عدد خاص بالمؤتمر العلمي الدولي الأول لأبحاث التنمية المستدامة عن بعد 12-14 مايو 2026

مجلة الفاروق للعلوم

المجلد (2) العدد 2 مايو 2026

ردمد: 3135-2359

ملوثات العادم للعربات التقليدية، أسبابها، وآثارها، وطرق الحد منها

الأستاذ الدكتور المهندس علي إبراهيم سلمان

مدرس في كلية الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني،

الجامعة الوطنية الخاصة، حماة، سوريا.

Assistant Professor, Doctor of Engineering: Lecturer, Architectural Engineering College,

Al-Wataniya Private University, Hama, Syria.

تاريخ الاستلام:2026/3/8 –تاريخ المراجعة: 2026/3/14– تاريخ القبول: 2026/3/18– تاريخ للنشر: 12/5/ 2026

ملخص البحث:

تعتبر مشكلة التلوث المتعددة الأشكال والأخطار من القضايا الراهنة التي تشغل فكر الإنسان والشعوب والدول في وقتنا الحالي، الذي يعاني من حالة تدهور بيئي متصاعدة وخطيرة تهدد الكائنات الحية ومستقبلها على سطح الأرض. ومع التطور الصناعي الكبير، وكم العربات المستثمرة، والنمو السكاني المتعاظم، ومدى تضرر طبقة الأوزون الواقية للأرض، ونتيجة ارتفاع مستوى التلوث البيئي في المدن المكتظة كمدينة دمشق كمثال كان لابد من مراقبة هذا التلوث وقياسه ووضع الحلول الممكنة والكفيلة بتخفيف مستوى هذا التلوث.

انطلق البحث بدراسة واقعية لأحد أسباب التلوث الناتج من غازات العادم للعربات التي تسير بمحركات احترق داخلي. حيث تم اجراء التجارب على عدد محدد من هذه العربات وتم اختبار مستوى التلوث الذي تحدثه هذه العربات وهي بحالتها الطبيعية. ومن ثم تم اجراء صيانة فنية رقم (2) لها واعيد القياس مرة ثانية وتمت مقارنة النتائج. حيث توصلنا الى **مجموعة من الإجراءات الاحترازية والتوصيات الواجب اتخاذها للحد من هذا التلوث**، وتعميم هذه التجربة ومتابعة البحوث العلمية في هذا المضمار بهدف الوصول الى بيئة حضارية وصحية. مناسبة للأجيال القادمة.

Exhaust pollutants of traditional vehicles, their causes, effects, and ways to reduce them

Prepared and presented by Dr. Ali Ibrahim Salman

Research summary:

The problem of multi-form pollution and dangers is considered one of the current issues that occupies the minds of people, peoples and countries in our current time, which suffers from a state of escalating and dangerous environmental degradation that threatens living organisms and their future on the surface of the Earth. With the great industrial development, the number of vehicles invested, the increasing population growth, the extent of damage to the Earth's protective ozone layer, and as a result of the high level of environmental pollution in crowded cities such as the city of Damascus as an example, it was necessary to monitor and measure this pollution and develop possible solutions that would mitigate it. The level of this pollution.

The research began with a realistic study of one of the causes of pollution resulting from the exhaust gases of vehicles running with internal combustion engines. Experiments were conducted on a specific number of these vehicles and the level of pollution caused by these vehicles was tested in their natural condition. Then technical maintenance No. (2) was performed on them and the measurement was repeated again and the results were compared. We arrived at a set of precautionary measures and recommendations that must be taken to reduce this pollution, disseminate this experience and follow up on scientific research in this field with the aim of achieving a civilized and healthy environment. Suitable for future generations.

مقدمـة:

عرف الإنسان منذ القدم وسائل نقل متعددة بدأت باستخدام قوته العضلية ثم المتدحرجات والعربات اليدوية وبعد أن دجِن الحيوانات استخدم عربات يجرها الخيل، ومع تطور الصناعة استخدم الفحم الحجري في تشغيل محركات القطارات إلى أن اكتشف البترول فتطورت صناعة المركبات وظهرت محركات الاحتراق الداخلي العاملة بوقود البنزين ثم العاملة بوقود الديزل وبما أن تطور الشعوب والمجتمعات يقاس من خلال تطور علومها وارتباطها بالبحث العلمي والأخذ بنتائجه لا يمكن لأي مؤسسة (شركة، منشأة، إدارة) أن ترتقي وتتطور وتحقق أهدافها المنشودة إلا من خلال الاعتماد على البحث العلمي المنهجي، حيث أن ما تحققه نتائج البحث العلمي من جدوى اقتصادية ووفر في خزينة الدولة ينعكس ايجابياً على مصلحة الوطن واقتصاده.

1) تعريف البحث العلمي:

هو أسلوب علمي ممنهج لدراسة الواقع من خلال البحث التخصصي في الظواهر والحالات والخلل (إن وجد) ودراسة الإحصائيات الموثقة وتقييم مستوى الأداء لمنظومة (مؤسسة، أو إدارة أو منشأة) وتقديم الحلول متضمنة الجدوى الاقتصادية ووضع المقترحات وتنفيذ التجارب التي من شأنها تحقيق التطوير النوعي المنشود لأي مؤسسة.

2) الغاية من البحث:

1- مواكبة التحديث والتطوير العالمي المتمثل في خفض مستوى التلوث البيئي.

2- وضع الحلول للعقبات والمشاكل التي تعترض استمرارية استخدام العربات والآلات إلى أبعد زمن ممكن مع الأخذ بعين الاعتبار احتمالات نفاذ الطاقة.

3- التلوث البيئي الذي تحدثه غازات العادم للعربات التقليدية وأفضل المقترحات للتخلص منها.

3) أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث لمساهمته في تعريف وتحديد آثار التلوث البيئي الناجمة عن محركات الاحتراق الداخلي، واقتراح الحلول المناسبة لها، ووضع لبنة أولية في مواكبة التطور الذي يشهده عالم اليوم في مجالات استخدام الطاقات البديلة **لأن الإنسان هو الأساس وسلامتـه هي الغـاية المنشـودة.**

4) **الصعوبات التي واجهت البحث:**

- الحصول على أجهزة القياس الدقيقة والمناسبة.
- التطور التقني المتسارع في تأمين الطاقة البديلة (المدخرات) للعربات الكهربائية والعربات الهجينة.

5) منهجية البحث:

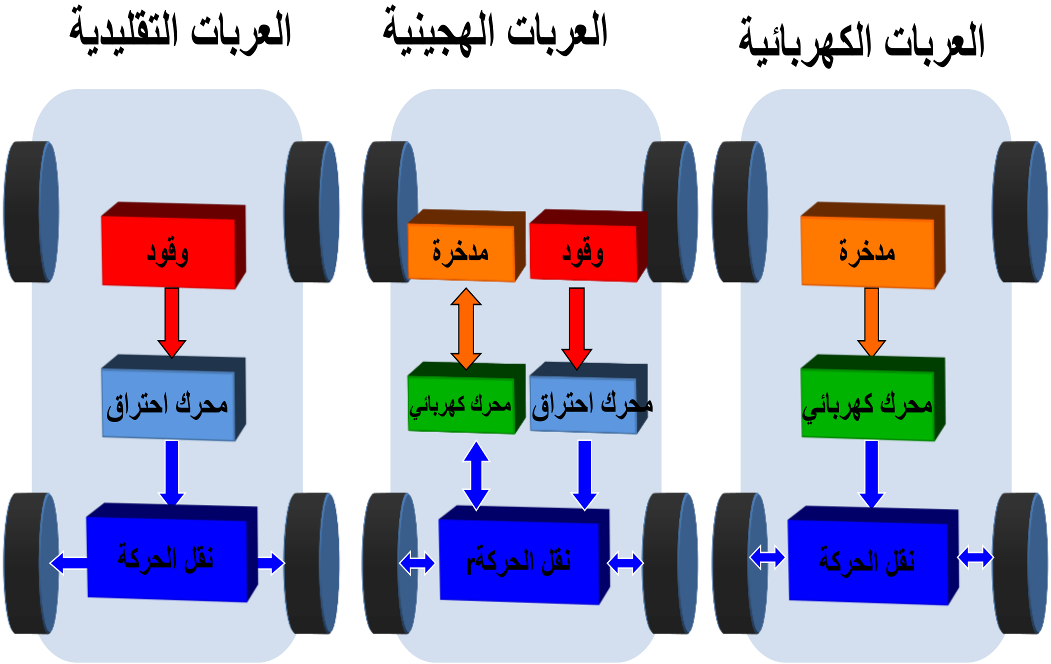
اعتمدت منهجية البحث في إعداده على الأسلوب العلمي والتحليل المنطقي والتصميم النموذجي القابل للتطوير والتحديث.

