العلاقة بين ضغط اطارات السيارة واستهلاك الوقود .

The Relationship Between Tyre's Pressure and Fuel Consumption .

جمال طعمة ناصر

مدرس مساعد

المعهد التقني / الشطرة

المستخلص :

تم في هذا البحث تجربة تاثير انخفاض ضغط اطارات السيارة على استهلاك الوقود حيث تم استخدام السيارة نوع هونداي – تراجيت – موديل ٢٠٠٨ حجم اطارها (٢١٥ / ٦٥ – ١٥) والضغط المثالي للاطار ٣٢ باوند / انج^{٢} وقد تم خفض ضغط الاطارات بالنسب ١٠% ، ٢٠% ، ٣٠% ، ٤٠% ، و٥٠% من الضغط المثالي وتم حساب كميات الوقود المستهلكة من قبل السيارة لكل نسبة من النسب المشار اليها حيث تم تكرار كل حالة ثلاث مرات واستخرجت معدلات الزيادة في استهلاك الوقود وقد تبين من النتائج ان هناك زيادة واضحة في استهلاك الوقود خاصة عند خفض ضغط الاطار بنسبة ٢٠% من الضغط المثالي وقد تبين ايضا ولعموم نسب خفض الضغط في الاطار ان نسبة الزيادة في استهلاك الوقود ١.٢٣% وقد بلغت الزيادة في صرف الوقود ٤٠ سم^{٣} لكل انخفاض في ضغط الاطارات مقداره ١ باوند / انج^{٢} .

Abstract :

In this paper, an experiment was conducted to determine the effect of air pressure decreasing of the tyres on fuel consumption . The Tyre air pressure was reduced 10% , 20% , 30% , 40% , and 50% 0f optimal air pressure (32 PSI) . The consumed fuel was calculated for each percentage that previously be indicated with three replications by obtaining the average fuel consumption . Results showed that there is 1.23% increase in the percentage of fuel consumption , and the reduction in pressure by 1 PSI increases fuel consumption by 40 Cm.^{3} for the selected distance , thus the fuel consumption reaches it's highest value at 20% reduction in air pressure .

١ – المقدمة :

ان قياس استهلاك الوقود في العجلات تحت الظروف الحقيقية للقيادة هو من الامور المعقدة بسبب العديد من العوامل المؤثرة والتي تتضمن اختلاف أو تعدد الاغراض التخصصية للعجلات ، السلوكية العامة للسائق كالقيادة بسرع عالية أو كثرة تغييره لعتلة صندوق السرع ، الظروف البيئية كدرجات الحرارة والرطوبة ، كثافة المرور ، معدل انسيابية السير وطبيعة الطريق وطوبوغرافيته اضافة الى قوة المحرك (١٢) . حيث وجد (٣) ان القيادة عند السرعة ١١٠ كم / ساعة تزيد من استهلاك الوقود بما نسبته ٢٠ % مقارنة عند القيادة بسرعة ٩٠ كم / ساعة . كذلك وجد ان القيادة عند الصفر المئوي تزيد من استهلاك الوقود بنسبة ٨% في حين ترتفع نسبة استهلاك الوقود بمقدار ٣٠% عند القيادة تحت درجة الحرارة البالغة (– ٣٠) درجة مئوية ، كما ان استهلاك الوقود بالشتاء يمكن ان يكون اكثر من استهلاكه بالصيف بمقدار ٥٠% ، وان وجود الصقيع يزيد من عملية استهلاك الوقود بسبب الانزلاق . كما ان القيادة اثناء الرياح التي تبلغ سرعتها ٣٠

كم /ساعة تزيد ايضاً من استهلاك الوقود . اما فيما يخص طبيعة سطح الطريق فقد تبين ان القيادة على طريق من الاسفلت الخشن يزيد من استهلاك الوقود بنسبة ٣٥% .

