المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

كهرباء المركبات

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الأول
الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

إعداد
وزارة التربية والتعليم

بالتعاون مع
الوكالة الكورية للتنمية الدولية KOICA
والوكالة الألمانية للتعاون الدولي GIZ

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسرّ إدارة المناهج والكتب المدرسيّة استقبال ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف: 8-5/4117304 فاكس: 4637569 ص.ب: (1930) الرّمز البريديّ: 11118
أو على البريد الإلكترونيّ: VocSubject.Division@ moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (18/2020)، تاريخ 4/5/2020، بدءًا من العام الدراسي 2020م / 2021م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان – الأردن / ص.ب: 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2020/7/2375)
ISBN: 978 - 9957 - 84 - 970 - 2

اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب:

د. محمد سلمان كنانة	**د. أسامة كامل جرادات**
د. زايد حسن عكور	**د. زبيدة حسن أبو شويمة**
م. حمد عزات أحمرو	**م. باسل محمود غضية**
م. عبد الناصر سعيد حماد	**بكر صالح عليان**
م. عبد المجيد حسين أبو هنية	**م. حمّاد محمد أبو الرشتة**

م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير العلمي: م. حماد محمد أبو ريشة — التحرير اللغوي: د. خليل إبراهيم القعيسي
التحرير الفني: أنس خليل الجرابعة — التصميم: عائد فؤاد سمور

الإنتاج: د. عبد الرحمن سليمان أبو صعيليك

دقق الطباعة وراجعها: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة
وراجعها: م. محمد أمين جبر أبو دوش

أعيدت طباعته 1443هـ / 2022م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	6
المسوغات	8
قواعد السلامة والصحة المهنية	9
الوحدة الأولى: أنظمة محركات الاحتراق الداخلي	24
أولًا: محرك الاحتراق الداخلي	27
التمرين الأول: تحديد أجزاء محرك الاحتراق الداخلي	41
ثانيًا: نظام التبريد (Cooling System) في محركات الاحتراق الداخلي	45
التمرين الثاني: تحديد موضع منظم الحرارة (الثيرموستات) في المركبة وفحصه	58
التمرين الثالث: بناء الدارة الكهربائية لمروحة التبريد الكهربائية مع المُرحل	61
ثالثًا: نظام التزييت في محركات الاحتراق الداخلي	66
التمرين الرابع: قياس مستوى الزيت في المحرك	74
رابعًا: نظام حقن الوقود الإلكتروني	79
التمرين الخامس: فحص مجس درجة حرارة سائل التبريد	124
التمرين السادس: تحديد مواضع مجسات نظام الحقن الإلكتروني لمحرك الاحتراق الداخلي في المركبة	126
التمرين السابع: فحص صمام الهواء الجانبي لمحرك الاحتراق الداخلي في المركبة	129
التمرين الثامن: بناء الدارة الكهربائية لمضخة الوقود الكهربائية	132
التمرين التاسع: فحص بخاخ الوقود الكهربائي	135
التمرين العاشر: تحديد مواضع المشغلات في نظام حقن الوقود الإلكتروني في المركبة	138
التمرين الحادي عشر: استخدام جهاز فحص أعطال المركبة في تشخيص أعطال محرك المركبة	140

الموضوع	الصفحة

خامسًا: أنظمة الإشعال في المركبات 146

التمرين الثاني عشر: تحديد مواضع عناصر نظام الإشعال العادي 164

التمرين الثالث عشر: فحص شمعات الإشعال ومعايرتها، وفحص ملف الإشعال في نظام الإشعال العادي 166

التمرين الرابع عشر: توصيل الدارة الكهربائية لنظام الإشعال العادي 169

التمرين الخامس عشر: فحص أجزاء نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضات الحثي 171

التمرين السادس عشر: تحديد موضع ملف الإشعال في نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع الإشعال وفحصه 174

الوحدة الثانية: أنظمة التدفئة والتكييف 179

أولًا: نظام التدفئة في المركبات 182

التمرين الأول: نزع أجزاء نظام التدفئة عن المركبة وإعادة تثبيتها 190

ثانيًا: نظام التكييف في المركبات 194

التمرين الثاني: نزع أجزاء نظام التكييف عن المركبة وإعادة تثبيتها 212

التمرين الثالث: إجراء عملية الشحن لوسيط التبريد في المركبة وتفريغه 216

التمرين الرابع: شحن وسيط التبريد في المركبات وتفريغه بجهاز الشحن الإلكتروني 219

التمرين الخامس: استعمال جهاز قراءة البيانات الفنية (Scan Tool) لفحص نظام التكييف في المركبات 222

الوحدة الثالثة: أنظمة البيان والتحذير 228

أولًا: أنظمة البيان والتحذير، أهميتها وأشكالها 231

الموضوع	الصفحة

التمرين الأول: تحديد الأجزاء الرئيسة لأنظمة البيان والتحذير 238
التمرين الثاني: نزع لوحة القيادة من المركبة وإعادة تثبيتها 242
ثانيًا: مبدأ عمل أنظمة البيان والتحذير وأنواعها 245
مُبيِّنات مستوى الوقود ومصابيحها 246
مُبيِّنات درجة حرارة المحرك ومصابيحها 251
مُبيِّنات ضغط زيت محرك المركبة 254
مُبيِّنات سرعة المركبة (speedometer) 257
مُبيِّن سرعة دوران المحرك (Tachometer) 262
مُبيِّنات نظام التوليد والشحن ومصابيحها 265
مصباح التحذير الخاص بربط حزام الأمان 268
التمرين الثالث: فَكّ وحدة المُرسِل لـمُبيِّن مستوى الوقود واستبدالها 269
التمرين الرابع: فحص أجزاء الدارة الكهربائية لنظام مُبيِّن مستوى الوقود 272
التمرين الخامس: تحديد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن درجة حرارة المحرك وفحصها واستبدال التالف منها 274
التمرين السادس: تحديد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لمُبيِّن ضغط الزيت وفحصها واستبدال التالف منها 277
التمرين السابع: تحديد مواضع عناصر نظام مُبيِّن سرعة المركبة الميكانيكي والإلكتروني 280
التمرين الثامن: تحديد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن سرعة دوران المحرك الإلكتروني وفحصها 282
القياس والتقويم 289
مسرد المصطلحات 290

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أمّا بعد، فانطلاقًا من رؤية وزارة التربية والتعليم، وانسجامًا مع أهدافها بتطوير التعليم، جاء تطوير منهاج كهرباء المركبات بدعم من الوكالة الكورية للتنمية الدولية (KOICA)؛ ليواكب التغيير المتسارع والتطور التكنولوجي المستمر، فأوكل تنفيذ هذا المنهاج إلى مركز هندسة العقول للتدريب والاستشارات لتنفيذه، بإشراف كادر متخصص من الخبراء والفنيين التابعين لوزارة التربية والتعليم الأردنية، وذلك وَفْقًا لمنهجية التدريب المبني على أساس وحدة الكفاية (CBT)، وأُعدّت المواد التعليمية والتدريبية وَفْقًا لمنهجية (5Es) بما يحقق المعايير المهنية لسوق العمل، ويؤدي إلى تقليل الفجوة التدريبية بين التدريب والممارسة في سوق العمل في مجال كهرباء المركبات؛ لإكساب الطلبة المهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية كلها، المتعلقة بمهنة كهرباء المركبات، وقد طوّرت الوزارة المناهج تماشيًا مع حاجات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتع بمهارات حياتية ومهنية، مبنية على أساس كفايات سوق العمل، حيث يرتكز إعداد هذا المنهاج على المعرفة العلمية والخبرات العمليّة، ودمج المعرفة النظرية بالتطبيق العملي عَبْرَ إستراتيجيات تعليمية وتدريبية حديثة (5Es)، حيث تعتمد هذه الإستراتيجية محورًا للعملية التعلمية، فحرصنا على أن يتميزوا بالبحث عن المعرفة وتحليلها ليتولد لديهم معرفة جيدة، ويتواصلوا مع الآخرين بطرائق متعددة بصورة لائقة، ملتزمين أخلاقيات العمل الجماعي، ويمارسوا التفكير الناقد والإبداعي في حل المشكلات بصورة علمية، مستثمرين ذلك في صنع القرارات.

قُسّم الصف الثاني عشر ست وحدات دراسية، يتعرّف الطالب في الوحدة الأولى أنظمة محرّكات الاحتراق الداخلي، وفي الوحدة الثانية أنظمة التدفئة والتكييف، وفي الوحدة الثالثة أنظمة البيان والتحذير، وفي الوحدة الرابعة الأنظمة الكهربائية المساعدة، والوحدة الخامسة أنظمة الحماية والأمان، والوحدة السادسة تكنولوجيا المركبات الهجينة والكهربائية.

وقد روعي في هذا الكتاب إدراج كثير من الصور، والرسوم التوضيحية، والأشكال، والجداول، والأنشطة، والقضايا البحثية، والزيارات الميدانية؛ ليحصل الطالب على المعرفة بطرائق مختلفة

ومتنوعة، وأعقب الكتاب المصطلحات الإنجليزية؛ لتسهيل مهمة الدارسين والمهتمين خصوصًا عمليات البحث.

مرّ هذا الكتاب بمراحل عدة حتى أُنجز بالصورة التي بين أيديكم، بدأت بدراسة الحاجات وتحليلها، وتمثلت بالمسح الميداني الذي نُفّذ عَبْر حصر الكفايات المهنية لتخصص كهرباء المركبات، التي يحتاج إليها القطاعان: العام والخاص، ثم وضع هذه الكفايات بما يسمى الإطار العام للتخصص، ووضع النتاجات العامة والخاصة، وتطوير الخطة الدراسية، ثم إعداد محتوى التعلم، وهو الكتاب، بوصفه مرحلة أولى يتبعه دليل المعلم، وأخيرًا، المنهاج.

الشكر الجزيل لكل من أسهم وشارك في إبراز هذه الكتاب، ليكون أحد مصادر المعرفة المتاحة للجميع، سواء العاملون في وزارة التربية والتعليم أو العاملون في القطاعين العام والخاص، ونخص بالذكر لجنة الإشراف على هذا الكتاب، التي أدّت دورًا كبيرًا في إبراز سمات التطوير لتحقيق هدف إحداث التنمية الشاملة.

والله وليّ التوفيق

المسوغات:

يعد التعليم الثانوي الصناعي أحد فروع التعليم المهني، الذي تتبناه وزارة التربية والتعليم، لإعداد الكوادر المهنية المدربة الداعمة للاقتصاد الوطني الأردني. تخصص كهرباء المركبات من التخصصات الضرورية المهمة، التي تسعى إلى تطوير مهارات التفكير لدى الطلبة وحل المشكلات التي تواجههم، وإغنائهم بالمعرفة النظرية والمهارات العملية والاتجاهات والقيم الإيجابية، ما يمكنهم من إيجاد حلول مبتكرة للمشكلات التي تواجههم، وضع القرار الصحيح بشأنها عند مزاولتهم المهن في الحياة العملية.

بهذا التخصص، نسعى إلى غرس مبادي ء العمل، وقيمه، واحترامها لدى الطلبة، وَفْقًا لتعاليم العقيدة الإسلامية، وقيمها الإنسانية، والأخلاق العربية، بالإضافة إلى إعداد الطلبة للعمل وتأمين الحياة الكريمة لهم، مسلحين بكفايات فنية متميزة تمكنهم من مواجهة تحديات العصر.

يعد هذا التخصص رافدًا مهمًّا للكوادر الفنية المؤهلة القادرة على التكيف مع المتطلبات الحالية والمستقبلية، والحاجات المتغيرة، ما يؤثر إيجابًا في سوق العمل، ويسهم في إعداد طلبة قادرين على إدارة الوقت واستثماره، وربط المعرفة الفنية، والنظرية، والمهارات التي تلقوها بحياتهم العملية، ما يحقق رؤية وزارة التربية والتعليم. في مجال الاقتصاد المبني على المعرفة ويكسب الطلبة مهارات الحصول على المعرفة وتوظيفها واستثمارها، لتكون عونًا لهم في حياتهم العملية.

إن تخصص كهرباء المركبات معني بتزويد الطلبة بالآتي:

- معارف ومهارات أساسية في مجال كهرباء المركبات.
- مهارات تخصصية لإجراء أعمال التشخيص، والصيانة، والتصليح في مجال كهرباء المركبات، بحسب معايير الشركة الصانعة.
- مهارات العمل الأساسية وقيمه، التي تنمي اتجاهات جديدة في تقدير المهنة وأخلاقياتها، والتعامل مع الآخرين بإيجابية.
- مهارات واتجاهات تساعدهم على التعلم الذاتي، والتعلم مدى الحياة.
- مهارات التفكير الإبداعي، التي تساعدهم على فهم ما يحيط بهم من تقنيات العصر في مجال كهرباء المركبات، وكيفية التعامل مع هذه التقنيات.

مقدمة عامة: السلامة والصحة المهنية

معلومات مهمة

إن توفير بيئة عمل آمنة من المخاطر، يؤدي إلى خفض عدد ساعات العمل المفقودة نتيجة تغيب العاملين عن العمل بسبب المرض أو الإصابة، والحد من تكاليف العلاج والتأهيل والتعويض عن الأمراض والإصابات المهنية، ما يؤدي إلى تحسين مستوى الإنتاج وزيادته، وتحافظ على العنصر المادي من التلف؛ فتقلل بذلك من الخسائر المادية المباشرة، ومن الخسائر المادية غير المباشرة، وعليه، تزداد المكاسب؛ لذلك تجد أن بيئة العمل التي تهتم بتطبيق أعلى درجات الجودة في مجال السلامة والصحة المهنية وحماية البيئة، تحافظ على سمعة طيبة وعلى مكاسب مهمة بسبب ذلك.

إدارة المخاطر

هي قياس المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتقييمها؛ بهدف السيطرة عليها والحد منها ما أمكن أو منعها تمامًا، وتُدار المخاطر بالخطوات الآتية مرتبة حسب الأولوية:

1- **تحديد المخاطر**: هي عملية تحديد مصادر المخاطر المحتملة، وتحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم لهذه المخاطر.

2- **تقييم المخاطر**: هي عملية تقدير لشدة الخطر.

3- **تنفيذ إجراءات الوقاية** من المخاطر حسب التقييم، وعمومًا، هناك ستة إجراءات للتحكم في المخاطر مرتبة حسب الأولوية:

أ - **الإزالة**: إزالة الخطر كاملًا ونهائيًا من بيئة العمل إن أمكن ذلك.

ب- **الاستبدال**: إذا لم يزل الخطر نهائيًا، فيجب استبدال آخر غير خطير به إن أمكن ذلك.