6) **محتويات البحث:**

يتضمن البحث دراسة تلوث البيئة الذي تحدثه محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في العربات التقليدية وتأثير ذلك على الإنسان ودراسة الحلول المنطقية للإقلال من هذا التأثير وذلك من خلال استخدام بدائل الطاقة الأحفورية والتوسع في استخدام العربات الكهربائية والهجينة.

نتيجة للتطور التقني على مستوى العالم ظهرت عدة أجيال من العربات المخصصة لخدمة البشرية وسوف نستعرض هنا هذه الأجيال ومدى تأثيرها على البيئة والتلوث البيئـي.

أنواع العربات المستخدمة عالمياً



العربات التقليدية

معلومات أولية عن محركات الاحتراق الداخلي. [1]

1- تطور صناعة المحركات:

تعتبر محركات الاحتراق الداخلي من الآلات الحرارية حيث يتم تحويل الطاقة الحرارية للوقود (نتيجة احتراقه) إلى طاقة حركية ميكانيكية.

أ- ظهر أول نموذج لمحرك احتراق داخلي ترددي عام/1860/ على يد العالم الفرنسي لونوروا، وكان يعمل بنظام ثنائي الشوط حيث يمتص المحرك مزيجاً من الهواء وغاز الاستصباح، يشتعل المزيج في الشوط الأول ويتم طرد الغازات الناتجة عن الاحتراق في الشوط الثاني.

---

[1] كتاب محركات الاحتراق الداخلي / جامعة حلب-كلية الهندسة الميكانيكية: د. أحمد فيصل العمر

. Material type: material Type Label Book Series:

ب- ثم طوره العالم الألماني أوغست أوتو عام / 1861 /

ت- اخترع المحرك رباعي الشوط عام / 1876 /.

يتم امتصاص الشحنة القابلة للاشتعال أثناء تحرك المكبس نحو النقطة الميتة السفلى ثم تضغط تلك الشحنة أثناء تحرك المكبس نحو النقطة الميتة العليا، تشتعل الشحنة ويدفع المكبس للأسفل ثم تطرد الغازات الناتجة عن الاحتراق خلال تحرك المكبس مرة ثانية نحو النقطة الميتة العليا.

ث- اخترع العالم الألماني رودلف ديزل عام/ 1892/ محرك ديزل تشتعل الشحنة فيه بالانضغاط، وكان الوقود المستخدم مسحوق الفحم ثم استعمل الكيروسين.

ج- تتالت الاختراعات من حيث نوع الوقود في محرك الديزل إلى أن تم استخدم وقود الديزل المعروف حالياً.

2- **<u>الفرو قات الأساسية ما بين محركات الاحتراق الداخلي:</u>**

أ- **في محركات البنزين:** يتم مزج الوقود والهواء في جهاز خاص خارج اسطوانات المحرك (مفحم) ثم يدخل المزيج إلى داخل الاسطوانات عبر مجمع الامتصاص ويتم الاشتعال بشرارة من شمعة الاشتعال وبالتالي تكون نسبة الانضغاط منخفضة نسبياً .

ب- **في محركات الديزل:** يتم شحن الاسطوانات بالهواء ثم يحقن الوقود داخل الاسطوانات بوحدة الحقن والتوزيع ويتم الاشتعال بالانضغاط وتكون نسبة الانضغاط مرتفعة.

3- <u>نواتج غازات العادم الأساسية:</u>

أ- هباب الفحم SOOT

ب- أكاسيد الكبريت SO2

ت- أكاسيد النتروجين (الآزوت) NO2 -- NO

ث- أول أكسيد الكربون CO

ج- ثاني أكسيد الكربون CO 2

ح- غاز الفريون

خ- الأمونيا

د- الالدهيدات

ذ- هيدروكربونات عطرية متعددة الحلقات

4- تأثير نواتج غازات العادم على البيئة:[2]

أ- اكاسيد الكبريت SO2:

يعد تلوث الهواء بأكسيد الكبريت من أخطر المشكلات لأنها مركبات ضارة بالإنسان والحيوان والنبات وبمواد البناء كما أن ذوبان هذه الجزيئات في جزيئات بخار الماء العالقة في الجو يسبب ظاهرة الأمطار الحمضية التي تؤدي إلى تآكل المعادن والأحجار الجيرية ومواد أخرى مختلفة.

ب- اكاسيد النتروجين (الآزوت):

تتسبب اكاسيد النتروجين في حدوث الأمطار الحمضية النيتروجينية الضارة حيث تتكون بنفس الطريقة المذكورة، مع ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو فان غاز ثاني أكسيد الازوت يتحد مع بخار الماء مشكلا مركباً ساما يدعى حمض النيتروز **HNO2** كما يمكن ان يتحول **NO2** تحت تأثير درجات الحرارة العالية بطبقات الجو العليا إلى حمض الازوت **HNO 3** أو جذور **NO3**

ت- ثاني أكسيد الكربون **CO2:**

يسهم حرق الوقود العضوي في ظاهرة **الانحباس الحراري** بسبب تكوين ثاني أكسيد الكربون حيث تتكون طبقة من هذا الغاز تمنع تسرب الانبعاث الحراري من الأرض مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية. إن أكثر من (7.9) مليار طن من الكربون قد انطلق إلى الجو خلال عام واحد بينما كانت الكمية عام / 2000 / مثلاً أقل من (6.8) مليار طن.

ث- غاز الفريون:

إن غاز الكلور . فلور . كربون (الفريون) يسهم في تدمير طبقة الأوزون الجوي مسبباً تسرب الأشعة فوق البنفسجية إلى داخل الغلاف الجوي وما تسببه من مخاطر.

ج- الأمونيا:

تسبب أبخرة الأمونيا في **أضرار صحية** متنوعة تتراوح بين التهاب العيون والقيء والإسهال وتصبب العرق والسعال وتؤدي في حالة التركيزات المرتفعة إلى توقف التنفس.

ح- أول اكسيد الكربون: CO

[2] **كتاب محركات الاحتراق الداخلي / جامعة دمشق-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية المؤلف: طارق الخاير، توفيق عيسى، علي صبح، ثائر سلام ; سنة النشر: 2016 ; الطبعة: 1.**

مجلة العلوم الفاروق العدد 2 ـــ

غاز سام عديم اللون والرائحة لا ينحل بالماء, يحصل نتيجة احتراق غير تام لوقود البنزين لافتقار الشحنة إلى الأكسجين اللازم لحرق ذرات الوقود بشكل كامل، يحصل ذلك في مرحلة إقلاع المحرك أو عند عمل العربة في المرتفعات العالية حيث تقل نسبة أو كمية الأكسجين المتوفر لإتمام عملية الاحتراق في المحرك أو خلال عمل المحرك بدرجات حرارة مرتفعة لان ذلك يؤدي إلى تفكك جزيئات ثاني أكسيد الكربون CO_2 وظهور غاز CO الأكثر سمية الذي تصل نسبة إصداره من العربات 3/1 مما هو موجود في الهواء

خ- بخار الماء في الجو (الرطوبة) :

ينظم القانون 4 لعام / 1994 / حدود الرطوبة في بيئة العمل لما لها من تأثيرات ضارة على الجهاز التنفسي وخاصة عند الأشخاص الذين يعانون من أزمات تنفسية، كذلك تؤثر سلبياً على عمل المحرك وعامل امتصاص الهواء.