ولم تشهد عملية استهلاك الوقود تناقصاً منذ عام ١٩٩٠ بسبب توجه تصميم السيارات الى زيادة وزنها وزيادة سعة اسطوانات محركاتها (١٣) . وقد قدر (١٠) ما تستهلكه الولايات المتحدة الامريكية من الوقود على سيارات نقل المسافرين وسيارات الحمل الصغيرة فقط بـ ١٣٠ بليون غالون سنوياً لذلك عدّوا التقليل من هذا الاستهلاك واجباً وطنياً لتحسين ظروف البيئة وتقليل الانحباس الحراري . ولهذا توجهت الكثير من الدراسات الى تقليل استهلاك الوقود وتحسين اقتصادياته بأيجاد السبل التي من شأنها تحقيق هذا الهدف (٦) . وتعني اقتصاديات الوقود معدل المسافة أو عدد الاميال التي تقطعها المركبة بغالون واحد من الوقود ويعبر عنها ميل / غالون . وقد يتم اللجوء الى عدة طرائق لزيادة اقتصاديات الوقود من بينها تقليل الحمل ، زيادة قدرة المحرك وزيادة كفاءة نقل الحركة الى محاور الادارة حيث ان كمية الوقود المستهلكة من قبل المحرك لمسافة معينة تتأثر بقدرة المركبة في تحويل الطاقة الكيميائية في الوقود الى طاقة ميكانيكية ونقلها الى المحاور لتدوير الدواليب (١٠) .

ويعد ضغط الاطارات عاملاً مؤثراً مهماً في إستهلاك الوقود حيث ان خفض ضغط الاطار بنسبة ٢٥% يؤدي الى زيادة مقاومة التدحرج بنسبة ١٠% ويزيد من استهلاك الوقود بنسبة ٢% كما ان ذلك يسبب عدم السيطرة على المركبة والتأثير على مسافة التوقف ولهذا توصي الشركات المصنعة للاطارات بضغطين احدهما عندما تكون السيارة بدون حمل او عند السرع الاعتيادية والاخر عند التحميل او عند القيادة بسرع عالية ويجب ضبط ضغط الاطار عندما تكون الاطارات باردة اي يتم التوقف لعشرة دقائق قبل الضبط (١٥) . ولذلك فأن اختزال أو تقليل مقاومة التدحرج في العجلات هو أحد الاهداف المهمة عند تصميم الاطارات ولهذا يتم اللجوء الى بعض الاجراءات في صناعة الاطارات (٢) .

وما دامت الاطارات هي المصدر الرئيس لمقاومة التدحرج فان حالة الاطار وادامته عاملان مهمان ومؤثران على التدحرج حيث ان إدامة الاطار ووجود الضغط المناسب فيه يؤدي الى خفض نسبة التدحرج اذ ان الحفاظ على الضغط القياسي يمنع من تشوه الاطار والذي بدوره يؤدي الى زيادة نسبة التدحرج وذلك لان مقاومة التدحرج تعتمد أساساً على ضغط الاطار والحمل ، ولتقليل مقاومة التدحرج تتوجب القيادة على اطارات معبئة بالهواء بشكل صحيح وأن تمتلك هذه الاطارات أقل مقاومة للتدحرج عندما تكون ضمن مستويات الضغط الموصى بها حيث إن الحفاظ على انتفاخ الاطار مهم للسلامة اولاً وللاقتصاد في استهلاك الوقود . وتؤثر على مقاومة التدحرج مجموعة من العوامل احدها ضغط الهواء في الاطار حيث يؤثر الضغط القليل على تشويه الاطار وانحناءه الا ان العلاقة بين خفض الضغط ومقاومة التدحرج ليست علاقة خطية إلاّ إنها ثابتة حيث وجد ان زيادة الضغط من ٢٤ الى ٢٩ باوند /انج^{٢} يقلل من نسبة التدحرج بمقدار ١٠% . أما الاطارات تحت الضغوط من ٢٤ – ٣٦ باوند/انج^{٢} فان كل انخفاض بـ ١ باوند/انج^{٢} يقود الى زيادة نسبة التدحرج بمقدار ١.٤% والتي بدورها تؤثر على استهلاك الوقود حيث وجد ان زيادة نسبة التدحرج بمقدار ١٠% يؤدي الى خفض اقتصاديات الوقود بنسبة ٢ % (١٠) .