جـ- **العزل**: إذا لم يزل مصدر الخطر أو لم يُستبدل، فإن الإجراء المناسب هو عزل الخطر بعوازل مناسبة تقلل أو تحد أو تمنع أضرار هذا الخطر.

د - **التصاميم التقنية والهندسية**: وهي التصاميم التي تحد من مصادر الخطر أو تمنعها نهائيًا، فقد تكون واقيات عازلة للمعدات الخطرة أو عازلة لمصادر الخطر.

هـ - **الضوابط الإدارية**: وهي القوانين والإرشادات والقرارات الإدارية التي تحمي العاملين والأشخاص الموجودين في بيئة العمل من التعرض لمخاطر بيئة العمل.

و- **معدات الوقاية الشخصية**: وهي خط الدفاع الأخير لحماية الإنسان من مخاطر بيئة العمل، مثل: واقيات العيون، وواقيات السمع، والأيدي، والأرجل، وملابس العمل.

إجراءات الوقاية من مخاطر العمل في مهنة كهرباء المركبات

في ما يأتي أهم إجراءات الوقاية من المخاطر المحتملة في بيئة العمل في مجال كهرباء المركبات إضافة إلى ما تعلمته في الصفوف السابقة:

إن الأمراض الناجمة عن الحرارة (Heat-related illness)، أو أمراض الحرارة (Heat illness)، تُعدّ من الاضطرابات التي تظهر نتيجة التعرض لدرجات حرارة مرتفعة، وتشمل أمراضًا طفيفة، مثل: التشنج الحراري، والإغماء الحراري، والإجهاد الحراري، بالإضافة إلى الحالات الأشد خطورة المعروفة باسم ضربة الحرارة، وتعرف ضربة الحرارة بأنها ارتفاع في درجة حرارة الجسم يصل لأكثر من 40.6 درجة سليسيوس نتيجة تعرض الجسم لدرجة حرارة عالية،وضعف القدرة على تنظيم الحرارة، وتتسبب الحرارة الزائدة للعامل الذي يتعرض لها باستمرار بتقلصات في عضلات اليدين والقدمين، ويصحبهما قيء وإنهاك.

التعرّض للحرارة الزائدة

إن الحرارة الزائدة تؤدي إلى تعرق العامل أكثر من المعتاد، وقد يؤدي ذلك إلى حدوث جفاف في الجلد، وارتفاع درجة حرارة جسم الإنسان، مسببة له الدوّار ثم الإغماء، ومن الأمثلة على أمراض الحرارة:

1- **الضربة الحرارية**

ارتفاع درجة حرارة الجسم لتصل إلى أكثر من 40.6 درجة سليسيوس؛ نتيجة تعرض الجسم لدرجة حرارة عالية، وضعف القدرة على تنظيم الحرارة، وتحدث عندما لا يُسعف الشخص المصاب بالإعياء الحراري، ويتطلب الأمر هنا المراقبة والمعالجة الطبية؛ ونقل المصاب إلى أقرب مركز طبي.

ومن أعراضها: فقدان التعرق، وارتفاع درجة الحرارة، ووجود هذيان واضطراب في الرؤية، واختلال في توازن المصاب، والإغماء، ويكون الجلد جافًّا وحارًّا، وارتفاع ضربات القلب، وانخفاض في ضغط الدم، ويصبح التنفس عميقًا وسريعًا، عندئذٍ، يجب إجراء الإسعاف الأولي؛ حيث تُخفف ملابس المصاب، ويُغطى جسمه بمناشف مبللة، ثم يُنقل المصاب إلى أقرب مركز طبي متخصص.

2- **الإجهاد الحراري**

يمكن أن يكون تمهيدًا لضربة الحرارة، ومن أعراضه: التعرق الشديد، وسرعة التنفس، وضعف النبض.

3- **الإعياء الحراري (الإغماء الحراري)**

هو عدم قدرة الجهاز الدوري وجهاز التحكم الحراري في مجاراة ارتفاع درجة حرارة الجسم نتيجة الجهد البدني في الجو الحار.

أعراضه: ارتفاع ضربات القلب، وانخفاض كمية التعرق، وانخفاض كمية اللعاب وتعب شديد قد يصاحبه دوخة.

عندئذٍ، يجب التوقف عن ممارسة أي نشاط، ونقل المصاب إلى مكان ظليل وبارد، وتبريد الجسم عن طريق شرب السوائل، وترطيب الجسم، وتوفير تهوية جيدة للمصاب، وإذا لم تزل الأعراض، فينقل المصاب إلى أقرب مركز طبي.

تنتقل الحرارة من مصادر الحرارة كالأفران إلى الأجسام الموجودة في حيز العمل بثلاث طرائق هي: الإشعاع، والتماس، والحمل.

التعرض للبرد الشديد

إذا تعرض الشخص للبرد أكثر من ساعتين، فقد يصاب الشخص بتورم في أصابع القدم والأيدي والأذن والأجزاء السفلية من الساقين، وتظهر في صورة عقد حمراء مائلة للزرقة خصوصًا مع حدوث حكة شديدة عند التعرض للتدفئة قد تدوم طويلًا (ساعتين على الأكثر) وتزول بعد تسخين الأصابع أوالمنطقة المصابة تسخينًا جيدًا (60°درجة على الأقل)، وتعود الحالة مجددًا بالظهور بعد التعرض للبرد الشديد، ويسمى هذا المرض كذلك تورم الأصابع الشتائي؛ لأنه يصيب بعض الأشخاص في فصل الشتاء خصوصًا عندما يكون البرد قارسًا (درجة الحرارة أقل من 10°)، ويكون علاج هذا المرض عن طريق أدوية يتناولها المريض كل أربع سنوات أوخمس قبل عدة أشهر من البرد القارس، ويمكن كذلك الوقاية منه بتجنب البرد مدة طويلة أوتسخين المناطق المعرضة للإصابة. ويشير معظم العلماء والمختصين في هذا المجال إلى أن درجة الحرارة المثلى لصحة الإنسان تكون بين 18 درجة مئوية وبين 25 درجة مئوية، وعند تعرض الإنسان إلى انخفاض درجات الحرارة تحدث تغيرات في جسمه تستدعي إنتاج الحرارة داخله؛

لتعويض النقص بالحرارة، وإذا استمر فقدان الحرارة مدة أطول وعجز الجسم عن تنظيم ذلك وتعويضه، فيقل التدفق الدموي للأعضاء كالأطراف وتنقبض الأوعية الدموية، وللبرد تأثير عام في الجسم، وتأثير موضعي على المناطق المعرضة للبرد، فالتأثير الأول يعبر عنه بصدمة البرد أو انخفاض درجات حرارة الجسم إلى أقل من 35 درجة مئوية؛ لأن درجة الحرارة الطبيعية لجسم الإنسان هي 37 درجة مئوية، وتظهر على المصاب علامات الشحوب، والقشعريرة، وردَّة فعل للجسم لتوليد طاقة إضافية، ويصاب بالتعب وصعوبة التنفس، وقد يضطرب الإحساس عند المصاب الذي تعرض للبرودة الزائدة؛ فيشعر برغبة في خلع ملابسه بسبب إحساسه بحرارة على جسمه.

تستعمل السقالات والسلالم النقالة لتنفيذ الأعمال المختلفة في الأماكن المرتفعة، ويجب اختيار السقالة أو السلم المناسب لبيئة العمل وارتفاع موقع العمل وطبيعة العمل؛ لتنفيذ العمل تنفيذًا سليمًا دون التعرض للمخاطر.

مخاطر العمل على السقالات

السقالة هي منصة مرتفعة عن الأرض فوق دعامات قوية ومثبتة بإحكام أو معلقة بحبال قوية ومتينة، وتعزى مخاطر السقالات في بيئة العمل إلى سقوط الأشياء على العاملين أو المارين أسفلها، أو سقوط العاملين عنها، وقد يؤدي استعمال السقالات استعمالًا غير صحيح إلى إصابات شديدة قد تصل في بعض الأحيان إلى الوفاة، وتقع حوادث السقالات للأسباب الآتية:

1- عيوب في التصميم، مثل: قص في القوائم والدعامات أو سائل الربط والتثبيت، أو عدم وجود حواجز الوقاية الجانبية أو حواجز القدم.

2- نقص في عرض الألواح وعدم تثبيتها أو اتزانها.

3- نقص معدات الوصول إلى السقالات (الصعود والهبوط، والسلالم).

4- عيوب في مواد تصنيع السقالة: استعمال أخشاب (فيها كسور - شقوق - عقد)؛ لذا يجب تفقد مكونات السقالة والتحقَّق من سلامتها قبل مباشرة العمل عليها.

تبدأ الحرائق غالبًا ضمن نطاق ضيق، ومعظمها ينشأ من مستصغر الشرر؛ بسبب إهمال طرائق الوقاية من الحرائق، ولكنها سرعان ما تنتشر إذا لم تُطفأ في الوقت المناسب مخلفة خسائر فادحة في الأرواح والمتاع والأموال والمنشآت؛ لذلك يجب التزام التدابير الوقائية من مخاطر نشوب الحرائق؛ منعًا لحدوثها والقضاء على مسبباتها، وتعرف عملية الاحتراق (نظرية الاشتعال) بأنها تلك الظاهرة الكيميائية التي تحدث نتيجة اتحاد المادة المشتعلة بوجود الأكسجين ودرجة حرارة كافية لبدء الاشتعال، حيث إن لكل مادة من المواد درجة حرارة لبدء اشتعال خاصة بها تسمى (نقطة الاشتعال)؛ لذا يجب أن تتوافر ثلاثة عناصر، هي: الوقود والحرارة والأكسجين معًا لبدء الاشتعال، وهو ما يطلق عليه (مثلث الحريق)، ويبين الشكل الآتي مثلث الحريق.

1- **الوقود**

يتوافر الوقود بحالته الصُّلبة، مثل: الخشب، والورق، والقماش، وغيرها، أو بحالته السائلة وشبه السائلة، مثل: الشحوم بأنواعها جميعها، والزيوت، والبنزين، والكحول، وغيرها، أو بحالته الغازية، مثل: غاز البوتان، وغاز الإستلين، وغاز الميثان، وغيرها.

2- **الحرارة**

هي درجة الحرارة اللازمة لبدء الاشتعال ويسببها: اللهب، أو الاحتكاك، أو أشعة الشمس، أو الشرر، أو التفاعلات الكيميائية.

3- **الأكسجين**

يتوافـر الأكسجين في الهواء الجوي بنسبة (19-21%).

تصنيف الحـرائق

1- **حرائق النوع الأول (A)**

وهي التي تنشأ في المواد الصُّلبة التي تكون غالبًا ذات طبيعة عضوية (مركبات الكربون)، كالورق، والخشب، والأقمشة.

2- **حرائق النوع الثاني (B)**

وهي الحرائق التي تحدث عن طريق السوائل أو المواد المنصهرة القابلة للاشتعال.

3- **حرائق النوع الثالث (C)**

وهي حرائق الغازات القابلة للاشتعال وتشمل الغازات البترولية المسالة كالبروبان والبيوتان، وتستعمل الرغاوى والمساحيق الكيميائية الجافة لمواجهة حرائق الغازات في حالة السيولة عند تسربها على الأرض، وتستعمل أيضًا رشاشات المياه لأغراض تبريد عبوات الغاز.

4- **حرائق النوع الرابع (D)**

وهي الحرائق التي تحدث بالمعادن، ولا تستعمل المياه لإطفائها؛ لعدم فاعليتها، ولاستعمالاتها مخاطر، ويستعمل غالبًا مسحوق الجرافيت أو بودرة التلك، أو الرمل الجاف، أو أنواع أخرى من المساحيق الكيمائية الجافة لإطفاء هذه الحرائق.

أنواع الطفّايات اليدوية

يبين الجدول الآتي اختيار الطفاية المناسبة:

1- طفاية الماء.

2- طفاية الفوم (الرغوة).

3- طفاية ثاني أكسيد الكربون.

4- طفاية البودرة الجافة.

5- طفاية الهالون.

6- طفاية البودرة السائلة.

إجراءات الوقاية من مخاطر الحرائق

للوقاية من مخاطر الحرائق لابد من شروط محددة لهذا الغرض في تصميم المبنى، وشروط الوقاية من الحرائق في الأبواب والمداخل والمخارج ومخارج النجاة، والممرات والساحات، وإشارات إرشادية لمخرج النجاة، ووضع لافتات وإشارات للتحذير والإرشاد والمنع للوقاية من الحريق، مثل: إشارات ممنوع التدخين وغيرها، وخزان مياه موصول بشبكة مكافحة الحريق سعته ومواصفاته مطابقة شروط السلامة، إضافة إلى الالتزام بشروط عمليات التخزين الآمنة للمواد القابلة للاشتعال، وتدريب العاملين في بيئة العمل على خطة الإخلاء، وعلى إجراءات مكافحة الحرائق، وكيفية استعمال أجهزة الإطفاء والإنذار.

إجراءات الوقاية من مخاطر الحرائق

1- تزويد موقع العمل بنظام إنذار مبكر بنشوب حريق.

2- توفير خطة إخلاء جيدة، والتدريب الجيد على تنفيذها.

3- تخصيص منطقة آمنة للتجمع عند حدوث حريق، وممرات آمنة للوصول إلى منطقة التجمع وتوعية العاملين بذلك.

4- تجهيز مخطط مخارج النجاة، وتوزيع نسخ منه في الممرات وقرب المداخل مرئيًّا للجميع.

5- توفير التهوية الكافية في بعض الأماكن المحتمل فيها وجود أبخرة، أو غازات، أو أتربة قابلة للاشتعال وعلى السلالم.

6- توافر طفايات حريق يدوية موزعة تغطي مساحة الموقع كله.

7- توفير وسيلة سهلة لقطع التيار الكهربائي عند حصول أي طارئ يستدعي ذلك.

8- تخزين المواد القابلة للاشتعال بعيدًا عن مصادر النيران، وتوفير التهوية بالمخازن عبر مناطق فاصلة بين الأبنية وبين مخازن المواد القابلة للاشتعال.

9- توفير مرشات ماء لمكافحة الحريق موزعة على الموقع كله، تفتح تلقائيًّا عند حدوث حريق متصلة بنظام مكافحة الحريق الرئيس.

10- تزويد المبنى بنظام مكافحة الحريق مكون من: خزان مياه، وشبكة أنابيب مكافحة الحريق تغطي مرافق المبنى كلها، بحيث تُغذّى الشبكة بالمياه من مصدرين مختلفين: أحدهما خزان مياه مكافحة الحريق في المبنى، والآخر من صهاريج الدفاع المدني لمكافحة الحرائق، حيث تجهز شبكة مكافحة الحريق بخط رئيس يصل إلى خارج المبنى - يكون مغلقًا في الحالة الطبيعية - ويفتحه رجال الدفاع المدني، ووصل خراطيم صهاريج المياه به لضخ المياه عبره إلى شبكة مكافحة الحريق المجهزة مسبقا في المبنى.