5- تأثير نواتج غازات العادم على حياة الإنسان:

إن ملوثات الهواء عديدة أخطرها نواتج غازات عوادم السيارات وتعتبر الأكثر تأثيراً وضرراً وخاصة خلال الازدحامات المرورية فالسيارات هي مصدر رئيسي للتلوث لعمل محركاتها على حرق الوقود (الأحفوري) البترولي ما يسبب مخاطر عديدة على البيئة بسبب الغازات الضارة المنبعثة التي تنتج عن عملية الاحتراق.
إن نواتج غازات عوادم السيارات من أخطر مصادر تلوث البيئة وإخلالاً لتوازنها، إضافة إلى كونها سبباً رئيسياً للوفاة الناتجة عن الإصابة بالعديد من الأمراض الخطيرة ، مثل (الربو القصبي وتشوهات الأجنة والتخلف العقلي لدى الأطفال لما تحويه نواتج العوادم من غازات سامة وقاتلة ، فالدراسات الطبية تؤكد أن التلوث الحاصل من نواتج غازات عوادم السيارات يؤدي إلى أمراض القلب ويؤذي الجهاز التنفسي) ويسبب ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض أي الاحتباس الحراري إضافة إلى تسببها سوء واضطراب الحالة النفسية لسكان المدن المزدحمة بالعربات وتراجع أدائهم الوظيفي . ورغم الإجراءات المتبعة لتخفيف انبعاث نواتج غازات عوادم السيارات فإن معظم دول العالم ومنها سوريا مازالت تعاني من ارتفاع معدلات التلوث بسبب تزايد عدد السيارات، وما ينجم عن احتراق الوقود داخل محركاتها من تلوث شديد للهواء، (خاصة المحركات ثنائية الشوط ومن المحركات العاملة بوقود البنزين العادي منخفض درجة الأوكتان).
حذر البيئيون من التلوث الكيميائي والتلوث الغازي الناتج عن محركات المركبات ذات الوقود البترولي وخاصة في حال كان محرك السيارة قديم، إضافة إلى الضجيج الذي يضر الأعصاب، فالسيارات والشاحنات التي تحرق الوقود ينبعث منها غازات خطيرة وبمستويات مختلفة تؤثر سلبياً على الصحة ومن أهمها.

a) أول أوكسيد الكربون: CO

غاز سام يطلق عليه (القاتل الصامت) وهو غاز لا لون له ولا رائحة، له خاصية الإتحاد مع مادة الهيموغلوبين في الدم بسرعة، مما يؤدي إلى إعاقة ارتباط الأكسجين مع الكريات الحمراء وتحويله إلى أكسيد كربون، وبذلك يحرم الجسم من الحصول على الأكسجين، ما ينجم عنه الشعور بالتعب والكلل والضيق لصعوبة التنفس وضعف السمع والرؤية، وقد يحدث إغماء مفاجئ ووفاة للشخص خلال ساعتين بحال التعرض المكثف له، ويرجع بعض الباحثين ارتفاع حوادث السير إلى التعب والإرهاق تحت ظروف ارتفاع تركيز غاز أول أكسيد الكربون الذي يتم استنشاقه بجرعات كبيرة نسبياً دون الإحساس به .

b) غاز ثاني أكسيد النتروجين: الآزوت NO2

يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية للقصبات ويسبب التهاب قصبات حاد وتلف عمليات دفاع الجهاز التنفسي بالإضافة لتهيج الأغشية المخاطية للعين.

حذرت دراسة طبية من أن الأدخنة والغازات المنبعثة من عوادم السيارات تمثل أحد الأسباب الرئيسية الخطرة في زيادة معدلات الإصابة بالسرطان.

إن زيادة بحوالي / 10 / ميكرو غرامات من غاز ثاني أكسيد النتروجين المنبعث من عوادم السيارات ووسائل النقل في كل متر مكعب من الهواء، هي زيادة تعتبر كبيرة تقابلها زيادة في احتمال إصابة شخص بالسرطان بنسبة (8 %).

الغبار الكيميائي، هباب الفحم (الشحار):

إن ذرات الغبار الكيميائي (هباب الفحم) هي من أكثر العناصر الملوثة للهواء خطورة وتأتي من مصادر مختلفة منها نواتج غازات عوادم السيارات وتعتبر من العوامل الخطيرة التي تؤدي إلى الأمراض كانتفاخ الرئة والتهاب الشعب الهوائية والربو وسرطان الرئة.

c) الرصاص:

إن النسبة العظمى المسموح بها عالمياً لتركيز الرصاص في الهواء (0.5) ميكرو غرام / م3 ويعد الرصاص من أخطر السموم التي تحتويها نواتج غازات عوادم السيارات ، يضاف الرصاص إلى البنزين من أجل كتم الصوت الذي يحدث عند اشتعال البنزين مع الهواء في محرك السيارة، ويرفع من نسبة ما يسمى بعدد الأوكتان، وهو الدلالة العملية على صوت المحرك، فإذا زاد عدد الأوكتان انخفض الصوت الصادر عن ذلك الاشتعال، كما أنه يؤدي إلى زيادة كفاءة البنزين بنسبة تصل إلى (7 %) ، حيث يؤدي وجود الرصاص في البنزين إلى زيادة طاقة دفع المحرك (الاستطاعة) ويضاف الرصاص إلى البنزين على شكل رابع ايتيل الرصاص ويتحول الرصاص العضوي المضاف إلى البنزين إلى غير

عضوي مثل بروميد الرصاص وكلوريد الرصاص وأكسيد الرصاص، وذلك على شكل جزيئات أو غبار محمل بأملاح الرصاص ويخرج من عوادم السيارات ويتحول في الجو إلى كربونات الرصاص وهذا يشكل ما نسبته (80 %) من نسبة الرصاص الموجود في الجو ويدخل الرصاص إلى جسم الإنسان إما عن طريق التنفس أو كنتيجة لتناول الأغذية والمشروبات الملوثة بالرصاص، ومن خلالهما يصل إلى الدم وعادة ما يذهب بعد ذلك إلى الدماغ، كما يترسب في العظام والأسنان ، ويسبب أضرار عديدة للإنسان مثل إفراز حمض البوليك (يتراكم في المفاصل والكلى ويشوه الأجنة ويسبب إجهاض الحوامل)، كما يؤثر سلباً على العديد من وظائف المخ مثل ضعف التركيز وخلل التناسق العضلي وسلامة التحدث والنطق.

d) إن الاحتراق غير التام للبنزين ينتج عنه الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات يتسبب في حدوث سرطان الدم وأورام الغدد الليمفاوية ويعوق نضج خلايا الدم.

6– مقارنة نواتج غازات العادم ما بين محركات الديزل ومحركات البنزين:[3]

يختلف تأثير محركات الديزل عن محركات البنزين في درجة تلويثها للبيئة وتأثيراتها الضارة على صحة الإنسان، فمحركات الديزل: تعطي طاقة أكبر بنسبة تتراوح بين (20 % و25 %) عن محركات البنزين وهي تستهلك كميات أقل من الوقود وتنتج تلوثاً أقل، كما أن الغازات الناتجة عن محركات البنزين تحتوي على كميات أكبر من أوكسيدات النتروجين والهيدروكربونات وأول وثاني أكسيد الكربون لأن كفاءة الحرق في الديزل أفضل، لكن محركات الديزل تنتج نحو أربعة أضعاف ما تنتجه محركات البنزين من غاز ثاني أكسيد الكبريت. إن أي زيادة في المادة الدقائقية منه في الجو، تؤدي إلى مخاطر صحية لزيادة حالات أمراض القلب والصدر والربو.

– نسبة CO من محرك البنزين أكبر ب / 20 / مرة من محرك الديزل.

– نسبة الهيدروكربونات الناتجة من محرك البنزين أكبر 2 – 5 مرة من محرك الديزل.

– تتقارب نسبة اكاسيد النتروجين (الازوت).

– غازات CO_2 المنطلقة من محرك البنزين أكبر من محرك الديزل خاصة في ظروف الاستثمار الصعبة التي تحول جزء من غاز أول أكسيد الكربون الى CO_2

7– أسباب ارتفاع تلوث الهواء:

أ– وجود أعداد كبيرة من المركبات القديمة.

[3] محركات الاحتراق الداخلي .APA .طارق الجاسم، . (2004). محركات الاحتراق الداخلي.

ب- مركبات تعمل بمحركات ثنائية الشوط.

ت- محركات عربات تستخدم البنزين العادي.