وقد وجد (٧) ان نسبة التغير في استهلاك الوقود بلغت ٠.٣٣% لكل باوند/انج^{٢} انخفاضاً في ضغط هواء الاطار وقد قدرت الكميات من الوقود الضائعة بـ ٦٠٠ مليون غالون لكل سنة نتيجة لانخفاض ضغط الاطارات وقد قدرت هذه الضائعات من خلال ٢٠٠٠ سيارة في ستة مدن . وقد بين (٤) اذا كان ضغط الاطار أقل

من القياسي بـ ٦ باوند / انج^{٢} فان عمر الاطار يمكن ان يقل بنسبة ٢٥% كما انه يميل الى الانحناء أكثر منه الى الدوران مما يؤدي الى زيادة الحرارة الداخلية وزيادة مقاومة التدحرج والى زيادة صرفيات الوقود بأكثر من ٥% . وقد وجد ايضاً ان ضغط الهواء في الاطار عندما يكون اقل من ١.٤٢ كغم / سم^{٢} فان استهلاك الوقود يزداد بنسبة ٣.٢ % .

ويبين (١٤) ضرورة الحفاظ على ملء الاطارات بالهواء وحسب ماموصى به للحفاظ على المسافة الميلية حيث وجد أن المسافة الميلية قد تزداد بنسبة ٣.٣% عند الحفاظ على ضغط الاطار المثالي ، كما وجد إن إنخفاض ضغط الاطار يسبب انخفاضاً بالمسافة الميلية بنسبة ٠.٣% لكل ١ باوند /انج^{٢} للاطارات الاربع اضافة الى ان ضغط الاطار الصحيح يؤدي الى أمان أكثر والى طول عمر الاطار . وقد لاحظ (١) ان الانخفاض في ضغط الاطار بنسبة ٥% يؤدي الى زيادة في استهلاك الوقود بنسبة ٢% حيث ان الضغط المنخفض يؤدي الى زيادة مساحة التلامس بين الاطارات والطريق وبالتالي زيادة مقاومة الاحتكاك أو مقاومة التدحرج التي تزيد من تلف الاطارات واستهلاك الوقود ، وأكد تلك النتائج (٨) حيث بين أن مساحة التلامس تتأثر بمجموعة من العوامل كان ضغط الهواء في الاطار أحدها .

وبين (٩) ان نسبة ٢٠% من استهلاك الوقود في السيارات يستخدم لتغطية مقاومة التدحرج في الاطارات لذلك فان بعض الشركات قامت بتصنيع اطارات قليلة المقاومة للتدحرج كاجراء لتقليل استهلاك الوقود كذلك فان نفخ الاطار بشكل صحيح هو اجراء اخر لتحسين او زيادة كفاءة استهلاك الوقود .

واشار (٥) الى امكانية تقليل مقاومة التدحرج بزيادة ضغط الاطار حيث بين ان العلاقة بين مقاومة التدحرج والجذر التربيعي لضغط الاطار علاقة عكسية كما ان انخفاض الضغط يزيد من اعاقة الاطار ومن استهلاك الوقود . وقد بين (٣) ان ضغط الاطار له علاقة بزيادة استهلاك الوقود ولهذا ينصح المختصون بضبط ضغط الاطار حسب توجيهات الشركة المصنعة شهرياً ويجب ان يكون الضبط عندما يكون الاطار بارداً .

