سلسلة الوحدات التدريبية كهروميكانيك المركبات الهجينة

صيانة نظام العادم في المركبات الهجينة Hybrid Cars Exhaust System



إعداد: م سفيان توفيق أحمد سعيد التدقيق الفني: أكاديمية السيارات لقد تم إصدار سلسلة الوحدات التدريبية في كهروميكانيك السيارات الهجينة بدعم من الشعب الأمريكي من خلال الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID).

لا يجوز إنتاج أي نسخة من هذه الوحدات التدريبية على أي وجه سواء بتصويرها أو باستنساخها أو باختزان مادتها أو نقلها على أي وجه أو بأي طريقة سواء كانت إليكترونية أم غيرها إلا بموافقة خطية مسبقة من مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن.

لقد بذل الناشرون كل جهد لمعرفة أصحاب حقوق التأليف وسيتم اتخاذ الإجراءات اللازمة في أول فرصة ممكنة في حال الإغفال عن ذكر أي منهم. نرحب بأي معلومات تمكننا من القيام بتصحيح أي معلومات غير صحيحة أو محذوفة في النسخ اللاحقة.

لا نتحمل أي مسؤولية فيما يتعلق بالمعلومات الواردة في هذه الوحدات التدريبية.

الناشر مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية



ص.ب 8185 عمان الأردن هاتف: 96264016500+ فاكس: 96264617538

الموقع الإلكتروني: www.jordanwfd.org USAIDJWFD

⊙ مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن 2017
 جميع الحقوق محفوظة

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	
	دليل الوحدة	
4	المقدمة	1
4	المتطلبات المسبقة	2
4	نتاجات التعلم	3
5	أهداف التعلم	4
5	الزمن المقترح	5
5	أدلة التقييم الذاتية	6
	مكونات نظام العادم	1
6	1-1 أجزاء نظام العادم	
11	2-1 تدوير غاز العادم	
18	1-5 بطاقة التقييم	
19	1-6 بطاقة التمرين العملي	
	تشخيص أعطال نظام العادم بإستخدام جهاز فحص وتحليل غاز العادم	2
28	2-1 أنواع أجهزة تحليل العادم	
29	2-2 قياسات جهاز تحليل العادم	
32	2-3 أعطال نظام تدوير العادم	
34	2-4 بطاقة التقييم	
36	2-5 : بطاقة التمرين العملي	
44	إختبار المعرفة	
46	إختبار الآداء	
48	قائمة المصطلحات	
48	قائمة المراجع	

دليل الوحدة

المقدمة

يعتبر الأردن من بين أكثر الدول التي تعاني نقصا في موارد الطاقة، وهذا ما يحتم على المسؤولين عن هذا القطاع للبحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية، وتوفير الوسائل المناسبة للحد من إستهلاكها. وأحد هذه الوسائل يكمن في إستخدام المركبات الهجينة وفي تشجيع المواطنين على إستخدامها كبديل للمركبات التقليدية التي تستهلك كميات كبيرة من الوقود، وتتسبب بشكل كبير في تلويث البيئة نتيجة لما تنفثه من غازات العادم.

ونتيجة للإستخدام المتزايد للمركبات الهجينة وخاصة بعد تشجيع استخدامها من قبل الحكومة وخفض الرسوم الجمركية عليها، فلا بد من تأهيل كوادر فنية متخصصة في خدمة وإصلاح هذا النوع من المركبات، لذا بادرمشروع تطوير القوى العاملة الممول من الوكالة الامريكية للتنمية الدولية وبالتعاون مع مؤسسة التدريب المهني، والمختصين بهذا الموضوع من مزودي التدريب في القطاع الخاص، ووكالات صيانة المركبات لعقد ثلاث ورش متخصصة لبناء برامج ذات سوية عالية وتواكب اخر المستجدات، ووضع البرامج التعليمية والتدريبية الخاصة بخدمة وإصلاح المركبات الهجينة وذلك لإعداد كوادر متخصصة في صيانتها وفي تأهيل ورفع كفاءة العاملين في هذا القطاع لتوفير فرص عمل جديدة لرفد الورش المتخصصة في السيارات الهجينة وتطوير هذه الورش.

تتخصص هذه الوحدة بصيانة نظام العادم في المركبات الهجينة بهدف إكساب المتدرب المهارات الأدائية والمعرفية والاتجاهية، المتعلقة بصيانة نظام العادم في المركبات الهجينة.

المتطلبات المسبقة

قبل الشروع بدراسة هذه الوحدة يتطلب منك اجتياز الوحدات التدريبية التالية بنجاح:

- صيانة نظام حقن الوقود في المحركات.
- صيانة نظام سحب الهواء في المحركات.
 - أنظمة السلامة في المركبات الهجينة.

نتاجات التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على صيانة نظام العادم في المركبات الهجينة وفق معايير الكفايات المهنية الأردني لمهنة كهروميكانيك مركبات هجينة ومتطلبات العمل.

أهداف التعلم

بعد إتمام هذه الوحدة يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

- تحدد مكونات نظام العادم في المركبات الهجينة
- تشخص أعطال نظام العادم بإستخدام جهاز فحص وتحليل الغازات العادمة وتعالجها.

الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي 28 ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظریة: 4 ساعات.
- تنفيذ التمارين العملية: 18 ساعة.
- الاختبار النظري: ساعه واحدة
 - الاختبار العملي: 3 ساعات.
 - التدريب الميداني: 4 أيام.

أدلة التقييم الذاتي

أ- أسئلة التقبيم الذاتي للمعلومات النظرية

حاول الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية المطلوبة لهذه الوحدة التدريبية المتكاملة واعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها، مما سيساعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها.

ب- دليل تقييم الأداء

ستجد بعد نهاية كل تمرين قائمة فحص معدة بشكل مستقل لكل واجب من الواجبات للمساعدة في توجهيك، وإنجازك لكل واجب، كما يساهم هذا الدليل في مساعدتك للتقييم المستمر خلال تعلمك للمهنة.

صيانة نظام العادم في المركبات الهجينة

مع التقدم الصناعي الكبير الذي يشهده قطاع النقل ، ازداد عدد المركبات والناقلات في المدن بشكل كبير ، والتي أدت لازدحام الطرق وتكدسها مما سبب في ظهور العديد من مشاكل الطرق إلى جانب المشاكل الصحية الخطيرة التي تصيب الإنسان ، والتي تسببها عوادم المركبات وخاصة في القديمة منها ، كما تؤثر هذه العوادم على البيئة المحيطة بنا من نبات وحيوان ومياه ، وتؤدي لزيادة نسبة التلوث بمعدلات خطيرة، لذا علينا الوقوف أمامها لنعمل سويا على تقليل هذه النسبة حفاظا على البيئة التي نحن جزء منها.

ويقوم نظام العادم في المركبات على نقل الإنبعاثات الناتجة عن عملية الاحتراق داخل أسطوانات المحرك إلى خارج المركبة عبر أنبوب العادم، ويتم الاهتمام بشكل خاص بمدى توافر مكونات محددة بعينها في غازات العادم، مثل أول أكسيد الكربون والرصاص وأكاسيد النيتروجين وغيرها. ولكي لا ترتفع ملوثات الهواء الناجمة عن محركات الاحتراق الداخلي إلى حد غير محتمل، قامت معظم الدول المتقدمة صناعياً بسن قوانين تحد من هذه الانبعاثات.

• - هدف التعلم الأول: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم أدناه، عليك ان تصبح قادرا على أن تتعرف مكونات نظام العادم في المركبة.

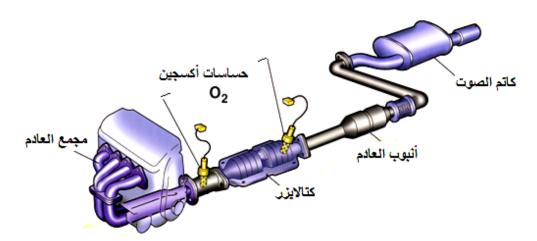
المصادر	أنشطة التعلم
الوحدة التدريبية	قراءة الوحدة التدريبية
الشبكة العنكبوتية	البحث في المواقع الإلكترونية / نظام العادم في المركبات
المشغل	تنفيذ التمارين العملية

1- مكونات نظام العادم في المركبات

غازات العادم هي المكوّنات الغازية الناتجة عن إحتراق خليط الهواء والوقود في محركات الإحتراق الداخلي، وبسبب الاحتراق غير المكتمل يخرج ما نسبته 2-4 % من المكونات الضارة في العادم، مثل: الهيدروكربونات (H) غير المحترقة ، وأول أكسيد الكربون (O) ، وأكاسيد الرصاص، والكبريت، وهالوجينات الرصاص، وأكاسيد النيتروجين (NOx،NO)، الخ وفي محركات البنزين تكون نسبة أول أكسيد الكربون مرتفعة جداً في حالتي اللاحمل و الحمل الكامل لأن المحرك في هاتين الحالتين يعمل بخليط غني.

1-1 أجزاء نظام العادم

تشمل منظومة العادم جميع الأجزاء الناقلة لغاز العادم من المحرك إلى الخارج، المبينة في الشكل (1)، وهي مجمع العادم، وأنبيب العادم، وكاتم الصوت (mufflerr)، والمحفز (كتالايزر)، بالإضافة إلى عناصر ربط وتعليق أجزاء النظام.