11- تزويد الخزان بمضخات احتياطية تعمل بالوقود السائل في حال انقطاع التيار الكهربائي، وتعطل المضخات التي تعمل بالكهرباء.

12- توفير لوحات مخارج الطوارئ ولافتاته، ومواقع الطفايات، ومناطق التجمع في حال الإخلاء.

13- عدم إغلاق أبواب النجاة وضمان سهولة فتحها من داخل المبنى، بحيث يكون اتجاه فتح أبواب النجاة من الداخل إلى الخارج وليس العكس.

14- عدم إغلاق الأبواب في أثناء العمل بالمفاتيح أو الإقفال.

15- خلو ممرات النجاة ومخارجها من المعيقات.

16- استعمال زجاج مقاوم للنيران في النوافذ واستعمال ستائر معدنية.

17- الاحتياطات اللازمة لمنع انتشار الحريق بالمناور ومواقع الأدراج والمصاعد.

18- خطة إدارة الأزمات، والإخلاء في حال حدوث حريق، وحالات الطوارئ متعددة، منها: الحريق، والكوارث الطبيعية كالزلازل، والحروب؛ لذا لا بد من التأكيد أن لكل حالة طوارئ من هذه الحالات خطة سلامة خاصة بها، تختلف عن غيرها من حالات الطوارئ، إذا وقع زلزال، فيمنع الإخلاء في أثناء حدوثه وينصح بالاحتماء أسفل الطاولات القريبة للوقاية من تساقط الأشياء، أما في حال حدوث حريق، فإن سرعة الإخلاء والتصرف السليم أمران حاسمان؛ لذا فإن إعداد خطة لإدارة ومواجهة الأزمات والحالات الطارئة،

سواء بالاستعداد لها أو توقعها أو التعامل معها، من أهم الأمور الواجب على الإدارات جميعها في بيئات العمل المختلفة الاهتمام بها اهتمامًا كبيرًا، ووضعها على سلم أولويات العمل؛ لتوفير الوقاية الشاملة للأفراد والممتلكات، بحيث تتضمن الخطة تدريب العاملين جميعهم، والموجودين باستمرار في بيئة العمل، مثل: الطلاب أو المتدربين على كيفية إخلاء تلك المباني من شاغليها في الحالات الطارئة، واتخاذ الإجراءات كلها اللازمة لتأمين سلامتهم وكفالة الطمأنينة والاستقرار والأمن لهم، وسوف نستعرض في هذا البند عناصر خطة الإخلاء في حال حدوث حريق مجموعة في بيئة العمل.

عناصر خطة الإخلاء

متطلبات نجاح خطة مواجهة الأزمات والحالات الطارئة تعتمد أساسًا على فريق إدارة الأزمات ومدى تدريبه، وعلى كيفية اكتشاف إشارات الإنذار بالأزمة واتخاذ الإجراءات الوقائية والمواجهة الفعلية واحتواء الضرر، ويجب أن تتضمن خطة الإخلاء تحديد واجبات المعلِّمين، والمشرفين، ورؤساء الأقسام، والمديرين، والحراس، وفريق أدارة الأزمات، والمتدربين؛ على أن يعرف كل شخص في بيئة العمل واجباته وما عليه أن يفعله تمامًا في حال حدوث حريق، وهي كما يأتي:

واجبات فريق إدارة الأزمات

يُشكَّل فريق إدارة الأزمة من شاغلي المبنى أو المدرسة، وتكليف أعضائه بالواجبات الآتية:

1- التحقَّق من توافر أجهزة المكافحة الأولية لأنواع الحرائق جميعها، وأن تكون صالحة للاستعمال الفوري، وموزعة توزيعًا منظمًا قرب المداخل الرئيسة والفرعية، وقرب مخارج الطوارئ، وفي الممرات، وحيث تخزن المواد القابلة للاشتعال.

2- إرشاد الموجودين والمتدربين إلى مسالك الهروب ومخارج الطوارئ ومناطق التجمع.

3- تقديم الإسعافات الأولية.

4- مكافحة الحرائق بالطفايات المناسبة، ومساعدة فرق الإطفاء والإنقاذ إن أمكن.

5- إحضار المعلِّمين والمشرفين سجلات الحضور إلى نقطة التجمع؛ للتحقُّق من عدم نسيان أحد في الموقع معرضًا لخطر الحريق.

6- رفع الروح المعنوية وتنبيه الجميع إلى ضرورة التحلي بالهدوء وعدم الارتباك.

7- قطع التيار الكهربائي عن المكان.

8- التحقق من توافر الأدوية والأدوات الطبية اللازمة لعمليات الإسعاف الأولي.

9- التحقق من توافر مخارج الطوارئ وأبوابه الكافية واللوحات الإرشادية كلها التي تسهل عمليات الإخلاء وترشد شاغلي المبنى إلى مخارج الطوارئ ونقاط التجمع، على أن تحتوي الخطة مخططًا لمخارج الطوارئ ومخططًا للموقع يبين فيه مواقع الأبواب والشبابيك والممرات والأدراج، ويجب التفتيش على مسارات الإخلاء ومخارج الطوارئ، والتحقق من أنها سالكة وتخلو من المعوقات.

10- تعليق نسخ مرئية من مخطط مخارج الطوارئ في الممرات والطوابق والمداخل الرئيسة جميعها؛ ليتمكن أي زائر من رؤية المخطط وإخلاء الموقع عند اللزوم.

مخاطر الأمراض المهنية

الأمراض المهنية هي تلك الأمراض التي يصاب بها الشخص نتيجة لعمله أو مهنته. يمكن للإصابة أن تكون ناتجة من التعرض لعوامل ضارة مختلفة، قد تكون كيميائية، أو فيزيائية، أو بيولوجية، أو مسرطنة أو مشعة (**Radioactive**)، وتختلف عن إصابة العمل التي تكون ناتجة غالبًا من وقوع حادث مرة واحدة، فإن المرض المهني غالبًا ما يكون ناتجًا من التعرض الدائم والمتكرر لمسبب الضرر طوال مدة زمنية معينة، والطبيب المختص بإمكانه تحديد المرض المهني، فمثلًا، يمكن إطلاق اسم "مرض مهني" على حالات التسمم بالرصاص، السحار السيليسي (**Silicosis**)، وكذلك على داء الأميانت، فعند الإصابة بداء الأميانت مثلًا، يتعرض المريض لمركبات الأميانت (**Asbestos**) التي تدخل إلى الشعب الهوائية، ما يؤدي للإصابة بالالتهاب الرئوي المزمن، كما أن استمرار التعرض لهذه المركبات مستقبلًا، قد يؤدي للإصابة بنوع معين من السرطان يصيب غشاء الرئتين، فالأمراض المهنية هي أمراض محددة ناتجة من التأثير المباشر للعمليات الإنتاجية وما تحدثه من تلوث لبيئة العمل بما يصدر عنها من مخلفات

ومواد وغيرها من الآثار، وكذلك نتيجة تأثير الظروف الطبيعية في بيئة العمل، مثل: الضوضاء، والاهتزازات، والإشعاعات، والحرارة، والرطوبة، وغيرها، وقد يعرف المرض المهني بالمرض أو العجز الذي يصاب به العامل نتيجة لتعرضه لظروف العمل وبيئته، وتصنف الأمراض المهنية حسب شدتها إلى صنفين، هما: الأمراض المهنية الحادة **Acute**: وتظهر آثارها فور التعرض للمسبب في بيئة العمل، مثل: التعرض لمادة الأمونيا بنسب أعلى من الحدود الآمنة، والأمراض المهنية المزمنة **Chronic** وتظهر آثارها بعد مدة طويلة من التعرض للمسبب في بيئة العمل، مثل: التعرض لمختلف أنواع الغبار بنسب أعلى من الحدود الآمنة مُددًا طويلة، مثل: شعور المصاب بعد سنوات من العمل بضيق نفس وأعراض ربو، وانسداد رئوي نتيجة لتليف الرئة.

أسباب الأمراض المهنية

ترجع أسباب الأمراض المهنية إلى ثلاثة مخاطر رئيسة، هي:

1- بيئة العمل

أ- تأثر العين من التعرض المتكرر للوهج والحرارة المرتفعة والضوء الشديد.

ب- شدة الضوضاء وتأثيراتها الضارة بالسمع (الصمم المهني).

جـ- الأعراض والأمراض الناتجة من التعرض لتغييرات الضغط الجوي (مرض القيسون).

د- التعرض للمواد ذات النشاط الإشعاعي، مثل الراديوم.

هـ- الاهتزازات الموضعية وتأثيراتها في العظام والمفاصل الصغرى لليدين.

و- الإشعاعات غير المؤينة، مثل: الأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء.

2- المخاطر الكيماوية

أ- التسمم بالمعادن الثقيلة ومضاعفاتها، مثل:

ب- الرصاص، والزئبق، والزرنيخ، والأنتيمون، والكاديوم، والبريليوم.

3- الأتربة التي تسبب أمراض الغبار الرئوي (Pnumoconiosis):

أ- أتربة غير عضوية تؤدي إلى تليف الرئتين، مثل:

1. السليكوزس (**Silicosis**): نتيجة التعرض لأتربة السيلكا الحرة في بعض المهن، مثل: عمال المناجم، والمحاجر، وصناعة الزجاج، والبلور.

2. الأسبستوزس (**Asbestosis**): نتيجة التعرض لألياف الأسبستوس (الحرير الصخري) في صناعة غلاف الفرامل والأنابيب الإسمنتية المختلطة بالأسبتوس والملابس الواقية من الحريق.

3. التلكوزس (**Talcosis**): نتيجة التعرض لأتربة التلك الصناعي (الطباشير الفرنسي) في بعض صناعات الدهانات والكاوتشوك.

ب- أتربة عضوية: مرض البسينوزس (**Byssinosis**) نتيجة التعرض لغبار القطن والكتان والجوت، لها أعراض تشبه الربو الشعبي.

المخاطر الصحية الناتجة من الغازات والأبخرة

1- وتنقسم هذه الغازات من حيث تأثيرها أربعة أنواع:

2- غازات خانقة بسيطة: ونتيجة تسربها تحل محل الهواء الجوي فتقل نسبة الأكسجين المستنشق، فتؤدي إلى الاختناق، وفي حالة التهوية واستنشاق الأكسجين، تزول أعراض الاختناق، مثل: ثاني أكسيد الكربون، والهيدروجين، والميثان، والإيثان، والأرجون.

3- غازات خانقة كيميائية، مثل: أول أكسيد الكربون، والسيانور، وكبريتيد الهيدروجين.

4- الغازات المهيجة، مثل: الأمونيا، والكلور، وثاني أكسيد الكبريت، وفلوريد الهيدروجين، وثاني أكسيد النيتروجين.

المخاطر الصحية الناتجة من التعرض للمذيبات العضوية

1- التسمم بالنزول (**Benzol**) ومشتقاته: حيث يضر بنخاع العظم، ثم بمكونات الدم.

2- المواد البترولية سواء السائلة أم الغازية: يتركز ضررها في الجلد، والجهاز التنفسي، والجهاز العصبي.

3- التسمم بالكحول والجليكول والكيتون بأنواعه المختلفة: التسمم بالكحول الميثيلي (**Methyl Alcohol**)، يضر بالجهاز العصبي، خصوصًا العصب البصري، ويؤدي إلى العمى في حالة التسمم الشديد.

المخاطر البيولوجية (الحيوية)

هي الأمراض الناتجة من التعرض للميكروبات الحية، أو الملوثات العضوية، أو الفيروسات، مثل:

1- أمراض الحميات المعدية.

2- الدرن (السل).

3- الجمرة الخبيثة.

4- أمراض الجهاز التنفسي.

المخاطر البيولوجية (الحيوية)

إن للمخاطر البيولوجية تأثير قوي وخطير عند التعرض لها، فهي تؤدي إلى الوفاة أو الإصابة بالأمراض الخطيرة والمعدية، وتكمن المخاطر البيولوجية في التعرض المهني للكائنات الدقيقة الحية المعدية، وإفرازاتها السامة والطفيليات.

أسباب الإصابة بالمخاطر البيولوجية

تنتقل الفيروسات والجراثيم عن طريق:

1- العدوى.

2- الطعام أو المكان الملوث.

3- مخاطر العمل الطبي: يتعرض العاملون في مجال العمل الطبي للمخاطر البيولوجية عن طريق وخز الإبر، والأدوات الحادة الملوثة، والعدوى المباشرة عن طريق التنفس.

4- مخاطر العمل العادي: يمكن أن يتعرض العامل للتلوث عن طريق: الوخز، والجروح من أدوات العمل الحادة التي غالبًا ما تكون ملوثة، الأكل في أماكن غير مخصصة وملوثة نتيجة العمل أو بأيدٍ ملوثة.

5- دورات المياه والمغاسل غير النظيفة.

6- تلوث مصادر المياه والخزانات المستعملة للشرب أو التنظيف.

الوقاية من المخاطر البيولوجية

1- النظافة الشخصية المستمرة من حيث الملبس، ومكان العمل، ونظافة المعدات والأدوات، ونظافة الطعام والشراب.

2- تجنب استعمال المياه الملوثة.

3- التطعيم ضد الأمراض المعدية والخطرة في مراكز الصحة عند الإصابة في أماكن العمل.

4- منح العامل المصاب إجازة حتى يتعافى تمامًا، وحجره عن زملائه وأهله وأصدقائه إلى أن يُشفى من هذه الأمراض.

5- ارتداء واقٍ عند التعرض لمصادر ملوثة بالميكروبات والجراثيم ، مثل: الأفرهول، والقفافيز، والأحذية المطاطية العالية، والنظارات.

التخزين الآمن للعُدد والأدوات، والمواد، والمعدات.

إن تخزين معدات الكهرباء، وأدواتها، والعُدد الخاصة بها تخزينًا آمنًا، يضمن توافرها عند الحاجة إليها سليمة، وبأقل وقت وجهد ممكنين؛ لذا من الضروري المحافظة على الأدوات والعُدد والمواد والأجهزة بعد الانتهاء من استعمالها، ويمكن المحافظة على الأدوات والعُدد والمواد والأجهزة عبر الإجراءات الآتية:

1- تخزين الأدوات نظيفة منظمة يجعل البحث عنها عند الحاجة أمرًا يسيرًا.

2- التخلص من العدد والأدوات التالفة واستبدالها، والتحقَّق من تمييز الأدوات التي تحتاج إلى إعادة تعبئة، مثل: أسطوانات الأكسجين والأسيتيلين وتخزينها بطريقة آمنة.