ث- ضعف الرقابة على الحالة الفنية للمركبات.

ج- الإهمال في إجراءات الصيانة الفنية الدورية للمركبات.

ح- ضعف الرقابة على الحالة البيئية.

خ- انخفاض نوعية الوقود (مع ارتفاع تركيز الكبريت في وقود الديزل والرصاص في وقود البنزين).

د- عربات نقل جماعي صغيرة (ميكرو) تستخدم وقود الديزل ومعظمها غير ملائم فنياً وبيئيا.

جدول يبين أخطر الملوثات الناتجة عن غازات العادم المنطلق من محركات الاحتراق الداخلي وتأثيرها على الحالة الصحية للإنسان:[4]

الملوث	المسموح عالمياً	التركيز (دمشق) كمثال	تأثيرات على الحالة الصحية (وفق منظمة الصحة العالمية)
العوالق	120 ميكرو غرام / م3	588 ميكروغرام / م3	. قصور في وظيفة الرئتين والموت المبكر
ثاني أكسيد الكبريت S O 2	0.134 جزء في المليون	0.245 جزء في المليون	. تخرش الأغشية المخاطية والسعال الشديد الجاف والتهاب القصبات وضيق التنفس وآلام صدرية. . احتقان والتهاب الأنف . زيادة في توتر نوبات الربو
أول أكسيد الكربون C O	9 أجزاء بالمليون	20 جزء بالمليون	. نقص في أكسجة أنسجة الجسم وتأثيرات سمية
الأوزون	0.061 جزء بالمليون	0.156 جزء بالمليون	. تحسس الأغشية المخاطية لجهاز التنفس والعيون . السعال الشديد الجاف . الربو . خفض وظيفة الرئتين
البنزيرين	0.5 . 1 نانو غرام / م3	2.3 نانو غرام / م3	. مسرطن
أكسيد الآزوت	0.105 جزء بالمليون	0.166 جزء بالمليون	. التهابات الشعب التنفسية وخفض وظيفة الرئتين وخاصة عند الأطفال . زيادة تواتر الأمراض الصدرية

[4] قانون حماية البيئة رقم / 50 / لعام 2002

التجارب المخبرية المنفذة

A. آلية تنفيذ التجارب المخبرية والتعليمات الأولية المطلوب توفرها في عربات الاختبار: [5]

1) يتم انتقاء عشوائي لثلاث مجموعات عربات وكل مجموعة مؤلفة من ثلاث عربات:

أ- مجموعة عربات خفيفة سياحية:

- عربة صنع شركة بيجو الفرنسية
- عربة صنع شركة مرسيدس الألمانية
- عربة صنع شركة يابانية

ب- مجموعة عربات الصالون:

- عربة صنع انكلترا لاند روفر او رانج روفر.
- عربة صنع اليابان مثل تويوتا لاند كروزر.
- عربة صنع الصين مثل لاند ويند.

ت- مجموعة عربات ثقيلة ديزل:

- عربة ثقيلة تاترا .
- عربة ثقيلة كراز (او ما يماثلها).
- عربة ثقيلة مرسيدس (او ما يماثلها) .

2) يجب ان تكون محركات العربات المشتركة في البحث العلمي جاهزة فنيا.

3) يثبت على بطاقة التجربة رقم العربة، النوع، والصانع، والطراز، الرقم الخاص، العائدية، مجموعة الاستخدام، عام الصنع، المسافة الإجمالية المقطوعة منذ بدء الاستثمار حتى تاريخ تنفيذ التجارب.

4) يستخدم الوقود الموصي به من قبل الصانع والمعتمد عالمياً.

5) يقاس بالأجهزة الموجودة في الرحبات المختصة ما يلي:

5-1- المؤشرات الاستثمارية والمعطيات الفنية:

---

[5] معلومات من مركز الدراسات والبحوث البيئية -دمشق 2020م.

أ- دوران المحرك الأدنى دون حمل (ريلانتيه)

ب- دوران المحرك الاعظمي: - دون حمل لفترة قصيرة

- مع الحمل (تنفذ بتجربة المسير)

ج- ضغط زيت المحرك الأدنى وفق درجة الحرارة الاستثمارية للمحرك وعدد دوراته.

د- ضغط زيت المحرك الاعظمي وفق درجة الحرارة الاستثمارية للمحرك وعدد دوراته.

هـ - نسبة تركيز خليطة الهواء والوقود في الوضع المثالي.

5- 2- تقاس الملوثات الغازية الناتجة عن غازات العادم:

- اول اكسيد الكربون co
- ثاني اكسيد الكربون co2
- اكاسيد الكبريت
- اكاسيد الازوت NOX
- الهيدروكربون HC

6) ينفذ للعربات المنتقاة:

أ- صيانة فنية رقم / 2 / بحجمها الكامل.

ب- العيارات الاستثمارية (تعيير توقيت الاشتعال لمحرك البنزين، تعيير البخاخات وتعيير مضخة الحقن والتوزيع لمحركات الديزل.

ج- ما يلزم من إصلاحات ضرورية للمحرك.

د- تنفذ الصيانات الفنية اللازمة للعربات المشاركة في مشروع البحث العلمي. أو في موقع العمل وحسب اللزوم.

7) يقاس بعد ذلك من جديد المؤشرات السابقة والناتجة عن غازات العادم (بنفس الأجهزة).

B. **عرض النتائج المختبرية للتجارب التي أجريت على عربات محددة:**

عربة لاند روفر 88: (محرك بنزين) صنع انكلترا عام الصنع (1978):

الغاز الملوث	نسبة الغاز الملوث		تقييم النتائج
	قبل الصيانة	بعد الصيانة	
اول اكسيد الكربون co	% 1.05	% 0.43	انخفاض 2.44 مثل
ثاني اكسيد الكربون co2	% 1.3	0.9	انخفاض 1.44 مثل
الاوكسجين o2	% 22.66	% 23.09	زيادة 1.86 %
ابخرة البنزين المتبقية HC	PPM166 جزء بالمليون	38 PPM جزء بالمليون	انخفاض 4.368 مثل

b) **عربة تويوتا:** محرك بنزين صنع اليابان عام الصنع 1998 :

الغاز الملوث	نسبة الغاز الملوث		تقييم النتائج
	قبل الصيانة	بعد الصيانة	
اول اكسيد الكربون co	% 0.51	% 0.14	انخفاض 3.64 مثل
ثاني اكسيد الكربون co2	% 3.3	% 1.2	انخفاض 2.75 مثل
الاوكسجين o2	% 20.89	% 21.78	زيادة 4%
ابخرة البنزين المتبقية HC	73 PPM جزء بالمليون	12 PPM جزء بالمليون	انخفاض 6.08 مثل

c) **صالون لاندويند :** صنع الصين محرك ديزل :

	قبل الصيانة	بعد الصيانة	التقييم
درجة كتامة الدخان	0.70	0.36	انخفاض 1.94 مثل

d) **كيا ريو:** صنع كوريا عام 2000:

الغاز الملوث	نسبة الغاز الملوث		تقييم النتائج
	قبل الصيانة	بعد الصيانة	
اول اكسيد الكربون co	% 5.64	% 2.77	انخفاض 2.036مرة
ثاني اكسيد الكربون co2	% 9.4	4.7	انخفاض 2 مرة
الاوكسجين o2	% 2.84	% 11	زادت 4.4 مرة
ابخرة البنزين المتبقية HC	211 PPM جزء بالمليون	32 PPM جزء بالمليون	انخفاض 6.59 مرة

e) **بيجو 505:** صنع فرنسة لعام 1983:

الغاز الملوث	نسبة الغاز الملوث		تقييم النتائج
	قبل الصيانة	بعد الصيانة	
اول اكسيد الكربون co	% 2.7	% 0.15	انخفاض 15مثل
ثاني اكسيد الكربون co2	% 11.3	7.6	انخفاض 1.486 مثل

الاوكسجين o2	1.43 %	8.73 %	زيادة 6.1 % مثل
ابخرة البنزين المتبقية HC	545 PPM جزء بالمليون	181.1 PPM جزء بالمليون	انخفاض 3 مثل

e) **مرسيدس 220:** المانيا صنع عام 1998:

الغاز الملوث	نسبة الغاز الملوث		تقييم النتائج
	قبل الصيانة	بعد الصيانة	
اول اكسيد الكربون co	1.42	0.15 %	انخفاض 9.46مثل
ثاني اكسيد الكربون co2	13.2	3.6	انخفاض 3.6 مثل
الاوكسجين o2	0.95 %	1 %	انخفاض 5 %
ابخرة البنزين المتبقية HC	200 PPM جزء بالمليون	160 PPM جزء بالمليون	انخفاض 1.45 مثل

f) **نيسان بلوبيرد:** اليابان صنع عام 1994:

الغاز الملوث	نسبة الغاز الملوث		تقييم النتائج
	قبل الصيانة	بعد الصيانة	
اول اكسيد الكربون co	0.46	0.4	انخفاض 1.15 مرة
ثاني اكسيد الكربون co2	13	12.8	انخفاض 1.015 مرة
الاوكسجين o2	1.44	1.84	زادت 1.27 مرة
ابخرة البنزين المتبقية HC	285 PPM جزء بالمليون	266 PPM جزء بالمليون	انخفاض 1.071 مرة

C. النتائج المستخلصة من هذه التجارب:

تؤثر نواتج غازات العادم الصـادرة من محركات الاحتراق الداخلي بشكل سيئ جداً على البيئة وخاصة الحالات التالية:

a) محركات ثنائية الشوط التي يضاف فيها زيت المحرك إلى البنزين.

b) المحركات منخفضة نسبة الاوكتان (البنزين العادي).

c) المحركات التي تستخدم وقود بنزين برصاص مرتفع.

d) المحركات التي تستخدم وقود الديزل مرتفع نسبة الكبريت.

e) سوء تصرف من بعض السائقين بإضافة زيت المحرك إلى البنزين العادي.

f) سوء تصرف من بعض السائقين بإضافة حبيبات النفتالين الى وقود البنزين العادي.

g) إضافة عبوات تجارية موجودة في الأسواق تحمل تسميات متعددة لرفع نسبة الاوكتان.

g) انخفاض مستوى تنفيذ الصيانة الفنية للعربات بشكل عام.

الإجراءات المتخذة للحد من آثار هذا التلوث.

A. الإجراءات التقليدية والإستثمارية الواجب التقيد بها :[6]

أ- تنفيذ الصيانات الفنية الدورية للمحركات بحجمها الكامل وتوثيق ذلك من إدارات المرور الرسمية.

- ضبط نسبة الهواء إلى الوقود بحيث يتم الاحتراق الكامل في ظرف كاف من الأكسجين يضمن تحول غاز أول أكسيد الكربون (الخطير إلى ثاني أكسيد الكربون الأقل خطورة).
- تعيير توقيت الاشتعال.
- تعيير آلية عمل الدسامات.

ب- استخدام الوقود المحدد من قبل الصانع للمحرك.

ت- تنفيذ إصلاح مخطط للمحرك أو حين ظهور الدلائل والمؤشرات المحددة.

ث- المحافظة على الحفاز **(الجهاز الموجود في مجمع قنوات غازات العادم للعربات المزودة به)** وإجراء الصيانة الفنية اللازمة له دورياً.

ج- اعتماد نظام اليورو المتطور في مواصفات المحركات (مستقبلاً)

ح- تطبيق شروط المحركات وفق المجموعة الأوروبية خلال إبرام العقود لتوريد العربات.

جدول يبين كميات الملوثات المنطلقة من غازات العادم من محركات العربات والمسموح بها وفق قوانين المجموعة الأوربية.

طرق التعديل التي تمت في المحركات:

g / K W.h		C O	H C	N O	P P M	
E ureo 1	1992	4.5	1.1	8.0	0.612	S moke
E ureo 2	1996 – 1998	4.0 – 4.0	1.1 – 1.1	7.0 – 7.0	0.25 – 0.25	
E ureo 3	2000	1.5 – 2.1	0.25– 0.66	2.0 – 5.0	0.02	0.15
E ureo 4	2005	0	0	0	0	
E ureo 5	2005– 2008	0	0	0	0	

[6] هيئة المواصفات والمقاييس السورية http://sasmo.org.sy › standards 30/12/2025 م لوقود الديزل.

.

- في محركات الديزل يشمل التعديل ضغط المضخة والبخاخات وشكل حجرة الاحتراق وطريقة الاحتراق.
- في محركات البنزين يشمل التعديل البخاخات، زيادة كفاءة الحساسات وتعديل شكل حجرة الاحتراق وطريقة الاشتعال وتطوير البنزين.

B. **استخدام الحفاز**

الغاية منه تقليل الانبعاثات الصادرة عن عوادم السيارات. ينفث المحرك الصغير في كل ساعة 60 متر مكعب من غازات العادم وكلما كبرت استطاعة المحرك وسعته زادت الملوثات الناتجة فالمحرك ذو الاستطاعة العالية ينفث بحدود 150 متر مكعب ولدى صعود نواتج غازات العادم في الجو تتفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية مشكلةً الضباب الدخاني SMOG الذي يغطي جو منطقة التلوث بطبقة سوداء قاتمة إضافة إلى تسببه بكثير من الأضرار والأمراض مما يتطلب تخفيف كمية الانبعاثات الضارة عن عوادم السيارات بتحويل المواد الضارة إلى مواد اقل ضرراً للبيئة وتخفيف الآثار الناتجة عن ملوثات غازات العادم على الصحة العامة للإنسان. [7]

الحفاز: هو جهاز منقي غازات العادم بطريقة كيميائية يتوضع على بعد 50 سم من مجمع غازات العادم يحول الغازات الضارة مثل CO الى غاز اقل ضرراً وسمية **CO_2** ويحول اكاسيد الآزوت إلى أكسجين وغاز النتروجين ويحول الهيدروكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، حيث ان طريقة التحويل كيميائية (الأكسدة والإرجاع)

يمكن للحفاز تنقية 70 – 80 % من ملوثات غازات العادم وهو معتمد منذ عام 1990 م في أوروبا واليابان باستخدام الوقود (البنزين الخالي من الرصاص) ويعتبر في الدول الأوروبية جزء أساسي من دارة غارات العادم (دارة الإفلات) مع التنويه إلى انه لا يقلص من استطاعة المحرك ولا يسبب فقدان طاقة او ضياع في الاستطاعة وهو يعمل لمسافة 100000 كم حتى 300000 كم

تكوين الحفاز:

1- اللب: من مادة سيراميكية بشكل عش النحل ويمكن أن يكون من معدن غير قابل للصدأ مثل ستانلس ستيل

2- الغلاف المحيط: يحيط باللب ليزيد من مساحة سطحه وهو مكون من الألمنيوم والسيلكا

1. [7] هيئة المواصفات والمقاييس السورية http://sasmo.org.sy › standards 30/12/2025 م لوقود البنزين.

3- الكاسر : مؤلف من معادن ثمينة بلاتينيوم، راديوم، بلاديوم.

شروط استخدام الحفاز :

1. خلو البنزين من الرصاص.
2. عمل المحرك بحرارة مناسبة.
3. عدم وجود ترسبات من مواد تغطيه وتؤثر على عمله مثل الكبريت والتوتياء وهي من منشأ داخلي أو خارجي.

C. استخدام الغاز الطبيعي :

إن التحول إلى الغاز الطبيعي في محركات العربات يقلل الاعتماد على المشتقات البترولية (بنزين مازوت) مما يتيح للدولـة مزيداً من الصادرات النفطية ويقلص وارداتها من الوقود البترولي المستخدم في العربات بأنواعها كما يسهم في إيجاد بيئة أنظف وبالتالي تخفيض التكاليف المتعلقة بتحسين نوعية الهواء وبالتالي بيئة أكثر نظافة.