الشكل (1): مكونات منظومة العادم

- مجمع العادم

يصنع مجمع العادم (Exhaust manifold) من الحديد السكب، أو يشكل من مجموعة أنابيب من الصلب تكون مائلة نحو الخلف في اتجاه انطلاق الغازات العادمة لتسهيل اندفاعها إلى خارج المحرك، كما في الشكل (2)



(ب) مجمع عادم لمحرك بست أسطواثات



(١) مجمع عادم لمحرك بأربع أسطوانات

الشكل (2): مجمع العادم

ويتم ربط مجمع العادم بجسم المحرك بواسطة براغي مقاومة للتآكل والصدأ، مع تركيب مانعة تسرب للغازات بين قاعدته وجسم المحرك، كما في الشكل (3)، وذلك لمنع تسرب العادم أو دخول الهواء للمحافظة على أداء المحرك.



الشكل (3): مانع تسريب غاز العادم

وتوجد أنابيب مجمع العادم في الأنواع التالية:

أ- الأنابيب المنفصلة لكل صمام عادم: تستخدم في سيارات السباق للحصول على أقصى قدرة من محركها، حيث يمر عادم كل أسطوانة منفرداً من صمام العادم في المحرك، أي لكل صمام عادم فرع خاص به حتى مجمع العادم المشترك.

ب-الأنابيب المجمعة لصمامي عادم: وتستخدم في المحركات العادية ذات الأربع والست أسطوانات، حيث يطرد عادم كل أسطوانتين في فرع واحد، عدا عادم الأسطوانتين الأولى والأخيرة يكون لكل منهما فرع ويتم تجميع عادمهم في النهاية بالفرع الرئيسي، وفي المحركات ذات الست أسطوانات على الإستقامة فإن صمام عادم الأسطوانتين الأولى والسادسة يتصل بفرع خاص من أفرع المجمع الأربعة لمجمع العادم.

ج – أنابيب على شكل مجموعتين منفصلتين في المحركات ذات الثمانية أسطوانات ، لكل أربع أسطوانات مجمع عادم منفصل، وينتهى كل منهما بكاتم صوت منفصل. وتكون على شكل حرف (V).

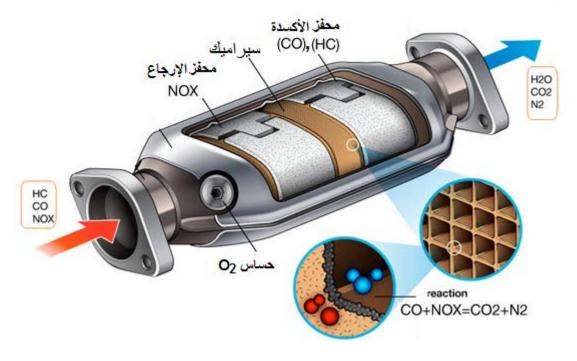
■ المحول المحفز (الكتالايزر) (catalytic converter)

وهو جهاز مصنوع بتصميم هندسى شبكى معين، ويحتوى على مواد ومعادن ذات خصائص كيميائيه بهدف تحفيز مكونات غازات العادم الضاره بالبيئه على التفاعل في أثناء مرور العادم بها، من أجل تخفيض معدل الغازات المنبعثة من المركبات. وقد شكل المحول الحفاز انفراج حقيقي في التحكم في الإنبعاثات، لأنه يقلل من إنبعاث الهيدروكربونات غير المحترقة (HC)، والتي تشكل العامل الأساسي في تكوين الضباب الدخاني في المدن، وأول أكسيد الكربون (00)، وهو من الملوثات الأكثر خطورة لأنه يمكن أن يكون مميتا حتى ولو كان تركيزه منخفضا، حيث يعمل على خفض (90%) من مستويات هذه الملوثات. ويستخدم في تركيبتة نوعين مختلفين من المحفزات الكيميائية، هما:

أ- محفّز الإرجاع (reduction ctalyst

ب- محفّر الأكسدة (oxidation catalyst)

و كل منهما مشكل من خلايا خزفية مطلية بطبقة رقيقة من معدن محفز، كما هو مبين في الشكل (4)، وعادة ما يكون من مركبات البلاتين، وظيفت المحفزات تحفيز جزيئات الغازات السامة في العادم لتتفاعل معها و تنتج غازات غير سامة تخرج من العادم، وتعتمد فكرة استخدام الخلايا قي المحول على تعريض أكبر سطح من المادة المحفّزة لتيار الغازات المنبعثة من المحرّك وتحقيق أكبر وفر في استخدام هذه المعادن الثمينة.



الشكل (4): الكتالايزر

ومن عيوب نظام المحول الحفاز/ المحفز أنه لايعمل إلا في درجات حرارة مرتفعة، فعند بداية تشغيل المركبة وفي الجو البارد، لايعمل المحوّل على الإطلاق خلال الدقائق الأولى من تحمية المحرك، مما يؤدي إلى انطلاق الغازات الضارة وكأنه غير موجود. ولحل هذه المشكلة تم الإقتراح من بعض الخبراء بتقريب المحول من المحرك بقدر الإمكان حتى ترتفع حرارته بسرعة، إلا أن هذه الطريقة تؤدي إلى اهتراء المحوّل بسبب تعرضه لدرجات حرارة بالغة الارتفاع، لذا فمعظم شركات صناعة المركبات تفضل تركيب المحوّل تحت المقعد الأمامي حتى يكون بعده عن المحرك مناسباً للإسراع في معالجة الغازات.

■ كاتم الصوت (silencer ,muffler)

وظيفته تمديد وتبريد غازات العادم الناتجة عن عملية إحتراق الوقود داخل المحرك، كما في الشكل (5). ويعمل على تقليل ضجيج خروج غازات العادم من المحرك، ويعمل كاتم الصوت بمبدأ أنه عند تصادم الموجات الصوتية المتعاكسة فإنها تلغي بعضها البعض. وهذه الظاهرة، والمعروفة باسم التداخل المدمر تستخدم أيضا في سماعات الأذن في إلغاء الضوضاء والضجيج.



الشكل (5): كاتم الصوت

■ مرابط وحامل ماسورة العادم (exhaust hanger)

حامل أنبوب العادم هو تجهيزة في منظومة العادم يتم فيها تركيب مطاط تعليق ماسورة العادم. وبهذه الكيفية تصبح منظومة العادم مُعلِّقة بأرضية السيارة بشكل منعزل عن الضوضاء والاهتزازات. تزوَّد منظومة العادم بعدة حوامل لإنبوب العادم، وهي إمّا أن تكون ملحومة بمنظومة العادم أو مُثبتة بواسطة قامطات قابلة للفك.

■ مطاط تعليق ماسورة العادم (exhaust hanger rubber)

وهو مطاط مبين في الشكل (6) يربط منظومة العادم بأرضية المركبة ربطاً عاز لا للإهتزازات والضوضاء، كما تحوُل خواصه المرنة دون تكون تشققات في منظومة العادم. وبذلك تستطيع منظومة العادم احتواء اهتزازات المحرك دون عوائق.



الشكل (6): مطاط تعليق ماسورة العادم

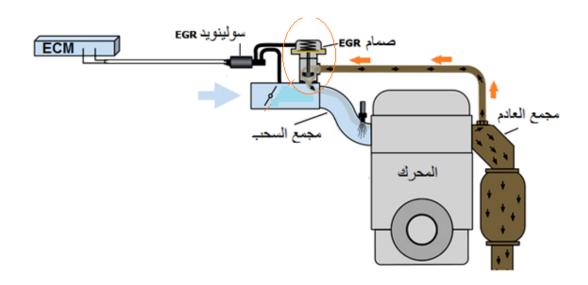
2-1 تدوير الغازات العادمة، (EGR)

الغرض من إستخدام مجموعة تدوير الغازات العادمة في المركبات هوخفض انبعاثات اكاسيد النتروجين والغازات السامة التي تساهم في تلوث الجو، بالاضافة الى دورها الفاعل في تخفيض درجات حرارة غرف الاحتراق في المحرك من خلال تبريد خليط (الوقود / الهواء)، وعملية خفض حرارة الإحتراق لها دور ايجابي في تقليل فرص حصول الطرق والدق في المحرك حيث يعتبر الطرق عامل مدمر للمحرك.

وبالاستعانة بمنظومة إعادة تدوير العادم ، (EGR, Exhaust Gas Recirculation) يتم تزويد غرف الاحتراق بغازات عادم تكاد تكون خالية من الأكسجين، تعمل على خفض درجات الحرارة القصوى للاحتراق. ونظراً لتزايد معدل تكون أكاسيد النتروجين بشكل غير مُتكافيء مع درجة حرارة الاحتراق، فإن عملية إعادة تدوير العادم تُعتبر طريقة شديدة الفعالية في خفض أكاسيد النتروجين حيث يمنع تكون أكاسيد النيتروجين الأحادية التي تتشكل عند درجات حرارة عالية جدا.

■ طريقة عمل نظام تدوير غاز العادم

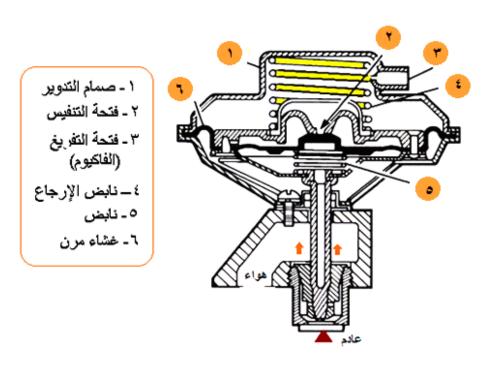
يتم اعادة نسبة محددة ومحسوبة من غازات العادم الى مجمع السحب (المنيفولد) حيث تعمل الخلخلة في مدخلة على امتصاص هذه الغازات وإعادتها الى غرف الاحتراق. والغازات المعادة يتم السيطرة عليها بعناية واحكام بواسطة وحدة التحكم بعمل المحرك (E(M)) وصمامات التحكم الكهروميكانيكية بعمل النظام، كما هو مبين في الشكل (7)، وبخلاف ذلك فانه من الممكن ان تؤثر على قدرة وآداء المحرك.