3- التحضير المبكر للأدوات اللازمة للعمل والتحقَّق من جاهزيتها، وإجراء الصيانة اللازمة للأدوات التي تحتاج إلى صيانة.

4- وضع العُدد اللازمة للعمل مرئية على لوحة خاصة.

1 الوحدة الأولى

أنظمة محركات الاحتراق الداخلي

المحاور الفرعية

- محرك الاحتراق الداخلي.
- نظام التبريد في محركات الاحتراق الداخلي.
- نظام التزيت في محركات الاحتراق الداخلي.
- أنظمة حقن الوقود الإلكتروني.
- أنظمة الإشعال في المركبة.

النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف مبدأ عمل محرك الاحتراق الداخلي:
  - دورة التبريد.
  - دورة التزيت.
  - دورة الوقود.
- يتعرّف أنواع أنظمة الإشعال (العادي والإلكتروني).
- يتتبع خطوط نظام الإشعال (الدارة الابتدائية والثانوية) وترتيب حدوث الإشعال.
- يُحلل أعطال أنظمة الإشعال (العادي والإلكتروني).
- يتعرّف نظام حقن الوقود الإلكتروني (المفرد).
- يتتبع خطوط الكهرباء لنظام حقن الوقود الإلكتروني.
- يُحلل أعطال أنظمة حقن الوقود الإلكتروني ومسبباتها وطرائق تصليحها.
- يستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في استقصاء المعرفة في مجال الدارات الكهربائية لنظام حقن الوقود.

الأنشطة والتمارين

يُتوقّع من الطالب بعد تنفيذ الأنشطة والتمارين أن:

- يحدد الأجزاء الرئيسة لمحرك الاحتراق الداخلي.
- يحدد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لنظام الإشعال العادي والإلكتروني.
- ينزع عناصر الدارة الكهربائية لنظام الإشعال.
- يفحص أجزاء عناصر الدارة الكهربائية لنظام الإشعال.
- يجري أعمال الصيانة لنظام الإشعال ويستبدل القطع التالفة.
- يوصل دارات عناصر نظام الإشعال.
- يحدد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لنظام حقن الوقود الإلكتروني.
- ينزع عناصر الدارة الكهربائية لنظام حقن الوقود الإلكتروني.
- يفحص أجزاء عناصر الدارة الكهربائية لنظام حقن الوقود الإلكتروني.
- يجري أعمال الصيانة ويستبدل القطع التالفة لنظام حقن الوقود الإلكتروني.
- يشخص أعطال نظام حقن الوقود الإلكتروني ويصلحها.
- يستخدم جهاز قراءة البيانات الفنية ويقارن النتائج بـ (**Auto DATA**).
- يلتزم قواعد الأمن والسلامة المهنية.

الإرشادات والتعليمات وشروط السلامة المهنية وقوانينها الخاصة بتمارين وحدة أنظمة محركات الاحتراق الداخلي.

1- التزم تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتد الملابس الخاصة بالتدريب، مثل: حذاء السلامة، والنظارات في أثناء العمل في المشغل.

2- استمع لتعليمات المعلم، للسلامة ولتحقيق نتائج جيدة.

3- أحسن التصرف مع زملائك، وتذكر أن العمل الناجح يأتي من فريق ناجح.

4- اطلب مساعدة المعلم إذا أردت تعرف أي جهاز في المشغل.

5- التزم الوقت والحضور إلى المشغل في الوقت المحدد.

6- تعرف أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.

7- أمن منطقة العمل جيدًا، وأزل المعوقات، وتأكد من خلوها من أية خطورة.

8- تعرف مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، ومعدات مكافحة الحريق، وتأكد من جاهزيتها للعمل.

9- لا تلمس الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء تنفيذ التمرين.

10- تأكد من تأريض الأجهزة الكهربائية.

11- تأكد من جفاف أرضية المشغل وخلوها من الزيوت وجاهزيتها للعمل.

12- توخَّ الحذر عند التعامل مع مصادر التيار الكهربائي داخل المشغل.

13- التزم تعليمات السلامة الواردة في دليل الصيانة، مثل فك مربط القطب السالب للمركم قبل البدء بتنفيذ العمل المطلوب.

14- تأكد أن مخارج الطوارىء سالكة وآمنة.

15- تأكد من إفراغ الزيوت والسوائل الخاصة بمحركات الاحتراق الداخلي بالطريقة الصحيحة واحفظها في المكان المخصص لها حفاظًا على البيئة.

16- رتب الأدوات والأجهزة إلى أماكنها، وحافظ على ترتيب المشغل.

أولًا: محرك الاحتراق الداخلي.

النتاجات

يتوقع منك نهاية الدرس أن:

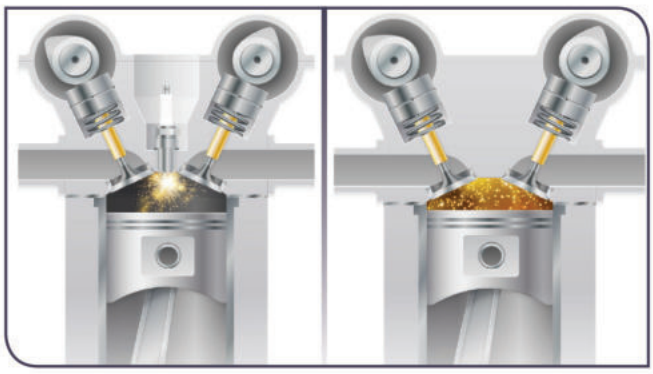
- تتعرف أنواع محركات الاحتراق الداخلي.
- تتعرف أجزاء محركات الاحتراق الداخلي.
- تتعرف مبدأ عمل محركات الاحتراق الداخلي.

تعليمات السلامة العامة:

☑ أمّن منطقة العمل جيدًا وأزل الصعوبات، متأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

القياس والتقويم

انظر.. وتساءل



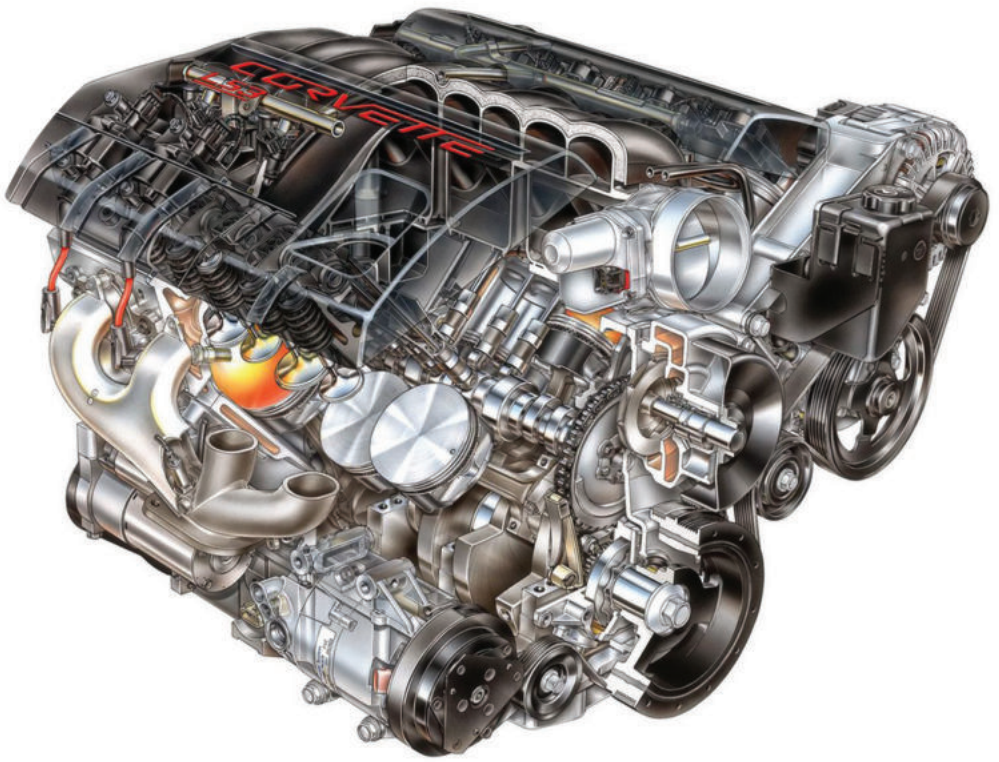
- ما الفرق بين الصورتين في الشكل المجاور؟

استكشف

- ابحث عَبْرَ الإنترنت عن أنواع المحركات المستخدمة في المركبات من حيث مبدأ عمل نظام الإشعال، واكتب تقريرًا عن ذلك وشارك زملاءك فيه، ثم ناقش المعلم فيه.

اقرأ.. وتعلم

يُعدّ مُحرك الاحتراق الداخلي مصدر توليد القدرة في عديد من الآلات والمعدات، فهو يستخدم في المركبات بأنواعها المختلفة الصغيرة والكبيرة، وفي السفن والطائرات والقوارب والدراجات النارية وآلات قطع الأشجار، وكذلك في أنظمة توليد الطاقة الكهربائية، خصوصًا قطاع الصناعة. سُمّي مُحرك الاحتراق الداخلي هذا الاسم؛ لأنه يَحرق مزيج الهواء والوقود داخل غرفة الاحتراق، وتُستعمل مُحركات الاحتراق الداخلي للحصول على طاقة ميكانيكية حسب الغرض المطلوب منها، وهذه الطاقة ناتجة من تحوّل الطاقة الكيميائية المخزونة في الوقود إلى طاقة حرارية بعد الاحتراق، ثم تُحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية تؤدي إلى دوران المُحرك، وتستخدم هذه القدرة في مجالات مختلفة، منها حركة المركبات وسيرها. ويبين الشكل (1–1) أحد أشكال محركات الاحتراق الداخلي.



الشكل (1–1): أحد أشكال محرك الاحتراق الداخلي

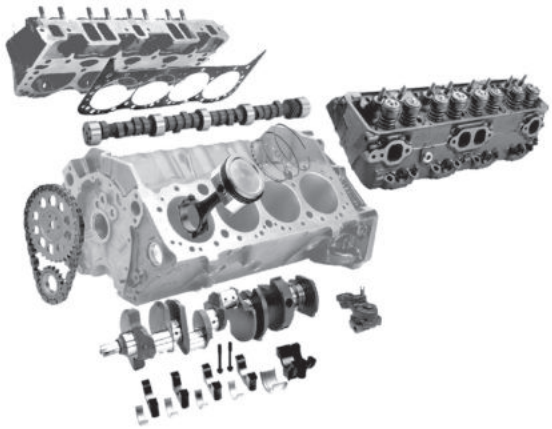
هناك نوعان من مُحركات الاحتراق الداخلي، هما:

1- مُحركات تعمل بوجود شرارة تُساعد على بدء الاحتراق (**Spark Ignition Engines**): مثل مُحركات المركبات التي تعمل على وقود البنزين والغاز المضغوط، حيث يحتاج هذا النوع من الوقود إلى عامل مساعد لبدء عملية الاحتراق، وغالبًا هو جهاز يُطلق شرارة بقوة معينة في وقت معين، يشعل جزءًا من خليط الوقود والهواء، الذي يُعدّ نواة لاشتعال بقية الخليط.

2- مُحركات تعمل من دون شرارة لبدء الاحتراق: لا يعتمد هذا النوع من المحركات على الشرارة لبدء الإشعال، مثل المُحركات التي تعمل على وقود الديزل، إنما يعتمد على الإشعال الذاتي الناتج من رفع درجة حرارة الخليط عَبْرَ رفع ضغطه في شوط الضغط، حيث تصل درجة حرارة الخليط درجة مُعيّنة تُمكن من احتراق وقود الديزل، وتكون هذه الدرجة مكافئة لدرجة الإشعال الذاتي للديزل أو أعلى منها (**Self Ignition Temperature**).

أجزاء مُحرك الاحتراق الداخلي

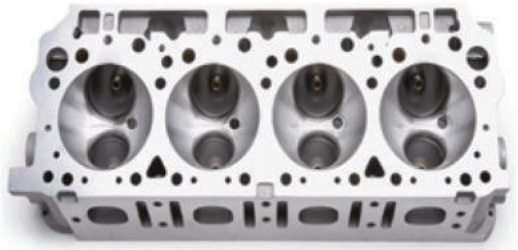
يتكون مُحرك الاحتراق الداخلي من مجموعة من الأجزاء الميكانيكية المختلفة التي تتحرك في اتجاهات مُختلفة، فبعض الأجزاء يتحرك حركة دورانية، وبعضها يتحرك حركة تردّدية، وهذه المحركات تعمل على تحويل الطاقة الحرارية المتولّدة إلى طاقة حركية. كما هو مُبيّن في الشكل (1–2) الذي يُبيّن أجزاء مُحرك الاحتراق الداخلي.



الشكل (1–2): أجزاء مُحرك الاحتراق الداخلي.

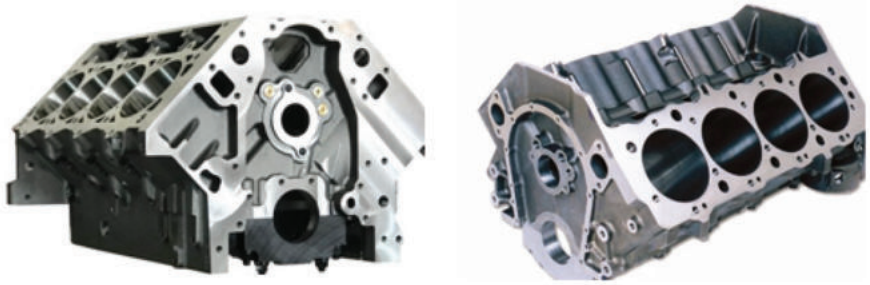
1 – الأجزاء الثابتة

أ – **رأس المحرك (Cylinder Head)**: الجزء الذي يثبَّت فوق كتلة الأسطوانات، ويغلق الأسطوانات لتشكيل حيّز غرف الاحتراق، وله تصاميم وأشكال متنوعة حسب وضع الصمامات فيه، حيث تكون صمامات الدخول في جهة، وصمامات الخروج في جهة أخرى، كما يوجد في رأس المحرك فتحات لدخول المزيج أو الهواء، وكذلك لخروج العادم، وفتحات تثبيت شمعات الإشعال، أو البخاخات، وغرف الاحتراق أو جزء منها، بالإضافة إلى الصمامات التي تثبَّت على رأس المحرك، وكذلك يحتوي الرأس ممرات التزييت والتبريد ومُنظم التبريد (الثيرموستات)، وموزع الشرارة في محركات البنزين. وغالبًا يُصنع رأس المحرك الذي يُبرّد بالماء من حديد الزهر أو سبائك الألمنيوم، أما المحركات التي تُبرَّد بالهواء، فتصنع رؤوسها من سبائك الألمنيوم، وتُزوّد بزعانف لتحسين عملية انتقال الحرارة. كما هو مُبيّن في الشكل (1–3) رأس المحرك.