❖ الخواص الفيزيائية والترموديناميكية للغاز الطبيعي:

1) انخفاض الانبعاثات الناتجة عن احتراق الغاز لخلوه من الشوائب الكبريتية ومركبات الرصاص وانخفاض محتوى الكربون مقارنة مع البنزين.
2) يحقق الغاز الطبيعي أداء أفضل للمحركات لأن احتراقه كامل وبكفاءة عالية مقارنة بالبنزين.
3) انخفاض مستوى الاهتزازات والضوضاء الصادر عن محركات الغاز الطبيعي مقارنة بمحركات الوقود السائل (البنزين أو الديزل).
4) سهولة صيانة محركات الغاز وانخفاض معدل تآكل الأجزاء المتحركة فيها نسبيا مما يطيل عمر المحرك ويقلل من تكاليف صيانته
5) الأمان الأفضل: إن الغاز الطبيعي أخف وزناً من الهواء فإذا حدث تسرب للغاز يتبدد بالهواء دون أن يشكل خطورة على عكس البنزين الذي إذا انسكب على الأرض فإنه يكون عرضة للاشتعال.

❖ نظام عمل محركات الغاز الطبيعي:

- محرك يعمل بالغاز فقط وهو مصمم ومنتج من قبل الشركة الصانعة ليعمل بالغاز الطبيعي فقط.
- محرك يعمل بنظام الوقود المزدوج (غاز طبيعي+ بنزين) ولكن لا يستخدمان معاً في نفس الوقت.

يمكن تحويل السيارة من الغاز إلى البنزين أو العكس عن طريق مفتاح تحويل موجود أمام السائق وكثير من السيارات التي تعمل بنظام الوقود المزدوج تتحول أوتوماتيكياً إلى البنزين عند نفاذ الغاز من الخزان (الاسطوانة) ونظراً إلى أن نظام إشعال البنزين موجود أصلاً بمحرك السيارة لذلك يتم فقط إضافة نظام الغاز كوقود ثاني.

❖ **<u>تحويل محرك الديزل:</u>**

تحويل محرك الديزل ليعمل بخليط من الغاز أو الديزل ويسمى بمحرك ثنائي الوقود حيث يبقى نظام الوقود الديزل موجود في المحرك ويتم تركيب آلية أو جهاز يشمل نظام الغاز ليحقق العمل بالغاز أو بالديزل قبل الحقن إلى اسطوانات المحرك وذلك بهدف تقليل التعديلات التي تتم على المحرك الأساسي الديزل.

إن تحويل المركبات إلى الغاز الطبيعي يقلل من تكاليف صيانة المركبة بنسبة حتى (35 %) ويحقق وفراً مادياً حسب الاستهلاك نتيجة فرق السعر بين الغاز الطبيعي والبنزين أو المازوت

❖ **<u>متطلبات استخدام الغاز الطبيعي في المركبات:</u>**

ان استخدام الغاز الطبيعي المضغوط في السيارات يتطلب التعاون والتنسيق بين الجهات المنتجة والموزعة والمستخدمة للغاز. يجب وضع مواصفات ومعايير استخدام الغاز الطبيعي في المركبات خاصة معايير الأمان والسلامة وأهمها:

a) تنفيذ خطوط الغاز وإنشاء المحطات وتحويل محركات السيارات إلى استخدام الغاز الطبيعي.

b) إجراء التراخيص والاعتماد لسيارات الغاز.

c) فحص واختبار سيارات ومحطات الغاز.

d) القيام بالبحث والتطوير ودراسات الجدوى الاقتصادية والدراسات البيئية.

e) تأمين الكوادر الفنية من خلال البرامج التدريبية.

❖ <u>المعوقات التي ستواجه عملية الاستبدال:</u>

أ- ارتفاع كلفة تحويل السيارات إلى الغاز الطبيعي سواءً شراء السيارات المصممة للعمل بالغاز أو كلفة تحويل محركات السيارات العاملة بالبنزين والديزل إلى الغاز الطبيعي المفترض أن يغطي فرق السعر بين الغاز والوقود السائل والوفر في تكاليف الصيانة وكلفة التحويل.

ب- إن سعر السيارة المصممة للعمل بالغاز يزيد/ 3500 . 7000/ دولار عن سعر سيارات البنزين أو الديزل.

ت- عدم وجود أو استكمال البنية التحتية للإعداد باستخدام الغاز داخل وخارج المدن مما يعوق إنشاء محطات الغاز لجعلها متاحة للمركبات في الوقت المطلوب ويشار إلى أن معدل تموين سيارات الغاز تتطلب أكثر كثافة وانتشاراً.

❖ **<u>النتائج الإيجابية للتحول إلى استخدام الغاز الطبيعي في المحركات:</u>**

1) انخفاض نسبة انبعاث أول أكسيد الكربون C O بنسبة (96.8 %).

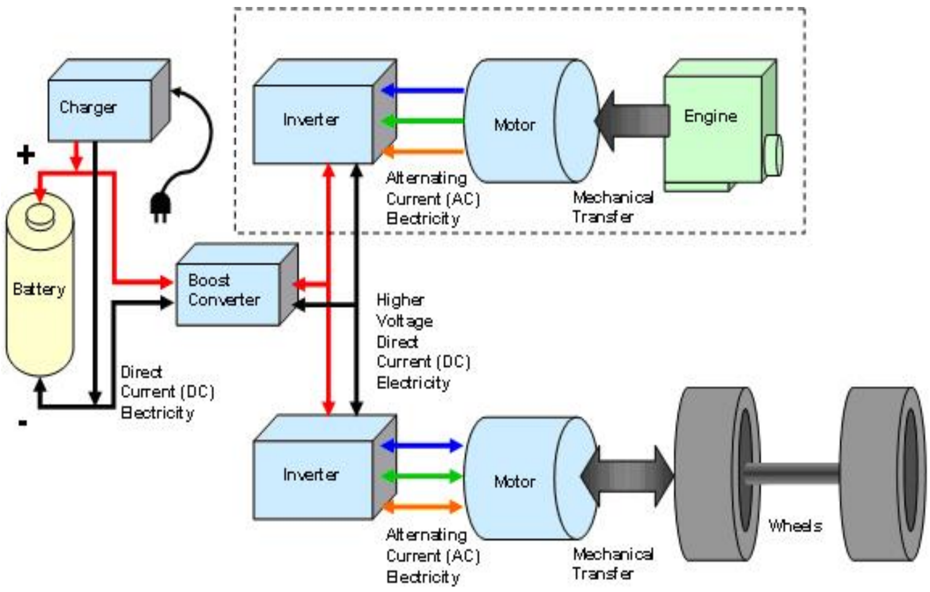
2) انخفاض نسبة انبعاث أكاسيد النتروجين بنسبة (72.4 %).

3) انخفاض نسبة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 بنسبة (20.1 %).

4) انخفاض نسبة انبعاث المركبات العضوية السامة الأخرى بنسبة (78.8 %).

D – استخدام العربات الهـــجينة[8]

هي عربة تجمع بين مصدرين من مصادر الطاقة أو أكثر للحصول على قوة الدفع اللازمة وأشهرها السيارة الهجينة التي تعمل بوقود البنزين والطاقة الكهربائية، أو الغاز والطاقة الكهربائية، أو الديزل والطاقة الكهربائية، بحيث يتم تحويل الحركة أوتوماتيكيا بحسب حالة الطريق وحسب الحاجة.



تشير كلمة هجين (Hybrid) بمشاركة عدد معين من العناصر لتشغيل عمليه واحده.

[8] كتاب "السيارات الكهربائية"، من إعداد وتأليف د. كاميليا يوسف محمد، ومراجعة د. مهندس محمد عبد الرحمن. وهو منشور بدعم من اللجنة المصرية الألمانية

تجمع السيارة الهجينة بين مصدرين للقدرة (الطاقة). وتشتمل التركيبات الممكنة على:

- ديزل / كهرباء (diesel / electric)
- وبنزين / حدافة (gasoline / fly wheel)
- وخلية وقود وبطارية (fuel cell / battery)

عادةً، يكون أحد مصدري الطاقة هو التخزين، والآخر هو تحويل الوقود إلى طاقة. مزيج من اثنين من مصادر الطاقة قد تدعم اثنين من أنظمة الدفع منفصلة. وبالتالي، لتكون هجينة حقيقية، لذا يجب أن تحتوي السيارة على وضعين للدفع على الأقل. على سبيل المثال، الشاحنة المستخدمة الديزل لتشغيل مولد، والتي بدورها تقود عدة محركات كهربائية للعجلات ذات الدفع الرباعي، ليست هجينة. ولكن إذا كانت الشاحنة لديها تخزين للطاقة الكهربائية لتوفير الوضع الثاني، للمساعدة بمصدر كهربائي، فهي مركبة هجينة.