الشكل (7): دائرة تدوير غاز العادم

■ صمام تدوير غاز العادم (EGR Valve)

هناك أنواع مختلفة من أنظمة تدوير غاز العادم. منها التصميم النموذجي المبين في الشكل (8) لصمام تدوير العادم، والذي يعتمد في عمله على مقدار الخلخلة (ضغط التفريغ) في مجمع السحب حيث يفتح بأمر من الصمام الكهرومغناطيسي (سولينويد) والذي بدوره يعمل عبر الإشارات المرسله له من وحدة التحكم بعمل المحرك، ويغلق بواسطة النابض الخاص به والمبين في الشكل (9) الذي يبين تركيبة هذا الصمام.

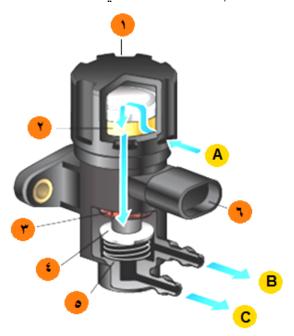


الشكل (8): صمام تدوير غاز العادم

■ الصمام الكهرومغناطيسي (سولينويد) (EGR Solenoid Valve)

وهومفتاح كهرومغناطيسي وظيفته التحكم في فتح وإغلاق صمام تدوير غاز العادم تبعا للإشارات التي يستقبلها من وحدة التحكم بعمل المحرك بغرض تأمين عمل المحرك دون خشونة، خاصة في وضع الخمول في أثناء تحمية المحرك (عند درجات الحرارة المنخفضة) والصمام مزود بأربعة أسلاك، ثلاثة منها متصلة بوحدة التحكم ليس فقط لتأمين فتح وإغلاق صمام تدوير غاز العادم وإنما أيضا لرصد وتحديد موضعه في أثناء العمل إلكترونيا.

ومن المعلوم أن نظام تدوير غاز العادم معرض للإنسداد بالكربون خلال عمله على مدى فترة من الزمن، لذا يجب فحص النظام عند الشعور بخشونة في دوران المحرك في حالة اللاحمل والخمول، ويبين الشكل (10) أجزاء الصمام الكهرومغناطيسي.

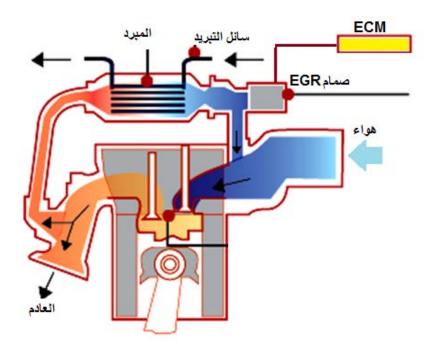


- ۱- غطاء
- ۲ ـ مصفی
- ٣ ملفات الصمام
- ٤ ـ قرص معدني
 - ٥ ـ نابض
- ٦ وصلة كهربائية
- A- الضغط الجوي
- B- تفريغ إلي صمام EGD
- C- تفريغ الإشارة من مجمع السحب

الشكل (10): سولينويد نظام تدوير غاز العادم

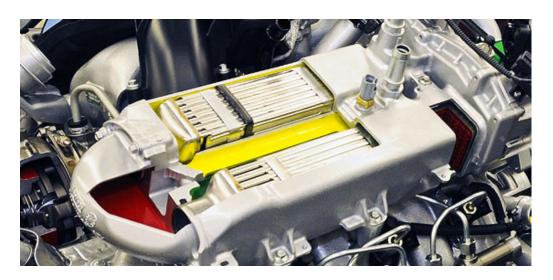
مبرد تدویر غاز العادم

وهو مبادل حراري متصل بدورة سائل تبريد المحرك، كما هو مبين في الشكل (11)، وظيفته خفض حرارة العادم الراجع في أنبوب السحب. وبالتالي خفض درجة حرارة احتراق المزيج، ومعدل تكوّن أكاسيد النيتروجين.



الشكل (11): مبرد تدوير غاز العادم

ويزود جسم المبرد بقنوات سداسية الشكل، يتدفق خلالها سائل التبريد لتكبير مساحة التبريد، كما هو مبين في الشكل (12) ، ويسري العادم الراجع ماراً بهذه القنوات، وبذلك يتم خفض درحة حرارته.



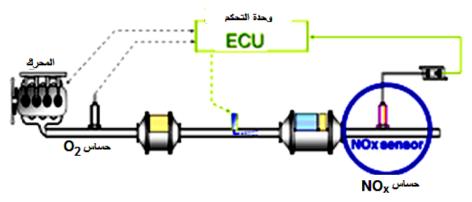
الشكل (12): رادياتير إعادة تدوير غاز العادم في محرك ديزل

ويوجد صمام مغناطيسي في هذا النظام، وظيفته تفعيل ضبط ضغط التفريغ الخاص بعمل قلاب مرور العادم خلال قنوات المبرد، ويحدث هذا - ارتباطاً بدرجة الحرارة - عن طريق وحدة التحكم في المحرك، من خلال إشارة كهربائية خطية. وإذا وصلت درجة حرارة سائل التبريد إلى 50 °س تقريباً، أو ارتفعت عن ذلك، فإن وحدة التحكم تفعل عمل الصمام من خلال تعديل الإشارة المرتبطة بدرجة الحرارة. حيث يقوم الصمام بفتح وصلة خط التفريغ، وبالتالي قلاب العادم تبعا للإشارة

القادمة من وحدة التحكم، وبنفس الطريقة يتم إغلاق قلاب العادم وتمرير الغاز على نحو جزئي أو كُلّي خلال المبرد. وفي حالة انخفاض درجة حرارة سائل التبريد مرة ثانية إلى ما دون (50°) تقريباً، فإن قلاب العادم يغلق تماماً، ويُفتح مجرى التحويل بالكامل.

■ حساس أكاسيد النتروجين في غاز العادم (exhaust gas sensor for NOx content)

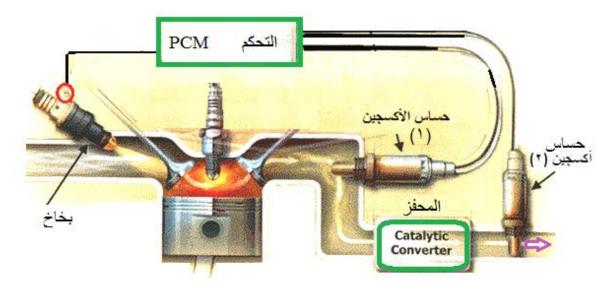
و هوحساس بغرفتين، يثبت خلف المحول الحفزي، كما في الشكل (13) ويعمل من ناحية على قياس معامل الهواء الزائد (لامدا)، ومن ناحية أخرى على قياس أكسيد النتروجين. فإذا ما ارتفعت نسبة أكسيد النتروجين بدرجة كبيرة، فإن هذا يدل على امتلاء المحول الحفزي بمخلفات العادم.



الشكل (13): موقع تركيب حساس NOx

(exhaust gas sensor for 0₂ content) حساس الأكسجين:

يعتبر حساس ($_{0}$) بمثابة مولد كيميائي يقوم بتوليد فولطية محددة ($_{0}$ 0.0فولط)، لقياس وحساب نسبة الهواء / الوقود في نواتج الاحتراق (الإنبعاثات) عبر وحدة التحكم، وبالتالي تقوم وحدة التحكم بالاعتماد على هذا القياس بعملية تعديل نسبة الوقود / الهواء اللازمة لعمل المحرك تبعا لظروف تشغيله. وحينما يقرأ حساس الاكسجين أن نسبة الخليط صحيحة، اي أن نواتج الاحتراق مقاربة للمواصفات المطلوبة، فإن فولطية الحساس سوف تهبط الى درجة معينة تتعرف من خلالها وحدة التحكم بعمل المحرك، وبالأخص وحدة تشغيل البخاخات ان نسبة الخلط صحيحة وبذلك يتم إيقاف تعديل خليط الوقود والهواء، ولكن هذا لا يعني انقطاع الصلة بين الحساس ووحدة التحكم ، حيث ان الحساس يستمر بارسال اشارات تبين نسبة الخليط، وبشكل مستمر الى وحدة التحكم. ويعمل الحساس عبر دخول الهواء الخارجي الى الحساس حيث يتم تسخينه من قبل عنصر التسخين الموجود داخله و حرارة غازات العادم. وعندما يسخن الهواء تولد ايونات من الاكسجين تولد الفولتية المرسله إلى وحدة التحكم.



الشكل (14): حساس الأكسجين

ان وحدة التحكم تقوم بعملية مقارنة بين الاشارة القادمة من حساس الأكسجين و بين البيانات القياسية المخزنة مسبقا داخلها لمعرفة فيما اذا كان الخليط غني او فقير، وهذه المقارنة التي تجريها وحدة التحكم تستخدم في معالجة وموازنة نسبة خليط الوقود / الهواء اللازمة للإحتراق داخل أسطوانات المحرك.

■ تحليل غازات العادم (exhaust gas analyzer)

ينبعث من بعض المركبات القديمة ملوثات يمكن أن تزيد (10) مرات عن مقدار الملوثات التي تخرجها مثيلتها من المركبات الحديثة. لذا فالعديد من دول العالم وضعت قوانين تتطلب إجراء اختبار غازات العادم بشكل دوري. لضمان عمل المركبة بصورة صحيحة وأن نظام منع التلوث فيها يعمل بكفاءة عالية. ويمكن من خلال ملاحظة لون ورائحة دخان العادم الحكم على أداء المحرك، حيث إنه يعطى انطباع أولى عن حالة المحرك و تشخيص بعض أعطال المحرك.