الشكل (1–3): رأس المُحرك.

ب– **جسم الأسطوانات (Cylinder Block)**: الجزء الرئيس الذي يحتوى الأسطوانات وجيوب التبريد، وممرات التزييت، وكراسي عمود المرفق، ويثبت عليها بعض أجهزة نظام التزييت. تُصنع كتلة الأسطوانات التي تُبرَّد بالماء من حديد الزهر، أما كتلة الأسطوانات التي تُبرَّد بالهواء، فتُصنع من سبائك الألمنيوم، وتُطلى السطوح الداخلية للأسطوانات غالبًا بمادة الكروم؛ لتقليل الاهتراء نتيجة حركة المكابس، وهناك نوعان من الأسطوانات، هما: الأسطوانات ذات الجلب الجافة، وذات الجلب المبتلة، كما هو مُبيّن في الشكل (1–4) الذي يوضح أجسام الأسطوانات.



الشكل (1–4): أجسام الأسطوانات.

جـ– **مانع التسرب (كاسكيت رأس المُحرك)**: يُصنع من لوح معدني مُغطًّى بمعدن مقاوم للحرارة والضغط العالي، وظيفته هي الفصل بين رأس المُحرك وجسمه، وعدم تسرب الضغط من أسطوانة إلى الأجزاء الأُخرى، ومنع اختلاط الزيت بسائل التبريد، يبين الشكل (5) مانع تسرب رأس المُحرك (الكسكيت).

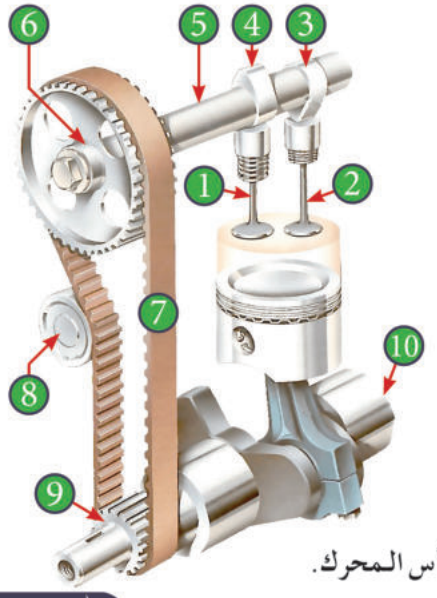
الشكل (1–5): مانع تسرب رأس المُحرك (الكاسكيت).

د- **وعاء الزيت (Oil Pan)**: يثبَّت هذا الوعاء في الجزء السفلي من الـمُحرك، ويتجمّع فيه زيت الـمُحرك، وهو مصمم علي نحو يساعد على تبريد الزيت في الـمُحرك، يُسمى وعاء التزييت أيضًا (علبة المرفق)، ويُصنع من الصاج الخفيف أو سبائك الألمنيوم المقاومة للصدمات التي قد تتعرض لها المركبة من الأسفل، يبين الشكل (1–6) وعاء الزيت.

الشكل (1–6): وعاء الزيت.

2- الأجزاء المتحركة

أ - **عمود الحدبات (الكامات) (Cam Shaft)**: يثبَّت هذا العمود في رأس الـمُحرك، بحيث يفتح الصمام ويغلقه في التوقيت المناسب، ويفتح الصمام بتأثير الحدبة، وبزوال تأثير الحدبة يُغلق الصمام بفعل النابض، ويستمد حركته من عمود المرفق. يثبت في مقدمة عمود الحدبات ترس مُسنّن يستمد حركته من ترس عمود المرفق بالتعشيق المباشر أو غير المباشر، والشكل (1–7) يُبيّن مجموعة الصمام وعمود الكامات في رأس الـمُحرك.



(1) صمام الدخول. (2) صمام الخروج.

(3) الكامة الأولى. (4) الكامة الثانية.

(5) عمود الكامات. (6) مسنن عمود الكامات.

(7) السير (القشاط). (8) مسنن معايرة.

(9) مسنن عمود المرفق. (10) عمود المرفق.

الشكل (1–7): مجموعة الصمام وعمود الحدبات في رأس الـمحرك.

وظيفة عمود الحدبات (الكامات)

1. فتح الصمامات وإغلاقها في التوقيت المناسب.
2. تدوير عمود موزع الشرارة.
3. تشغيل مضخة الوقود الميكانيكية في (المركبات القديمة).
4. تشغيل مضخة الزيت.

ب- **الصمامات (Valves)**: تثبّت الصمامات داخل رأس المحرك، وعَبْرَ صمام الدخول يدخل المزيج إلى غرفة الاحتراق، وبوساطة صمام الخروج تخرج غازات العادم الناتجة من الاحتراق، وتستمد الصمامات حركتها من عمود الحدبات مباشرة، ويكون قُطر صمام الدخول أكبر من قُطر صمام الخروج لإدخال أكبر شحنة مُمكنة من الوقود داخل الأسطوانة، وتُصنع الصمامات من الفولاذ الصلب، أو من سبائك الفولاذ، وتُعدّ الحرارة أحد الأمور المهمة التي يجب مراعاتها عند تصميم الصمامات؛ لذا يجب أن يكون معدن الصنع مقاومًا للحرارة، وقابلًا لتسريبها والتخلص منها بأسرع وقت ممكن، كما هو مُبيّن في الشكل (1–8).

الشكل (1–8): صمامات

جـ- **المكبس (Piston)**: يثبَّت المكبس داخل الأسطوانة، ويتحرك حركة تردّدية، ويُشكل سطحه قاعدة غرفة الاحتراق، ويجب أن يكون مُحكم التركيب؛ لكي يتحمل الضغط والانفجار الذي يحدث على سطحه، وكذلك خفيف الوزن، وهو جسم أسطواني الشكل يصنع من الألمنيوم أو سبائك الألمنيوم، كما هو مُبيّن في الشكل (1–9).

الشكل (1–9): المكبس.

توجد في محيط المكبس الجانبي مجارٍ داخلية لتثبيت حلقات المكبس المبينة في الشكل (1–10) التي تؤدي وظائف عدة، منها:

1. منع تسرب الغازات من غرفة الاحتراق إلى علبة عمود المرفق
2. منع وصول الزيت من علبة عمود المرفق إلى غرفة الاحتراق.
3. تسريب الحرارة من تاج المكبس إلى جدار الأسطوانة.

الشكل (1–10): حلقات المكبس.

د – ذراع التوصيل (Connecting Rod): يثبَّت ذراع التوصيل بين المكبس وعمود المرفق، وله نهايتان: النهاية الصغرى التي يُثبّت بها المكبس، والنهاية الكبرى التي تُثبّت على عمود المرفق. ويتحرك ذراع التوصيل حركة زاوية، وينقل القوة المتولّدة على سطح المكبس إلى عمود المرفق. ويجب أن تتوافر في ذراع التوصيل خصائص عدة، من أهمها: المقاومة العالية للإجهاد، وخفة الوزن، يبين الشكل (1–11) ذراع التوصيل.

الشكل (1–11): ذراع التوصيل.

هـ– عمود المرفق (الكرنك) (Crank Shaft): يثبَّت هذا العمود على كراسي التحميل في كتلة الأسطوانات، ويدور حركة دائرية نتيجة القوة المنقولة إليه بوساطة ذراع التوصيل، وهذه الحركة الدائرية هي النتيجة المراد الحصول عليها من مُحرك الاحتراق الداخلي، كما هو مُبيّن في الشكل (1–12).

الشكل (1–12): عمود المرفق وحركته.

يعتمد تصميم عمود المرفق على عدد أسطوانات الـمُحرك؛ لتحديد الفرق بين زوايا المحاور المتحركة، ويُثبّت في نهاية عمود المرفق الحذافة (**Flywheel**)، وفي مقدمته ترس مسنن لتدوير مجموعة مسنّنات التوقيت، وتوجد فيه ثقوب لتزييت بطانات المحاور المتحركة والثابتة، انظر إلى الشكل (1–13) الذي يبين بطانات الاحتكاك (الكشنيت)، ومن أجزائه الرئيسة فخذ المرفق التي تعمل على اتزان عمود المرفق.

الشكل (1–13): بطانات الاحتكاك (الكشنيت).

وظائف عمود المرفق

1. (يحول الحركة الخطية إلى دورانية) يدور حركة دورانية نتيجة القوة المنقولة إليه من ذراع التوصيل الناتجة من شوط القدرة.
2. يُحرّك مروحة التبريد الميكانيكية.
3. يُشغّل مولّد التيار المتغير (مولّد شحن البطارية).
4. يُحرّك مضخة الماء في نظام التبريد المائي.
5. يُشغّل ضاغط المكيف في نظام التكيف والتبريد.
6. يُحرّك عمود الحدبات (الكامات).

و– **تروس توقيت الـمُحرك**: تمثل هذه التروس ترس عمود المرفق، وترس عمود الحدبات أو ترسين، أو حسب تصميم الـمُحرك في مُحركات البنزين. تُعشق هذه المسننات معًا على نحوٍ غير مباشر، عَبْرَ سلسلة معدنية (جنزير) أو شريط مطاطي (قشاط)، أو عَبْرَ التعشيق المباشر، حيث تنتقل الحركة من عمود المرفق إلى عمود الحدبات. يُحدد توقيت الـمُحرك (حسب علامات التوقيت المحددة من الشركة الصانعة) العلاقة بين موعد فتح الصمامات وإغلاقها، وحركة المكبس إلى الأعلى والأسفل داخل الأسطوانة في أثناء الأشواط. انظر إلى الشكل (1–14) الذي يُبيِّن تعشيق مسنَني عمود المرفق وعمود الكامات.

الشكل (1–14): تعشيق مسنني عمود المرفق وعمود الكامات.

ز– عجلة التوازن (الحذافة) (**Flywheel**): عجلة ثقيلة في المركبات وتُثبَّت في نهاية عمود المرفق، ويُثبَّت عليها القابض أو مُحوّل العزم الهيدروليكي. تُصنع الحذّافة من حديد الزهر الرمادي، ويبين الشكل (1–15) عجلة التوازن (الحذافة).

الشكل (1–15): عجلة التوازن (الحذافة).

وظائف عجلة التوازن (الحذافة)

1. تشغيل الـمُحرك عند بداية تشغيل المركبة عَبْرَ تعشيقها مع مسنن محرك بدء الحركة.
2. تخزين الطاقة الحركية المتولدة من شوط القدرة للمحافظة على استمرارية دوران عمود المرفق.

نظرية عمل مُحرك الاحتراق الداخلي رباعي الدورة

مُحركات الاحتراق الداخلي (**Internal Combustion Engine**) تسحب الهواء إلى داخل الـمُحرك، ثم تزود الوقود وتخلطه به ثم تدخله إلى حجرة خاصة تسمى حجرة الاحتراق؛ من أجل حرقه لإنتاج طاقة تحرك، وتزود عمود المرفق بالقدرة والعزم اللازم لتحريك المركبة.

يعتمد مبدأ عمل هذه الـمُحركات على نظرية الأشواط الأربعة؛ حيث يسحب الـمُحرك الهواء ويخلطه بالوقود إلى داخل الأسطوانات في شوط السحب، ومن ثَمَّ، تتم عملية ضغط مزيج الهواء والوقود إلى أعلى درجة ممكنة، ما يؤدي إلى ارتفاع حرارته في شوط الضغط، ثم يُشعل هذا

الخليط ذو الضغط العالي والحجم الصغير والحرارة العالية بوساطة شرارة في نهاية شوط الضغط، حيث يبدأ المزيج بالإشعال في نهاية شوط الضغط وينتهي في بداية شوط القدرة (الانفجار)، وأخيرًا يتم التخلص من نواتج الاحتراق في شوط العادم.

المصطلحات الفنية

لمعرفة مبدأ عمل الـمُحرك، يتعين أولًا معرفة بعض المصطلحات ودراسة المفاهيم الفنية التي تتعلق بمحرك الاحتراق الداخلي، ومن أهمها:

1 – غرفة الاحتراق: هي الحيز الذي يضغط فيه المزيج ويحرق.

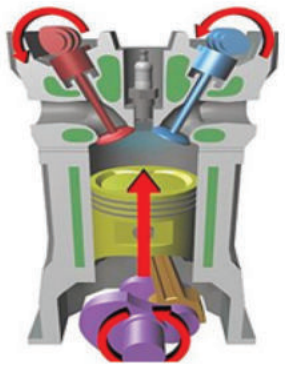
2 – النقطة الميتة العليا: هي أعلى نقطة يصل إليها المكبس داخل الأسطوانة، وتتغير حركته من الأعلى إلى الأسفل، ويرمز إليها بـ (ن.م.ع).

3 – النقطة الميتة السفلى: هي أدنى نقطة يصل إليها المكبس داخل الأسطوانة، وتتغير حركته من الأسفل إلى الأعلى، ويرمز إليها بـ (ن.م.س).

4 – الشوط: هي المسافة التي يتحركها المكبس بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى (صعودًا أو نزولًا).

5 – مدة الأرجحة: هي مدة بداية فتح صمام الدخول ونهاية إغلاق صمام الخروج.

6 – مُحرك الاحتراق الداخلي: تتم فيه الأشواط الأربعة في دورتين لعمود المرفق مقابل دورة واحدة لعمود الكامات، ويتحرك المكبس في أثناء ذلك (صعودًا ونزولًا) أربع مرات من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى، أي ما يعادل (720) لعمود المرفق، كما هو مُبيَّن في الشكل (1–16).



الشكل (1–16).

وتكون الأشواط الأربعة على النحو الآتي:

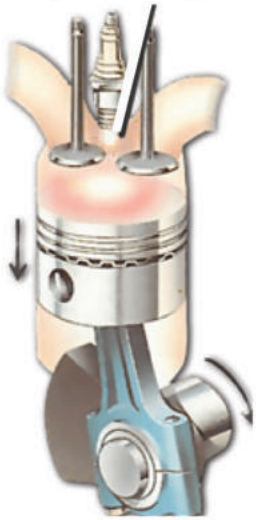
أ – **شوط السحب**: عند نزول المكبس من النقطة الميتة العليا (ن.م.ع) إلى النقطة الميتة السفلى (ن.م.س)، يفتح صمام الدخول لدخول المزيج إلى غرفة الاحتراق، ويزداد حجم المزيج مع نزول المكبس إلى الأسفل؛ لانخفاض الضغط داخل الأسطوانة عن الضغط الجوي الخارجي، وقبل الوصول إلى النقطة الميتة السفلى (ن.م.س) بدرجات معينة، يغلق صمام الدخول، يبين الشكل (1–17) شوط السحب.