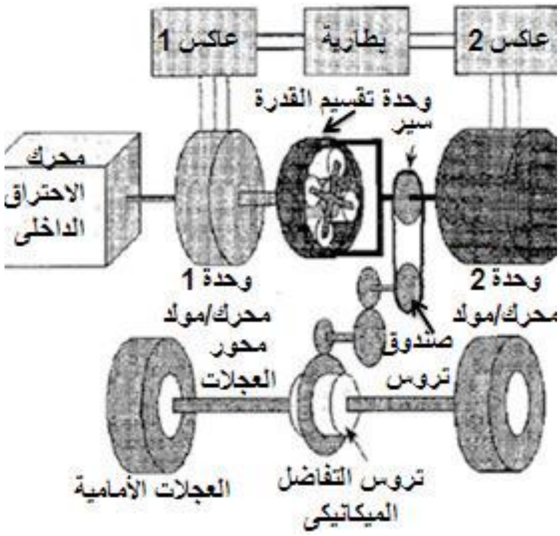
يمكن إقران هذين المصدرين للطاقة في سلسلة، مما يعني أن محرك الوقود يشحن بطاريات المحرك الكهربائي الذي يعمل على تشغيل السيارة، أو بشكل متوازٍ، مع كلتا ا لآليتين نقود السيارة مباشرة.

تتكون السيارة الهجينة من محرك بنزين ومحرك كهربائي، هدف هذا التهجين هو محاولة الاستفادة من مميزات كلا النوعين. تتميز هذه السيارة باحتوائها على أنظمة تغيير (فتح /غلق) الصمامات وبنظام بداية / إيقاف

(start/ stop) لإيقاف المحرك.

طريقة عمل السيارة الهجينة:

يوجد بالسيارة وحدتين 1، 2 (محرك/مولد) بالإضافة إلى محرك الاحتراق الداخلي. ويمكن للسيارة أن تعمل عن طريق وحدة 2 أو تعمل عن طريق محرك الاحتراق الداخلي. كذلك يمكن أن تشترك وحدة 2 ومحرك الاحتراق في دفع السيارة عند الحاجة إلى قدرة كبيرة. ويتم إدارة وحدة 1 من خلال محرك الاحتراق لتوليد كهرباء، تشغل وحدة 2 أو تشحن البطارية. وتعمل الوحدة 1 عمل بادئ الحركة لبدء إدارة محرك الاحتراق الداخلي.



E – استخدام العربات الكهربائيــة(صديقة البيئة)

يعتمد هذا النوع من العربات على الاستفادة من الطاقة الكهربائية للمدخرات التي يتم تزويد هذه العربات بها وهذه الطاقة يمكن الحصول عليها من خلال استثمار الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة حركة الأمواج والطاقة الذرية ....

أ- **تاريخ العربات الكهربائية** [9]

ظهرت أول سيارة كهربائية في أوروبا خلال الثمانينيات من القرن التاسع عشر الميلادي، وسرعان ما نالت إعجاب الناس في الولايات المتحدة. وقاد الأمريكيون في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي سيارات كهربائية أكثر مما قادوه من سيارات الاحتراق الداخلي، ولكن مع بداية القرن العشرين الميلادي أصبحت سيارات الاحتراق الداخلي أكثر قوة، وذات أداء أفضل. كما قلّت حاجتها لإعادة التزود بالوقود، وأصبحت أقل تكلفة من السيارات الكهربائية، فاختفت السيارات الكهربائية تمامًا بنهاية العشرينيات من القرن العشرين الميلادي.

تزايد القلق من التلوث البيئي خلال الستينيات من القرن العشرين الميلادي. كما قلق الناس من التناقص المستمر في الإمدادات النفطية، وأدى هذان السببان إلى الاهتمام بالسيارات الكهربائية، فبدأ في السبعينيات من القرن العشرين إنتاج عدد محدود من السيارات الكهربائية، وظلت مبيعاتها قليلة نظرًا لسعرها المرتفع ومداها المحدود وأدائها الضعيف، فقد أسهم عدم القدرة على إنتاج بطارية غير مكلفة، وقوية وخفيفة الوزن في وضع قيود على نجاح هذه السيارة، وقد بدأت بعض شركات السيارات العالمية في إنتاج سيارة كهربائية متطورة بعد عام 2005 وعرضها للبيع إلا أن بطاريتها لا زالت ثقيلة ومرتفعة السعر ، وتعمل أكثر الحكومات في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا والصين على تشجيع شركاتها الوطنية للسيارات على تطوير

[9] المجلة العلمية: MIT- EVT: Electric Vehicle Team-Massachusetts Institute of Technology

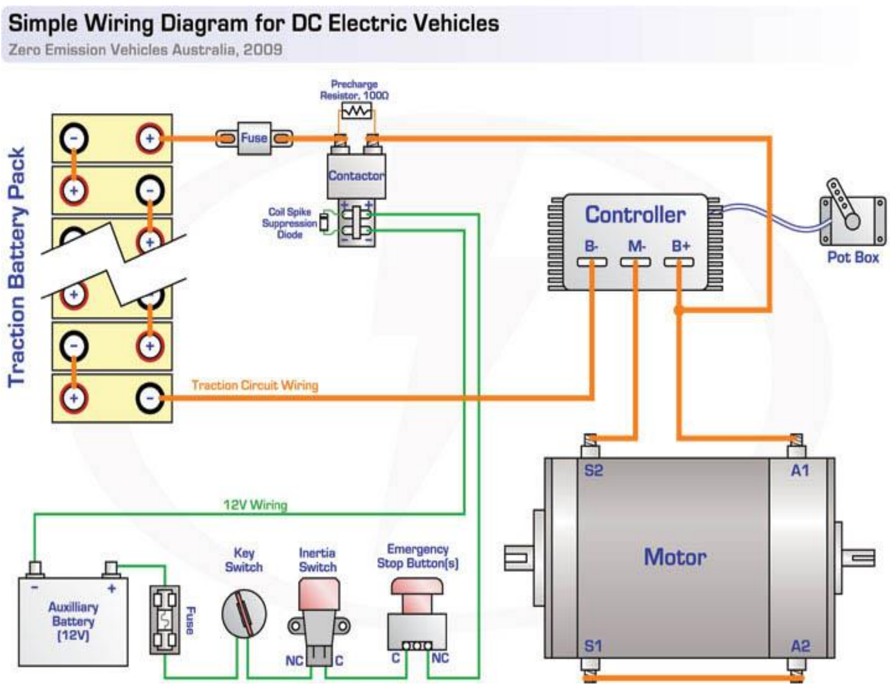
شاحن للسيارة الكهربائية بقصد خفض أسعارها، وتدعم الحكومات مصانع السيارات والمعاهد العلمية بمليارات الدولارات لتشجيعها على تكثيف الجهود في هذا الاتجاه وقد حققت هذه الشركات قفزات نوعية مميزة في تطوير وتحديث المدخرات وشواحن المدخرات وأصبحت تتلاءم تماماً مع متطلبات العصر من خلال السرعة المذهلة في إتمام عملية الشحن الكامل للمدخرات والتي أصبحت تقاس بالدقائق وتطوير سعة المدخرات ونوعيتها ووزنها والتي أصبحت كافية لإنجاز آلاف الكيلومترات بالشحنة الواحدة وهكذا بدأت العربات الكهربائية تغزو الأسواق وتنافس الطرازات الأخرى من حيث الكلفة والمسافة المقطوعة بالشحنة الواحدة وخاصة ما يتعلق بموضوع بحثنا هذا وهو التلوث البيئي حيث ان العربات الكهربائية تكاد تكون عديمة التلوث وهذا ما يؤهلها لتكون عربة المدينة المفضلة ويتوقع لها ان تكون العربة الوحيدة المسموح لها بدخول المدينة في الأعوام القليلة القادمة.

