لحوادث السير والإصابات؛

ب- التعلم العميق والمستدام: أصول قيادة المركبات على أنواعها يجب أن تُعلّم ضمن مدارس متخصصة وضمن "جلسات جماعية" بجدية تامة، وعلى الفرد مواصلة اكتسابه المعرفة والخبرة على مدى الحياة، عبر التعلم العميق والمستدام؛

ج- التعلم الإضافي: يتطلب إتقان القيادة الكثير من التمارين المتكررة والإضافية، ومن المفيد جداً إجراء دورات تعليمية إضافية لسائقي المركبات العامة القدامى، وخصوصاً سائقي الشاحنات والحافلات كونهم الأكثر تسبباً بالاصطدامات الكبرى المميتة على الطرق العامة؛

د- التعلم عن طريق التجربة والتقليد: ويجب أن يتمّ ضمن أماكن مؤمنة ومعزولة عن الطريق العام، وبوجود ضوابط علمية خاصة.

(٣) مقارنة بين السائقين الجدد والسائقين ذوي الخبرة

- ينتبه السائقون الأكثر خبرة إلى عوامل الخطر في بيئة السير المتحركة بسرعة أكبر، ويستطيعون توقع ما لا يتوقعه نظراؤهم الأقل خبرة من مفاجآت الطريق؛

---

(١٤٠) يازا، دليل السائق، مبادىء وآداب القيادة.

(١٤١) المصدر نفسه.

- فترة ردة فعل السائقين الجدد أطول؛
- نزعة التسابق والرعونة والقيادة بسرعة عالية طاغية لدى السائقين الشباب، في حين يتمتع السائقون ذوو الخبرة بالهدوء والاتزان، ويسيطرون على المركبة بشكل أفضل في المواقف الحرجة.

(٤) المؤثرات السلبية على السائق

أ- مخاطر النقص في التركيز: إن التركيز والانتباه أثناء القيادة يجب أن ينصبّ على الطريق والإشارات الموجودة عليه وإرشادات رجال الشرطة والمخاطر الخفية المتوقعة. كما يجب على السائق التأهب بوضع كلتا اليدين على المقود، وأن لا يقوم بأكثر من عمل في الوقت ذاته خاصة في حالة السائقين المبتدئين. ولإعطاء فكرة عن أهمية التركيز في القيادة، يبيّن (الجدول ١) حوادث السير الناتجة عن قلّة التركيز[١٤٢]؛

الجدول ١- نسبة حوادث السير بسبب قلّة التركيز على القيادة

الدولة	النسبة المئوية من مجموع حوادث السير	ملاحظات
أستراليا	١٤	بحسب تقاريرالمصابين في المستشفيات
نيوزيلندا	١٠	الكلفة الاقتصادية ٣١١ مليون دولار
كولومبيا	٩	بحسب تقارير شركات التأمين ٢٠٠٦
إسبانيا	٣٧	في عام ٢٠٠٨
هولندا	٨,٣	نسبة الضحايا بسبب استعمال الجوال عام ٢٠٠٤
كندا	١٠,٧	نسبة الضحايا من السائقين (٢٠٠٣-٢٠٠٧)
USA	١٦	بسبب السائقين ٢٠٠٨
UK	٢	تشدد في ملاحقة المخالفين وعقوبات قاسية جداً

المصدر: WHO, 2011.

ب- مخاطر استخدام الهاتف الجوال أثناء القيادة: إنّ استعمال الهواتف الجوالة أثناء القيادة، سواءً للتخابر أو إرسال الرسائل النصية أو قراءتها، يشتّت انتباه السائق ويفقده القدرة على التحكم بالمقود بكلتا اليدين. ففي هولندا مثلاً، ٨,٣ في المائة من حوادث السير عام ٢٠٠٤ كانت بسبب استعمال الهاتف الجوال أثناء القيادة[١٤٣]، ولذلك فقوانين السير في معظم دول العالم لا تسمح به. وإذا أردت استعمال الهاتف الجوال بأمان فما عليك سوى إعطاء إشارة والتوقف إلى أقصى اليمين دون التسبب بعرقلة سير؛

ج- تأثير الجماعة: قد يُقدم السائق أثناء القيادة أحياناً على سلوكيّات غريبة لا يقوم بها عادة بمفرده، وسببها التأثر بوجود الآخرين وبوجهات نظرهم، مع العلم أن التأثير السلبي لضغوط الجماعة غالباً ما يمس السائقين الذين يفتقدون الخبرة والثقة بالنفس؛

د- الإرهاق والنعاس أثناء القيادة: يؤدي الإرهاق الجسدي أو النفسي والنعاس إلى إضعاف التركيزوالتيّقظ لدى السائق. ويصاب السائق المرهق جسدياً أو نفسياً بنوع من التصلب في العقل والعضلات، فإذا فوجيء بمشكلة على الطريق تصبح ردة فعله ناتجة عن الذعر المفاجيء، ما يجعله غير قادر على معالجة الموقف بشكل سريع وصحيح؛

إن الارهاق أو النعاس أثناء القيادة من الأمور الخطيرة جداً والتي قد تؤدي لكوارث مروعة، ففي حال شعور السائق بالنعاس، عليه التوقف في أقرب استراحة لأخذ قسط بسيط من الراحة.

هـ- تأثير التقدم بالسن: تشير الدراسات العلمية إلى أن السائقين بعمر ٧٤ عاماً وما فوق يتعرضون لخطر وقوع الحوادث مع خسائر بالغة بالأرواح بنسبة أكبر بأربع مرات من السائقين ذوي الأعمار المتوسطة، وذلك لارتباط التقدم في السن بالعديد من التغييرات في وظائف الجسم ومنها: ضعف الحواس كالبصر والسمع والذاكرة وبطء ردود الفعل؛

---

(١٤٢) WHO, 2011.

(١٤٣) Ibid.

و- التأثير السلبي للكحول: تؤثر الكحول على الدماغ لاحتوائه على كمية كبيرة من الدم التي تغذي المراكز العصبية، كما أنّ كمية قليلة منها تؤثر سلبياً، وبسرعة كبيرة، على التفكير. إنّ التأثيرات الأولى للكحول هي زيادة الثقة بالنفس، والمبالغة في تقييم المرء لقدراته الذاتية، وبذلك تنخفض مقدرة التقييم النقدية لديه، وتسوء حالته عندما تكون نسبة الكحول في الدم مرتفعة. إذ يعمد بعض السائقين إلى قيادة سياراتهم وهم يظنون أنهم بكامل وعيهم، في حين أنهم تحت تأثير الكحول يعانون من ضعف خطير بالتركيز، فتزيد إمكانية وقوع الحوادث نتيجة لذلك (انظر المادة ١٢ من قانون السير الجديد)[١٤٤]. وتصل نسبة حوادث السير بسبب الكحول إلى ٣٥ في المائة في الولايات المتحدة، وحوالي ٤٠ في المائة في كندا[١٤٥]؛

ز- تأثير المخدرات: إن خطورة تصرفات السائق عند استعماله أو تناوله للمواد المخدِّرة جعلت قوانين معظم دول العالم تمنع من ثبت أنه يتعاطى المخدرات من الحصول على رخصة السوق، وإلى الغاء الرخصة مؤقتاً أو نهائياً في حال حاز عليها السائق قبل إثبات تعاطيه للمخدرات؛

ح- تأثير المرض والأدوية والحمية: على السائق أن يكون بصحة جيدة أثناء القيادة. وفي حالة المرض، هناك بعض الأدوية التي لا يجوز القيادة أثناء تناولها، إذ إنها تؤثر بشكل سلبي على التركيز والقدرة على التعامل مع الظروف الصعبة؛

(ب) أصول قيادة المركبات بشكل عام[١٤٦]

(١) أصول القيادة داخل المدينة

تعتبر جميع الطرق داخل "المدن والمناطق المأهولة" طرقاً رئيسية، لذا يجب الانتباه على خصوصيتها لتميزها "بقصر المسافات" بين تقاطعاتها ومفارقها، وحركة السير "الكثيفة" عليها، والمركبات "المتراصة" فيها، وحركة المشاة "الفوضوية" ضمنها في الكثير من الأحيان. وينتج عن ذلك بيئة سير "مزدحمة" وحافلة بالأخطار توجب على السائق الانتباه، واعتياد "الصبر" والتأني، ومراعاة الغير من "مشاة وسائقين"، والمحافظة على سرعة ثابتة ومسافة أمان كافية، والمسير بخط مستقيم ضمن المسرب المخصص، وتخفيف السرعة "تدريجياً" والتوقف التام إن لزم الأمر، والتأكد "بالنظر" قبل دخول مفترقات الطرق والتقاطعات، وعدم التجاوز عند المنحدرات والمنعطفات والطرقات وعلى الجسور والأنفاق[١٤٧].

أ- الالتزام بالسير في مسرب واحد لتنظيم حركة السير: يقوم بعض السائقين بتبديل المسارب بشكل مستمر ومتكرر وخطير فيثيرون الفوضى ويوتّرون باقي السائقين، ما يؤدي إلى تشتيت انتباه الآخرين، وزيادة معدل الأخطار، خاصة على الطرق السريعة، ويُثبت هذا عدد الحوادث التي تسببها الرعونة والسرعة العالية والقيادة بشكل "أفعواني" وعشوائي؛

ب- الوقوف وهو "التوقف التام" عن الحركة خارج مسار حركة السير، ويجب أن يتم على "أقصى يمين الطريق"؛

ج- التوقف وهو "الانقطاع المؤقت" عن الحركة داخل مسار حركة السير لنزول أو صعود الركاب أو تحميل أو تفريغ البضائع مثلاً. وتسبب المركبة المتوقفة إعاقة وإزعاجاً لحركة السير، وقد تحجب الرؤية أو ترغم حركة السير القادمة خلفها على تجاوز خط منتصف الطريق وإعاقة القادمين بالاتجاه المعاكس. ويجب أن يكون التوقف على أقصى اليمين، ولبضع ثوان فقط، ولا يكفي البقاء في السيارة خلف المقود أو ترك المحرك دائراً لتبرير التوقف، وتسري جميع قواعد توقف المركبات على الدراجات النارية أيضاً[١٤٨].

---

(١٤٤) قانون السير الجديد، المادة ١٢.

(١٤٥) WHO, 2007.

(١٤٦) يازا، دليل السائق، أصول القيادة داخل المدينة.

(١٤٧) قانون السير الجديد، المواد ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥،٢٦، ٢٧.

(١٤٨) قانون السير الجديد، المادة ٢٢.

(٢) القيادة في الظروف الصعبة

أ- القيادة في طقس حار وتحت أشعة الشمس: عند القيادة في طقس حار يجب التقيد بالتالي:

'١' استعمال النظارات الشمسية ذات النوعية الجيدة، وواقية الشمس الموجودة بمواجهة المقعد؛

'٢' بذل المزيد من الانتباه ومراقبة حرارة المحرك خاصة عند القيادة صعوداً والتأكد من سلامة عمل نظام التبريد وتكييف الهواء؛

'٣' تخفيف السرعة ومضاعفة المسافة بين المركبات باعتبار أن سطح الطريق الساخن يخفف من تماسك الإطارات على الأرض، كما يسبب السراب تخيل أمور غير موجودة، ما يؤدي بالسائق إلى اتخاذ قرارات غير مناسبة أحياناً.