وأوضح (١) ان نقص ضغط الاطار يؤدي الى زيادة مساحة التلامس بين الاطار والطريق مسبباً تآكل الاطار من الحافتين وزيادة استهلاك الوقود وتلف الطبقات الداخلية للاطار وزيادة حرارة المحرك والاطار وتلف الانبوب الداخلي وزيادة احتمالية انفصال المداس وصعوبة القيادة . وأكد تلك النتائج (١١) حيث بين أن خصائص تلامس الاطار مع سطح الطريق له تاثير معنوي على الصفات المختلفة للأطار .

ولأهمية انخفاض ضغط الاطار في التأثير على زيادة استهلاك الوقود وخفض اقتصادياته هدفت هذه الدراسة الى معرفة مقدار ضائعات الوقود عند خفض ضغط اطارات سيارات الصالون بنسب معينة من الضغط القياسي لهذه الاطارات ووضع إنموذج رياضي يربط تلك المتغيرات .

٢- المواد وطريقة العمل :

أ- استخدمت سيارة نوع هونداي – تراجيت موديل ٢٠٠٨ قياس اطارها (٢١٥ / ٦٥ – ١٥) والضغط القياسي لاطاراتها ٣٢ باوند / انج^{٢} حسب دليل السيارة .

ب- تم تحديد مسافة ٤٠ كم ذهاباً وايباباً من مسافة طريق ناصرية عمارة (طريق احمد الرفاعي) حيث يتم قياس صرفيات الوقود بعد الانتهاء من قطع المسافة بتعويض النقص الحاصل في خزان الوقود لكل نسبة من نسب تخفيض ضغط الاطارات باستخدام اسطوانة مدرجة .

ج- حددت ستة ضغوط للاطارات هي الضغط المثالي للاطار ، خفض ١٠% ، ٢٠% ، ٣٠% ، ٤٠% و ٥٠% من الضغط الموصى به .

د- تم تكرار كل معاملة ثلاثة مرات واستخرج معدل الوقود المستهلك لكل معاملة وقد استخدمت السرعة ٨٠ – ٩٠ كم / ساعة في كل الحالات المشار اليها من ضغط الاطار .

هـ- استخدم نظام Microsoft Office Excel لرسم العلاقات واستخراج المعادلة التي توضح العلاقة بين المتغيرين .

٣- النتائج والمناقشة :