ب- <u>ميزات العربات الكهربائية.</u>

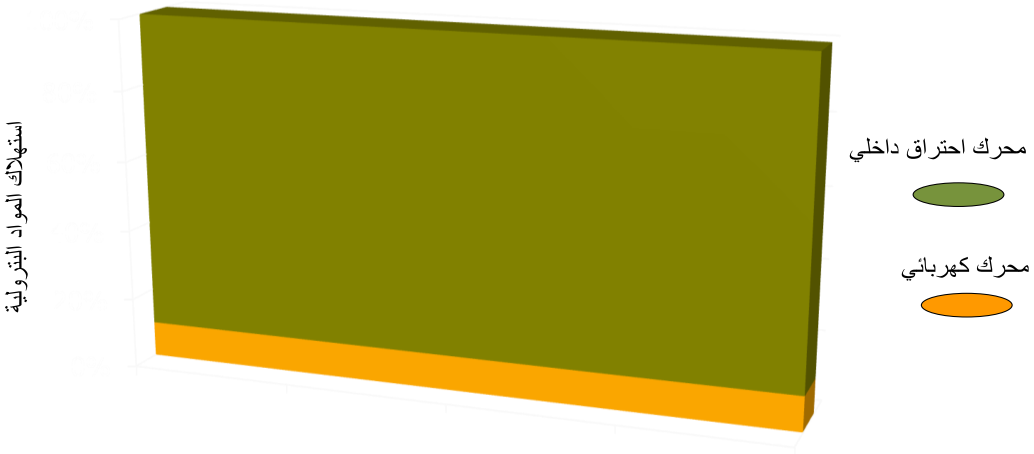
1) اقتصادية بالوقود
2) تؤدي إلى انخفاض التلوث في المدن والحد من انبعاث الغازات الدفيئة بصورة ملموسة.
3) صيانة أقل بالمقارنة مع المكونات الميكانيكية للعربات التقليدية.
4) ناعمة وهادئة.
5) يمكن إعادة شحن بطارياتها عندما يكون مالكها بالمنزل أو بالعمل وبالتالي يمكن تجنب التوقف غير المريح للتزود بالوقود في المحطات.

ت- <u>التحديات التي تواجه العربات الكهربائية.</u>

1) الوزن والحجم للمدخرات: وقد تطلب تجاوزها عمل دؤوب وكلفة عالية.
2) وقت شحن للمدخرات: كان لوقت قريب مشكلة ولكن تم حلها بالجهد والعمل التقني على مستو العالم وقد كلل بالنجاح.
3) سرعة منخفضة بالمقارنة مع العربات التقليدية: وهذا ما يتم العمل عليه وقد أنجزت عدة خطوات في عملية التطوير والتحديث في هذا المجال وماتزال الأبحاث والتجارب مستمرة لتحقيق أفضل النتائج.
4) كلفة عالية للمدخرات ويتمثل ذلك من خلال كلفة وندرة المواد التي تتشكل منها هذه المدخرات النوعية ودقة تصنيعها ودرجة الأمان المطلوبة منها.

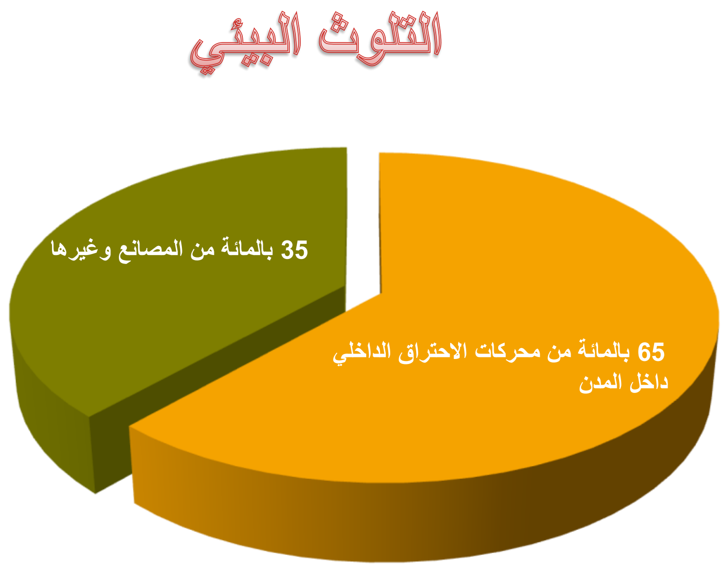


F. مقارنة بيانية ما بين محركات الاحتراق الداخلي والمحركات الكهربائية وتحديد درجة تأثير كلٍ منها في التلوث البيئي.



10

10 مجلات: الحياة والبيئة، البيئة والتنمية، البيئة والصحة.



التوصيات والمقترحات

أهم نتائج هذا البحث تتمثل في استمراريته، حيث أن النتائج المخبرية التي حصلنا عليها هي مؤقتة ومحددة المكان والزمان وللوقوف على حقيقة الواقع البيئي لمنطقة معينة نحتاج الى اجراء عمليات الاختبار المذكورة بشكل دوري (شهري أو سنوي أو.......) ومن أهم التوصيات:

- الاختبار الدوري لدرجة التلوث البيئي للمناطق المكتظة بالسكان والآليات وخاصة المدن الكبرى والمناطق الصناعية.
- العمل الجاد لتحديد عمر محدد للعربات التي يحق لها دخول المدينة.
- التجديد الدوري للعربات وحصر عمر المسموح له بالحركة كحد أقصى خمسة عشر سنة.
- أهمية تنفيذ الصيانة الفنية بشكلها الكامل للعربات التقليدية مما يساهم في تخفيض نسبة الملوثات الناتجة من غازات العادم.
- الحالة الفنية لمحركات العربات التقليدية وعمرها الاستثماري حيث تتناقص ملوثات غازات العادم مع تحسن الحالة الفنية للعربة وتزداد مع تقادم عمر العربة وانخفاض الحالة الفنية.
- المهارة في سياقة المركبة أو العربة.
- استخدام الغاز بدلاً من البنزين والديزل كحل اسعافي أولي لضمان استثمار العربات المتوفرة والتي لا يمكن استبدالها أو الاستغناء عنها.
- استخدام الحفاز والعمل على تشديد المراقبة والتحقق من وجوده وحسن استثماره.

- التوسع في استخدام السيارات الهجينة وتوسيع مستوى المعرفة لهذا النوع من المركبات والعمل على دعم عملية البحث العلمي في هذا المجال.
- التوسع في استخدام العربات الكهربائية والعمل على تطوير وتحديث مصادر الطاقة (المدخرات) المستخدمة في هذه العربات.
- الحاجة الماسة للتوسع في إنتاج واستثمار الطاقات البديلة والمتجددة وفتح كافة الإمكانيات البحثية والعملية لتطوير وتحديث وانتاج الطاقة النظيفة الممكنة في البلد وبالتحديد الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحركية للأمواج، وطاقة السدود.
- التشجيع المادي والمعنوي للبحوث العلمية المتخصصة في مجال الطاقات المتجددة لما في ذلك من خدمة مباشرة للبيئة وحماية لصحة الإنسان والبشرية.

<u>المصادر والمراجع:</u>

1. كتاب محركات الاحتراق الداخلي / جامعة حلب–كلية الهندسة الميكانيكية: أحمد فيصل العمر . Material type: material Type Label Book Series: (
2. كتاب محركات الاحتراق الداخلي / جامعة دمشق–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية المؤلف: طارق الخاير، توفيق عيسى، علي صبح، ثائر سلام ; سنة النشر: 2016 ; الطبعة: 1.
3. محركات الاحتراق الداخلي .APA .طارق الجاسم، . (2004). محركات الاحتراق الداخلي.
4. معلومات من مركز الدراسات والبحوث البيئية –دمشق 2020م.
5. قانون حماية البيئة رقم / 50 / لعام 2002م.
6. كتاب "السيارات الكهربائية"، من إعداد وتأليف د. كاميليا يوسف محمد، ومراجعة د. مهندس محمد عبد الرحمن. وهو منشور بدعم من اللجنة المصرية الألمانية
7. مجلات: الحياة والبيئة، البيئة والتنمية، البيئة والصحة.
8. هيئة المواصفات والمقاييس السورية 30/12/2025 http://sasmo.org.sy › standards م لوقود الديزل.
9. هيئة المواصفات والمقاييس السورية 30/12/2025 http://sasmo.org.sy › standards لوقود البنزين.
10. المجلة العلمية:

(MIT- EVT: Electric Vehicle Team-Massachusetts Institute of Technology)