ب- القيادة في الظلام: تتضاعف نسبة وقوع الحوادث مرتين في الليل، وست مرات في حال تعدّت السرعة ١١٠ كم/س ليلاً، ذلك أن قدرة الإنسان على الرؤية تقل بشكل ملحوظ في الظلام[١٤٩]؛ كما أنه لا يستطيع الرؤية بشكل واضح عند دخوله في الظلام فجأة، فهو يحتاج لفترة معينة حتى يتلاءم بصره مع تغيّر ظروف الإنارة؛

وأثبتت الدراسات العلمية الحديثة بأن المركبات ذات اللون الداكن تتعرض لنسبة اصطدامات أكبر من تلك ذات الألوان الفاتحة، فالمركبة السوداء مثلاً تتعرّض لاصطدامات أكثر من المركبة البيضاء بنسبة ١٢ في المائة، وتقلّ هذه المخاطر عبر إشعال المصابيح الأمامية بشكل دائم وفي مختلف الظروف؛

ج- القيادة في فصل الشتاء وعلى الطرق الزلقة: تتسبب حرارة الشمس المرتفعة بانزلاق المركبات على الطرق المعبدة حديثاً، فهي تؤدي إلى ذوبان الإسفلت وتجعله زلقاً. ويؤدي المطر إلى الانزلاق أيضاً، خاصة في بداية موسم الأمطار، إذ يتسبب بانحلال الشحوم والزيوت والأتربة المترسبة على الطريق مشكلاً طبقة زلقة كالصابون، ما يستدعي القيادة بسرعة خفيفة والحفاظ على مسافة الأمان بين السيارات؛

د- القيادة في الضباب: يتكوّن الضباب عادة على الطرق الجبلية خلال ساعات الصباح الباكر وفي فصل الشتاء، ما يؤدي إلى وقوع حوادث اصطدام جماعية للمركبات. غير أن غالبية هذه الحوادث يمكن تفاديها بسهولة وذلك بتخفيف السرعة وزيادة مسافة الأمان وعدم الاعتماد على السائق في الأمام. عند القيادة في الضباب على السائق القيام بالآتي:

'١' استخدام الضوء الأمامي المنخفض أو أنوار الضباب؛
'٢' ترك مسافة أمان كبيرة بين مركبته والمركبة التي أمامه؛
'٣' استخدام الضوء الخلفي الأحمر الخاص بالضباب في حال وجوده.

هـ- القيادة أثناء هبوب الرياح القوية: تعاني بعض المركبات من عدم الثبات عند وجود رياح قوية، بسبب حجمها، شكلها، وزنها، أو سرعتها. ويحدث هذا بشكل خاص على المساحات المكشوفة من الطرق السريعة، ويستحسن تجنب القيادة في تلك الحالة؛

و- الطرق الجبلية ومخاطر الثلوج والجليد: تتساقط الثلوج في المناطق الجبلية وتتراكم على الطرقات ما يعيق الحركة. ويجب القيام بالآتي عند التواجد في منطقة ثلجية:

'١' الاحتفاظ بملابس إضافية في المركبة مع كمية كافية من الطعام المعلب وماء للشرب، هاتف نقال، علبة إسعاف أولية وسلاسل معدنية، رفش صغير؛

'٢' ملء خزّان الوقود لأكثر من نصفه؛

'٣' إخبار شخص ما بموعد الانطلاق والوقت التقريبي للوصول.

---

(١٤٩) يازا، دليل السائق، القيادة في الظروف الصعبة.

(ج) مبادىء السلامة أثناء القيادة[١٥٠]

(١) القوانين الطبيعية المتعلقة بالقيادة: هناك عدد من القوانين الطبيعية تتحكم بسير المركبة، كقانون الحركة وقانون القصور الذاتي المرتبط بالحركة التسارعية أو التباطئية، وقانون الجاذبية. ومن المفيد معرفة هذه القوانين ولو بطريقة مبسطة من أجل قيادة سليمة؛

(٢) مسافة ردة الفعل: هي المسافة التي يجتازها السائق ريثما يتفاعل مع موقف ما يواجهه على الطريق ولحين الضغط على الفرامل. وترتبط مسافة ردة الفعل بالوقت الذي يستغرقه السائق لكي ينتبه، ثم يفكر ماذا يفعل لينقل قدمه إلى دواسة الفرامل، ومن ثمّ الضغط عليها. وتزداد مسافة ردة فعل السائق كلما كانت السرعة أكبر، أما فترة ردة الفعل العادية فهي من ثانية إلى ثانيتين[١٥١]؛

(٣) مسافة الفرملة: هي المسافة التي تقطعها المركبة من لحظة الضغط على المكابح إلى اللحظة التي تتوقف فيها بشكل كامل[١٥٢]؛

يعتمد طول مسافة الفرملة على عدد كبير من العوامل أبرزها السرعة الأساسية للمركبة، والحمولة، ونوع الطريق وانحداره، وجفاف الطريق، وحالة الفرامل والعجلات، وكيفية القيام بعملية الفرملة[١٥٣].

ويبين (الجدول ٢) علاقة مسافة الفرملة ومسافة ردة الفعل مع سرعة المركبة.

الجدول ٢- علاقة مسافة الفرملة ومسافة ردة الفعل مع سرعة المركبة

السرعة	في حالة الطريق الناشفة			في حالة الطريق الرطبة		
	مسافة ردة الفعل	مسافة الفرملة	المسافة الكلية	مسافة ردة الفعل	مسافة الفرملة	المسافة الكلية
Km/h	m	M	m	m	m	m
٣٠	٥,٥	٥,٣	١٠,٨	٥,٥	٩,٤	١٤,٩
٥٠	٩,٢	١٤,٨	٢٤	٩,٢	٢٦,١	٣٥,٢
٦٠	١١	٢١,٤	٢٢,٤	١١	٣٧,٥	٤٨,٥
٨٠	١٤,٧	٣٨	٥٢,٧	١٤,٧	٦٦,٧	٨١,٤
١٠٠	١٨,٣	٥٩,٤	٧٧,٧	١٨,٣	١٠٤,٣	١٢٢,٦
١٢٠	٢٢	٨٥,٥	١٠٧,٥	٢٢	١٥٠,٢	١٧٢,٢

المصدر: Transport Research Laboratory, UK, 2007.

(٤) قانون الجاذبية: إن قوة الجاذبية الأرضية تؤثر سلباً على جميع السائقين في المنحدرات الحادة.. ومن أهم القواعد التي يجب على كل سائق معرفتها أنه يجب وضع "نفس غيار السرعة" المستعمل لصعود منحدر ما أثناء النزول منه، وذلك للجم اندفاع المركبة الخطير بالمنحدرات، واستعمال الفرامل في المنحدرات على دفعات تدريجية؛

(٥) حزام الأمان ووسائل الحماية داخل المركبة: عند الاصطدام دون استعمال حزام الأمان بسرعة ٥٠ كم/س، يندفع الراكب للأمام بقوة كبيرة جداً تكفي لتحطيم رأسه وصدره على عجلة القيادة والزجاج الأمامي. لذا، على جميع الركاب استعمال أحزمة الأمان لسلامتهم الشخصية، على جميع الطرق، وفي جميع الأوقات، داخل وخارج المدينة[١٥٤]؛

---

(١٥٠) يازا، دليل السائق، السلامة أثناء القيادة.

(١٥١) Transport Research Laboratory, UK, 2007.

(١٥٢) يازا، دليل السائق، السلامة أثناء القيادة.

(١٥٣) Transport Research Laboratory, UK, 2007.

(١٥٤) قانون السير الجديد، المادة ٦١.

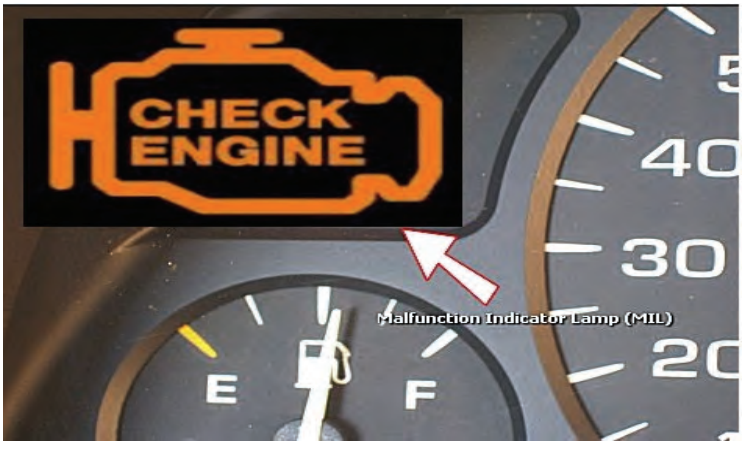
أما الأشياء الثقيلة وغير المثبتة بحزام الأمان داخل مقصورة الركاب فتشكل خطراً حقيقياً، إذ تندفع نحو الركاب محدثة إصابات خطيرة وغير متوقعة عند الفرملة القوية، ولذلك فمن الأفضل وضع كل الأشياء بالصندوق الخلفي. كما يجب اقتناء صيدلية عامة، مطفأة للحريق، عدة ميكانيكية بسيطة (منفخ هواء، كابلات للتشريج ...).

الملحق ٨

أسس خدمة وصيانة المركبات الخفيفة

تهدف معظم عمليات الصيانة إلى تصحيح المشكلات في السيارات مثل الزيادة الواضحة في استهلاك الوقود أو عدم تجاوز السيارة لاختبار انبعاثات العادم أو أية مشكلة في قيادتها. وجميع السيارات الجديدة مجهّزة بنظام التشخيص (OBD II) الذي يراقب عمل المحرك، أداء المحفز وحساس الأكسيجين، نظام نقل الحركة، وغيرها من الأنظمة، كما أنه يخزّن المعلومات التي يستفيد منها فني الصيانة عند قيامه بتصليح الأعطال. فعند حدوث أي عطل في هذه الأنظمة تضيء اللمبة (MIL- Malfunction Indicator Lamp) ما يعني أنّ السيارة يجب أن تخضع للصيانة (الشكل ١). وهذه الفقرة تعالج مواضيعاً في الصيانة (الوقائية) المهمة للسائق و/أو مالك السيارة للتعامل السليم مع المركبة، ما ينعكس إيجاباً على سلامته، والسلامة العامة، وحالة السيارة.

الشكل ١- الرمز الأكثر انتشاراً
(check engine)



١- أنواع وسائل خدمة وصيانة السيارات

(أ) أنواع وجداول الصيانة

(١) الصيانة الوقائية: تنجز عمليات الصيانة الوقائية بهدف تجنب وقوع المشكلات، وتتضمن تبديل زيت المحرك والمصفاة، فحص مصافي الهواء والوقود ومستويات السوائل المختلفة، وفحص العجلات والمكابح وأجزاء أجهزة التعليق، وتبديل سائل تبريد المحرك والسوائل في أجهزة نقل الحركة (علبة السرعة)، وفحص السيور والبطارية والشمعات؛

(٢) الجداول الزمنية للصيانة: تتمّ صيانة السيارات وفق فترات منتظمة، يمكن أن تحدَّد بالكيلومترات التي تقطعها السيارة أو بالزمن. جدول الصيانة النموذجي يدعو مثلاً، إلى تبديل زيت المحرك كل ١٠ ٠٠٠ كلم وتغييرمصفاة الزيت بعد كل تبديلين للزيت. ومعظم الجداول تقتضي تنفيذ الصيانة بعد فترة زمنية محددة، بغض النظر عن الكيلومترات المقطوعة.

تنشر معظم الشركات الصانعة جدولين على الأقل للصيانة، أحدهما من أجل ظروف عمل السيارة الطبيعية، والآخر من أجل الصيانة في ظروف العمل الصعبة، وبالتالي تحدِّد ظروف عمل السيارة أي الجدولين يجب أن يتّبع عند تنفيذ الصيانة. تتضمن ظروف العمل الصعبة للسيارة العمل ضمن درجات حرارة خارجية عالية أو منخفضة، والقيادة ضمن رحلات قصيرة نسبياً فقط أو العمل ضمن حركة دورية (توقف - حركة) كالحركة ضمن المدينة أثناء الازدحام، وتحميل المحرك أكثر من طاقته

مثل جر عربة مقطورة. فإذا كانت جداول الصيانة لظروف العمل الطبيعية تقتضي تبديل الزيت كل ٠٠٠ ١٠ كلم فإن جداول الصيانة لظروف العمل الصعبة تقتضي تبديله كل ٠٠٠ ٥ كلم.