■ الإنبعاثات الأساسية من ناتج الاحتراق في أسطوانات المحرك

- النيتروجن (N₂)
- غاز ثاني أكسيد الكربون (0_1)
 - بخار الماء (H₂0)
- أول أكسيد الكربون (0)): وهو غاز لا لون ولا رائحة له وهو غاز سام، ء يظهر بالعادم نتيجة الاحتراق غير الكامل داخل المحرك (نتيجة لوجود عطل ما). وهو في العادة يظهر نتيجة نقص نسبة الهواء بالشحنة (خليط الوقود /الهواء) أو زيادة مقدار الوقود.

- الهيدروكربونات (HC): وهومركب عضوي متطاير ينتج في الأغلب من الوقود غير المحترق أي أنه وقود لم يتم احتراقه والهيدروكربون يتبخر عند تفاعله مع ضوء الشمس ليؤدي إلى تكون مستوى عالى من الأوزون.
- أكاسيد النيتروجين (NO, NO2): والتي يطلق عليها اختصارا نوكس (NOx) والتي تساهم في ضباب الدخان (Smog) والأمطار الحمضية (Acid rain).

وللحد من مشكلة الانبعاثات الضارة من المركبة فقد تم تجهيز معظم المركبات الحديثة بنظام لمنع التلوث، يسمى المحول الحفاز (Catalytic converter). والمحول الحفاز مصنوع من طبقة رقيقة من مجموعة معدن البلاتينيوم كما بينا سابقا بحيث أن السطح الخارجي له يمثل مساحة كبيرة. وعند مرور غازات العادم عبره يحدث تفاعل كيميائي، وفيه يتحول أول أكسيد الكربون والهيدروكربون والنوكس إلى غازات غير ضارة (ماء, ونيتروجين, وثاني أكسيد الكربون).

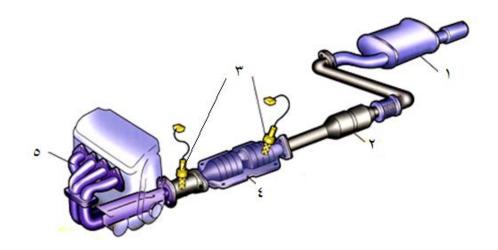
1-3 التقييم الذاتي

- 1- مطلوب الاجابة على الاسئلة أدناه.
- 2- الرجوع الى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

ألأس ئلة

السؤال الأول:

في الشكل التالي سم مكونات نظام العادم المرقمة، مع ذكر وظيفة كل منها ، نظم الإجابة بشكل جدول من ثلاث قوائم، تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء الأجزاء، والثلثة الوظيفة.



السؤال الثاني:

أذكر الإنبعاثات الأساسية من ناتج الاحتراق في أسطوانات المحرك.

السؤال الثالث: أجب بنعم أو لا عن العبارات التالية.

Y	نعم	العبارة	الرقم
		ينشأ الدخان الأبيض في العادم بسبب إحتراق زيت التزييت في المحرك .	1
		يشير خروج الدخان الأزرق، إلى إحتراق سائل التبريد في غرف الإحتراق.	2
		أول أكسيد الكربون هو غاز لا لون ولا رائحة له وهو غاز سام، ء يظهر بالعادم انتيجة الاحتراق غير الكامل.	3
		من غير الممكن عبر ملاحظة لون ورائحة دخان العادم الحكم على أداء المحرك.	4
		صمام تدوير غاز العادم العادم يقلل من أكاسيد النيتروجين المنبعثة مع الإنبعاثات من خلال إعادة تدوير كمية صغيرة منه إلى مجمع السحب.	5

4-1 التمارين العملية

• إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتى:

- التقيد بلباس التدريب داخل الورشة وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
 - المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
 - المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
 - المحافظة على البيئة والاقتصاد في استخدام المواد والطاقة.
 - احترام قواعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
 - التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.

الزمن المخصص للتمرين	رقم التمرين: (1)
3ساعات	إسم التمرين: فك مواسير مجموعة العادم، وإعادة تركيبها

- الأهداف: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تفك مواسير العادم، وتعيد تركيبها.
 - شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

• الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

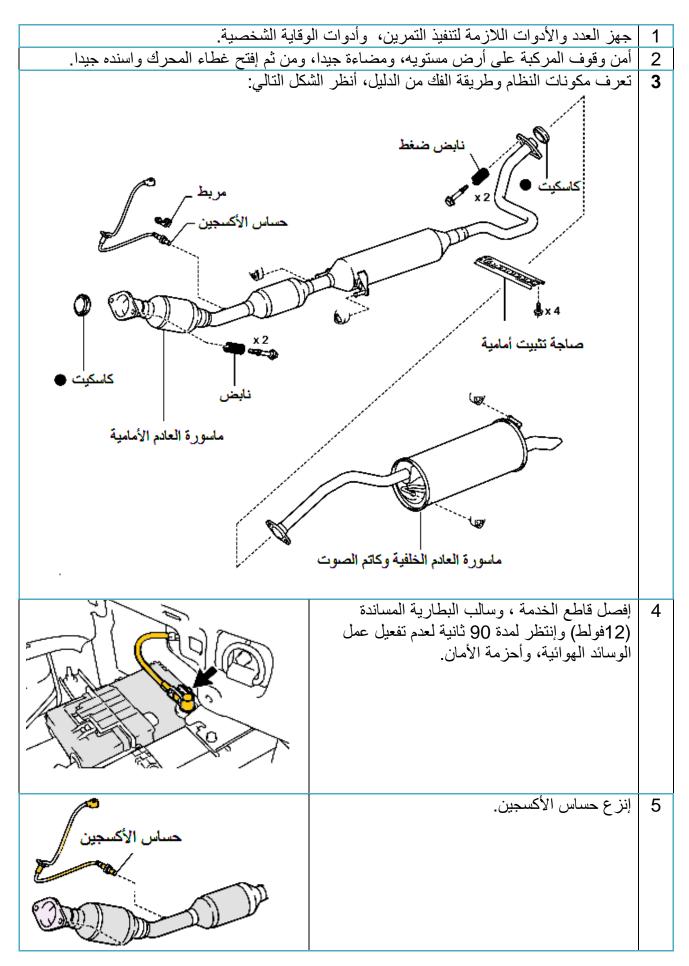
الأدوات والتجهيزات والمواد					
بخاخ زيت إزالة وتحليل الصدأ لفك البراغي	5	مركبة للتدريب	1		
ورنية قياس	6	صندوق عدة	2		
قطع قماش للتنظيف	7	رافعة تمساح	3		
مطرقة بلاستيكية وقطعة خشب		حوامل	4		

• الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

- نسخة من الوحدة التدريبية.
 - دليل الصيانة.

• خطوات العمل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة



إنزع صاجة تثبيت ماسورة العادم الأمامية ، بعد فك براغي تثبيتها.	6
إنزع ماسورة العادم الخلفية ، بعد فك براغي تثبيتها ونزع نوابض الشد الخاصة بها والكاسكيت، كما في الشكل المجاور.	7
إنزع ماسورة العادم الأمامية ، بعد فك براغي تثبيتها ونزع نوابض الشد الخاصة بها والكاسكيت والعلاقات، كما في الشكل المجاور.	8
قس طول نابض الشد الحر، وقارنه بمعطيات الدليل، وإستبدله في حال عدم المطابقة مع الطول المطلوب.	9

قطعة خشب كاسكيت	ركب مجموعة أنابيب العادم الأمامية، كما يلي - بإستخدام قطعة من الخشب ومطرقة بلاستيكية ركب كاسكيت جديد لماسورة العادم ، كما في الشكل المجاور ثبت المجموعة بواسطة علاقاتها المطاطية ونوابض الشد شد براغي التثبيت حسب العزم المطلوب في الدليل	1 0
	ركب مجموعة أنابيب العادم الخلفية، كما يلي: - بإستخدام قطعة من الخشب ومطرقة بلاستيكية ركب كاسكيت جديد لماسورة العادم ، كما في الشكل المجاور ثبت الماسورة بواسطة علاقاتها المطاطية، ونوابض الشد بعد إستبدالها إن لزم شد براغي التثبيت حسب العزم المطلوب في الدليل	1
200	ركب لوح تثبيت ماسورة العادم الأمامية، وشد البراغي حسب العزم المطلوب في الدليل.	1 2
	ركب حساس الأوكسجين وصل سالب البطارية المساعدة ومن ثم شغل المركبة، وتفقد النظام على التسريب.	
	إجمع العدة بعد تنظيفها, وإحفظها في مكانها المخصص.	1 3

تعليمات للمتدرب

- أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
- أضع إشارة () في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (🗸) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (X) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
- يجب أن تصلُ النتيجة لجميع العناصر الى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

غير قابل للتطبيق	У	نعم	خطوات الأداء	الخطوة
			تمكنت من تجهيز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين، وأدوات الوقاية الشخصية.	1
			تمكنت من تأمين وقوف المركبة على أرض صلبة مستويه، ومضاءة جيدا . وتمكنت من رفع المركبة، وتأمينها على المحامل.	2
			تمكنت من فصل ساب البطارية المساندة (12فولط).	4
			تمكنت من نزع حساس الأكسجين.	5
			تمكنت من نزع لوحة تثبيت ماسورة العادم الأمامية ، بعد فك براغي تثبيتها.	6
			تمكنت من نزع ماسورة العادم الخلفية ، بعد فك براغي تثبيتها ونزع نوابض الشد الخاصة بها والكاسكيت.	7
			تمكنت من نزع ماسورة العادم الأمامية ، بعد فك براغي تثبيتها ونزع نوابض الشد الخاصة بها والكاسكيت والعلاقات.	8
			تمكنت من قياس طول نابض الشد الحر، ومقارنته بمعطيات الدليل.	9
			تمكنت من تركيب مجموعة أنابيب العادم الأمامية.	10
			تمكنت من تركيب مجموعة أنابيب العادم الخلفية.	11
			تمكنت من تركيب لوح تثبيت ماسورة العادم الأمامية، وشد البراغي حسب العزم المطلوب.	12
			تمكنت من تركيب حساس الأوكسجين ووصل سالب البطارية المساعدة.	13
			تمكنت من تشغيل المركبة وتفقد النظام على التسريب.	14
			تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها, وحفظها في مكانها.	15

