جودة المواء وعلاقته بخصائص المركبات

رسالة مقدمة من الطالب

محمود محمد حسن مروان

بكالوريوس هندسة (قسم ميكانيكا) . كلية الهندسة . جامعة الزقازيق . ١٩٧٩

دبلوم في علوم البيئة . معهد الدراسات والبحوث البيئية . جامعة عين شمس . ٢٠٠٧

لاستكمال متطلبات الحصول علي درجة الماجستير

في العلوم البيئية

قسم العلوم الهندسية البيئية

معهد الدراسات والبحوث البيئية

جامعة عين شمس

٢٠١٣

صفحة الموافقة على الرسالة

جودة الهواء وعلاقته بخصائص المركبات

رسالة مقدمة من الطالب

محمود محمد حسن مروان

بكالوريوس هندسة (قسم ميكانيكا) . كلية الهندسة . جامعة الزقازيق . ١٩٧٩

دبلوم في علوم البيئة . معهد الدراسات والبحوث البيئية . جامعة عين شمس . ٢٠٠٧

لاستكمال متطلبات الحصول علي درجة الماجستير

في العلوم البيئية

قسم العلوم الهندسية البيئية

وقد تمت مناقشة الرسالة والموافقة عليها:

اللجنة: التوقيع

١. **أ.د/ محمود محمد ابو النصر**
أستاذ بقسم هندسة القوى الميكانيكية بكلية الهندسة – جامعة عين شمس

٢. **أ.د/ مصطفى حسن رجب**
أستاذ طب المجتمع والبيئة – معهد البيئة – جامعة عين شمس

٣. **أ.د/ محمود أحمد إبراهيم حويحى**
أستاذ الصحة العامة بقسم العلوم الأساسية - معهد البيئة - جامعة عين شمس

٤. **د/ نبيلة شوقى النحاس**
أستاذ مساعد بقسم هندسة السيارات – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

جودة الهواء وعلاقته بخصائص المركبات

رسالة مقدمة من الطالب

محمود محمد حسن مروان

بكالوريوس هندسة (قسم ميكانيكا) . كلية الهندسة . جامعة الزقازيق . ١٩٧٩

دبلوم في علوم البيئة . معهد الدراسات والبحوث البيئية . جامعة عين شمس . ٢٠٠٧

لاستكمال متطلبات الحصول علي درجة الماجستير

في العلوم البيئية

قسم العلوم الهندسية البيئية

تحت إشراف :-

١- أ.د/ محمود أحمد إبراهيم حويحى
أستاذ الصحة العامة بقسم العلوم الأساسية – معهد الدراسات والبحوث البيئية

٢- أ.د/ محمد عبد الموجود محمد صالح (توفاه الله)
أستاذ مساعد بقسم هندسة السيارات – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

٣- د/ نبيلة شوقى النحاس
أستاذ مساعد بقسم هندسة السيارات – كلية الهندسة – جامعةعين شمس

ختم الإجازة :

أجيزة الرسالة بتاريخ / /

موافقة مجلس المعهد / / موافقة مجلس الجامعة / /

بسم الله الرحمن الرحيم

" ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس
ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون "

صدق الله العظيم

(سورة الروم – آية ٤١)

إهـــــــداء

الحمد لله الذى هدانا لهذا وماكنا لنهتديّ لولا أن هدانا الله ، وأصلى وأسلم على المبعوث رحمة للعالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم .

إلى كل من علمني حرفاً ، أصبح سنا برقه يضي الطر يق أمامي .

إلى كل من حافظ أو يحاول أن يحافظ على هواء مصرنا الحبيبة ، ليظل نقياً كما أراده الخالق سبحانه وتعالى .

إلى كل من يسعي ليتعلم كيف يستمتع ويحافظ على الموروث البيئي لتستمتع به أيضاً الأجيال القادمة .

إلى كل من يدعو معي " اللهم علمنا ماينفعنا ، وانفعنا بما علمتنا وزدنا علماً " .