(ب) أنواع مراكز الخدمات وورش التصليح في لبنان

(١) مراكز خدمة السيارات التابعة لوكالات السيارات الجديدة: تمتلك وكالات السيارات الجديدة أقساماً كبيرة لتلبية خدمة الضمان المحددة من قبل صانع السيارة. تكون هذه الأقسام عادةً مجهزة بشكل جيد بكل آلات الفحص الخاصة، والأدوات والمراجع اللازمة لصيانة طراز محدد للسيارات. أما كلفة الصيانة في هذه المراكز فهي مرتفعة نسبياً ولكن الخدمة فيها مكفولة بعكس الخدمة في المراكز والورش الأخرى الموجودة في لبنان؛

(٢) مراكز خدمة السيارات التابعة لصالات العرض وفروعها: القليل من صالات العرض وفروعها يملك مراكز خدمة تقوم بالإصلاحات المختلفة للسيارات، وتشغّل عادة الفنيين في مراكز وظيفية ابتدائية ويمكن أن تقدم لهم فرصاً للترفيع والترقي؛

(٣) الورش المتخصصة: تركز معظم الورش المتخصصة على مجال معين من مجالات الخدمة مثل إصلاح أجهزة نقل الحركة الآلية ومحول الحركة، وتكون عادةً مجهزة بشكل جيد لأداء جميع نواحي الخدمة في اختصاصها. وبالتالي، فيمكنها أن تكون أمكنة مثالية للعامل للفنّي الذي يريد التركيز على مجال واحد من مجالات التصليح، وهي تقدم ظروف عمل وأجور جيدة إذ تدفع عادةً راتبا أساسياً بالإضافة إلى عمولة على العمل المنجز. أما كلفة الخدمة والصيانة في هذه المراكز فهي مرتفعة ولكنها تبقى أقل من الكلفة في المراكز التابعة لوكالات السيارات الجديدة؛

(٤) الورش المستقلة: هناك المئات من ورش تصليح السيارات المستقلة في لبنان. وكأماكن عمل، تصنَّف هذه الورش بين جيدة وسيئة، فقليل منها فقط ما يديره خبراء ويتمتع بتجهيزات وظروف عمل جيّدة، أما الأغلبية فلا تملك التجهيزات الكافية وتدفع مرتبات قليلة، كما أن ظروف العمل فيها خطيرة، ولكن كلفة الصيانة فيها تبقى مقبولة.

ملاحظة: تُعتبر ورش السيارات من أهم مصادر التلوث البيئي بسبب تخلصها من النفايات بشكل غير صحي وإصلاحها السيارات بطريقة ملوِّثة للهواء المحيط.

(ج) التقنيون والعاملون في خدمة وصيانة وتصليح السيارات

يتخرّج العديد من الطلاب في لبنان سنوياً من المدارس والمعاهد الفنية حاملين شهادات رسمية في اختصاصات تتعلق بميكانيك وكهرباء وتصليح السيارات[١٥٥]. وهنالك عدة مستويات لهذه لشهادات منها على سبيل المثال: شهادة البكالوريا الفنية (BT) وشهادة الامتياز الفني (TS) وشهادة الإجازة الفنية (LT)، وهنالك التعليم المزدوج (DS) وهو نظام تعليم فني معتمد في ألمانيا ويتم العمل به في عدة مدارس ومعاهد فنية في لبنان[١٥٦]، بالإضافة إلى الدورات المجانية السريعة (دورات التأهيل السريعة) التي ترعاها وزارة العمل[١٥٧]، والدورات في شركات السيارات. ورغم هذا، تبقى حاجة السوق أكبر بكثير من عدد الفنيين في هذا المجال. ومن الضروري أن يخضع التقنيون في يومنا هذا لتدريب شامل في المجال النظري وتقنيات الخدمة، وأن يكونوا على اطلاع على آخر التطورات في مجال السيارات.

٢- المبادىء العامة لصيانة السيارات

(أ) صيانة منظومة تزييت المحرك

يجب التشديد على أهمية العمل الصحيح لمنظومة التزييت في المحرك، بحيث يصل الزيت النظيف والوافر ومن النوع الصحيح إلى كافة سطوح المضاجع (المدارج-Bearings) وكافة مكونات المحرك التي تحتاج إلى التزييت. إن أفضل طريقة لحماية منظومة التزييت هي تبديل زيت المحرك بشكل منتظم، فحتى أفضل المصافي لن تزيل كل الشوائب من الزيت (الماء،

(١٥٥) لموقع الرسمي للمديرية العامة للتعليم المهني والتقني.

(١٥٦) Lebanese-German Cooporation (DSME).

(١٥٧) الموقع الرسمي لوزارة العمل.

الأحماض، الأوساخ الميكروية والجزئيات المعدنية). وحالما تبدأ المصفاة بالانسداد (بسبب التحميل الزائد) فإنها ستحد من تدفق الزيت، لذا يجب تبديل المصافي عندما يُبدّل زيت المحرك.

(١) زيوت المحرك: يجب أن يكون زيت المحرك رقيقاً بدرجة كافية للسماح للمقلّع بتدوير المحرك، وثقيلاً لدرجة كافية لحماية المحرك في ظل الأحمال الكبيرة والسرعات ودرجات الحرارة العالية؛

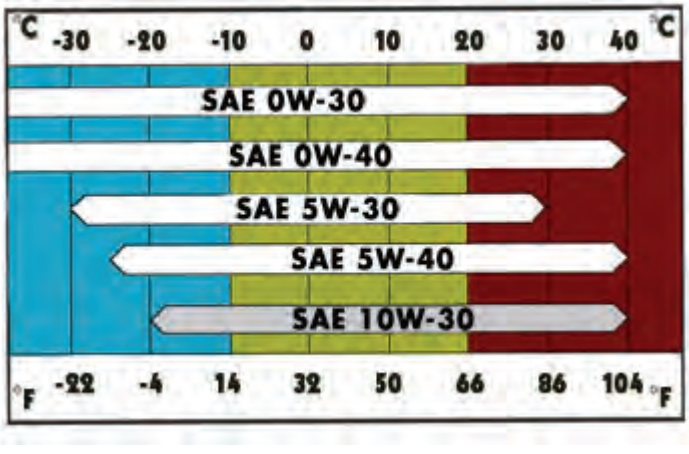
(٢) اللزوجة: تصنَّف زيوت المحركات الحديثة تبعاً لعدة معايير منها اللزوجة، أو الوزن النوعي. واللزوجة هي مقاومة الزيت للجريان، وتوصي كل الشركات الصانعة للسيارات باستخدام الزيوت متعددة اللزوجة. تصنف جمعية مهندسي السيارات (Society of Automotive Engineers-SAE) زيوت المحركات تبعاً للزوجة[١٥٨]؛

الزيوت متعددة الدرجات تلبي متطلبات اللزوجة لاثنين أو أكثرمن درجات (SAE)[١٥٩]، وهي تصنّف وفق الآتي: (20W-50, 20W-40, 10W-40, 0W-40, 10W-30, 5W-30, 0W-30)؛

يشير الحرف W إلى الاستخدام الشتوي، والرقم قبل W إلى اللزوجة عند درجات الحرارة المنخفضة، أما الرقم بعد W فهو لزوجة الزيت عند درجة الحرارة الطبيعية للعمل[١٦٠] (الشكل ٢)؛

يجب استشارة دليل الصيانة/المالك دائماً من أجل المعلومات عن اللزوجة الصحيحة للزيت وفترة تغييره وتغيير مصفاة الزيت (oil filter). وبينما توفر الزيوت الأثقل بعض الحماية الزائدة من تآكل المضاجع والأجزاء الأخرى للمحرك، تعتبر الزيوت الأخف أفضل للمحركات في الظروف الجيدة، فهي تخفّض الاحتكاك لأنها تتدفق بسهولة أكبر، ما يحسّن من فعالية الوقود الاقتصادية وعمر المحرك.

الشكل ٢- نطاق درجة حرارة التشغيل لأصناف مختلفة من الزيوت المتعددة الدرجات



(٣) درجات الزيوت: في الوقت الحالي، يوجد تسع درجات لزيوت المحركات العاملة على الغازولين/البنزين. وقد صنف المعهد الأمريكي للوقود (API)[١٦١] هذه الزيوت كما يلي: SA، SB، SC، SD، SE، SF، SG، SH، وSL، حيث يشير الحرف S إلى الزيت الذي يستخدم في هذه المحركات. كما صنف الزيوت المستعملة في محركات الديزل أويل كالآتي: CA، CB، CC، CD، CE، CF، CF-٢، CF-٤، CG-٤، وCH-٤، حيث يشير الحرف C إلى أن الزيت يستعمل في محركات الديزل أويل، بينما يشير الحرف الثاني إلى كمية الإضافات المضادة للاهتراء ومثبتات الأكسدة والمنظفات في الزيت، ويشير الرقم بعد الأحرف إلى مكان استخدام الزيت

---

(١٥٨) SAE J300, Widman International.

(١٥٩) Viscosity classifications.

(١٦٠) Colin R. Ferguson, 1986.

(١٦١) Antoine Martin, 1993.

في المحركات الرباعية أو الثنائية الشوط (هنالك تصنيفات أخرى مستعملة أيضاً مثل European Automobile Manufacturers Association (ACEA) و International Lubricants Standardization and Approval Committee (ILSAC)).

إن تصنيفات الخدمة وفق API ومعدلات (درجات) اللزوجة وفق SAE موضحة على أغلب علب الزيت (الشكل ٣).

الشكل ٣- علامة API وعلامة SAE على علبة الزيت

(٤) فحص مستوى زيت المحرك: إن المستوى الصحيح لزيت المحرك مهم جداً لعمر المحرك. فمستوى الزيت المنخفض يؤدي إلى تسخين الزيت المتبقي، أما المستوى المرتفع فيسبب رغوة في الزيت، والتي يمكن أن تؤدي إلى ضعف التزييت وضياع الزيت من خلال الموانع أو حلقات المكابس. وفي بعض الحالات، يمكن أن تسبب المستويات المرتفعة للزيت اندفاعه من المصفاة أو أنبوبة سيخ الزيت.

ملاحظات

- **قبل فحص مستوى الزيت، يجب إطفاء المحرك وتركه لعدة دقائق. سيسمح ذلك للزيت في أعلى المحرك بالرجوع إلى الحوض. بعدها، يتم نزع سيخ الزيت (dip-stick) وتنظيفه من الزيت، ثمّ يُعاد وضعه في مكانه بشكل تام ونزعه من أجل فحص المستوى؛**
- **عند كل تبديل لزيت المحرك يجب فحص مستويات السوائل في علبة السرعة الآلية وعلب التحويل والخزان الهيدروليكي لدارة المقود، كما يجب فحص أوعية وخزانات هذه السوائل.**

(ب) منظومة التبريد

يتحول ثلث الطاقة الحرارية، تقريباً، الناتجة عن احتراق الوقود في الأسطوانات، إلى قدرة لتحريك السيارة. وهناك ثلث آخر يتبدّد ويخرج من فوهة النفث. أما الثلث الباقي فيتم امتصاصه من قبل معدن المحرك ويجب التخلص منه بوساطة منظومة التبريد وذلك لمنع التسخين الزائد.