الزمن المخصص للتمرين	رقم التمرين: (2)
3ساعات	إسم التمرين: تنظيف المحول الحفاز

- الأهداف: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن تصبح قادرا على أن تنظف المحول الحفاز.
 - شروط الأداء :- حسب تعليمات المدرب

• الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

الأدوات والتجهيزات والمواد				
بخاخ زيت إزالة وتحليل الصدأ	6	مركبة مزودة بمحول حفاز مسدود	1	
جهاز تحليل العادم	7	صندوق عدة	2	
عدة اللحام	8	رافعة تمساح	3	
محلول تنظیف (ماء وصابون)	9	حوامل	4	
قطع قماش التنظيف	10	مرابط منع العجلات من الإنزلاق	5	

• الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

- نسخة من الوحدة التدريبية .
 - دليل الصيانة.

• خطوات العمل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	
رقاية الشخصية.	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين ، وأدوات الو	1
ومن ثم إفتح غطاء المحرك واسنده جيدا.	أمن وقوف المركبة على أرض مستويه، ومضاءة جيدا،	2
	إرفع المركبة، وأمنها على المحامل.	3

تفقد حالة المحول الحفاز، وأنابيب العادم، وتأكد من طريقة تركيبه. هل بواسطة البراغي كما في الشكل المجاور أم باللحام.	4
إنزع حساس الأكسجين عن المحول.	
إنزع المحول من مكانه، بعد فك براغي التثبيت.	5
نظف ترسبات الكربون الظاهرة في المحول .	6
باستخدام قطعة قماش، نظف المحول من الأوساخ المتراكمة عليه بمحلول الماء والصابون.	7

ا إنقع المحول في محلول الماء والصابون لمدة كافية لتحليل الترسبات داخله، ومن ثم أخرجه ليجف تماما قبل إعادة التركيب.



9 ركب المحول في مكانه بعكس خطوات الفك.

إجمع العدة بعد تنظيفها، وإحفظها في مكانها

المخصص.

تعليمات للمتدرب

- أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
- أضع إشارة (✔) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (✔) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
- ا أضع إشارة (X) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
- يجب أن تصلُ الْنتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

غير قابل للتطبيق	Y	نعم	خطوات الأداء	الخطوة
			تمكنت من تجهيز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين، وأدوات الوقاية الشخصية.	1
			تمكنت من تأمين وقوف المركبة على أرض صلبة مستويه، ومضاءة جيدا.	2
			تمكنت من رفع المركبة، وتأمينها على المحامل.	3
			تفقدت حالة المحول الحفاز، وأنابيب العادم وحددت طريقة تركيب المحول.	4
			تمكنت من نزع حساس الأكسجين عن المحول.	5
			تمكنت من نزع المحول من مكانه، بعد فك براغي التثبيت.	6
			تمكنت من تنظيف الترسبات الظاهرة في المحول.	7

تمكنت من تنظيف وجه المحول من الأوساخ المتراكمة عليه بمحلول من الماء والصابون باستخدام قطعة قماش.	8
تمكنت من تركيب المحول في مكانه.	9
تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها, وحفظها في مكانها المخصص.	10

• - هدف التعلم الثاني: عند الانتهاء من تنفيذك انشطة التعلم أدناه، عليك ان تصبح قادرا على أن تشخص أعطال نظام العادم بإستحدام جهاز تحليل غازات العادم، وتحليل النتائج.

المصادر	أنشطة التعلم	
الوحدة التدريبية	قراءة الوحدة التدريبية	
الشبكة العنكبوتية	البحث في المواقع الإلكترونية / إستخدام أجهزة تحليل	
	غازات العادم	
كتيبات التشغيل	قراءة كتيب تعليمات تشغيل جهاز تحليل العادم	
المشغل	تنفيذ التمارين العملية	

2- تشخيص أعطال نظام العادم بإستخدام جهاز فحص وتحليل العادم

جهاز فحص غازات العادم (Exhaust gas analyzer) هو جهاز يقوم بقياس المحتويات الكيميائية لغازات العادم، و يعتبر أداة قيمة لتشخيص الأعطال، والغرض من تحليل غاز العادم المنبعث من محركات الاحتراق الداخلي نتيجة عملية الإحتراق هو معرفة الكيفية التي تمت بها عملية الاحتراق. وغالباً ما تستخدم أجهزة التحليل هذه في المجالات العلمية والبحثية.

تحتوي غازات عادم المحرك على مكونات كيميائية تتغير نسبتها مع كفاءة الاحتراق. بعض هذه المكونات تكون ضارة مثل الهيدروكربون (HC)، وأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين (NOx). وبعضها هو ناتج طبيعي من عملية الاحتراق وليس ضار مثل غاز ثاني أكسيد الكربون (0_2) ، ولأكسجين (0_2) ، والماء (0_1) . ومن خلال قياس نسب مكونات غازات العادم (مخلفات الاحتراق) يمكنك الحكم على حالة المحرك، والأنظمة المساعدة له، ومن كفاءة نظام منع التلوث في المركبة

2-1 أنواع أجهزة تحليل العادم

يركب حساس انبوب جهاز تحليل العادم (probe sensor) في مخرج أنبوب العادم، كما في الشكل (15) ، وفي أثناء عمل المحرك، وبخروج غازات العادم يبين كمية الملوثات والغازات المكونة لعادم المركبه، والتي يمكنك إستخدامها للتعرف والحكم على حالة المحرك وأنظمتة التالية:

- نظامي الحقن والإشعال في المركبة.
 - حالة المحرك الميكانيكية.
- نظام سحب الهواء وتسريب ضغط التفريغ (الخلخله) وانسداد مصفى الهواء.
- نظام تهوية علبة عمود المرفق الإيجابي (positive crankcase ventilation PCV).
 - حالة المحول الحفاز (كتالايزر).



الشكل (15): جهاز تحليل وفحص غازات العادم

وتوجد أجهزة تحليل العادم في عدة أنواع، هي:

أ- أجهزة ثنائية القياس، تقيس مقدار الهيدركربون (HC) و أول أكسيد الكربون (00).

ب- أجهزة رباعية القياس، تقيس مقدار الهيدركربون (HC) و أول أكسيد الكربون ((0)) بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون((0_2)), والأكسجين ((0_2)).

• ملاحظة: مع أن الأكسجين وثاني أكسيد الكربون ليسا من الغازات السامة ولا تعتبر من الملوثات، ولكن عن طريق نسبهم في غازات العادم تحصل على معلومات قيمة عن كفاءة الاحتراق.

ج – أجهزة تقيس خمسة غازات من مركبات العادم، أكاسيد النيتروجين NO_x بالإضافة إلى القياسات السابقة

وعند إستخدام هذا الجهاز يجب:

- أجراء الفحص في مكان جيد التهوية.
- الوصول بالمحرك إلى درجة حرارة التشغيل (رفع السرعة ما بين 2000- 3000 دورة/دقيقه).
 - التأكد من إدخال أنبوب الجهاز بالكامل داخل أنبوب العادم.

● تنبيه: في حالة إجراء الفحص على مركبات ذات ناقل حركة آلي يجب أخذ الحيطة حتى لا ترتفع درجة حرارة الزيت في الناقل (صندوق السرعات آلي)

2-2 قياسات جهاز تحليل العادم

من القياسات الخاصة بإنبعاث غاز العادم الممكن قياسها بإسخدام جهاز تحليل العادم، ما يلي: أ- قياس نسبة الهيدروكربون (HC): يقيس جهاز تحليل غازات العادم مقدار (HC) بجزء من مليون (ppm)، أي أن قراءة الجهاز (100) تعني أن هناك (100) جزء من الهيدروكربون في كل (1,000,000) جزء من غازات العادم.

• ملاحظة: في المركبات الحديثة نسبة الهيدروكربون تكون في حدود (ppm100), وفي حالة زيادة القراءة عن ذلك فإن ذلك يعني وجود وقود غير محترق مع غازات العادم، لذا يجب الرجوع إلى دليل صيانة المركبة لمعرفة الحدود المسموح به.

وزيادة قراءة الهيدروكربون عن القيم المسموح بها، تدل على أن:

- الخليط غنى أو فقير (مشاكل بنظام حقن الوقود).
- توقيت إشعال غير سليم (مشاكل في نظام الإشعال، الحاجة إلى عملية ضبط).
- مشاكل بالمحرك (الضغط منخفض) (تسريب للغازات، مشاكل بحلقات المكبس، صمام محترق, --).
- مشاكل بنظام التحكم في الملوثات (تلف نظام التهوية القسرية لعلبة عمود المرفق (PCV)، تلف الحفاز، تلف نظام التحكم في التبخر.
 - مشاكل في نظام الإشعال (أخفاق إشعال، تلف شمعات الإشعال أو دائرتها مفتوحة)
 - تهریب فی ضغط التفریغ (التخلخل).