أهدي هذه الرسالة

الباحث

مهندس / محمود مروان

شكر وتقديـــر

لله الفضل والمنه والحمد والشكر له على توفيقه لإتمام هذه الرسالة ، راجياً المولي عز وجل أن ينفعنا به ويستفيد منه القارئ قدر قراءته .

بكل الحب والإخلاص أشكر كل من مد يد العون لإتمام هذا البحث سواء بالتوجيه أو النصح والإرشاد ، أو المساعدة فى تذليل الصعوبات الميدانية التى واجهت الباحث ، أو ساهم فى إخراج هذا البحث بصورتة الحالية ، أو هيأ الظروف **المناسبة التى ساعدت الباحث حتى** أنهي البحث على الوجه الذى تمناه .

وأخص بالشكر السيد الأستاذ الدكتور / محمود أحمد حويحى المشرف العام على الرسالة بمعهد الدراسات والبحوث البيئية والسادة الأساتذة بكلية الهندسة – جامعة عين شمس اسم المرحوم السيد الأستاذ الدكتور / **محمد عبد الموجود محمد صالح أستاذ مساعد بقسم** هندسة السيارات (رحمه الله) والسيدة **الاستاذة الدكتورة** / نبيلة شوقى النحاس **استاذ مساعد** بقسم هندسة السيارات والسيد الأستاذ الدكتور / هنداوى سالم أستاذ هندسة القوى الميكانيكية بجامعة القاهرة .

شكر خاص وتقدير وإعتراف بالجميل للسادة الزملاء الذين لولاهم ماخرج هذا البحث **على ماكنت أتمنى**

راجياً المولي عز وجل أن يجعله فى ميزان حسنات الجميع .

والله الموفق والمستعان وهو ولي ذلك والقادر عليه .

الباحث

مهندس / **محمود مرول**

المستخلص

- تقوم محركات الإحتراق الداخلى بتحويل الطاقة الكيميائية المختزنة فى الوقود إلى طاقة حركة ، ونتيجة لذلك تم إختراع المركبات كأحد حلول مشاكل **النقل والمواصلات منذ الثورة** الصناعية الحديثة .
  - ترتب على ذلك تلوث الهواء بمجموعة من الغازات والأبخرة الضارة بالبيئة .
  - تتوقف كمية ونوعية هذه الإنبعاثات على خصائص المركبة وظروف تشغيلها والتى من أهمها :

عمر المركبة (أى من سنة الصنع حتى تاريخ الدراسة) ، **نوع الوقود المستخدم** (بنزين-**سولار**– غاز طبيعى) ، **سرعة دوران المحرك** (عدد اللفات لكل دقيقة)– **عدد أشواط المحرك** (**ثنائى – رباعى**) ، سرعة المركبة أثناء السير على الطريق .

- إهتمت الدراسة بعلاقة جودة الهواء مع الخصائص المختلفة للمركبة ، حيث تم قياس **الإنبعاثات لعدد** ١٠٧٢٠ (**عشرة آلاف وسبعمائة وعشرون مركبة**) منها ٧٧٥٠ **مركبة** تعمل بوقود البنزين ، عدد ٢٩٧٠ مركبة تعمل بوقود السولار ، فضلاً عن تحليل إنبعاثات العادم المسجلة ببعض جراجات أتوبيسات هيئة النقل العام وبعض المحطات المرورية بشوارع إقليم القاهرة **الكبرى بالإضافة إلى إختبار عدد** (٤) أربعة سيارة منهم عدد (٢) سيارة حديثة الصنع ، عدد (٢) سيارة قديمة الصنع عند عدد متغير من عدد لفات المحرك **وعند سرعات مختلفة ، كما تم فحص العام لعدد** ٢٠٩١ دراجة نارية ثنائية الأشواط ورباعية الأشواط ، وأخيراً تم تحليل البيانات والمنحنيات التراكمية للمركبات وعمل التحليل الإحصائى لنتائج البحث ، كما تم إتباع طرق مراقبة الجودة وعمل المعايرات المطلوبة للأجهزة المستخدمة فى أعمال القياس بغازات المعايرة العيارية .