(١) خدمة منظومة التبريد: قليلاً ما تسبّب منظومات التبريد الحديثة أيّة مشاكل، إلاّ في حال إهمالها. من هنا أهمية الفحوص الدورية والاستبدال الدوري لسائل التبريد والتي تساعد في كشف مشكلات منظومة التبريد قبل وصولها إلى مرحلة خطيرة؛

(٢) مانع التجمد: من الضروري استعماله في منظومة التبريد في جميع الأماكن التي يمكن أن تهبط درجات الحرارة فيها إلى ما دون الصفر، وذلك لمنع تضرر المحرك. إضافة إلى ذلك، فإن الخليط المكون من مانع التجمد والماء هو أفضل من الماء فقط في تبريد الحرارة في الطقس الحار. ويحتوي مانع التجمد على مانعات الصدأ التي تمنع تضرر المحرك والمبرّد وقلب المسخّن، وعلى كميات صغيرة من الزيوت القابلة للانحلال في الماء والتي تزيّت وتشحّم موانع التسرب في مضخة سائل التبريد وصمامات إغلاق المسخن. هنالك نوعان أساسيان لموانع التجمد: غليكول الإيثيلين (Ethylene Glycol – EG) وغليكول البروبيلين (Propylene Glycol - PG). "يتم الرجوع إلى دليل الصيانة/المالك من أجل تحديد نوع السائل المناسب للاستخدام وفترة تغييره".(إن Ethylene Glycol – EG هو من النوع السام)[١٦٢]؛

(٣) صيانة منظومة التبريد: تتضمن صيانة منظومة التبريد تبديل السائل، ومنع التسرب، وفحص العمل الصحيح للمروحة. وإذا كانت الصيانة منفّذة بشكل صحيح، فلا حاجة لغسيل دارة التبريد عادة.

(ج) صيانة المكابح

تعتبر صيانة المكابح من أكثر العمليات شيوعاً في إصلاح السيارات. فخلال أول ١٥٠ ٠٠٠ كلم من عمرها الفني، ستحتاج السيارة وسطياً إلى مجموعتين أو ثلاث من أطواق الكبح الأمامية (الكوليات)، كما تتم خراطة القرص واستبدال أطواق الكبح الخلفية مرة واحدة على الأقل[١٦٣].

(١) فحص المكابح: يجب إجراء الفحوصات الدورية من أجل العمل الفعال والآمن للمكابح؛

(٢) ترويض مجموعة البطائن الاحتكاكية أو الكوليات الجديدة: بعد تركيب البطائن الاحتكاكية أو الكوليات الجديدة، من المهم جداً ترويضها بشكل مناسب، وعلى السائق تجنب الاستعمال الشديد للمكابح حتى عدة مئات من الكيلومترات، كي يتمّ التموضع الصحيح للبطائن الاحتكاكية وإطالة فترة خدمتها[١٦٤].

(د) منظومات القيادة والتوجيه

تتألف من عجلة القيادة، جذع المقود، علبة المقود أو مجموعة الجريدة المسننة والمسنن الصغير، الذراع المدلاة، الوصلات الميكانيكية، أذرع القيادة ومجموعات الوصلة المفصلية للمقود. ويمكن أن تكون منظومات القيادة تقليدية (متوازي أضلاع أو شبه منحرف القيادة) أو من نوع الجريدة المسننة والمسنن الصغير. ويعتبر عمل جميع منظومات القيادة مسألة مهمة من أجل العمل الآمن للسيارة. يبيّن الجدول التالي أهم المشاكل التي قد تواجه السائق في منظومة القيادة والتي يجب معالجتها فور اكتشافها.

الجدول ١- المشاكل المألوفة لمنظومة القيادة

المشكلة	
قساوة في المقود واستعادة ضعيفة للوضعية بعد الدورانات	لا توجد مؤازرة هيدروليكية في أحد الاتجاهات
انسحاب السيارة إلى أحد الجهات	ارتداد ولعب زائد للعجلة
تمايل السيارة من جهة إلى أخرى	لا حاجة لأي جهد عند تدوير عجلة القيادة
زيادة مفاجئة في مقاومة عجلة القيادة	ارتجاج عجلة القيادة أثناء إيقاف السيارة في المرآب

المصدر: إصلاح السيارات، الجزء الثاني، ٢٠٠٩.

(١٦٢) Daniel C Keyes et al., 2012.

(١٦٣) Fred Puhn, 1985.

(١٦٤) Ibid.

(هـ) الإطارات المطاطية للسيارات

الإطارات مهمة جداً، ولكن غالباً ما يتم إهمال تأثيرها من قبل السائق على الأداء العام للسيارة. فتعطّل الإطارات أو الاستخدام الخاطىء لها يؤديان إلى قيادة وكبح غير صحيحين، كما أنّ المشكلات الأساسية للقيادة تنتج عن انخفاض ضغط الهواء في الإطارات.

(١) معلومات تصنيف الإطارات: يتمّ تصنيف الإطار بواسطة منظومة من الأرقام والأحرف الموجودة على جانبه (وتكون مجدولة في دليل المالك للسيارة). تحدد منظومات التصنيف[١٦٥] هذه مقاس الإطار والإطار المعدني (الجنط)، ونوع التصميم، والسرعة القصوى، وقدرة التعامل مع الأحمال؛

(٢) تصنيف جودة الإطار: تصنَّف جميع إطارات السيارات والشاحنات الخفيفة اليوم من قبل قسم النقل (DOT)، وفق منظومة التصنيف الموحد لجودة الإطارات (UTQG)[١٦٦] التي ترتكز على النقاط الثلاث الآتية:

أ- المقاومة الحرارية للإطار: تصنَّف على ثلاثة مستويات: A وB وC. يمثّل الحرف A أعظم مقاومة للحرارة المتولدة، في حين يمثّل الحرف C المقاومة الأقل. ويجب أن توافق جميع الإطارات المصنعة التقدير C على الأقل؛

ب- الاحتكاك الالتصاقي: يصنف أيضاً وفق ثلاثة مستويات: A وB وC. يقدم الحرف A الاحتكاك الأفضل (للطرق الرطبة)، في حين يقدم الحرف C أقل كمية للاحتكاك؛

ج- اهتراء (تآكل) المداس (الرسم الخارجي) للإطار: يصنّف باستعمال مجموعة من الأرقام التي تتراوح من ١٠٠ إلى حوالي ٥٠٠. فالإطار المصنف بقيمة ١٥٠ في المائة يوفّر تقريباً ٥٠ في المائة مسافة مقطوعة أكبر من االإطار المصنف بالقيمة ١٠٠.

(٣) اختيار الإطار المطاطي: بطاقة معلومات الحمولة للإطار موجودة على معظم السيارات، وهي توضع إما على باب السائق أو دعامة الباب أو داخل صندوق لوحة السائق. تحتوي هذه البطاقة على معلومات عن الحمل الأقصى للسيارة، ومقاس الإطار والإطار الاحتياطي، والضغوط الواجب نفخ الإطارات بها. ويمكن للسيارات القديمة ذات منظومات التصنيف القديمة، والتي لم تعد تستخدم اليوم، أن تجهَّز بإطارات حديثة وذلك باستخدام جداول التبادل؛

(٤) ضغط الإطار: يجب أن تُنفخ جميع الإطارات لبلوغ الضغط المناسب. (الشكل ٤)[١٦٧]: (A) الجدران الجانبية للإطار غير المنفوخ بشكل صحيح سوف تنثني بشكل زائد وتولد حرارة مؤذية بشكل سريع. بالإضافة لذلك، فإن القطاع المركزي للرسم الخارجي سوف يثقعر للأعلى مبتعداً عن الطريق ومحدثاً اهتراءً سريعاً لحواف الإطار. (B) النفخ الزائد للإطار سيجعله قاسياً ومن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى تحطم الطبقات المطاطية (لاحظ كيف أن الإطار المنفوخ بشكل زائد ينتفخ في المركز مما يؤدي إلى سحب حواف الإطار بعيداً عن الطريق واهتراء سريع في المركز). (C) لتوفير قيادة صحيحة، يجب الحفاظ على ضغط الإطار ضمن مجال المواصفات الموصى بها (لاحظ كيف أن عرض الرسم الخارجي للإطار المنفوخ بشكل صحيح يتلامس مع سطح الطريق)؛

يتم نفخ الإطار إلى قيمة الضغط الموصى بها عندما يكون بارداً (أي على درجة حرارة الهواء السائدة). عندما تقاد السيارة ترتفع حرارة الإطارات، وتزداد الحرارة بناءً على السرعة والحمل ونوعية الطريق ودرجة الحرارة السائدة (المحيطة). فمثلاً في الإطار البارد ذي الضغط 24 psi (165 kPa) سيزداد الضغط حتى 29 psi (200 kPa) بعد ٥-٦ كلم عند السرعات فوق ٦٥-٧٠ كلم/س، وعند فحص الإطارات الساخنة، سيكون الضغط المقاس أكبر من ضغط الإطار البارد. في حالة الأحمال الثقيلة أو عند القيادة بسرعة عالية مستمرة، يوصي العديد من الشركات الصانعة بزيادة الضغط البارد بمقدار 4 psi (25 kPa)[١٦٨].

---

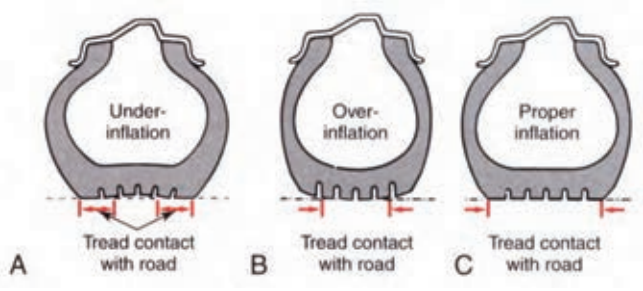
(١٦٥) The European Tyre and Rim Technical Organisation.

(١٦٦) The Uniform Tire Quality Grade (UTQG) ratings.

(١٦٧) إصلاح السيارات، الجزء الثاني، ٢٠٠٩.

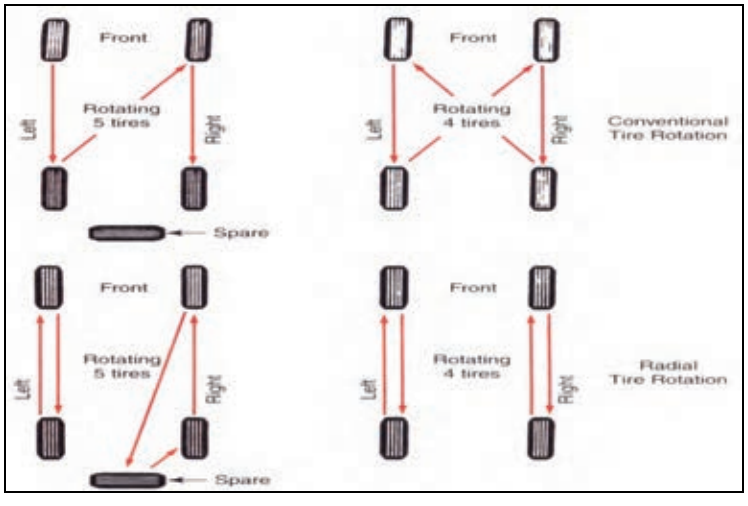
(١٦٨) المصدر نفسه.