بينت نتائج التجربة ان هناك تزايداً في صرفيات الوقود بزيادة خفض ضغط اطارات السيارة حيث تبين ان مقدار استهلاك الوقود قد تزايد بمقدار ٥٥ سم^{3} عند خفض ضغط الاطار بنسبة ١٠% من ضغطه المثالي وقد يعود الفقد القليل بمقدار الوقود الى التقارب في ضغط الاطار بين الضغط الموصى به والضغط المخفض حيث تم خفض الاطار بمقدار ٣.٢ باوند / انج^{2} الأمر الذي لا يؤدي الى فروقات واضحة في ضغط الاطار وبالتالي الى فروقات قليلة في مقاومة التدحرج أو في زيادة مساحة ملامسة الاطار للطريق ولهذا فان الجهد على محرك السيارة سيكون قليلاً مقارنة بجهد المحرك عندما يكون ضغط الاطار بحالته المثالية الأمر الذي يؤدي الى انخفاض مقدار الفقد في الوقود ، في حين أن مقدار الفقد بالوقود قد ارتفع بشكل واضح عند خفض ضغط الاطار بنسبة ٢٠% من الضغط الموصى به حيث بلغ مقدار الفقد ٥٩٥ سم^{3} ويتأتى هذا الفقد أو زيادة صرفيات الوقود بسبب زيادة مساحة تلامس الاطار مع الطريق وزيادة مقاومة التدحرج التي تؤدي بدورها الى زيادة الصرفيات في مقدار الوقود المستهلك حيث توصل (١٠) الى النتائج ذاتها فقد بين ان هناك مجموعة من العوامل المؤثرة على مقاومة التدحرج احدها هو ضغط هواء اطارات السيارة حيث يؤثر الضغط القليل على تشويه الاطار وانحناءه واكد ذلك (٤) الذي اشار الى ان الاطار يميل الى الانحناء اكثر منه الى الدوران مما يؤدي الى زيادة الحرارة الداخلية وزيادة مقاومة التدحرج والى زيادة صرفيات الوقود . وعند خفض الضغط الى اكثر من ٢٠% (٣٠% ، ٤٠% و٥٠%) فان الفرق باستهلاك الوقود كان قليلاً مقارنة بنسبة خفض الاطار بنسبة ٢٠% من الضغط الموصى به حيث بلغت الزيادة في صرفيات الوقود التي يسببها خفض ضغط الاطار اي مقدار الفرق عن استهلاك الوقود عند الضغط المثالي ٦٠٥ ، ٦٢٧ و ٦٤٠ سم^{3} وقد يعود سبب التقارب في مقدار الفرق في استهلاك الوقود عن النسبة التي تم تخفيض ضغط الاطارات فيها بنسبة ٢٠% من الضغط المثالي الى التقارب في مساحة تلامس الاطارات مع الارض والتقارب في نسبة مقاومة التدحرج وبالتالي الى تقارب في فرق الحمل على المحرك الامر الذي ينتج عنه صرفيات متقاربة من الوقود ، الا ان هذه الضائعات تتزايد مع زيادة خفض ضغط الاطار ، اضافة الى عامل ازدياد المسافة الميلية حيث ان عدد دورات الاطار ذي الضغط المثالي لقطع مسافة معينة يكون أقل مما هو عليه عند انخفاض ضغط الاطار وبالتالي ازدياد الفترة التي يعمل بها المحرك وزيادة صرفيات الوقود وهذا ما اشار اليه (١٤) الذي بين ان المسافة الميلية تنخفض بنسبة ٠.٣% لكل انخفاض في ضغط الاطار مقداره ١ باوند / انج^{2} ويمكن ايضاح النتائج التي تم الحصول عليها بالجدول (١) .

الجدول (١) العلاقة بين خفض ضغط الاطار ومقدار استهلاك الوقود

% خفض الاطار	مقدار ضغط الاطار باوند / انج^{2}	مقدار الوقود المستهلك (لتر)	الفرق في استهلاك الوقود (لتر)
صفر%	٣٢	٣.٢٤٥	---
%١٠	٢٨.٨	٣.٣٠٠	٠.٠٥٥
%٢٠	٢٥.٦	٣.٨٤٠	٠.٥٩٥
%٣٠	٢٢.٤	٣.٨٥٠	٠.٦٠٥
%٤٠	١٩.٢	٣.٨٧٢	٠.٦٢٧
%٥٠	١٦	٣.٨٨٥	٠.٦٤٠