الشكل (1–17): شوط السحب.

ب– **شوط الضغط**: عند صعود المكبس إلى النقطة الميتة العليا (ن.م.ع)، فإنه يضغط المزيج، ويقلل حجمه ويرفع درجة حرارته، ويتهيأ للاحتراق؛ حيث يكون صماما الدخول والخروج مغلقين، يبين الشكل (1–18) شوط الضغط.

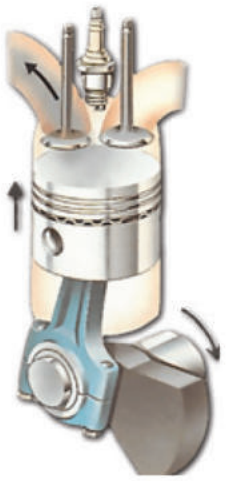
الشكل (1–18):شوط الضغط.

جـ– **شوط القدرة (الانفجار)**: قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا (ن.م.ع) بدرجات معينة، تحدث الشرارة الكهربائية، فتحرق المزيج، بحيث تصل درجة حرارة غرفة الاحتراق إلى (2000) س، ومن قوة الانفجار يندفع المكبس إلى الأسفل بقوة تنقل عبر ذراع التوصيل إلى عمود المرفق التي تعمل على دورانه، لتحريك الأشواط غير الفاعلة، يبين الشكل (1–19) شوط القدرة (الانفجار).



الشكل (1–19): شوط القدرة (الانفجار).

د- شوط العادم: قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى (ن.م. س) درجات عدة، يفتح صمام الخروج فتخرج غازات العادم، ويساعد ذلك على صعود المكبس إلى الأعلى وقبل وصول المكبس النقطة الميتة العليا (ن. م. ع) بدرجات معينة، يفتح صمام الدخول ليساعد على طرد غازات العادم، وتبدأ دورة جديدة من الأشواط الأربعة. بعد وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا (ن.م. ع) بدرجات معينة، يغلق صمام الخروج، وتسمى هذه مدة الأرجحة، يبين الشكل (1-20) شوط العادم.



الشكل (1-20): شوط العادم.

ومن أجل الحصول على أفضل قدرة وأكبر عزم ممكن من عملية الاحتراق مع أقل قدر ممكن من الغازات العادمة غير الضارة بالبيئة، يُشترط ما يأتي:

1- سحب كمية الهواء المناسبة.

2- تزويد كمية الوقود اللازمة.

3- خلط الوقود بالهواء بطريقة جيدة.

4- الحصول على شرارة قوية وبمدة مناسبة في الوقت المناسب.

5- التحكم في الغازات المنبعثة وتحويل الغازات الضارة إلى غازات غير ضارة.

ابحث عَبْرَ الإنترنت عن الأشواط الأربعة في مُحركات الاحتراق الداخلي: شوط السحب، وشوط الضغط، وشوط القدرة، وشوط العادم، واكتب تقريرًا عن ذلك، وشارك فيه زملاءك، ثم اعرضه على المعلم.

التمارين العملية

التمرين الأول

تحديد أجزاء مُحرك الاحتراق الداخلي.

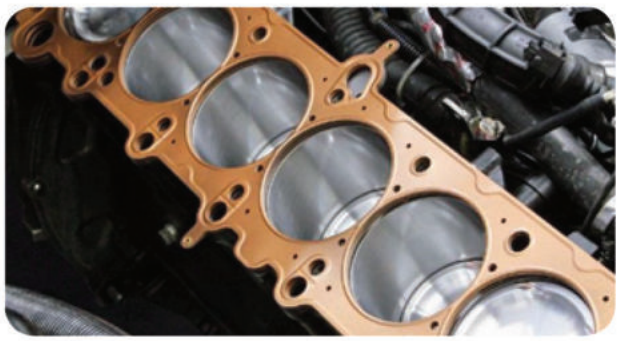
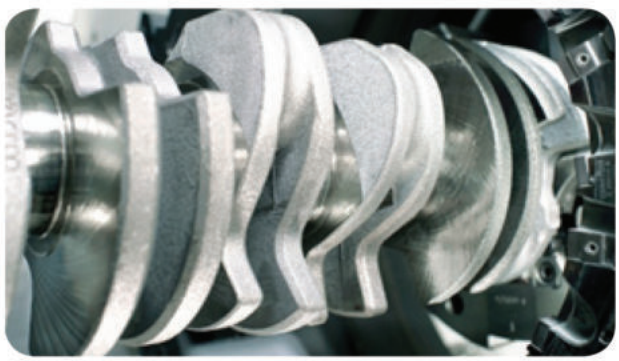
يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

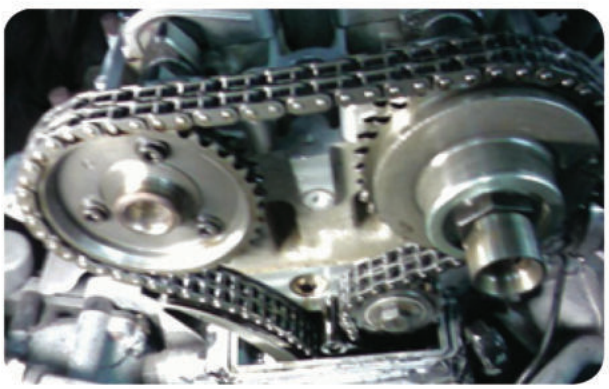
- تُحدّد أجزاء محرك الاحتراق الداخلي.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة (سيارة). 2 – صندوق عُدّة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3 – حدِّد مكان مُحرك الاحتراق الداخلي في المركبة كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4- حدّد موضع جسم الأسطوانات في مُحرك المركبة، كما في الشكل (2).	الشكل (2)
5- حدّد موضع رأس المُحرك وكسكيت الرأس في مُحرك المركبة، كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
6- حدّد موضع عمود المرفق في مُحرك المركبة، كما في الشكل (4).	 الشكل (4)
7- حدّد موضع عمود الحدبات (الكامات) في مُحرك المركبة،كما في الشكل (5).	الشكل (5)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
8 – حدّد مواضع المكابس في مُحرك المركبة، كما في الشكل (6).	الشكل (6)
9– حدّد مواضع الصمامات في مُحرك المركبة، كما في الشكل (7).	الشكل (7)
10 – حدّد موضع الحذافة في مُحرك المركبة، كما في الشكل (8).	الشكل (8)
11 – حدّد موضعَي مسنني التوقيت (مسنن عمود المرفق ومسنن عمود الكامات) في مُحرك المركبة كما في الشكل (9).	 الشكل (9)

الأنشطة العملية

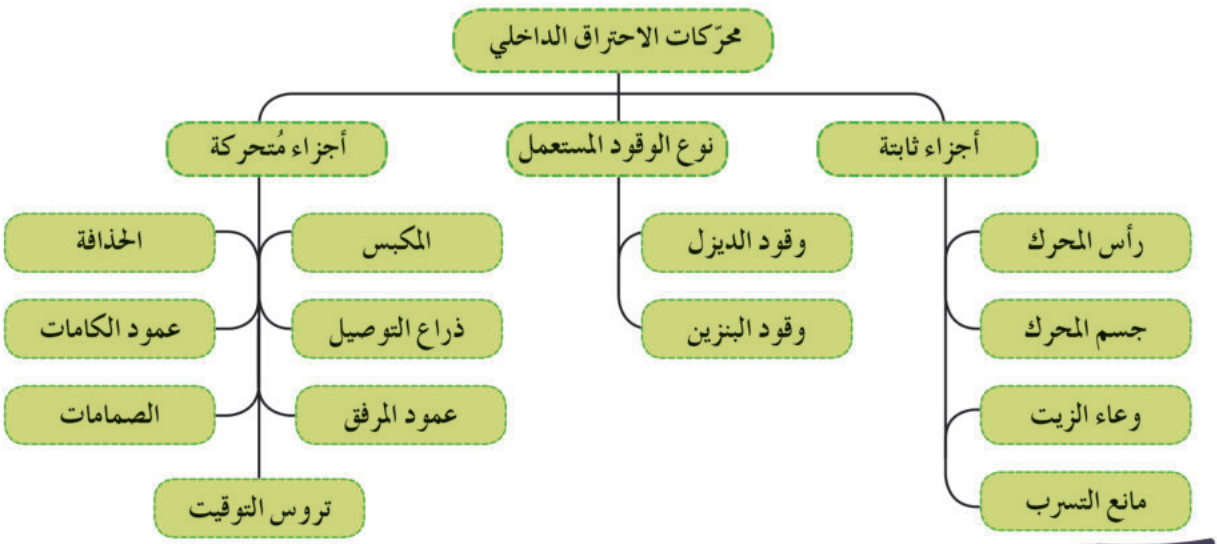
حدّد أجزاء مُحرك احتراق داخلي لمركبة صالحة أخرى وبإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد مكان مُحرك الاحتراق الداخلي في المركبة.			
2	أحدد موضع جسم الأسطوانات في مُحرك المركبة.			
3	أحدد موضع رأس المُحرك وكسكيت الرأس في مُحرك المركبة.			
4	أحدد موضع عمود المرفق في المُحرك المركبة.			
5	أحدد موضع عمود الحدبات (الكامات) في مُحرك المركبة.			
7	أحدد مواضع المكابس وصمامات في مُحرك المركبة.			
8	أحدد موضع الحذافة في مُحرك المركبة.			
9	أحدد موضعَي مسنني التوقيت (مسنن عمودالمرفق ومسنن عمود الكامات) في مُحرك المركبة.			

الخرائط المفاهيمية



ثانيًا: نظام التبريد في محركات الاحتراق الداخلي (Cooling System).

النتاجات

يتوقع منك في نهاية هذا الدرس أن:

- تتعرّف أنواع أنظمة التبريد في محركات الاحتراق الداخلي.
- تتعرّف مكونات نظام التبريد المائي.
- تتعرّف مبدأ عمل أنظمة التبريد في محركات الاحتراق الداخلي وأهميتها.

تعليمات السلامة العامة:

☑ **أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.**

القياس والتقويم

انظر.. وتساءل

- ما الفائدة من إضافة الماء إلى مُشع المركبة (الرديتر) كما في الشكل (1-21)؟
- ما الأنظمة المستخدمة في تبريد المحرك؟

الشكل (1-21).

استكشف

ابحث عَبْرَ الإنترنت عن وظائف نُظم التبريد المستخدمة في تبريد المحركات، واكتب تقريرًا عن ذلك وشارك زملاءك فيه، ثم ناقش فيه المعلم.

اقرأ.. وتعلم

عندما يدور المُحرك رباعي الدورة ذو الأسطوانات الأربع بسرعة (2000 د/د)، ينتج (4000) انفجار في الدقيقة داخل المُحرك، وهذه الانفجارات تنتج كمية هائلة من الحرارة، وإذا لم يتحكم فيها، فسينهار المُحرك خلال دقائق معدودة؛ نتيجة زيادة الإجهاد المصاحب لارتفاع الحرارة. لذلك يتخلص نظام التبريد من الحرارة الزائدة الناتجة من عملية الاحتراق.

وإذا كانت درجة حرارة المُحرك منخفضة جدًّا، فسيزيد استهلاك المُحرك للوقود، ويكثر الانبعاث الضار، ويزداد التآكل في أجزاء المُحرك، ولذلك يحافظ تبريد المُحرك على درجة حرارة طبيعية في المُحرك في مختلف ظروف تشغيله.

ينتقل ثلث كمية الحرارة المتولّدة من الاحتراق إلى نظام التبريد عَبْرَ أجزاء المُحرك، أما الحرارة المتبقية، فيخرج بعضها مع غازات العادم، في حين يتحول بعضها الآخر إلى طاقة حركية يُستفاد منها في إدارة المُحرك، وعمومًا، يُمكن تبريد المُحركات بالماء أو الهواء للتخلص من حرارة الاحتراق الزائدة.

إن نظام التبريد في الـمُحرك يؤدي خمس مهمات، وهي كما يأتي:

1 – رفع درجة حرارة الـمُحرك بأسرع وقت ممكن في بداية التشغيل، عن طريق إغلاق دورة التبريد عَبْرَ منظم الحرارة (ثيرموستات).

2 – التخلص من الحرارة الزائدة في الـمُحرك.

3 – المحافظة على درجة حرارة تشغيل ثابتة للمُحرك في ظروف التشغيل المختلفة.

4 – تبخير الوقود في مجمع السحب قبل دخوله الأسطوانات.

5 – توفير تدفئة للركاب.

فكر

ما الفائدة من رفع درجة حرارة الـمُحرك بسرعة إلى درجة الحرارة المثالية للتشغيل؟

أنواع أنظمة التبريد في الـمُحركات

يُبرّد الجسم الساخن غالبًا إما بتعريضه لتيار هواء بارد وإما بصب ماء بارد عليه، وهناك نوعان من الأنظمة المستخدمة في تبريد مُحركات الاحتراق الداخلي، وهما:

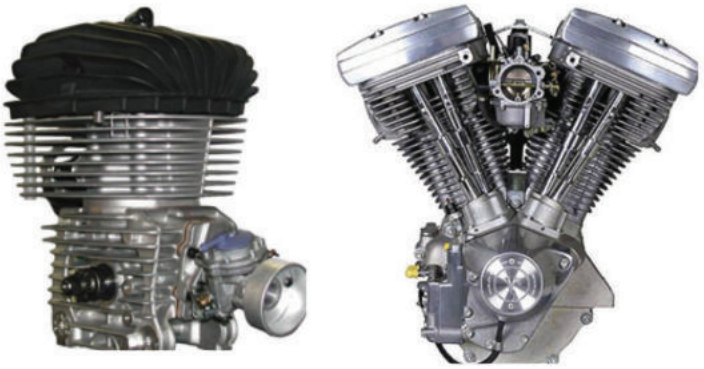
1 – **نظام التبريد الهوائي (Air Cooling System)**: يستخدم نظام التبريد بالهواء استخدامًا واسعًا في الـمُحركات الصغيرة، وخصوصًا مُحركات الدراجات البخارية، حيث لا يوجد فيها مروحة للتبريد، ويكون تبريدها طبيعيًّا؛ نتيجة اندفاعها على الطريق في الهواء الطلق؛ لذا يُنصح بعدم تشغيلها مدّة طويلة وهي متوقفة عن الحركة. ويمكن استخدام هذا النظام في الـمُحركات الكبيرة، التي تكون فيها الأسطوانات مفصولة عن جسم الـمُحرك، وتحتوي هي ورأس الـمُحرك زعانف (**Fins**) موجودة في مسار الهواء في أثناء حركته، علمًا أن درجة حرارة الـمُحركات التي تبرد بالهواء ترتفع على نحو أسرع منه في الـمُحركات التي تبرد بالماء، أي ترتفع درجة حرارة الـمُحرك التشغيلية أسرع من نظام التبريد المائي، ويمتاز هذا

النظام بسهولة الصيانة وقلة التكاليف، إلا أنه يصدر ضجيجًا عاليًا، ويتكون نظام التبريد الهوائي من الأجزاء الآتية:

أ – زعانف الـمُحرك: تحيط برأس الـمُحرك وكتلة الأسطوانات، لزيادة المساحة التي يلامسها الهواء، ورفع كفاءة التبريد.