- **إتضح من الدراسة مايلى :**

١. وجود ثلاث فترات تم فيها تطوير محرك المركبة تكنولوجياً وهى مابين (١٩٥٠-١٩٦٠)، **من** (١٩٦٠-١٩٨٠) ، **ثم من** (١٩٨٠-٢٠١٠) .

٢. ينبعث نسبة عالية من الجسيمات الصدرية العالقة ، وأكاسيد الكبريت من المركبات التى تعمل بوقود السولار بينما ينبعث نسبة عالية من أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات **من المركبات التى تعمل بوقود** البنزين ، وينبعث كمية كبيرة من أكاسيد النيتروجين

للمركبات التى تعمل بالغاز الطبيعى ، وقد تم الحصول على المنحنيات المناسبة لتحديد نسب وكميات الإنبعاثات بالنسبة لعدد المركبات .

٣. تزداد أوزان الملوثات المنبعثة كلما زادت سرعة دوران المحرك أو سرعة المركبة على الطريق .

٤. أنسب سرعة لأقل ملوثات هى من ٧٠-٨٠ كم /ساعة .

٥. متوسط إنبعاثات الهيدروكربونات للدراجة النارية الواحدة (ثنائية الأشواط) تعادل من (٦ إلى ٨ مرات) للمحرك الرباعى الأشواط .

٦. ضرورة تركيب طلمبات حقن زيت للدراجات النارية ثنائية الأشواط .

٧. أهمية التخلص من الدراجات النارية ثنائية الأشواط الموجودة فى الخدمة .

٨. ضرورة إستخدام بدائل للوقود الأحفورى لإستخدامات وتشغيل المركبات .

الملخص

- **أولاً : المقدمة :**
- تستخدم محركات الإحتراق الداخلى (على نطاق كبير) أنواع الوقود المختلفة للحصول على الطاقة اللازمة لتسيير المركبات .
- فمنها من يستخدم وقود الجازولين (البنزين) ، ومنها من يستخدم وقود الديزل (السولار) ، ومنها من يستخدم وقود الغاز الطبيعى ، ولكل نوع من أنواع الوقود مخرجات يتم إنبعاثها بعد إتمام عملية الإحتراق داخل غرف المحرك ، منها بعض الغازات الكربونية (مثل أول وثانى أكسيد الكربون) ، والهيدروكربونات (عبارة عن وقود لم يتم إحتراقه بالكامل داخل غرف المحرك) ، وأكاسيد النيتروجين (المعروفة بـ NO_x) ، وأكاسيد الكبريت (SO_x) والجسيمات الصدرية العالقة المعروفة ($P.M_{10}$) .
- وتتوقف كمية ونوع الإنبعاثات الصادرة عن المحركات على عدة خصائص للمركبات منها عمر المركبة ، نوع الوقود المستخدم ، سرعة دوران المحرك (R.PM) ،عدد أشواط المحرك (ثنائى – رباعى الأشواط) وأخيراً سرعة المركبة بالكيلو متر /ساعة .
- ولقد إهتم البحث بالعلاقة بين جودة الهواء وخصائص المركبات الخمسة سالفة الذكر ، فعرض لمقدمة مستفيضة تضمنها الباب الأول وتشمل التعريف بالمشكلة ، أهمية البحث ، أهداف البحث ، ثم أربعة أبواب أخرى من الباب الثانى إلى الباب الخامس وهى الدراسات السابقة ، منهجية البحث والأدوات المستخدمة ، التجربة وتحليل النتائج ثم المصادر والمراجع .
- وقدم الباحث بعض المقترحات للحد من تلوث الهواء بعادم المركبات وكان حريصاً على تحقيق المعنى الحقيقى لعنوان البحث وهو جودة الهواء وعلاقته بخصائص المركبات .
- إشتملت المقدمة على تلوث الهواء – ملوثات الهواء – مصادر تلوث الهواء – أضرار تلوث الهواء على الصحة – عوادم السيارات مصدر رئيسى لتلوث الهواء – مجالات العمل البيئى فى مصر والإنجازات الرئيسية – أمثلة للمدن الأكثر تلوثاً - ثم التشريعات والضوابط القانونية .
- وقد تعرض الباب الأول التعريف بالمشكلة والتى ترجع إلى عدة أسباب منها الزيادة المضطردة فى أعداد المركبات ، وإنخفاض متوسط سرعات المركبات نتيجة الإزدحام المرورى ، وإهمال قائدى المركبات إجراءات الصيانة الدورية للمحركات ، وعدم