ب- قياس أول أكسيد الكربون (00): يقيس جهاز تحليل غازات العادم أول أكسيد الكربون كنسبة حجمية من غازات العادم، ووجود أول أكسيد الكربون بغازات العادم دليل على احتراق غير تام للخليط، وذلك لعدم توفر الأكسجين الكافي بالخليط لإتمام عملية الإحتراق. والقراءة المرتفعة لمقدار أول أكسيد الكربون في العادم تدل على أن الخليط غني، أما القراءة المنخفضة فتدل على أن الخليط فقير.

والزيادة في قراءة أول أكسيد الكربون عن القيم المسموح بها ، تدل على:

- مشاكل في نظام الوقود- مثل انسداد فلتر الهواء- توسع وتلف حاقن وقود- ضغط عالي عن المعدل لنظام الحقن ،عدم ضبط نظام التقويم على البارد ، تلف حساس المحرك
 - مشاكل في وحدة التحكم الإلكترونية في عمل المحرك.
 - مشاكل في نظام التحكم في الملوثات تؤدي إلى زيادة نسبة أول أكسيد الكربون.
 - مشاكل في توقيت الإشعال (تقديم كبير في الشرارة- تلف نظام تقديم الإشعال).
 - ضبط غير سليم لسرعة الحمل الخالي (سرعة بطيئة) (ضبط خاطئ لنظام الحقن).

ه - قياس أكاسيد النيتروجين (NOx): يقيس جهاز تحليل غازات العادم خماسي القياس مقدار أكاسيد النيتروجين (نوكس) بالعادم. ويقاس مقدار أكاسيد النيتروجين بجزء من مليون (ppm). وزيادة أكاسيد النيتروجين عن الحد المسموح به تدل على:

- عطل في نظام تدوير غازات العادم (EGR).
- خليط فقير (نسبة أعلى من 14.7 ولمبدا 1.0).
 - تقديم للشرارة.
 - وجود رواسب في الاسطوانات.
 - عطل في المحول الحفاز.

ويبين الجدول (1) طريقة تحديد مشاكل أداء المحرك عن طريق تجميع وتحليل قراءات جهاز فحص غازات العادم:

الجدول (1): تحديد مشاكل أداء المحرك

السبب المحتمل	أكسجين	هيدروكربون	ثاني أكسيد الكربون	أول أكسيد الكربون
	02	НС	CO ₂	СО
خليط غني مع فقد في الإشعال	مرتقع	مرتفع	منخفض	مرتفع
عطل في الثرموستات أو حساس الحرارة	منخفض	مرتفع	منخفض	مرتفع
تسريب لغازات العادم بعد الحفاز	مرتقع	منخفض	منخفض	منخفض
فقد حقن، والحفاز يعمل	مرتفع	منخفض	مرتقع	منخفض
خليط غني	مرتفع	منخفض قليلا	منخفض	مرتفع
فقد حقن أحد البخاخات، الحفاز لا	مرتفع	مرتفع	مرتفع	مرتفع
يعمل، خليط غني مع تسرب في ضغط التفريغ (التخلخل)				
فقد إشعال، خليط فقير، تسرب للهواء مع الشحنة	مرتفع	مرتفع	منخفض	منخفض
احتراق تام، والحفاز يعمل	منخفض	منخفض	مرتفع	منخفض

3-2 أعطال نظام العادم

يعد نظام العادم من الأجزاء الهامة الملحقة بالمركبه حيث يقوم بسحب ناتج عملية الإحتراق من المحرك (العادم) وينقله إلى الخارج، بالإضافة إلى تبريد العادم الخرج من المحرك بدرجات حرارة مرتفعة والحد من صوته في أثناء خروجه. وبالتالي يجب فحصه وصيانته بشكل دوري.

يخرج أحياناً من عادم السيارة دخان أبيض أو أسود أو أزرق، كما في الشكل (16)، ولكن لا يعني هذا بالضرورة وجود أعطال بمحرك السيارة أو حتى نظام العادم، وفي المقابل فقد أوضحت دراسة صدرت مؤخراً عن هيئة فنية مختصة بمراقبة الجودة في ألمانيا، أن العيوب وأوجه القصور المختلفة قد تكون سبباً لانبعاث غازات عادم ملونة، فيما ينبغي أن تكون الغازات الصادرة عن العادم شفافة في الوضع الطبيعي.





ج- دخان أبيض

أ- دخان أزرق ب- دخان أسود

الشكل (16): ألوان دخان العادم

ويشير خروج الدخان الأزرق، كما في الشكل (16/أ) إلى إحتراق زيت المحرك في غرف الإحتراق وخروجه مع غازات العادم، وقد يرجع ذلك لعدة أسباب، منها وجود تسريب للزيت عبر الصمامات أو حلقات المكابس، وقد يعود ذلك إلى اهتراء جدران الاسطوانات في المحرك.

ويشير خروج الدخان الأسود، كما في الشكل (16/ب) في غازات العادم إلى وجود وقود غير محترق، وقد يرجع ذلك لعدة أسباب، بدءاً من ارتفاع نسبة الوقود في غازات العادم أثناء إدارة المحرك على البارد، كما قد يظهر الدخان الأسود بسبب جزيئات الكربون التي تتراكم في مجموعة العادم أثناء السير بسرعات بطيئة أو عند التشغيل على الوضع المحايد، وعند خروج دخان أسود كثيف عن محركات البنزين، فقد يُشير ذلك إلى عدم إمداد المحرك بما يكفي من الأكسجين من أجل إتمام عملية الاحتراق؛ أو إلى اتساخ فلتر الهواء والحاجة إلى تغييره.

وينشأ الدخان الأبيض، كما في الشكل (16/ج) بسبب وجود بخار الماء في غازات العادم المنبعثة من المحركات الباردة بصفة خاصة، وإذا صدر عن المحركات الساخنة دخان أبيض، فقد يُشير ذلك إلى احتراق سائل التبريد في غرفة الاحتراق.

ومن أعطال مكونات نظام العادم ما يلى:

أ- تآكل مكونات النظام: يتعرض الجدار الداخلي لكاتم الصوت في المركبة للأكسدة بسبب الغازات الناتجة عن احتراق خليط الهواء والوقود. وينتج عن هذا الاحتراق مع وجود بخار الماء في العادم حامض الكبرتيك الذي يتميز بخاصية تفاعله مع المعادن وبالتالي تآكلها.

ب- تهريب غاز العادم: ينتج تسرب العادم نتيجة لعدم إحكام تثبيت وصلات وأجزاء النظام جيدا او وجود ثقب أوكسر في أحد مكونات النظام

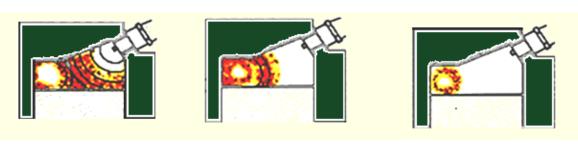
• صيانة المحول الحفاز (الكتالايزر)

يعود فشل المحول الحفاز عن العمل، وخاصة على السيارات القديمة ، لعدة أسباب منها ، ما يلى:

- تعطل حساس الأكسجين.
- عدم إجراء الصيانة الدورية بإنتظام.
 - تعطل عمل صمامات النظام.
- تسرب سائل التبريد أو زيت التزييت إلى نظام العادم.
 - فائض كبير في نسبة القود.
 - تآكل شمعات الإشعال.

ومن أهم الأعراض الشائعة التي تدل على تعطل عمل نظام تدوير العادم (صمام EGR) في المركبة ما يلي:

- حصول ظاهرة الطرق (الدق) في المحرك بسبب سبق الاشعال أو الإشعال المبكر في غرف الإحتراق، كما في الشكل (17) والناتجة عن عطل الصمام العادم وانغلاق منافذه بالكربون.



الشكل (17): ظاهرة سبق الإشتعال

- خشونة في عمل المحرك وحصول ظاهرة فقد الاشعال { Misfiring } : بسبب عدم احكام غلق الصمام وتسرب غازات العادم بشكل مستمر الى غرف الاحتراق، في الوقت الي يحتاج فيه المحرك الى ضبط نسبة الخليط وعدم حاجتة الى ادخال نسبة من غازات العادم الى غرف الاحتراق، وتحصل هذه الحالة عادة عندما يعمل المحرك على السرعة الخاملة.
- صعوبة في بدأ تشغيل المحرك: بسبب عدم الانغلاق التام للصمام، وهذا يؤدي الى حصول تسريب للهواء الى داخل غرف الاحتراق ويتولّد عنه اخلال بالنسبة الصحيحة لخليط الوقود والهواء، حيث ان عملية بدأ تشغيل المحرك تحتاج الى زيادة بسيطة في نسبة الوقود على حساب نسبة الهواء اي بمعنى نحتاج الى خليط غنى بالوقود لتسهيل عملية اشتغال المحرك

- وان دخول هذا الهواء الغير مرغوب فيه سوف يجعل الخليط فقير، وبالتالي تصعب عملية الاشتعال ويحصل التاخير والصعوبة في التشغيل.
- تكتيم في عمل المحرك وتذبذب في سرعته، وحدوث صوت غير طبيعي في نهاية أنابيب العادم.
- ظهور اشارة التحذير { Check Engine Light }، وعند ظهور هذه الإشارة ووجود بعض الأعراض السابقة ، يجب إجراء فحص للمحرك وتحليل غاز العادم للوصول إلى العطل بدقة.