ب – مروحة (**Fan**): لتحريك الهواء ودفعه باتجاه الزعانف وسطوح الـمُحرك المعرضة للحرارة.

جـ– موجه (**shroud**): لتوجيه الهواء وتركيزه على الزعانف، والشكل (1–22) يُبيّن نظام التبريد الهوائي.

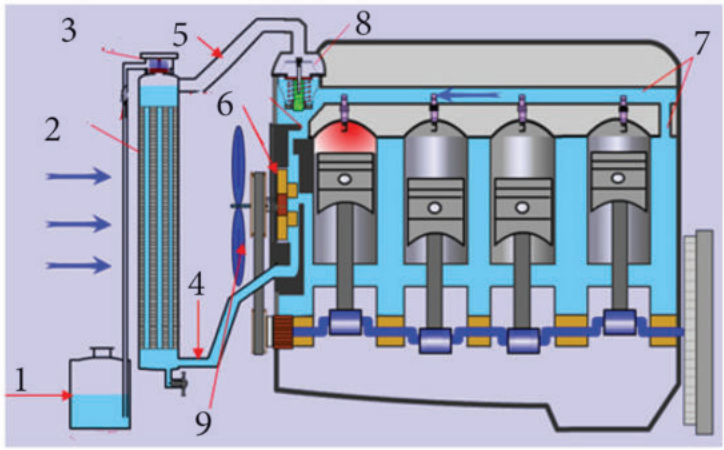


الشكل (1–22): نظام التبريد الهوائي.

2 – **نظام التبريد المائي (Water Cooling System)**: يُعدّ هذا النظام الأكثر استخدامًا في المركبات الصغيرة والكبيرة؛ لفاعليته الكبيرة ومزاياه المتعددة.

مكونات نظام التبريد المائي

يتكون النظام المائي في المركبات من عدة أجزاء، كما هو مُبيَّن في الشكل (1–23):



الشكل (1–23): مكونات نظام التبريد المائي في المركبات.

(1) خزان سائل التمدد. (2) المشع. (3) غطاء المشع. (4) الخرطوم السفلي. (5) الخرطوم العلوي.
(6) مضخة الماء. (7) جيوب التبريد. (8) منظم الحرارة (ثيرموستات). (9) مروحة التبريد.

1 – **المشع (Radiator)** نوع من أنواع المبادلات الحرارية، مصمم لنقل الحرارة من سائل التبريد الساخن الذي يتدفق عبره إلى الهواء الذي يخترقه بفعل سير المركبة والهواء الناتج من مروحة التبريد، وتصنع المشعات غالبًا من النحاس والبرونز، وأكثر المركبات الحديثة تحوي مشعات مصنوعة من الألمنيوم لكفاءته في سرعة سحب الحرارة من السائل والتخلص منها. يذكر أن المشعات تصنع بلحم زعانف من الألمنيوم الرقيق على طول أنابيب المشع لزيادة مساحة التبادل الحراري. انظر إلى الشكل (1–24) الذي يبين المشع.

الشكل (1–24): المشع.

2 – **غطاء المشع (Radiator Cap)** يغلق فتحة تعبئة المشع بإحكام، ومن وظائفه:

أ – يمنع تسرب سائل التبريد إلى الخارج إلا عند ضغط معين لوجود صمام ضغط في الغطاء نفسه.

ب – يرفع درجة حرارة سائل التبريد إلى درجة حرارة الغليان؛ ليساعد على عملية التبريد في المشع ويزيد كفاءة نظام التبريد، عن طريق زيادة الفرق في درجة الحرارة بين وسيط التبريد (الماء) والهواء.

جـ – يسمح بتدفق سائل التبريد إلى خزان التمدد عند ارتفاع ضغط النظام، كما هو مُبيّن في الشكل (1–25).

الشكل (1–25): غطاء المشع.

تحذير

لا تفتح غطاء المشع إذا كان الـمُحرك ساخنًا، وإذا لزم الأمر، فارتدِ قفازًا مناسبًا وافتحه ببطء مُبتعِدًا قدر الإمكان.

3 – **خزان التمدد (Expansion Tank)**: خزان بلاستيكي شفاف يوضع قرب المشع أو بعيدًا عنه، ويتصل بالمشع بوساطة أنبوب الفائض.

وظائف خزان التمدد

أ – تخزين الفائض من سائل التبريد، الناتج من تمدد سائل التبريد بسبب ارتفاع درجة حرارته في أثناء تشغيل الـمُحرك.

ب – سحب فقاقيع الهواء من داخل نظام التبريد؛ منعًا لتآكل جدران الأسطوانات الملامسة لسائل التبريد.

جـ – زيادة سائل التبريد عند نقصانه عن الحد المقرر، ويُبيّن الشكل (1–26) علامات مستوى السائل في خزان التمدّد.

الشكل (1–26): علامات مستوى السائل في خزان التمدّد.

4 – **مضخة سائل التبريد (Water pump)** مضخة من النوع الطارد عن المركز، تبقي سائل التبريد في حركة مستمرة داخل أجزاء نظام التبريد ما دام الـمُحرك يعمل.

تثبَّت هذه المضخة غالبًا على مقدمة الـمُحرك، وتدار من عمود المرفق بوساطة السير، ويوجد في المركبات الهجينة (الهايبرد) مضخة سائل التبريد تعمل بالطاقة الكهربائية، ومن مزاياها تقليل الجهد على الـمُحرك وتوفير استهلاك الوقود، كما هو مُبيّن في الشكل (1–27).

الشكل (1–27): مضخة ماء تدار بالسير ومضخة ماء تدار بالطاقة الكهربائية.

5 – **مروحة التبريد (Cooling Fan)** تسحب مروحة التبريد تيارًا هوائيًّا خلال إزالة المشع، لزيادة سرعة نقل الحرارة المحمولة وتشتيتها بسائل التبريد. تتكون معظم المراوح المستخدمة في مُحركات المركبات من (4–6) فراشات لسحب الهواء من أمام المركبة باتجاه الـمُحرك، وتصنع من مواد معدنية أو بلاستيكية، وهناك نوعان منها، هما:

أ – **المراوح (الميكانيكية) التي تدار بالسيور (Fan Belt Drive)**: تُستخدم هذه المراوح غالبًا في المركبات القديمة ذات الدفع الخلفي التي يثبّت فيها الـمُحرك طولًا، وتستمد حركتها من عمود المرفق، ويؤدي تشغيل هذه المراوح إلى تحميل الـمُحرك جهدًا إضافيًّا. من مساوئ المروحة التي تدار بالسير:

1. استهلاك الوقود.
2. استمرارية العمل ما دام مُحرك الاحتراق يعمل، ما يعرقل الوصول إلى درجة حرارة التشغيل المثالية، خصوصًا في الأجواء الباردة، كما في الشكل (1–28).

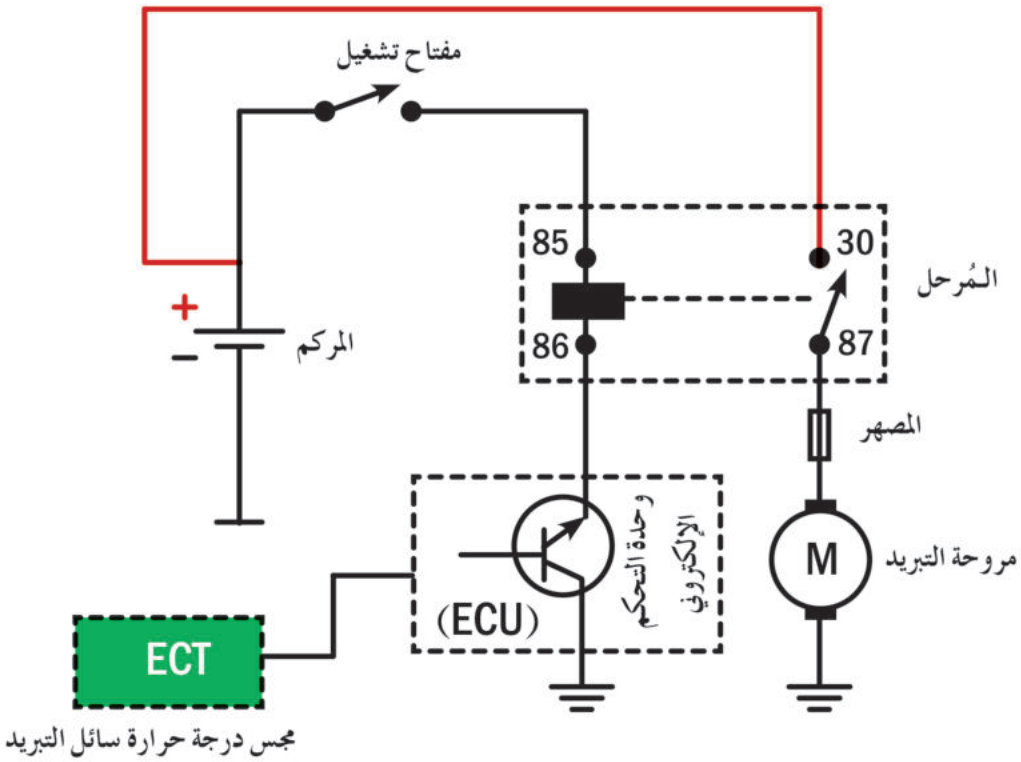
الشكل (1–28): مروحة التبريد الميكانيكية التي تدار بالسير.

ب – **المراوح التي تدار بالكهرباء (Electric Power Fan)** يشيع استخدام هذه المراوح في المركبات ذات الدفع الأمامي التي يثبَّت فيها الـمُحرك عرضًا في مقدمة المركبة، ويتحكم في تشغيل مروحة التبريد الحساس الحراري في المركبات القديمة، أو وحدة التحكم الإلكتروني للمُحرك في المركبات الحديثة. يرسل مجس درجة حرارة سائل التبريد معلومات إلى وحدة التحكم الإلكتروني عن درجة حرارة سائل التبريد، وعند ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المقرر، ترسل وحدة التحكم الإلكتروني إشارة إلى ملف مرحل تشغيل المروحة، ما يغلق ملامسه وتعمل مروحة التبريد، وعند انخفاض درجة حرارة سائل التبريد، تفصل وحدة التحكم الإلكتروني الإشارة عن ملف المرحل، وعليه، تتوقف مروحة التبريد عن العمل، وتمتاز المروحة الكهربائية بما يأتي:

1. تقليل الجهد على الـمُحرك.
2. الاقتصاد في استهلاك الوقود.
3. تقليل الضجيج الناتج من الـمُحرك بسبب عدم استخدام السيور.
4. تقليل صيانة نظام التبريد.
5. العمل عند الحاجة فقط، ما يساعد على الوصول إلى درجة حرارة التشغيل المثالية في أسرع وقت ممكن، كما في الشكل (1–29).

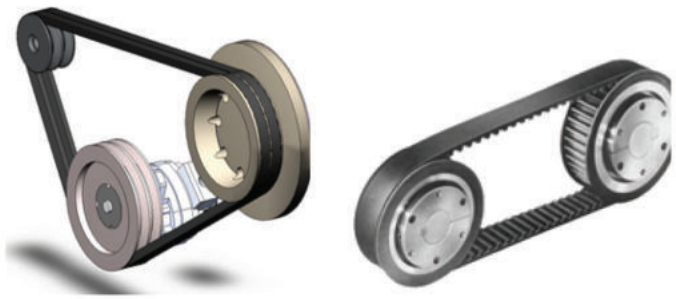
الشكل (1–29): مروحة التبريد الكهربائية.

والشكل (1–30) يُبيّن الدارة الكهربائية لمروحة التبريد مع وحدة التحكم الإلكتروني.



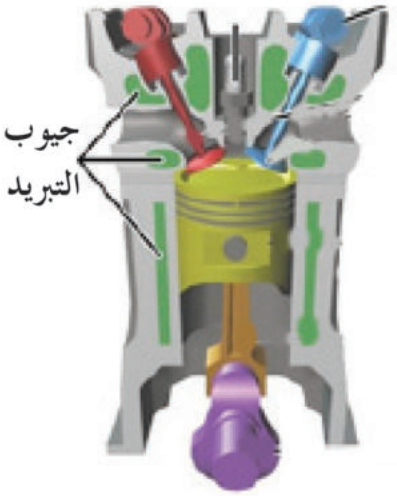
الشكل (1–30): الدارة الكهربائية لمروحة التبريد مع وحدة التحكم الإلكتروني.

6 – **سير (قشاط) المروحة (Fan Belt)**: وسيلة لنقل الحركة وعزم الدوران من بكرة عمود المرفق إلى المروحة وأجزاء أخرى، مثل: المولد وضاغطة المكيف، ومضخة القدرة في جهاز القيادة. وأغلب السيور المستخدمة في المركبات إما على شكل حرف (**V-Belt**)، وإما مبسطة ومسننة (**Toothed Belt Drive**)، كما هو مُبيّن في الشكل (1–31).



الشكل (1–31): شكل السير المستخدم في المُحركات.

7 – الجيوب المائية (Water Jacket)



الشكل (1–32): جيوب التبريد.

ممرات لسائل التبريد في كتلة الأسطوانات ورأس الـمُحرك، حيث تُوجد في كتلة الأسطوانات حول أسطوانات الـمُحرك على محيطها الخارجي كله، وفي رأس الـمُحرك حول كراسي الصمامات، وغرفة الاحتراق. تُصمّم الجيوب المائية في الـمُحرك على نحوٍ يُتيح التحكم في توزيع سائل التبريد على أجزاء الـمُحرك جميعها الـمُعرّضة للحرارة العالية، وظيفتها تبريد أجزاء الـمُحرك المعرضة للحرارة، كما هو مُبيّن في الشكل (1–32).

8 – منظم الحرارة (Thermostat): ووظائفه كما يأتي:

أ – رفع درجة حرارة الـمُحرك التشغيلية بأسرع وقت ممكن، عبر إغلاق دورة التبريد.