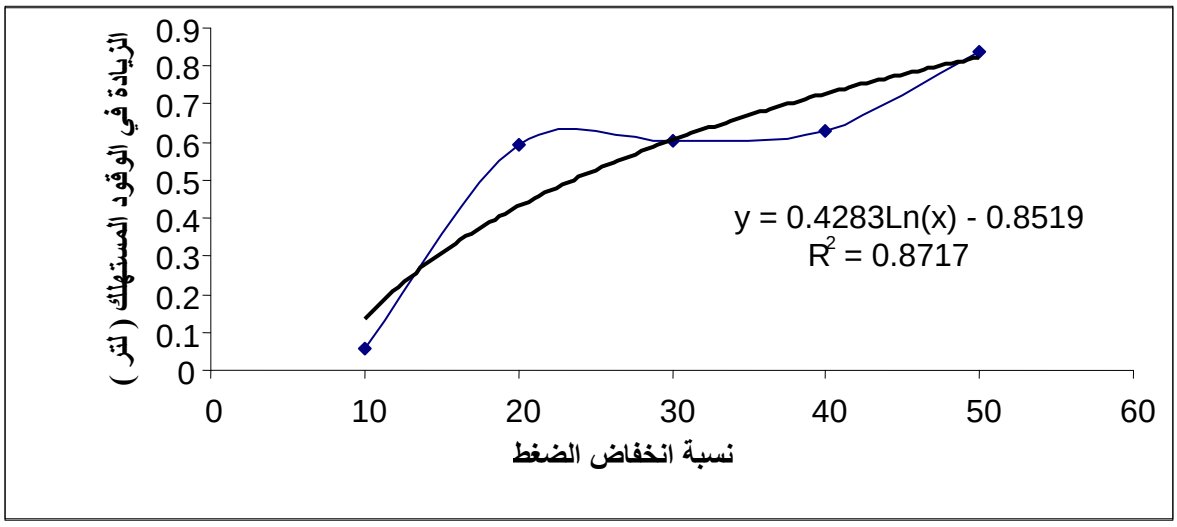
ويتضح من الجدول (١) ان هناك زيادة مستمرة في فرق الكميات المستهلكة من الوقود مع زيادة نسبة الخفض في ضغط الاطارات أي أن العلاقة بين خفض ضغط الاطار والزيادة في استهلاك الوقود هي علاقة طردية ولو رسمت العلاقة بين هذين المتغيرين الشكل (١) نجد ان العلاقة لم تكن علاقة خطية حيث انها علاقة لوغاريتمية وتتمثل هذه العلاقة بالنموذج الرياضي الأتي والذي يمكن من خلاله التنبؤ بمقدار الزيادة في استهلاك الوقود بمعرفة نسبة انخفاض ضغط الاطار

$$Y= 0.4283 Ln(x) _ 0.8519$$

حيث Y : تمثل مقدار الزيادة بفقد الوقود (لتر)

X : النسبة المئوية لخفض ضغط الاطار من الحالة المثالية

اذ يتبين من قيمة R^2 البالغة (0.8717) ان القيم المتوقعة لزيادة كمية الوقود المستهلكة استناداً الى نسبة خفض ضغط الاطار متطابقة بنسبة ٨٧.١٧% اي ان النموذج الرياضي المذكور يمثل تلك العلاقة بالنسبة المشار اليها اي ان هناك احتمال لانحراف النتائج عند تطبيق المعادلة المقترحة بنسبة معينة الا انها تمثل افضل نموذج رياضي لربط المتغيرات المدروسة وهذا ينسجم مع ما اشار اليه (١٠) الذي اوضح ان العلاقة هي ثابتة إلا أنها لا تمثل معادلة الخط المستقيم حيث ان قيم R^2 في معادلة الخط المستقيم لنتائج هذه التجربة ٠.٧٥٤٧ أي أن هناك إنحراف أكبر عن القيم الحقيقية عند تطبيق معادلة الخط المستقيم على القيم الواقعية التي تم الحصول عليها .



الشكل (١) العلاقة بين نسبة خفض ضغط الاطار ومقدار الزيادة في استهلاك الوقود

ويتبين من النتائج ايضاً ان كل انخفاض في ضغط الاطار مقداره ١ باوند / انج^{٢} يؤدي الى زيادة استهلاك الوقود بـ ٤٠ سم^{٣} لقطع المسافة التي اعتمدتها التجربة (٤٠ كم) اي ان النسبة المئوية لزيادة الاستهلاك هي ١.٢٣% لكل انخفاض في ضغط الاطار بمقدار باوند / انج^{٢} . ومما لاشك فيه ان هذه الكميات تؤدي الى مشاكل متعددة كالاضرار بالبيئة وزيادة نفقات الوقود اضافة الى قلة عمر الاطار وسرعة استهلاك المحرك بسبب زيادة حرارته وطول فترة التشغيل الناجمة عن طول فترة السير لقطع مسافة معينة بسبب انخفاض المسافة الميلية عند انخفاض ضغط الاطارات .