• نشاط: قياس نسبة أول أكسيد الكربون في العادم والتعرف على مكونات النظام

مكان تنفيذ النشاط: مشغل التدريب

- الأهداف التدريبية للنشاط: عند الانتهاء من النشاط، يجب أن تصبح قادراً على قياس نسبة أول أكسيد الكربون في العادم والتعرف على مكونات النظام.
 - التسهيلات التدريبية للنشاط (مواد، عدد، أجهزة):
 - مركبة للتدريب.
 - رافعة وصندوق عدة.
 - قلم، وورق، طابعة.
 - جهاز تحليل العادم.
 - خطوات العمل: (تحت إشراف ومشاركة المدرب) يعمل المدرب على تأمين مركبة هجينة كاملة للتدريب.
 - يتم تقسيم المتدربون الى مجموعات من (4-5) طلاب في كل مجموعة.
 - تذهب كل مجموعة إلى المركبة المعنية بالنشاط ووتتعرف نزعها.
 - تحدد كل مجموعة المخاطر ومصادر ها قبل العمل، بمساعدة المدرب.
 - توثق كل مجموعة المخاطر والإحتياطات الواجب التقيد بها قبل لمس أي قطعة في المركبة على الورق.
 - توثق المجموعة أسماء مكونات النظام.
 - تتعرف كل مجموعة طريقة إستخدام جهاز تحليل العادم.
 - تشغل كل مجموعة مركبتها وتقيس أول أكسيد الكربون في العادم المنبعث.
 - يكتب كل فرد في المجموعة تفريرا يتضمن المخاطر الممكنة عند التعامل مع المركبة الهجينة ومكونات نظم العادم وطريفة إستخدام جهاز العادم ، مدعما التقرير بالصور التوضيحية، ويسلمه للمدرب.

بطاقة التقييم الذاتي 4-2

- 3- مطلوب الاجابة على الاسئلة أدناه.
- 4- الرجوع الى بطاقة التعلم أو استشارة المدرب للاستفسار والاستيضاح.

ألأسطلة

السؤال الاول:

عدد أنواع أجهزة تحليل العادم، وإستخدامات كل منها.

السؤال الثاني : زيادة أكاسيد النيتروجين عن الحد المسموح به في العادم، تدل على:

السؤال الثالث:

عدد أهم الأعراض التي تدل على تعطل نظام تدوير العادم (EGR) في المركبة عن العمل.

السؤال الرابع: أجب بنعم أو لا عن العبارات التالية.

Y	نعم	العبارة	الرقم
		ينشأ الدخان الأبيض في العادم بسبب إحتراق زيت التزييت في المحرك.	1
		يشير خروج الدخان الأزرق، إلى إحتراق سائل التبريد في غرف الإحتراق.	2
		السبب الذي يؤدي إلى إنخفاض في إنبعاث الهيدروكربون عن القيم المسموح بها	3
		يعود لوجود تهريب في ضغط التفريغ.	
		جهاز فحص غازات العادم هو جهاز يقوم بقياس المحتويات الكيميائية لغازات العادم المنبعثة من المحرك.	4
		وظيفة صمام تدوير غاز العادم العادم خفض أكاسيد النيتروجين المنبعثة مع العادم من خلال إعادة تدوير كمية كبيرة منه إلى مجمع السحب.	5

5-2 بطاقة التمرين العملي

الزمن المخصص للتمرين	رقم التمرين: (3)
ساعتان	إسم التمرين: فحص المحول الحفاز (الكتالايزر) ، وإستبداله.

- الأهداف: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن يكون لديك القدرة على أن تركب محول حفاز لنظام العادم.
 - شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.
 - الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

الأدوات والتجهيزات والمواد						
مرابط منع العجلات من الإنزلاق	5	محول حفاز	1			
بخاخ زيت إزالة وتحليل الصدأ	6	صندوق عدة	2			
جهاز تحليل العادم	7	رافعة تمساح	3			
عدة اللحام	8	حوامل	4			

- الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء
 - نسخة من الوحدة التدريبية.
 - دليل صيانة المركبة.

• خطوات العمل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	
	جهز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين .	1
	أمن وقوف المركبة على أرض مستويه.	2
	شغل المركبة لعدة دقائق ، بعد ربط جهاز تحليل العادم بمؤخرة أنبوب العادم، كما في الشكل المجاور.	3

ليل غازات العادم ، وتحليلها ، فإذا ما كانت	حدد مشكلة أداء المحول من خلال تجميع قراءات جهاز تحا	4
	النسب مرتفعة جدا يكون المحول متعطل ويجب إستبداله.	
ت نظام العادم لتبرد.	أطفئ المحرك وإرفع المركبة على الحوامل، واترك مكونا	5
	تفقد حالة المحول الحفاز، وأنابيب العادم، وتأكد من طريقة تركيب المحول بواسطة البراغي أم باللحام.	0
	إنزع حساس الأكسجين عن المحول.	7
	فك براغي تثبيت المحول الخلفية ومن ثم الأمامية، وإنزع المحول، ولتسهيل عملية الفك رش براغي تثبيت المحول بزيت تحليل الصدأ.	5
	إذا ما كان المحول مثبت باللحام قص المحول من الخلف والأمام، وإنزعه من مكانه.	6

V = 2 eq.	قبل تركيب محول حفاز جديد إرجع إلى دليل التركيب والتعليمات، لأن عملية التركيب تختلف من مركبة إلى أخرى.	7
anika)	ضع المحول في موقعه أسفل المركبه.	8
	ركب براغي التثبيت الأمامية، ومن ثم الخلفية وشدها جيدا. تنبيه: تأكد من تركيب مانعة التسريب قبل شد البراغي	9
	نفذ عملية لحام المحول، في حال تثبيت المحول بواسطة اللحام.	10
	ركب حساس الأكسجين في مكانه، وتفقد العمل. الفحص نقاط تثبيت المحول على التسريب.	11

شغل المركبه وتأكد من أن التركيب تم بشكل صحيح.	12
إجمع العدة بعد تنظيفها، وإحفظها في مكانها المخصص.	13

تعليمات للمتدرب

- أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
- أضع إشارة (🗸) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (✔) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (X) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
- يجب أن تصلُ النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الأتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

غير قابل	Y	نعم	خطوات الأداء	الخطوة
للتطبيق				
			تمكنت من تجهيز العدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين.	1
			تمكنت من أمن وقوف المركبة على أرض مستويه.	2
			تمكنت من تشغيل المركبة ، بعد ربط جهاز تحليل العادم بمؤخرة	3
			أنبوب العادم	
			تمكنت من تحديد مشكلة أداء المحول عن طريق تجميع قراءات	4
			جهاز تحليل غازات العادم.	
			تمكنت من إطفاء المحرك ورفع المركبة على الحوامل.	5
			تمكنت من تفقد حالة المحول الحفاز، وأنابيب العادم، ومن طريقة	6
			تركيب المحول.	
			تمكنت من نزع حساس الأكسجين عن المحول .	7
			تمكنت من رش براغي تثبيت المحول بزيت تحليل الصدأ، وفكها.	8
			تمكنت من قص المحول من الخلف والأمام، ونزعه من مكانه.	9
			تمكنت من قراءة دليل التركيب، والتعليمات قبل تركيب المحول	10
			الجديد.	
			تمكنت من وضع المحول في موقعه أسفل المركبه.	11
			تمكنت من تركيب براغى التثبيت الأمامية، ومن ثم الخلفية.	12
			تمكنت من تنفيذ عملية لحام المحول في مكانه .	13
			تمكنت من تركب حساس الأكسجين في مكانه، وتفقد العمل.	14
			تمكنت من فحص نقاط تثبيت المحول على التسريب.	15
			تمكنت من تشغيل المركبه، والتأكد من أن التركيب تم بشكل صحيح.	16
			تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها، وحفظها في مكانها المخصص.	17

الزمن المخصص للتمرين	رقم التمرين: (4)
ساعه واحدة	إسم التمرين: تركيب كاتم الصوت في نظام العادم.

- الأهداف: يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، عليك أن تصبح قادرا على أن تركب كاتم الصوت لنظام العادم.
 - شروط الأداء: حسب تعليمات المدرب.

• الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء

الأدوات والتجهيزات والمواد				
رافعة تمساح	6	كاتم الصوت	1	
حوامل	7	مرابط تثبيت الكاتم	2	
مرابط منع العجلات من الإنز لاق	8	أدوات الوقاية الشخصيه	3	
بخاخ زيت إزالة وتحليل الصدأ	9	مفلتيح شق ورنغ منوعة	4	
عدة اللحام	10	مركبة للتدريب	5	

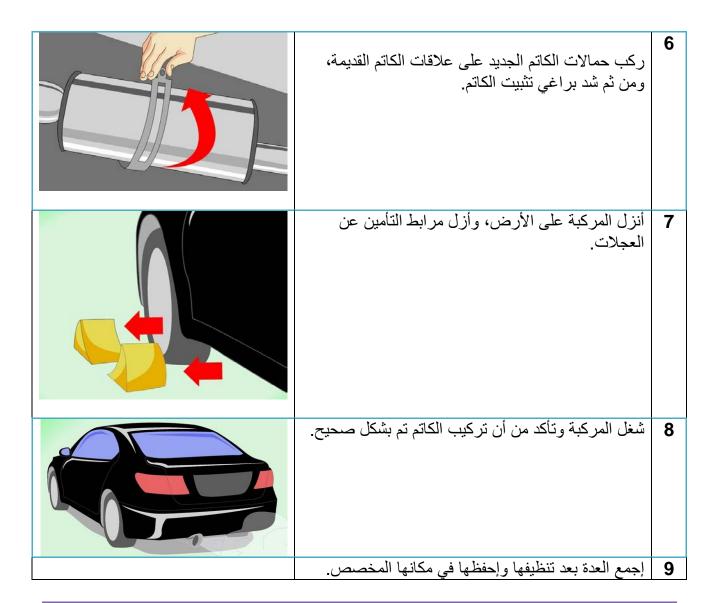
• الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

1. نسخة من الوحدة التدريبية.