الشكل ٤- تأثير ضغط الهواء في الإطار على مساحة الالتصاق مع الطريق



(٥) تغيير مكان الإطار (تدوير الإطارات): يمكن تمديد فترة خدمة الإطارات من خلال التغيير الدوري لمكانها على السيارة: توضع الإطارات الأمامية على المحاور الخلفية قبل أن يؤدي الخلل في زوايا العجلات الأمامية إلى عدم توازن الإطارات أو تآكلها. ويتم هذا التبديل كل ١٠ ٠٠٠ كلم تقريباً. يوضح (الشكل ٥) الطرق الشائعة لتغيير مكان الإطارات التقليدية والقطرية؛

الشكل ٥- خريطة تدوير الإطارات التقليدية والقطرية



(٦) موازنة العجلة والإطار: يمكن أن تصبح مجموعة العجلة مع الإطار غير متوازنة بسبب الاضطراب في التصميم (التركيب) أو انزياح الشرائط (الحبال) أو فقدان الكتلة الوزنية نتيجة تآكل الرسم الخارجي. ويؤدي عدم توازن الإطارات عند السرعات العالية، ولو كان قليلاً، إلى اهتزاز العجلة للأعلى والأسفل (wheel tramp) أو تمايلها من جهة إلى أخرى. وفي هذه الحالة، يجب أن تخضع مجموعة العجلة والإطار، إلى الموازنة السكونية والديناميكية؛

ملاحظة: إذا كان الإطار المطاطي معطلاً أو الإطار المعدني (العجلة) متضرراً، فلا تحاول إزالة المشكلة أو تصحيحها عن طريق الموازنة بل استبدل الإطار المطاطي أو المعدني المتأثر.

يجب أن تتم المحاذاة الصحيحة للعجلات من أجل تحقيق مواصفات جيدة للقيادة والتعامل مع السيارة وكذلك تآكل الإطارات. ينتمي إلى زوايا المحاذاة: الكاستر، والكامبر، والضم، وميلان محور المقود، والتباعد (الانفراج) عند الدورانات. يبيّن (الجدول ٢) أهم المشاكل التي قد تواجه السائق والتي يجب معالجتها فور اكتشافها.

الجدول ٢- المشاكل المألوفة للعجلات والإطارات

المشكلة	
اهتزاز الدولاب للأعلى والأسفل	تعقب العجلات لبعضها غير صحيح
تمايل العجلات	ضجيج من العجلات الأمامية أو الخلفية
استعادة وضعية ضعيفة بعد الانعطاف و/أو قيادة قاسية	الإطارات تفقد الهواء
السيارة تنسحب إلى إحدى الجهات	يتآكل الإطار في المركز
السيارة تتمايل من جهة إلى أخرى	الإطار يتآكل من كلا الجهتين
صرير الإطارات عند الانعطافات	تآكل الإطار على شكل حواف مستدقة الطرف
الارتخاء،اضطراب القيادة	تآكل الإطار بشكل مقعر
ركوب قاسي	تآكل مؤخرة ومقدمة الإطار

المصدر: إصلاح السيارات الجزء الثاني، ٢٠٠٩.

(٧) تفسير الأحرف والأرقام الموجودة على الإطارات: (الشكلان ٦ و٧) كمثال.

أ- نوعية الإطار: يشار إلى نوعيات الإطارات شائعة الاستخدام بالحروف الثلاثة: (P) الإطارات الخاصة بسيارات الركاب (LT) الإطارات الخاصة بالشاحنات الخفيفة (C) الإطارات الخاصة بالشاحنات التجارية الكبيرة. في المثال المعروض، الإطار خاص بسيارات الركاب؛

ب- عرض الإطار/نسبة الارتفاع إلى العرض: يقاس عرض الإطار بالمليمتر، أما نسبة الارتفاع إلى العرض فهي النسبة بين مقطع الارتفاع ومقطع العرض للإطار. في هذا المثال، عرض الإطار ونسبة الارتفاع إلى العرض هما ٢١٥/٦٥ على التوالي؛

ج- تصميم الإطار: تصميم الإطار موضح بالحروف كما يلي: (R) إطار بطبقات من الأحزمة الفولاذية (B) إطار بطبقات من الأحزمة النسيجية. وفي المثال، الإطار مصمم بطبقات من الأحزمة الفولاذية وهي الأكثر استخداماً؛

د- قطر الطوق المعدني (الجنط): أي مقاس العجلة أو الطوق المعدني"الجنط" بالبوصة. إن قطر العجلة مع عرض الإطار ونسبة الارتفاع إلى العرض جميعها تحدد مقاس الإطار. في المثال، يبلغ قطر الطوق المعدني ١٥بوصة. تأكد من الاطلاع على دليل مالك السيارة الخاص بسيارتك أو من الملصق المثبت على جدار باب السائق لمعرفة المقاس المناسب لسيارتك؛

هـ- مؤشر الحمولة / الحمولة القصوى: مؤشر الحمولة هو رمز رقمي يمثل الطاقة التحميلية للإطار عند السير بالسرعة المحددة. أما الحمولة القصوى فهي الحد الأقصى للوزن المحمّل على الإطار بما في ذلك وزن السيارة والركاب والشحنة، وهي تقاس بالكليوجرام أو الرطل. في هذا المثال مؤشر الحمولة هو ٩٥، وهذا يعني أن الطاقة التحميلية القصوى هي ١ ٥١٠ رطل على كل إطار. رموز مؤشر الحمولة وما يقابلها من حمولة قصوى موجودة في كتيبات الإطارات؛

و- معدل السرعة: معدل السرعة هو السرعة القصوى التي يتحملها الإطار في الظروف الاعتيادية، ويُعبّر عنها برموز حرفية. في هذا المثال، الحرف H يمثل الحد الأقصى للسرعة وهي ٢١٠ كيلومتر/ساعة. ويمكن الاطلاع على معدلات السرعة التي تجدها عادة في كتيب الإطارات (الجدول ٣)؛

الجدول ٣- الرموز المعتمدة للدلالة على السرعة القصوى التي يتحملها الإطار في الظروف الاعتيادية

الرمز	السرعة Km/h	الرمز	السرعة Km/h
L	١٢٠	T	١٩٠
N	١٤٠	U	٢٠٠
P	١٥٠	V	٢١٠
Q	١٦٠	H	٢٤٠
R	١٧٠	W	٢٧٠
S	١٨٠	Y	٣٠٠

ز- مؤشر تآكل مداس الإطار: مؤشر تآكل مداس الإطار يوضح مدى مقاومة الإطار للتآكل. وكلما زاد الرقم زادت مقاومة الإطار للتآكل. في هذا المثال، يبلغ مؤشر تآكل مداس الإطار ٢٢٠. أما الإطارات الاعتيادية في الوقت الحاضر فيبلغ مؤشر تآكل المداس فيها ٣٠٠ وأكثر؛

ح- مؤشر الاحتكاك الالتصاقي: هو مقياس لقدرة الإطار على التوقف على الأسطح الرطبة، ويشار إليه بالحروف AA, A, B, C. أكبر معدل احتكاك يشار إليه بالرمز AA وأدنى احتكاك بالرمز C. في هذا المثال مؤشر الاحتكاك هو A؛

ط- مقاومة الحرارة: مقاومة الحرارة تشير إلى قدرة الإطار على التخلص من السخونة. ويُعبّر عنها بالحروف A, B, or C. أعلى معدل لتحمل الحرارة هو A والأدنى هو C. في هذا المثال، معدل المقاومة لدرجة الحرارة هو A؛

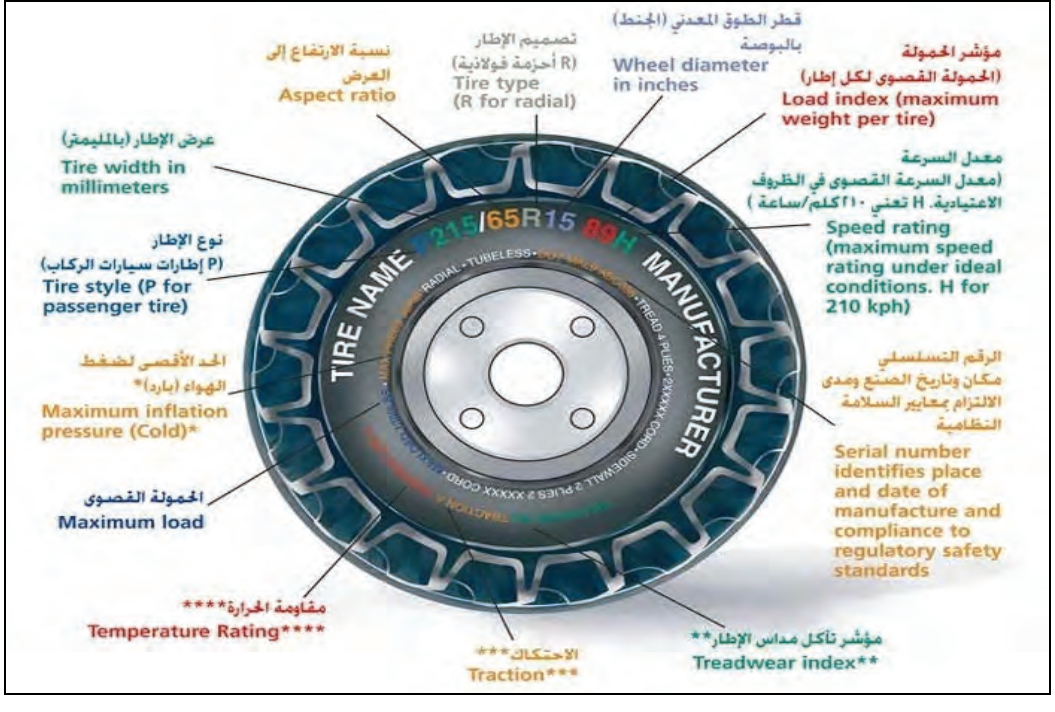
ي- الحد الأقصى لضغط الهواء في الإطار: يقاس ضغط الهواء بالرطل في البوصة المربعة (psi) أو بالكيلوباسكال (KPa). احرص دائماً على قياس ضغط الهواء في الإطارات حينما تكون باردة (عند قيادة السيارة لأقل من كيلومتر واحد). في هذا المثال، الحد الأقصى لضغط الهواء في الإطار هو ٣٥ رطل/بوصة مربعة. ويمكن معرفة الحد الأقصى لضغط هواء إطارات سيارتك من دليل مالك السيارة أو من الملصق المثبت على جدار باب السائق؛

ك- الرقم التسلسلي: يوضح الرقم التسلسلي مكان وتاريخ صنع الإطار وأنظمة السلامة المتّبعة، كما يتضمّن تاريخ الصنع. وينصح بعدم شراء أي إطار مصنوع قبل سنة أو أكثر من سنة واحدة. في هذا المثال، DOT تعني أن الإطار متوافق مع أنظمة السلامة الأمريكية؛

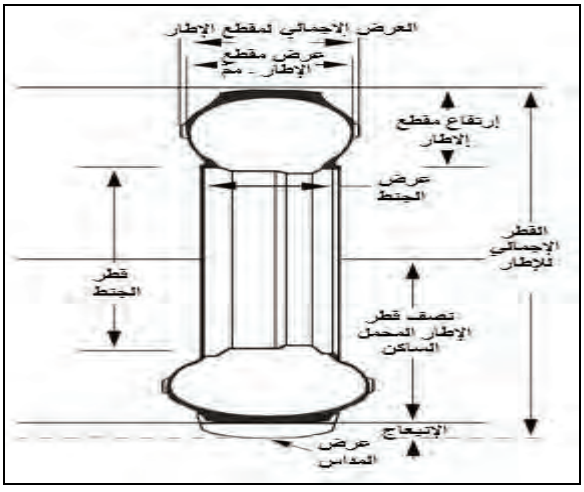
ل- تاريخ الصنع: فيما يلي مثال عن الطريقة الصحيحة لكيفية قراءة تاريخ تصنيع الإطار، إذا كان رمز التصنيع هو ٠٣٨، فذلك يعني أن الإطار مصنوع في الأسبوع الثالث من عام ٢٠٠٨. وإذا كان رمز التصنيع هو ٣٧٠٦، فذلك يعني أن الإطار مصنوع في الأسبوع ٣٧ من عام ٢٠٠٦.