٤- الاستنتاجات :

بينت نتائج البحث أن هناك ضرورة لضبط ضغط إطارات السيارات بين فترة واخرى أو كلما استدعت الحاجة لذلك للتقليل من الأثار السلبية المختلفة التي تنجم عن انخفاض ضغط الهواء في اطارات السيارات وتوعية قائدي المركبات بواسطة البرامج المرورية أو المطويات الارشادية التي تبين مخاطر هذه الحالة ومحاسبة قائدي المركبات التي ينخفض ضغط اطارات سياراتهم عن الحدود الموصى بها باصدار التشريع المناسب لذلك .

٥- المصادر :

1- Abdel – Fattah , O. Y. 2005 . Effect of low tyres pressure on the vehicle fuel consumption . Automotive Department, Buridah College of Technology . Qassim . KSA.

2- Batelaan , J. 2009 . Thin spring steel band wheel with a rubber tread, a development proposal with potential to reduce fuel consumption on some road vehicles . Journal of Automobile Engineering , Vol. 223 , No. 3 , pp. 293 – 300 .

3- Canada Communication Group , Office of Energy Efficiency . 2009 . Energy Publication , Fuel consumption guide , personal Transportation .

4- Davis A. C. Tire air pressure . Trust My Mechanic.com – Home of the Honest Auto Mechanic , www.trust my mechanic.com .

5-DeCicco , J. , A. Feng and M. Ross . 2001 . Technical option for improving the fuel economy of U. S. cars and light trucks by 2010 – 2015 . A report prepared for The Energy Foundation FINAL MANUSCRIPT (4/27/2001) Preprint of the report to be published by ACEEE .

6- Greene , D. L. and D. John . 2000 . Engineering – economic analyses of automotive fuel economy potential in the United States . Annual Review of Energy and the Environment . Vol. 25 , pp. 477 – 535 .

7- Grugett , B. C. , M. E. Reineman and G. D. Thompson . 1981 . The effect of tire inflation pressure on passenger car fuel consumption . Paper No. 810069 . SAE International Org. .

8- Lyasko , M. I. 1994 . The determination of deflection and contact characteristics of a pneumatic tire on a rigid surface . Journal of Terramechanics . Vol. 31 , Iss. 4 pp. 239 – 246 .

9- Meier , A. , M. Oravetz and T. Gueret . 2005 .Energy Efficient Tyres : Improving the on – road performanceof motor vehicles . Summary of the IEA workshop , Paris , 15 – 16 Nov. 2005 .

10- National Academy of Sciences . 2006 . Tires and passengers vehicle fuel economy : Informing consumers , improving performance . Board on Energy and environmental systems (BEES) . Special Report : 286 . The National Academies Press .

11- Park , S. , W. Yoo , J. Cho and B. Kang . 2007 . Pressure-sensing pad test and computer simulation for the pressure distribution on the contact patch of a tyre. Journal of Automobile Engineering . Vol. 221 . No. 1 pp. 25 - 31 .

12-Redsell , M. , G. G. Lucas and N. J. Ashford . 1993 . Factors affecting car fuel consumption – Technical Paper . Mech. Engineering , Vol 207 .

13- Robert , M. M. and W. V. Bert . 2001 . Why has car-fleet specific fuel consumption not shown any decrease since 1990? Quantitative analysis of Dutch passenger car-fleet specific fuel consumption . Transportation Research Part D : Transport and Environment Journal . Vol 6 , Iss. 2 , pp. 75 – 93 .

14- U. S. Department of Energy . Keep tires properly inflated , keeping your car in shape . www. Fueleconomy.gov .

15- Wilber , P. . 2006 . The golden rules of ecodriving Tyre Pressure. Ecodriven , www.ecodrive.org .