تشجيع إستخدام وسائل النقل الجماعى ، وعدم تبنى إستراتيجية مشجعة لإستخدام مايعرف بـ Non Motorized Means للرحلات اليومية (**وسائل تنقل بدون محرك**) ، وأسلوب القيادة الغير رشيدة أثناء القيام بالرحلات اليومية مما يؤثر تأثيراً سلبياً على جودة الهواء نتيجة زيادة شدة الإنبعاثات الناتجة من عادم المركبات .

- كما تعرض أيضاً إلى التعريف بالغازات الضارة بالبيئة والتى تنبعث **من ملسورة العادم** أثناء تشغيل المحرك ، مثل أول وثانى أكسيد الكربون ، الهيدروكربونات ، أكاسيد الكبريت ، أكاسيد النيتروجين ، وتكون الأوزون الأرضى ، ومجموعة الأجسام الصدرية العالقة .
- ثم تقرير المجالس القومية المتخصصة - ثم أمثلة لأزمات تلوث الهواء الحادة فى **العالم** .
- وقد أظهر البحث ضرورة إستخدام بدائل أخرى لوقود محركات المركبات مثل الغاز الطبيعى - الوقود الحيوى - الهيدروجين - الكهرباء - الطاقة الشمسية .
- وقد تطرق البحث أيضاً إلى إيجاد العلاقة بين جودة الهواء والخصائص المختلفة للمركبات والتى من أهمها عمر المركبة – نوع الوقود المستخدم – سرعة دوران **المحرك** – عدد أشواط المحرك - وأخيراً سرعة المركبة أثناء السير على الطريق ، بغرض الوقوف على نسب الغازات الضارة المنبعثة مع العادم ثم إصدار التشريعات اللازمة لتقنينها ، للحد من الأضرار الصحية والبيئية الناشئة عن تلك الغازات **فضلاً عن** العمل على إدخال التكنولوجيات الحديثة لصناعة المحركات للحد من الإنبعاثات الضارة للمركبات مع وضع الضوابط الفنية اللازمة لأعمال التشغيل والصيانة .

ثانياً : الدراسات السابقة :

أما الباب الثانى من البحث فكان عن الدراسات السابقة ، حيث وضّح المعايير الدولية لعادم

المركبات ، والذى بدأ بولاية كاليفورنيا ، ثم أوروبا ، وشمل البحث معايير الولايات المتحدة للأنواع المختلفة من المركبات ، ثم معايير لجنة الأمم المتحدة الإقتصادية لأوروبا والإتحاد الأوروبى ، وأخيراً معايير الإنبعاثات التى تبنتها بعض الدول منفردة مثل الأرجنتين – استراليا – البرازيل – **كندا** – شيلى – الصين – كولومبيا – دول شرق أوروبا وروسيا الإتحادية مثل هونج **كونج** – الهند – اليابان – الجمهورية الكورية – ماليزيا – المكسيك – **سنغافورة** – تايوان (الصين) – تايلاند – المملكة العربية السعودية ثم جمهورية مصر العربية .