• خطوات العمل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	
	جهز العدد والأدوات اللازمة للعمل، وأدوات الوقاية الشخصية.	1
	أمن وقوف المركبة على سطح مستوى في المشغل قبل البدء في نزع كاتم الصوت.	

إرفع المركبة وأمنها على المحامل، ومن ثم تفقد حالة كاتم الصوت على التأكل ، وتفقد أنابيب العادم.	2
رش محلول إزالة وتحليل الصدأ حول براغي تثبيت الكاتم، ومن ثم فك البراغي، وإنزع الكاتم من مكانه.	3
نظف طرفي أنبوب تثبيت الكاتم بإستخدام ورق زجاج ناعم، كما في الشكل المجاور قبل تركيب الكاتم الجديد.	4
ضع الجزء الخلفي من كاتم الصوت الجديد في أنبوبة العادم.	5



تعليمات للمتدرب

- أستخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل.
- أضع إشارة () في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (✔) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان.
- أضع إشارة (X) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة.
- يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي،أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

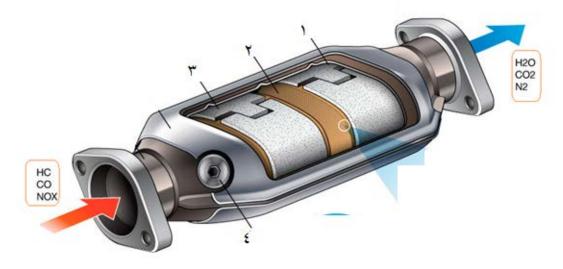
غير قابل	X	نعم	خطوات الأداء	الخطوة
للتطبيق				
			تمكنت من تأمين وقوف المركبة على سطح صلب مستوى قبل	1
			البدء في إزالة كاتم للصوت.	
			تمكنت من رفع المركبة وتأمينها على المحامل، ومن تفقد كاتم	2
			الصوت على التآكل.	
			تمكنت من رش محلول إزالة وتحليل الصدأ حول براغي تثبيت	3
			الكاتم، ومن ثم فك البراغي ونزع الكاتم من مكانه.	
			تمكنت من تنظيف طرفي أنبوب تثبيت الكاتم بإستخدام ورق	4
			زجاج ناعم.	
			تمكنت من وضع الجزء الخلفي من كاتم الصوت الجديد في أنبوبة	5
			العادم.	
			تمكنت من تركيب حمالات كاتم للصوت الجديد على علاقات	6
			الكاتم القديمة، ومن شد براغي تثبيت الكاتم.	
			تمكنت من إنزال المركبة على الأرض، ونزع مرابط تأمين	7
			المركبة عن العجلات.	
			تمكنت من تشغيل المركبة، والتأكد من صحة تنفيذ العمل.	8
			تمكنت من جمع العدة بعد تنظيفها ،وحفظها في مكانها	9
			المخصص.	

	اختبار المعرفة	
المهنة:كهروميكانيك مركبات هجينة	لعادم	اسم الوحدة التدريبية: صيانة نظام ال
علامة المتدرب:	اسم المدرب	اسم المتدرب:

تعليمات الاختبار:

- 1. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (5 أسئلة).
 - 2. مدة الاختبار: (ساعة واحدة).

السؤال الأول: (20علامة) في الشؤل الأول: (20علامة) في الشكل التالي سم مكونات نظام العادم المشار لها، مع ذكر وظيفة كل منها، نظم الإجابة بشكل جدول من قاتمتين، تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء الأجزاء.



السؤال الثاني: (20 علامة)

يعود فشل المُحول الحفاز عن العمل، وخاصة في السيارات القديمة ، لعدة أسباب، أذكر هذه الأسباب,

السؤال الثالث: (10 علامة) أذكر أنواع ألأجهزة المستخدمة في تحليل العادم.

(10 علامة) السؤال الرابع:

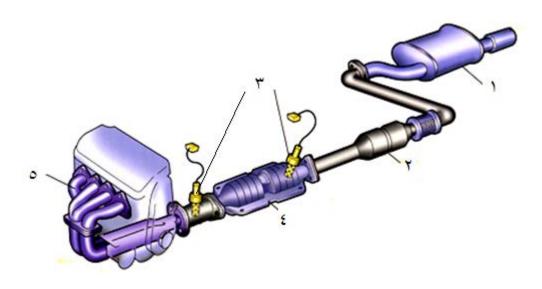
زيادة نسبة أكاسيد النيتروجين عن الحد المسموح به في غاز العادم تدل على وجود عدة أعطال في عمل المركبة، أذكر هذه الأعطال.

السؤال الخامس: (20 علامة) ضع علامة صح (\checkmark) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة خطأ (x) أمام العبارة الصحيحة،

X	نعم	العبارة	الرقم
		ينشأ الدخان الأبيض في العادم بسبب وجود بخار الماء في النظام.	1
		يشير خروج الدخان الأزرق من العادم، إلى إحتراق زيت التزييت في أسطوانات المحرك.	2
		السبب الذي يؤدي إلى الزيدة في إنبعاث الهيدروكربون عن القيم المسموح بها يعود لوجود تهريب في ضغط التفريغ.	3
		صمام تدوير غاز العادم العادم يقال من أكاسيد النيتروجين المنبعثة مع الإنبعاثات من خلال إعادة كل غاز العادم الخارج من المركبة إلى مجمع السحب فيها. يعود فشل المحول الحفاز عن العمل إلى تلف حساس الأكسجين.	4
		يعود فشل المحول الحفاز عن العمل إلى تلف حساس الأكسجين.	5

السؤال السادس: (20 علامة)

في الشكل التالي سم مكونات نظام العادم المشار لها، مع ذكر وظيفة كل منها المجاور، نظم الإجابة بشكل جدول من قائمتين تتضمن الأولى الأرقام، والثانية أسماء الأجزاء.



إختبار الآداء

■ التعليمات: يهدف هذا الاختبار الى تقييم مدى إتقان عناصر الكفاية المتعلقة بفحص وتحليل غاز العادم

معايير التقييم تشمل البنود الثلاثة التالية

1- تحديد وتطبيق قواعد السلامة والصحة المهنيه-20 علامة.

2- تنفيذ التمرين-60 علامة

3- جودة التنفيذ -20 علامة.

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

زمن الإختبار: 3 ساعات

اسم المتدرب: ------

اسم الاختبار: فحص وتحليل غاز العادم

	العلامة			، الاختبار	محتوي
التسهيلات اللازمة	المعنوحة المخصصة	معيار الأداء	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	عناصر المناقشة	عناصر الأداء
	4		ارتداء ملابس العمل، والقفازات	ما المخاطر المهنية التي قد يتعرض لها العامل	
معدات السلامة الشخصية والسلامة العامة	7		تأمين منطقة العمل وتهوية المكان	اثناء التعرض لغازات	التجهيز لتنفيذ العمل
	8		تأمين وقوف المركبة في موقع العمل	العادم	
	4		تشغيل المركبة والوصول إلى درجة حرارة العمل		
	7		توصيل محلل الغاز في أنبوب العادم		
مركبة عامله للتدريب	12		تشغيل الجهاز والتأكد من صلاحيته للعمل	لماذا يجب تحمية الجهاز	
جهاز تحليل العادم	4		السماح لمحلل الغاز بالاحماء لمدة 10 دقائق	فبل المباشرة بالعمل	تنفيذ التمرين
دليل الصيانة دليل تشغيل جهاز التحليل	7	تحديد القياس المطلوب	تحديد نوع قياس الغاز المطلوب على الجهاز "ثاني أكسيد الكربون" أو "الأكسجين" من قائمة القياس الخاصة بالجهاز		
	8	تحليل القراءة	تسجيل البيانات والتغير في تركيز الغازات المنبعثة عند سرعات مختلفة		

5	تحديد نوع آخر من الغازات المنبعثة على الجهاز وتسجيل القراءة	
10	رسم العلاقة بين تركيز الغازات المختلفة في العادم وسرعة المحرك	
7	المقارنة بين نسبة تركيز الغازات المنبعثة بتلك البيانات المسموح بها في دليل صيانة المركبة	
10	تحليل القراءات وتحديد الأعطال إن وجدت	فحص جودة
10	الدقة في القياس وإستخدام جهاز التحليل	التنفيذ
10	اقل من (2,45)	
5	من (3.00-2.45)	سرعة الإنجاز
صفر	أكثر من من (3) ساعات	
100	العلامة الكلية	

اسم المدرب/الفاحص: ------ التوقيع: ------ التاريخ: -------

• قائمة المصطلحات

المصطلح الانجليزي	المصطلح العربي	الرقم
Acid rain	الأمطار الحمضية	.1
Catalytic converter	المحول الحفاز	.2
Exhaust system	منظومة العادم	.3
Exhaust gas analyzer	جهاز تحليل غازات العادم	.4
Exhaust gas recirculation cooler	مبرد تدوير غاز العادم	.5
Exhaust manifold	مجمع العاادم	.6
EGR Solenoid Valve	سولينويد تدوير غاز العادم	.7
Silencer	كاتم الصوت	.8
Smog	ضباب الدخان	.9
O ₂ sensor	حساس الأكسجين	.10

• قائمة المراجع:

- Performance Exhaust Systems: Mike Mavrigian August 2014
- Direct. gov. uk How to Test the Ford EGR Valve EGR Vacuum Solenoid
- www.CleanAirForce.com
- http://www.ukmot.com
- http://www.ratwell.com/mirror/interro/techgas.html
- http://www.sellanycar.com/cars

مشروع تطوير القوى العاملة في الأردن الممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية



ص.ب 8185 عمان الأردن هاتف: 96264016500+

فاكس: +96264617538

الموقع الإلكتروني: www.jordanwfd.org USAIDJWFD