من الضروري الحرص على شراء الإطار المناسب لسيارتك، لأن سلامتك تعتمد عليه. اختيار الإطار المناسب يتوقف ببساطة على القراءة الصحيحة والفهم للبيانات المدونة في دليل مالك السيارة وعلى جدار الإطار. للمزيد من المعلومات حول معنى الرموز والأرقام المدونة على جدار إطار سيارتك، يمكن مراجعة الشركة الصانعة.

الشكل ٦- معاني الأرقام والأحرف الموجودة على الإطارات



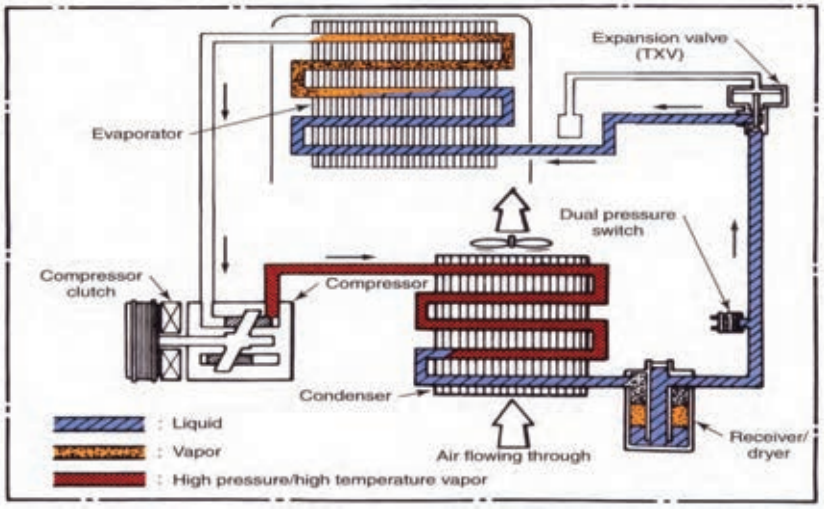
الشكل ٧- رسم مقطعي للإطار



(و) <u>منظومة التكييف والتبريد</u>

وتتألف من: الضاغط (Compressor)، المكثف (Condenser)، المبخر (Evaporator)، غاز التبريد (Refrigerant)، صمام تمدد (Expansion Valve)، مفتاح الضغط الثنائي (Dual Pressure Switch)، المجفف (Dryer)، مروحة التبريد (Cooling Fan)، النافخ (Blower)، الأنابيب والمواسير والوصلات (Tubes, Flexibles and fittings)، الحساسات ووحدة التحكم (Sensors and control unit) (الشكل ٨).

الشكل ٨- منظومة التكييف والتبريد النموذجية في السيارة



(١) <u>سوائل التبريد</u>: سائل التبريد هو مركب من العناصر الكيميائية (مثل الكربون، الهيدروجين، الفلور، وفي بعض الحالات الكلور) وهو قادر على تغيير حالته بسرعة من سائل إلى بخار وبالعكس. عندما يخضع لهذه التغيرات في الحالة، يستطيع سائل التبريد أن يوفر تبريداً هاماً عن طريق امتصاص وتحرير كميات كبيرة من الحرارة بالنسبة لحجمه. يمكن أن تتغير نقطة غليان سائل التبريد أو درجة الحرارة التي يتحول عندها إلى بخار عن طريق تغيير الضغط في منظومة تكييف الهواء؛

يستمر استخدام سائل التبريد في المنظومة بفعالية ما لم يتلوث بالأوساخ أو الماء أو الهواء. وهو عديم اللون في حالتيه البخارية والسائلة. سائل التبريد غير سام، ما لم يتلامس بشكل مباشر مع اللهب المفتوح، وهو لا يسبب الصدأ ما لم يمتزج مع الرطوبة. هو أثقل من الهواء ويتحول إلى بخار عندما يُطلق إلى الوسط المحيط؛

ومع أن هناك العديد من سوائل التبريد في السوق اليوم، إلا أن واحداً منها فقط يوافق جميع متطلبات الشركة الصانعة من أجل الاستخدام في السيارات. هذا السائل هو R-134a والمسمى أحياناً HFC-134a، واسمه الكيميائي هو الإيثان رباعي الفلور (CF3CH2F). يُستخدم R-134a في جميع مكيفات الهواء المصنعة من قبل الشركات الأصلية ابتداء من العام ١٩٩٤. ولا تحتوي البنية الجزيئية للسائل R-134a على الكلور وبالتالي فهو لا يساهم في نضوب طبقة الأوزون. ورغم أنّ له بعض التأثير على الاحتباس الحراري، إلا أنه اقل خطراً بكثير من R-12؛

(٢) أنواع زيوت سائل التبريد[١٦٩]: تتطلب المنظومات التي يُستخدم فيها السائل R-134a، الزيت المسمى بغليكول البولي ألكالين (PGA). هذا الزيت الصناعي (غير البترولي) مشابه في البنية الكيميائية لمانع التجمد في منظومات تبريد المحرك. ويكون عادةً ذا لون أزرق فاتح وهو مخصص للمنظومات R-134a ولا يمكن أن يستخدم في المنظومات R-12؛

(٣) اختبار أو فحص أداء المنظومة: يكون من الصعب أحياناً تحديد كيفية عمل المنظومة بالاعتماد على رأي السائق فقط (الذي يعتمد على رد الفعل الفيزيائي على الحرارة داخل السيارة)، فدرجة الحرارة والرطوبة في الهواء تؤثران على فعالية المنظومة. للحصول على صورة دقيقة عن فعالية المنظومة، من الضروري تنفيذ اختبار الأداء الذي يقتضي فحص ضغوط عمل المنظومة (جهة الضغط العالي والمنخفض) ودرجة حرارة الهواء الداخل إلى السيارة. تنسب بعد ذلك قراءات الضغط والحرارة إلى درجة حرارة الهواء المحيط ورطوبته النسبية لتحديد فعالية المنظومة في ظل شروط العمل المثالية. تتغير تقنيات ومواصفات الفحص تبعاً للصانع والطراز؛

(٤) استعادة /إعادة تدوير سوائل منظومة التكييف: إن الإجراء الوحيد الموصى به لتفريغ منظومة تكييف الهواء هو استعادة كلّ السائل الموجود في المنظومة باستخدام مركز أو وحدة خدمة سوائل التبريد، إذ يجب عدم إطلاق أو تحرير سائل التبريد إلى الوسط الخارجي.

(ز) صيانة المفحم/المكربن (الكاربيراتور)[١٧٠]

الرغم من أن المفحمات لم تعد تركب في السيارات الحديثة، الا أن هناك الكثير من السيارات في لبنان التي تحتوي على هذه الأجهزة.

(١) وظائف المفحم: تتوفر المفحمات بمقاسات وأنواع عديدة، لكنها جميعها تؤدي نفس الوظيفة الأساسية وهي تذرير البنزين وخلطه مع الهواء ثمّ إيصال المزيج إلى المحرك. وتحتوي جميع المفحمات على المنظومات الأساسية التالية:

أ- منظومة العوامة (الفواشة) التي تتحكم بمستوى الوقود في حوض الفواشة للمفحم؛

ب- منظومة القياس أو المعايرة الأساسية التي تستخدم خلخلة فينتوري (الخلخلة المتولدة في الخانقة الرئيسية للمفحم) من أجل سحب الوقود من حوض الفواشة عند السرعات المطّردة؛

ج- منظومات الدوران الحر والدوران البطيء (idle) التي تستخدم الخلخلة في مجمع القنوات الشهيق (الامتصاص) لسحب الوقود من حوض الفواشة عند الدوران الحر والسرعات البطيئة أو المنخفضة؛

د- المنظومة الاستطاعية والتي تعطي وقوداً زائداً عندما يعمل المحرك تحت حمولات كبيرة. توجد مضخة تسارع تعمل على إيصال الوقود الزائد إلى الأنبوب البوقي عندما تكون الخانقة الرئيسية مفتوحة؛

هـ- منظومة الخانقة الهوائية أو "الإقلاع" والتي تعمل على إغناء مزيج الوقود والهواء عندما يكون المحرك بارداً.

---

(١٦٩) Steven Daly, 2006.

(١٧٠) Newton et al., 1996.

(٢) صيانة المفحم: يعتبر المفحم جهازاً معقداً، ولكن يمكن تعييره وتصليحه عند الانتباه والحذر في ذلك.

أ- الفحوصات قبل الصيانة: قبل تشخيص أعطال المفحم وصيانته، يجب التأكد أن جميع المنظومات المرتبطة تعمل بشكل صحيح. فما يبدو أنه مشكلة في المفحم غالباً ما يتبين أنه مشكلة في منظومة أخرى من منظومات المحرك. لذلك يجب فحص جميع المنظومات المتعلقة بالتحكم بالانبعاثات من المحرك، والحساسات والتوصيلات الكهربائية؛

ب- تعييرات المفحم: يمكن إجراء العديد من التعييرات عندما يكون المفحم مركباً على المحرك، بينما تتطلب التعييرات الأخرى نزع المفحم وتفكيكه جزئياً أو كلياً، وأي تعيير للمفحم يمكن أن يؤثر على إصدارات غازات العادم. لا تحتوي المفحمات الحديثة على أية وسائل لتعيير المزيج عند الدوران الحر. وحتى ولو كان هذا التعيير ممكناً، فإن وحدة التحكم الإلكتروني بالمحرك سوف تعوض أية تغيرات في مزيج الوقود، وتعمل على إلغاء محاولة التعيير؛

بسبب تواجد عدد كبير من أنواع المفحمات قيد الاستخدام، فإن الإجراءات التالية ستكون عامة وقابلة للتطبيق على تعيير المفحم النموذجي. ويجب على العامل الفني الرجوع إلى دليل الصيانة الخاصة بالمفحمات المحددة من أجل إجراء التعيير والاصلاح؛

ج- أنواع التعييرات: (الجدول ٤).

الجدول ٤- تعيير وصيانة وفحص المكربن

تعيير وصيانة وفحص	
تعيير سرعة الدوران الحر	تعيير المستوى الفعلي للوقود أو المستوى الرطب
تعيير الوصلة الميكانيكية لكامة الدوران الحر السريع	تعيير قطع الخلخلة
	صيانة الخانقة الهوائية
تعيير سرعة الدوران الحر في الحالة الساخنة	فحص وتعيير مضخة التسارع
تعيير المزيج عند الدوران الحر	فحص وضبط مستوى الفواشة

المصدر: Newton et al., 1996.

(٣) إصلاح المفحم: إن أسباب نزع وإصلاح المفحم تعود إلى تراكم الصمغ الراتنجي والورنيش، ووجود الأوساخ الزائدة والماء في المفحم، وتسرب في الجوانات وتعطل الأجزاء الميكانيكية والأغشية التخلخلية ومحاور صمام الخانقة الرئيسية أو الوصلات الميكانيكية (في الكثير من الأحيان يمكن استبدال المكربن بمكربن آخر أو مكربن الكتروني وغالباً ما يتم توقيع أنظمة الحقن/البخاخ على المحرك والتخلي عن المكربن).