ثالثاً : منهجية البحث والأدوات المستخدمة :

أما الباب الثالث فهو يختص بمنهجية البحث والأدوات المستخدمة ، والتى تم تحديدها على أساس خصائص معينة للمركبات وعلاقة هذه الخصائص (كل على حده) وما ينتج عنها من إنبعاثات تؤثر على جودة الهواء ، وفى سبيل تحقيق ذلك تم عمل الآتى:

١. **تحديد مناطق الدراسة**

تم تحديد بعض الشوارع الداخلية لإقليم القاهرة الكبرى – بعض المحاور والطرق السريعة مثل مصر الإسكندرية الصحراوى – مصر الإسماعلية الصحراوى – مصر السويس الصحراوى – الطريق الدائرى – مصر إسكندرية الزراعى .

٢. **تحديد عينات البحث**

عدد كافى من المركبات التى تعمل بوقود البنزين ، وعدد أخر للمركبات التى تعمل بوقود السولار يتناسب مع إجمالى عدد المركبات بالجمهورية ، بالإضافة إلى عدد من المركبات ثنائية الأشواط)

٣. **إختيار أجهزة القياس المناسبة**

تم إختيار جهاز أمريكى الصنع لتحليل إنبعاثات عادم مركبات البنزين عند السرعة الخاملة ، وجهاز أخر لقياس نسبة عتامة دخان مركبات السولار عند أقصى تعجيل ، وجهاز ثالث لقياس الإنبعاثات عند سرعات مختلفة على الطريق ، ومحطة متنقلة لرصد ملوثات الهواء داخل بعض جراجات الأتوبيسات ، هذا بالإضافة إلى الإستعانة بنتائج قياس إنبعاثات المركبات بأجهزة شبكة الرصد البيئي بالمحطات المرورية بإقليم القاهرة .

٤. **إنشاء قاعدة بيانات لتسجيل نتائج القياس وبالتالى سهولة الحصول على المعلومات المطلوبة .**

تم إنشاء قاعدة بيانات مرنة تسمح بتجميع نتائج القياس طبقاً لسنوات صنع المركبات وطبقاً لنسب الملوثات كما ورد باللائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ وتعديلاتة .

٥. **قياس الإنبعاثات لعينات البحث .**

تم قياس الإنبعاثات طبقاً للمواصفات الأمريكية SAEJ 1667 لمركبات السولار ، ونظرية NDIR (Non dispersive Infrared analysis) لمركبات البنزين .

٦. **تجميع البيانات ونتائج القياس وإدخالها على قاعدة البيانات .**

تم تجميع البيانات مع ملاحظة تنفيذ مراقبة الجودة Q / C للتأكد من دقتها قبل تفريغها إلى قاعدة البيانات .

٧. **مقارنة نتائج القياس وفقاً لطبيعة الخاصية تحت الدراسة .**

تم مقارنة نتائج القياس وفقاً لطبيعة الخواص الخمسة كل على حدة ، فتم تقسيم المركبات طبقاً لسنوات الصنع وحسب نسب الملوثات ، وكذا حسب نوع الوقود (بنزين –سولار) ، وإختبار سيارة قديمة الصنع وأخرى حديثة الصنع عند عدد لفات للمحرك مختلفة ، وعند سرعات مختلفة ، ورصد نسب الإنبعاثات ، وأخيراً تم تقسيم محركات الدراجات النارية المختبرة إلى ثنائى الأشواط ورباعى الأشواط .

٨. **رسم المنحنيات لإيجاد العلاقة بين الخاصية ومستوى إنبعاثات العادم .**

مما يساعد على وضع النتائج والمقترحات أمام متخذي القرار للتصرف .

٩. **تحليل النتائج بين الخاصية ومستوى الإنبعاثات .**

كما تم أيضاً الإستعانة **بالتحليلات الإحصائية** للنتائج وذلك للتأكد من مدى إرتباطها بمستويات الأنبعاثات للخواص المختلفة .