(ح) متفرقات

(١) مرشح الهواء: يجب أن ينظّف (ينفخ بالهواء) أو يستبدل عند الحاجة. ومن المعلوم أن المرشح المسطم يزيد من استهلاك الوقود للمحركات التي تعمل مع المكربنات، ولكنه لا يؤثر مباشرةً على مصروف الوقود للمحركات التي تعمل مع أنظمة الحقن بل يؤثر على الفعالية العامة للمحرك[١٧١]؛

(٢) مرشح الوقود: لا يخضع أي من مرشحات الوقود الموجودة على السيارة للتنظيف، إنما يستبدل عند الضرورة؛

(٣) غطاء خزان الوقود: يجب التأكد دائماً من أنه محكم الإغلاق خاصةً بعد تعبئة الوقود في المحطات. إن الغطاء غير السليم هو مصدر رئيسي لتهريب بخار الوقود ويجب استبداله في هذه الحالة؛

(٤) الشمعات: يتمّ تغييرها بحسب جدول الصيانة، وحالتها تشير إلى عدة أعطال ممكنة (الشكل ٩)، كما يمكن إعادة استعمال الشمعات بعد تنظيفها. ارجع لدليل المالك أو شاور اختصاصي الصيانة لمعرفة نوع الشمعات الذي يجب استخدامها؛

(١٧١) Norman et al., 2009.

الشكل ٩- الحالات السائدة للشمعات والأسباب المحتملة لحصولها

Normal	Sooted	Oiled	Centre electrode melted	Severe wear of earth electrode
Insulator nose in grey-white grey-yellow colour	**Causes:** Mixture too rich, predominantly used in short-distance traffic	**Causes:** Oil level too high, highly worn piston rings or valve guides	**Causes:** Thermal overload-ing caused by auto-ignition	**Causes:** E.g. engine knock-ing

المصدر: إصلاح السيارات، الجزء الأول، ٢٠٠٩.

(٥) السيور: يجب مراقبتها وتغييرها عند الحاجة. أما السير الأساسي (أي الذي ينقل الحركة من عامود المحرك إلى عامود الكامات) فيستبدل بحسب جدول الصيانة؛

(٦) البطارية: قبل شحن أو تغيير البطارية يجب التأكد دائماً من عدم وجود دارة مؤرضة تعمل على تفريغ البطارية؛

(٧) التشحيم: تتم عملية تشحيم أماكن الاحتكاكات الميكانيكية عادةً خلال صيانة أو تصليح هذه الأماكن، مثل قضبان الربط (الوصلات الميكانيكية) في منظومات التعليق والقيادة.

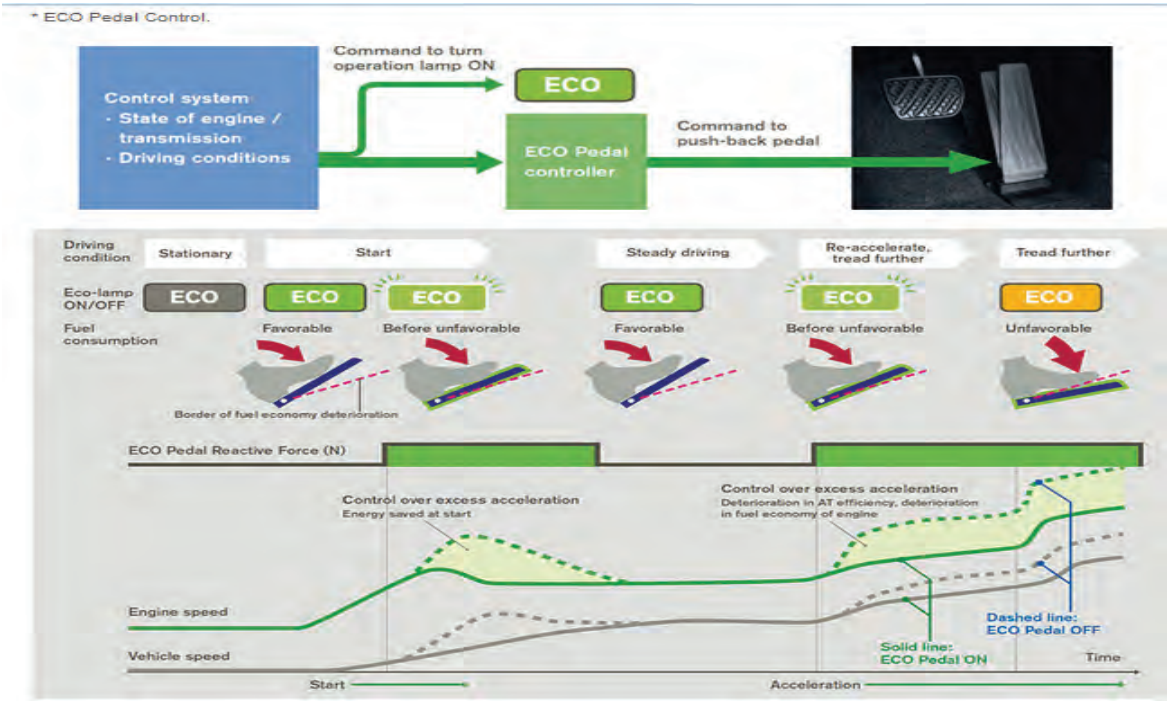
الملحق ٩

أمثلة على الأجهزة والأنظمة المساعدة للسائق من أجل قيادة اقتصادية فعّالة (الشكلان ١ و٢)

الشكل ١- نظام Ford Eco Route

المصدر: Ford Eco-Route.

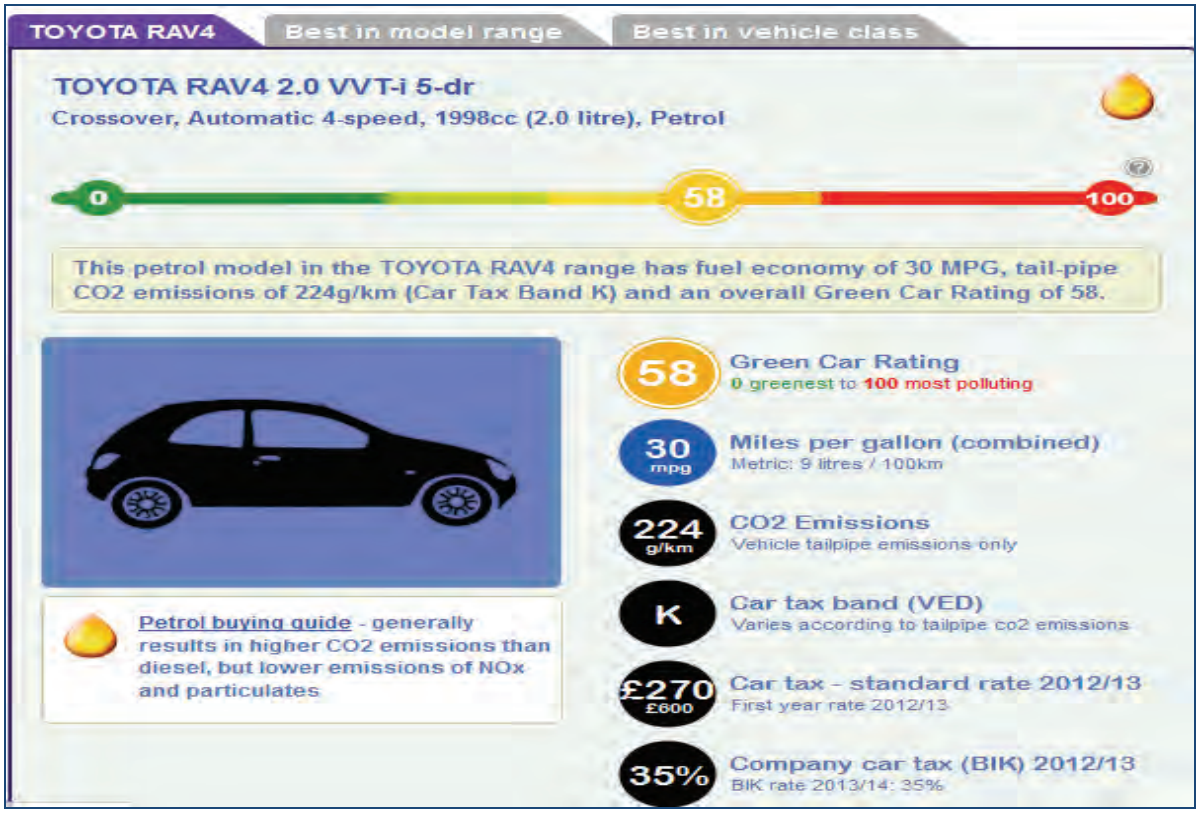
الشكل ٢- نظام التحكم في اقتصاد الوقود "Nissan – EcoPedal"



المصدر: Nissan, Eco Pedal.

الملحق ١٠

التصنيف البيئي لتويوتا RAV4



الملحق ١١

الاقتصاد في استهلاك الوقود بالنسبة لأنواع السيارات المختلفة

الفئة ١- سيارات صغيرة (حتى ١,٤ ليتر)			
السيارة	سعة المحرك (ليتر)	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (غرام/كيلومتر)	مجموع استهلاك الوقود (ليتر/١٠٠ كيلومتر)
Citroen C1 Compact	١	١٠٦	٤,٦
Nissan Micra	١,٢	١١٥	٥
Fiat 500	١,٢	١١٩	٤,٢
Chevrolet Spark	١	١١٩	٥,١
Toyota Yaris	١,٣	١٢٣	٥,٤
Audi A1	١,٤	١٢٤	٥,٣
Volkswagen Polo	١,٢	١٢٨	٥,٥
Honda Jazz	١,٣	١٢٨	٥,٥
Hyundai i10	١,٢	١٢٩	٥,٥
Suzuki Swift	١,٢	١٢٩	٥,٦
Opel Corsa	١,٤	١٣٨	٥,٩
Ford Fiesta	١,٤	١٥٤	٦,٥

الفئة ٢- سيارات متوسطة-صغيرة (حتى ١,٦ ليتر)			
السيارة	سعة المحرك (ليتر)	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (غرام/كيلومتر)	مجموع استهلاك الوقود (ليتر/١٠٠ كيلومتر)
Chevrolet Aveo	١,٢	١٣٠	٥,٤
Citroen C2	١,٤	١٣٠	٥,٦
Hyundai Elantra	١,٦	١٣٨	٧,٤
Volkswagen Golf	١,٤	١٤٤	٦,٢
Audi A3	١,٨	١٥٢	٦,٦
Renault Clio	١,٦	١٥٥	٦,٧
Peugeot 207	١,٦	١٦٠	٦,٩
Opel Astra	١,٦	١٦٧	٧,١
Mazda 3	١,٦	١٦٧	٧,٦

الفئة ٣- سيارات متوسطة (حتى ٢,٥ ليتر)			
السيارة	سعة المحرك (ليتر)	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (غرام/كيلومتر)	مجموع استهلاك الوقود (ليتر/١٠٠ كيلومتر)
Toyota Prius (hybrid)	١,٨	٩٢	٤
Chevrolet Cruze	١,٨	١٥٥	٦,٦
BMW3 series	٢	١٥٩	٦,٨
Citroen C4	١,٦	١٥٩	٦,٩
Volkswagen Passat	١,٨	١٦٥	٧,١
Honda Civic	١,٨	١٦٥	٧,١
Mercedes C180	١,٦	١٧٢	٧,٤
Mazda 6	٢	١٧٦	٧,٦
Renault Megane	٢	١٧٨	٧,٧
Hyundai Sonata	٢,٤	١٧٩	٨,٧
Nissan Qashqai	٢	١٧٩	٧,٦
Ford Mondeo	٢	١٧٩	٧,٧
Honda CR-V	٢	١٩٣	٨,٤
Audi A4	٢	١٩٤	٨,٣
Lexus IS250	٢,٥	١٩٤	٨,٤
Opel Insignia	٢	١٩٨	٨,٤
Subaru Legacy AWD	٢,٥	٢٢٠	٨,٢
Nissan Altima	٢,٤	٢٢٠	٩,٢
Renault Espace	٢	٢٢٣	٩,٤
Toyota Camry	٢,٤	٢٣٣	١٠,٢

الفئة ٤- سيارات فخمة (حتى ٣,٥ ليتر)			
السيارة	سعة المحرك (ليتر)	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (غرام/كيلومتر)	مجموع استهلاك الوقود (ليتر/١٠٠ كيلومتر)
Lexus RX450 hybrid	3.5	145	6.3
Honda Accord	2	170	7.3
BMW 523i	3	178	7.6
Lexus GS450	3.5	179	7.7
Mercedes E350 Blue efficiency	3.5	205	8.8
Peugeot 407	2	207	8.7
Audi A8	4.2	219	9.5
BMW 740i	3	232	10.1
Nissan Murano	3.5	248	10.6
Jaguar XF	3	249	10.7
Cadillac CTS	2.8	263	9.5

المصدر: AFED, energy efficiency handbook.

الملحق ١٢

أمثلة عن الدعايات المروّجة للقيادة الصديقة للبيئة وللسيارات "الخضراء"

الشكل ١- ملصق بيئي معتمد في دول الاتحاد الأوروبي

الشكل ٢- إحدى الدعايات التي تحذر من استعمال الجوال أثناء القيادة

المصادر والمراجع

Acura RLX 2014. Available from http://www.acura.com/Features.aspx?model=RLX&modelYear=2014&context=Interior#navigation_functionality_and_controls.

AFED, Energy Efficiency Handbook. Chapter 12: Company vehicles.

ALMEE (2012). L'energie au liban 2011, presentee par Docteur Rita Najjar, Energaia Montpelier 2012.

Antoine Martin (1993). L'Automobile. La technique automobilede l'apprentissage a la maitrise. Editions livre totale Lausanne, p. 102.

AQRU (2011). Beirut air quality conference held at the national center for scientific research, air quality research unit. January 2011.

AQRU (2012). Beirut air quality conference held at the national center for scientific research, air quality research unit. January 2012.

AUB, Auto pooling. Available from www.autopooling.com/aub.

Auto Alliance and Gov. Schwarzenegger launch Ecodriving USA. Available from http://green.autoblog.com/2008/09/09/auto-alliance-and-gov-schwarzenegger-launch-ecodriving-usa/.

BLOMINVEST BANK (2013). The Lebanon brief.isuue 806, brief, week of 21, 26 January 2013, p. 8.

CARB (California Air Resource Board). Qualifying Vehicles for Clean Air Vehicle Decals. http://www.arb.ca.gov/msprog/carpool/carpool.htm.

CAS (2007). Transport and post. Beirut. Central administration for statistics.

CAS (2008). Transport and post. Beirut. Central administration for statistics.

CAS (2009). Road transport. Beirut. Central administration for statistics.

CASE STUDY: EcoDriving: American Programs and Results. December 2009.

CCFA (Comite des constructeurs francais d'automobiles). CO2 emissions. Mobilizing road transport.

CDR (2012). Environmental impact assessment for new coastal highway "ministry of power & water interchange and KWER exit ramp". Final report.

Choueiri and others (2010). Analysis of Accident Patterns in Lebanon. Paper prepared for the 4th International Symposium on Highway Geometric Design. Valencia, Spain.

CIECA (2007). Internal project on 'Eco-driving' in category B. driver training & the driving test (2007). Final Report 05-11-07.

Colin R. Ferguson (1986). Internal combustion engines. Applied thermosciences. John Wiley and sons, p. 455.

Daniel C Keyes and others (2012). Ethylene Glycol Toxicity. Medscape reference. Drugs, diseases and procedures. Available from http://emedicine.medscape.com/article/814701-overview.

David Crolla (2009). Automotive Engineering. Powertrain, chassis system and vehicle body. Elsevier, p. 307.

E/ESCWA/SDPD/2011/2. Original Arabic السياسات والتدابير للترويج للاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في منطقة الإسكوا.

EC (European Commission), Energy Efficiency, Tyre Labelling. Available from http://ec.europa.eu/energy/efficiency/tyres/labelling_en.htm.

Ecodriver- project overview. Available from http://www.ecodriver-project.eu/about/overview/.

EcoTRANSPORT strategy. Plans, spending and results. Treasury board of Canada secretariat. Available from http://www.tbs-sct.gc.ca/hidb-bdih/initiative-eng.aspx?Hi=64.

ECOWILL: Benefits of ecodriving. Available from http://www.ecodrive.org/en/what_is_ecodriving-/benefits_of_ecodriving/.

ECOWILL: the golden rules of ecodriving. Available from http://www.ecodrive.org/en/what_is_ecodriving-/the_golden_rules_of_ecodriving/.

ECOWILL: The project. Available from http://www.ecodrive.org/en/home/ecowill/the/project/.

EIA (Energy Information Administration) (2013). Annual energy outlook. Light-Duty Vehicle Stock by Technology Type. Available fom http://www.eia.gov/forecasts/aeo/tables_ref.cfm.

Electrics and others (2009). The century ahead. Four global scenarios. Tellus institute.

EPA (Environmental protection Agency). Climate Change, Global Greenhouse Emission Data (IPCC, 2007). Available from http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html.

EPA, NAAQS. Air and Radiation. Available from http://www.epa.gov/air/criteria.html.

European Tyre and Rim Technical Organization (ETRTO). Available from http://www.etrto.org/.

Fiat: ecodrive. autobloggreen. Available from http://green.autoblog.com/2008/12/29/fiat-eco-drive-has-saved-163-000kg-of-co-sub-2-sub-so-far/.

Ford, Eco-route. Available from http://media.ford.com/article_display.cfm?article_id=32418.

Ford and Pro Formance drivers (2008). ARIZONA. Available from http://pfgevents.com/eco.html.

Ford FOCUS 1.0-Litre Ecoboost specifications. Available from http://media.ford.com/news/fordfocus1_0litreecoboostspecifications.htm.

Ford's Smart guage with ecoguide. Available from http://media.ford.com/article_display.cfm?article_id=29300.

Fred Puhn (1985). Brake Handbook. HP Books. USA.

Gas mileage tips: Keeping your car in shape. Available from http://www.fueleconomy.gov/feg/maintain.shtml.

Geoff J. Syme and others (1987). Evaluating a television campaign to promote petrol conservation. Sage publications, Inc.

Gilbert M. Masters and Wendell P. Ela (2008). Introduction to environmental engineering and science. Pearson International Edition.

Green car congress: Volkswagen to use CO2 as refrigerant for future air conditioning systems. Available from http://www.greencarcongress.com/2013/03/vwco2-20130308.html.

Green car congress, Toyota introduces ecodrive indicator. Available from http://www.greencarcongress.com/2006/09/toyota_introduc.html.

Guillome Saint Pierre and others (2012). Design and development of mobile service for ecodriving. Workshop on "Human centred design for nomadic transport services in multi-modal mobility". Lyon, 15/11/2012.

Hakan Johansson and others (1999). Impact of EcoDriving on emissions and fuel consumption, a pre-study. Vagverket. Swedish National Road Administration.

Harrison and others (2012). Green car congress UK. Study estimates the composition of non exhaust atmospheric particulate matter from traffic. Available from http://www.greencarcongress.com/2012/06/harrison-20120611.html.

HARTENERGY (2011). Global Fuel Quality Trends. A complimentary newsletter from the international fuel quality center. March 2011. Issue1. Fuel quality in Lebanon.

Heewon Lee and others (2010). The effect of eco-driving system towards sustainable driving behavior. Atlanta, GA, USA.

Het Nieuwe Rijden (2007). Evaluation Dutch national ecodriving programme.

Honda, Eco Assist, ECON. Available from http://automobiles.honda.com/insight-hybrid/fuel-efficiency.aspx.

IEA (2005). Saving oil in a hurry, p. 115.

IEA (2007a). Fuel efficient road vehicle non-engine components, p. 4.

IEA (2007b). "Workshop on Ecodriving".

IEA (2007c). Workshop on Ecodriving. Japanese Eco-Driving initiative.

IEA (2009a). Transport, energy, and CO2, p. 177.

IEA (2009b). Transport, energy and CO2, p. 130.

IEA (2009c). Transport, energy and CO2, p. 140.

IEA (2009d). Transport, energy and CO2, p. 18.

IEA (2012a). Key world energy statistics 2012, p. 37.

IEA (2012b). CO2 emissions from fuel combustion highlights, p. 125.

IEA (2012c). CO2 emissions from fuel combustion highlights, p. 62.

IEA (2012d). CO2 emissions from fuel combustion highlights, p. 71.

IEA (2012e), p. 15. خرائط طرق تقنيات الطاقة دليل للإعداد والتطبيق.

IEA (2012f). Technology roadmap, fuel economy of road vehicles, p. 17.

IEA .Energy balance for Lebanon. Available from http://www.iea.org/stats/balancetable.asp?COUNTRY_CODE=LB.

IEA, 25 bright ideas, on the road. Available from http://www.iea.org/topics/energyefficiency/25brightideas/.

IEE (Intelligent Energy Europe) (2005). TREATISE, Ecodriving. Smart, efficient driving techniques.

IEE (2009). ECODRIVEN campaign Catalogue for European Ecodriving &Traffic Safety Campaigns.

IEE (2009). Energy-efficient transport Green mobility on the move.

IEE (2009). FLEAT. Michiel Vanderschaeghe and others (2009). Policy mix for energy efficient fleet management.

IEE. TREATISE. Training programme for local energy agencies and actors in transport and sustainable energy actions (TREATISE). Available from http://eaci-projects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=1761.

IFP Energies nouvelles (2012). Panorama 2012. Le dévelopment des véhicules hybrids et électriques.

IPTEC (2012). National Campaign for Air Pollution Reduction in Lebanon through Efficient Energy use in Land Transportation. Available from http://www.iptgroup.com.lb/latest-activities.php.

Joery Van Mierlo and others (2004). Influence of driving style on emissions: Qualification and measures.

John D. Anderson, jr. (2001). Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill International Edition.

Kanok Boriboonsomsin and others (2010). Eco-Driving: Pilot Evaluation of Driving Behavior Changes among U.S. Drivers. University of California Transportation Center.

KIA-Motors. Available from http://www.prnewswire.com/news-releases/kia-motors-new-16-liter-gasoline-direct-injection-engine-named-to-wards-2012-10-best-engines-list-135501993.html.

Klima: aktivmobil. Spritspar. Available from http://www.klimaaktiv.at/english/search.html?queryString=spritspar.

Kobayashi and others (2007). Eco-driving simulation: evaluation of eco-driving within a network using traffic simulation. Available from http://library.witpress.com/pages/PaperInfo.asp?PaperID=18197.

Kyotango City Starts Ecodriving Project. Available from http://www.japanfs.org/en/pages/025858.html.

Lebanese-German Cooporation (DSME). Available from http://www.dsme-lb.com/.

Lebanon carpooling. Available from http://www.lebanoncarpooling.com/Home/About.

LIBNOR, ٢٠٠٣:٧٥٣ ليبنور، مواصفة قياسية لبنانية رقم.

LIBNOR, ٢٠٠١:٤٨٤ ليبنور، مواصفة قياسية لبنانية رقم.

الاسكوا

بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح
صندوق بريد: ٨٥٧٥-١١، بيروت، لبنان
هاتف: ٩٨١٣٠١ ١ ٩٦١+، فاكس: ٩٨١٥١٠ ١ ٩٦١+
www.escwa.un.org

Copyright © ESCWA 2013

Printed at ESCWA, Beirut

E/ESCWA/SDPD/2013/Technical Paper.2
United Nations Publication

13-0210 – September 2013