١٠. **إيجاد العلاقة النهائية .**

والتى تم على أساسها وضع المقترحات والتوصيات اللازمة لجودة الهواء طبقاً لخصائص المركبات المختلفة .

وقد تم الإستعانة بالأدوات المستخدمة والمكونات والإمكانيات المتاحة للوصول إلى نتائج البحث ،

وقد تم الإستعانة بقاعدة بيانات أُنشأت خصيصاً لهذا الغرض ، كما تم الإستعانة بجهاز تحليل عادم مركبات البنزين ، جهاز قياس نسبة عتامة مركبات السولار بشقيه للتدفق الكلى (Full-flow) والتدفق الجزئى (Partial–flow) ، المعمل المتنقل (Mobile lab) لقياس نوعية الهواء داخل جراج محدود المساحة لأتوبيسات تعمل بوقود السولار ، وجهاز قياس ملوثات عادم مركبات البنزين عند عدد متغير من لفات المحرك (R.P.M) ، وعند سرعات مختلفة أثناء السير على الطريق (كيلو متر /ساعة) ، وأخيراً أجهزة رصد ملوثات عادم المركبات ببعض المحطات المرورية على إرتفاعات منخفضة (من ٢ إلى ٣ متر) مثبتة على حوامل ببعض الشوارع لسير المركبات المختلفة.

رابعاً : التجربة وتحليل النتائج :

أما التجربة وتحليل النتائج فقد شملها الباب الرابع طبقاً لقانون البيئة ٩٤/٤ وتعديلاته حيث تعرض هذا الباب لما يلى :-

❖ **جودة الهواء وعلاقته بعمر المركبة وقد تلاحظ مايلى** :

١. المركبات التى تعمل بوقود البنزين:

- تم قياس إنبعاثات عدد ٧٧٥٠ مركبة مابين ١٩٥٠ ، ٢٠١٠ (مرفق بالدراسة) .

إجتاز الإختبار البيئى طبقاً لقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ وتعديلاته عدد ٥٨٤٥ مركبة بنسبة ٧٥,٤% بينما لم يجتاز الإختبار البيئى عدد ١٩٠٥ مركبة بنسبة ٢٤,٦% . أشارت نتائج البحث إلى وجود ثلاث فترات تم فيها تطوير محرك المركبة تكنولوجياً :

- **الفترة الأولى لسنة صنع المركبات مابين عامى ١٩٥٠-١٩٦٠ :**

وكانت فيها نتائج إجتياز المركبات للفحص البيئى متدنية جداً بنسبة ٢٨,٦% (تم فحص عدد ٧ سيارات ، إجتاز الفحص منهم عدد ٢ سيارة بينما لم يجتاز الفحص عدد ٥ سيارة

- **الفترة الثانية لسنة صنع المركبات مابين عامى ١٩٦٠-١٩٨٠ :**

حدث فى هذه الفترة تحسن ملموس حيث وصلت نتائج إجتياز المركبات إلى نسبة مابين ٥٨,٥ % إلى ٥٩,٤% وهى " نسبة ثابتة تقريباً خلال هذه الفترة " مما يشير إلى تباطؤ

التقدم فى تكنولوجيا صناعة محرك السيارة خلال هذه الفترة مابين (١٩٦٠- ١٩٨٠) .
(تم إختبار عدد ١٩٢١ مركبة ، إجتاز الفحص منهم عدد ١١٤٠ بينما لم يجتاز الفحص عدد ٧٨١ مركبة) .

- **الفترة الثالثة لسنة صنع المركبات مابين عامى ١٩٨٠-٢٠١٠ :**

جاءت فيها نسبة إجتياز المركبات للفحص البيئى مرتفعة جداً مابين ٦٩,٤% إلى ٩١,٢% تدريجياً حسب سنة الصنع حيث تم فحص عدد ٥٨٢٢ مركبة ، إجتاز الفحص منهم عدد ٤٧٠٣ بينما لم يجتاز الفحص عدد ١١١٩ مركبة ، ويرجع ذلك إلى :-

أسباب فنية منها :-

- تحسين كفاءة إستخدام الوقود وآداء المحرك .
- إستخدام نظام الحقن الإلكترونى .
- إستخدام نظام التهوية الموجبة لحوض المرفق .
- إستخدام نظام إعادة تغذية غازات العادم .
- تصميم غرف حديثة للمحرك .
- إستعمال أنظمة الإشعال الحديثة (زيادة عدد بلوف إدخال الشحنة وخروج العادم – إستخدام الرشاشات) .
- إستخدام محولات حفازة (Catalytic converter) على ملسورة العادم .

أسباب قانونية ومنها :-

- تفعيل قانون البيئة بوحدات مرور المحافظات المختلفة .
- توقيع غرامات فورية ضمن قانون المرور الجديد على المركبات المخالفة .
- تحرير محاضر جنح مباشرة بمعرفة ضباط شرطة البيئة ضد أصحاب المركبات المخالفة من خلال تنظيم حملات يومية بالتعاون مع جهاز شئون البيئة .
- إنشاء نيابات متخصصة لنظر القضايا والجنح والمخالفات البيئة .

أسباب شخصية ومنها :-

- زيادة الوعى لدى كثير من أصحاب المركبات بمخاطر عادم المركبات .
- زيادة الوعى بضرورة عمل الصيانة الدورية اللازمة والكشف على محرك السيارة دورياً.

- ضبط محرك السيارة يقلل من إستهلاك الوقود وبالتالى يقلل من الإنبعاثات الناتجة عنه ، فضلاً عن أنه يزيد العمر الإفتراضي للمحرك .
- زيادة الإنتماء لدى قائدي المركبات وإحساسهم بالخجل عند إنبعاث كميات كبيرة من العادم أثناء السير على الطريق .

<u>وبتحليل البيانات التراكمية للمركبات التى تعمل بوقود البنزين ، وبتحليل المنحنيات التراكمية لنفس المركبات تلاحظ مايلى :-</u>

١. أن النسبة المئوية التراكمية لأعداد المركبات التى إجتازت الإختبارات البيئية منذ عام ١٩٥٠ حتى عام ١٩٩٠ (على مدار ٤٠ سنة) بالنسبة لإجمالى عدد المركبات التى تم فحصها ، تساوى ٣٩,٦% ، وهو مايعادل تقريباً ماتحقق فى نسبة إجتياز المركبات للإختبارات البيئية من عام ٢٠٠٠ حتى عام ٢٠١٠ أى (عشر "١٠" سنوات فقط) { ١٠٠ – ٥٨,٦ } = ٤١,٤ % . (وصلت عام ٢٠٠٠م إلى ٥٨,٦%) .

٢. أن النسبة المئوية التراكمية لأعداد المركبات التى إجتازت الإختبارات البيئية منذ عام ١٩٥٠ حتى عام ٢٠٠٠ (على مدار ٥٠ عام) بالنسبة لإجمالى عدد المركبات التى تم فحصها ، تساوى ٥٨,٦% من نسبة الأعداد التراكمية للمركبات التى إجتازت الإختبارات البيئية ، مقارنة بما تحقق فى عشر سنوات فقط من (٢٠٠٠ – ٢٠١٠) وهى نسبة { ١٠٠ – ٥٨,٦ } = ٤١,٤ % من الإجمالى التراكمى لنسب المركبات التى إجتازت الإختبارات البيئية مما يدل على القفزة التكنولوجية الهائلة فى صناعة المركبات وعلاقة إنبعاثاتها بجودة الهواء .

٣. أن النسبة المئوية التراكمية لأعداد المركبات التى لم تجتاز الإختبارات البيئية فى السنوات العشر الأخيرة (من ٢٠٠٠ – ٢٠١٠) بالنسبة لإجمالى عدد المركبات التى تم فحصها قد تضاءلت إلى ١٢,٢% فقط (١٠٠ – ٨٧,٨%) .