ب– تنظيم درجة حرارة سائل التبريد الواصل إلى المشع.

جـ– التحكم في مرور سائل التبريد من الـمُحرك إلى المشع حسب درجة حرارة الـمُحرك، كما هو مُبيّن في الشكل (33).

الشكل (2–33): منظم حرارة مفتوح وآخر مغلق.

مبدأ عمل المنظم الحراري

عندما تنخفض درجات الحرارة، يغلق المنظم الحراري مخرج سائل التبريد من رأس الـمُحرك إلى المشع إغلاقًا كاملًا، ويُعاد تدوير سائل التبريد بوساطة ممر جانبي إلى جسم الـمُحرك، ويبقي سائل التبريد في حركة دوران بين جسم الأسطوانات ورأس الـمُحرك، وبذلك ترتفع درجة حرارته بسرعة.

وعندما ترتفع درجة حرارة سائل التبريد إلى درجة حرارة التشغيل المثالية المحددة من الشركة الصانعة للمُحرك المثبتة على جسم المنظم، يفتح منظم الحرارة، ويسمح لسائل التبريد بالانتقال إلى المشع، للتخلص من الحرارة الزائدة ونقلها إلى الهواء الخارجي، ويستمر المنظم مفتوحًا ما دامت درجة حرارة سائل التبريد مثالية، وفي درجات الحرارة المتوسطة، يفتح المنظم الحراري جزئيًّا لإنفاذ كمية قليلة من سائل التبريد إلى المشع حتى وصول درجة الحرارة إلى الدرجة المثالية، كما هو مُبيّن في الشكل(1-34).

الشكل (1-34): موضع تركيب المنظم الحراري.

مُنظم الحرارة الإلكتروني

يوجد في بعض المركبات الحديثة منظم حرارة إلكتروني، يعمل هذا المنظم عَبْرَ وحدة التحكم الإلكتروني بناءً على الإشارة القادمة من مجس درجة الحرارة سائل التبريد، فيرسل إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني مفادها أن درجة حرارة سائل التبريد مرتفعة، فترسل وحدة التحكم إلكتروني أمرًا بفتح منظم الحرارة، لإنفاذ سائل التبريد إلى المشع، وعند انخفاض درجة حرارة سائل التبريد، تغلق وحدة التحكم الإلكتروني منظم الحرارة الإلكتروني، كما هو مُبيّن في الشكل (1-35).

الشكل (1-35): منظم الحرارة الإلكتروني.

9 – **الخراطيم (Water Hoses)**: يربط المشع بالـمُحرك ومضخة الماء بوساطة خراطيم مرنة تتحمل الاهتزاز في أثناء سير المركبة ودوران الـمُحرك، وغالبًا تُصنع الخراطيم من المطاط المقاوم للحرارة بأقطار مختلفة تناسب نوع الـمُحرك، وبعض أنواع الخراطيم تحتوى نسيجًا من أسلاك حلزونية معدنية مثبتة داخلها؛ منعًا لانطوائها عند حدوث خلخلة في نظام التبريد، ويُستخدم في نظام تبريد الـمُحرك خراطيم عدّة، مثل: الخرطوم العلوي لربط الخزان العلوي للمشع برأس الـمُحرك، والخرطوم السفلي لربط خزان المشع السفلي بمضخة الماء، كما هو مُبيّن في الشكل (1–36).

الشكل (1–36): الخراطيم ومواضع تركيبها.

10– **مجس درجة حرارة سائل التبريد (Engine Coolant Tempeature sensor)**: وظيفته قياس درجة حرارة سائل التبريد وإرسال إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني في المركبات الحديثة، أو تشغيل مرحل مروحة التبريد مباشرة،وهو مقاومة حرارية متغيرة تقل قيمتها كلما ارتفعت درجة حرارتها، ويثبّت في مجرى سائل التبريد على رأس الـمُحرك قريبًا من منظم الحرارة، كما هو مُبيّن في الشكل (1–37).

الشكل (1–37): مجس درجة حرارة سائل التبريد.

11 – **سائل التبريد (Coolant)**: يُستخدم في نظام التبريد المائي سائل معين، وهو خليط من الماء ومادة غليكول الإثيلين القاعدي، الذي يعرف بسائل مانع التجمّد (**Antifreeze**)، ولذلك

أصبح سائل تبريد الـمُحرك يمتاز بخصائص جيدة تتلخص في ما يأتي:

أ – رفع درجة غليان سائل التبريد.

ب– تخفيض درجة تجمد سائل التبريد.

جـ– منع التآكل الكيميائي والصدأ في أجزاء الـمُحرك و نظام التبريد.

د – منع تكون الرغوة في أثناء حركة السائل في دورة التبريد، كما هو مُبيّن في الشكل (1–38).

الشكل (1–38): سائل التبريد في النظام التبريد المائي.

ابحث عَبْرَ الإنترنت عن أنظمة التبريد في المركبات الحديثة واكتب تقريرًا عنها موضحًا بالصور.

تدرس الأعطال العملية ضمن مبحث التدريب العملي، على صورة تمرين عملي.

التمارين العملية

التمرين الثاني

تحديد موضع منظم الحرارة (الثيرموستات) في المركبة وفحصه.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد موقع مُنظّم الحرارة (الثيرموستات) في المركبة وتفحصه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – ميزان حرارة. 2 – صندوق عُدة. 3 – نموذج تدريب/ مركبة صالحة. 4 – وعاء معدني. 5 – سائل تبريد.	

خطوات الأداء

1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة.

3 – حدّد موقع منظم الحرارة (ثيرموستات) في مُحرك المركبة، كما في الشكل (1).

4 – فُكَّ براغي تثبيت قاعدة مُنظم الحرارة (ثيرموستات)، كما في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

خطوات الأداء

5 – انزع منظم الحرارة (ثيرموستات) من موضعه، كما في الشكل (3).

6 – تفقد مُنظم الحرارة (ثيرموستات) بعد نزعة من موضعه، كما في الشكل (4).

7– سخّن الماء حتى تصل درجة حرارته إلى درجة الغليان، ثم صُبّ الماء الساخن داخل الوعاء وضع ميزان الحرارة لمراقبة درجة الحرارة، كما في الشكل (5).

8 – اربط منظم الحرارة بسلك معدني، ثم ضع مُنظم الحرارة داخل الوعاء، ليبقى داخل الوعاء مُدّة زمنية تتراوح بين (3–5) دقائق، كما في الشكل (6).

9 – أخرج منظم الحرارة (ثيرموستات) من داخل الوعاء. إذا كان منظم الحرارة مفتوحًا، فإن ذلك يدّل على أن المنظم في حالة جيدة، وأما إذا كان مغلقًا، فإنه يكون تالفًا ويحتاج إلى استبدال.

الرسم التوضيحي

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الشكل (6)

الأنشطة العملية

حدّد موضع منظم الحراري الإلكتروني لمركبة صالحة، ثم فُكه بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد موضع منظم الحرارة (ثيرموستات) في مُحرك المركبة، وأفك براغي تثبيت قاعدة مُنظم الحرارة (ثيرموستات).			
2	أنزع منظم الحرارة (ثيرموستات) من موضعه، وأتفقد مُنظم الحرارة (ثيرموستات) بعد نزعه من موضعه.			
3	أضع ميزان الحرارة لمراقبة درجة الحرارة، وأفحص منظّم الحرارة.			

التمارين العملية

التمرين الثالث

بناء الدارة الكهربائية لمروحة التبريد الكهربائية مع الـمُرحل.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تبني دارة كهربائية لمروحة تبريد كهربائية مع الـمُرحل.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مروحة التبريد. 2 – مرحل. 3 – مجس حراري. 4 – المركم. 5 – صندوق عُدة. 6 – وعاء معدني. 7 – مفتاح تشغيل.	1 – أسلاك كهربائية. 2 – ماء (سائل تبريد).

خطوات الأداء

1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.

3 – ضع مروحة التبريد على طاولة العمل، كما هو في الشكل (1).

4 – ضع المرحل على طاولة العمل، كما هو في الشكل (2).

5 – اسكب الماء داخل الوعاء، ثم سخّن الماء حتى درجة حرارة الغليان، كما في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

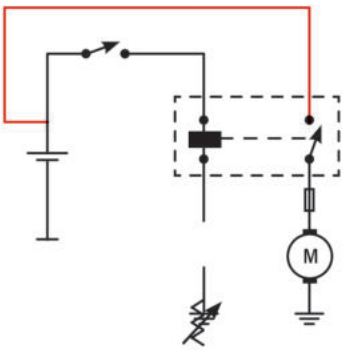
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6 – ضع البطارية وأسلاك الكهربائية على طاولة العمل كما في الشكل (4).

الشكل (4)

7 – صِل الدارة الكهربائية بالبطارية، كما في الشكل (5)، وتأكد من عملها.

8 – ضع المجس الحراري داخل وعاء الماء الساخن وراقب عمل الدارة.



الشكل (5)

الأنشطة العملية

بناء الدارة الكهربائية لمروحة التبريد الكهربائية مع الـمُرحل، لمركبة أُخرى بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محددًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أجهز مكونات الدارة الكهربائية لمروحة التبريد، وأضعها على طاولة العمل.			
2	أسخن الماء حتى درجة حرارة الغليان، ثم أسكب الماء داخل الوعاء.			
3	أصل الدارة الكهربائية لمروحة التبريد.			
4	أضع المجس الحراري داخل وعاء الماء الساخن، مراقِبًا عمل الدارة.			

الأعطال العملية

أعطال نظام التبريد

يعد نظام التبريد أحد الأنظمة المهمة في المركبة، غير أن أصحاب المركبات يعانون نظام التبريد، خصوصًا ارتفاع درجة حرارة الـمُحرك في فصل الصيف، وتوجد ثلاثة أعطال شائعة تحدث في نظام التبريد في الـمُحرك، ويُبيّن الجدول (1) هذه الأعطال وأسبابها، وطرائق تصليحها.

الجدول (1) أعطال نظام التبريد وأسبابها وطرائق تصليحها.

العطل	أسباب العطل المتوقع	طرائق التصليح
تسرب سائل التبريد	تسرب خارجي.	فحص التسرب في الخراطيم وخلايا المشع وفحص غطاء المشع.
	نقص سائل التبريد.	إضافة سائل التبريد.
	إغلاق مجاري المشع.	تنظيف مجاري المشع.
	إغلاق مصفي الهواء.	استبدال مصفي الهواء.
	توقف المروحة الكهربائية عن العمل.	تصليح المروحة الكهربائية أو استبدالها إذا لزم الأمر.
	اهتراء حواف غرفة الاحتراق في رأس الـمُحرك.	التأكد من عدم وجود شعر أو كسر في رأس الـمُحرك، أو سطح كتلة الأسطوانات.

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
ارتفاع درجة حرارة المحرك أكثر من الحد المقرر	ارتخاء أو قطع في سير المروحة.	شد سير (القشاط) أو استبداله.
	عطل في غطاء المشع.	استبدال غطاء المشع.
	عطل في منظم الحرارة.	استبدال منظم الحرارة.
	توقف المروحة الكهربائية عن العمل.	استبدال مروحة التبريد.
	عطل في مضخة الماء.	استبدال مضخة الماء.
	استخدام الماء (ماء عذب أو ماء مالح).	تفريغ الماء، ويستبدل به سائل التبريد.
	إغلاق مجاري المشع.	تنظيف مجاري المشع.
	حدوث عطل في الخراطيم أو المرابط.	استبدال الخرطوم المعطل أو المرابط.
	حدوث تسريب في مانع تسرب رأس المُحرك.	استبدال مانع تسرب رأس المُحرك.
	تراكم الصدأ والأوساخ داخل جيوب التبريد.	استبدال سائل التبريد من جديد.
	عطل في مبين الحرارة.	استبدال مبين الحرارة

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
لا تصل درجة حرارة المُحرك إلى الدرجة المثالية بسرعة	بقاء المنظم الحراري مفتوحًا دائمًا، أو عدم وجود منظم الحرارة.	فحص المنظم واستبداله إن لزم الأمر، وتركيب منظم إن لم يكن موجودًا.
	خطأ في مبين درجة الحرارة.	فحص مصباح التحذير ودارات الكهرباء، واستبدال المبين أو وحدة الإرسال عند الحاجة.

الخرائط المفاهيمية

ثالثًا: نظام التزييت في محركات الاحتراق الداخلي

النتاجات

يتوقع منك في نهاية هذا الدرس أن:

- تتعرف مكونات نظام التزييت في محركات الاحتراق الداخلي.
- تتعرف مبدأ عمل نظام التزييت في محركات الاحتراق الداخلي وأهميته.

تعليمات السلامة العامة:

☑ **أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.**

القياس والتقويم

انظر.. وتساءل

الشكل (1–39).

- ما فائدة الزيت في محركات الاحتراق الداخلي للمركبات ؟
- هل يوجد نظام لتزييت أجزاء مُحرّك الاحتراق الدخلي؟

استكشف

ابحث عَبْرَ الإنترنت عن وظائف نظام التزييت في المركبات، واكتب تقريرًا عن ذلك، ثم شارك زملاءك فيه، ثم ناقش المعلم فيه.

اقرأ.. وتعلم

يؤدي الاحتكاك الناتج من حركة الأجزاء المعدنية في الـمُحرك المبيّن في الشكل (1–39) إلى ارتفاع درجة حرارتها وتآكلها، ما يقلل كفاءة الـمُحرك ويقصر من عمره التشغيلي، وللتقليل من هذه الأضرار أو منعها، يجب تزييت قطع الـمُحرك المتحركة.

تُسهم الزيوت ذات المواصفات الجيدة والمناسبة لظروف تشغيل الـمُحرك المختلفة في استمرار عمل الـمُحرك وإطالة مدة استخدامه؛ لذا فهي تعد بالنسبة إلى الـمُحرك كالدم بالنسبة إلى الإنسان، ومن جانب آخر، يكوّن الزيت طبقة رقيقة بين الأسطح المتلامسة، فيمنع التآكل ويخفف الاحتكاك، ويبرّد هذه الأسطح، ونتيجة لحركته يزيل العوالق والترسبات عنها، ما يتطلب تنظيفها.

وظائف نظام التزييت في المركبات:

1 – تقليل الاحتكاك: منع الاحتكاك بين الأجزاء الدوارة والمتحركة داخل الـمُحرك، وتسهيل حركتها.

2 – التبريد: منع ارتفاع درجة حرارة أجزاء الـمُحرك.

3 – منع تسرب غازات الاحتراق: يساعد زيت التزييت على إحكام الإغلاق بين حلقات المكبس وبين الأسطوانات ومجاريها، فيحول دون تسريب الغازات الناتجة من الاحتراق إلى حيز عمود المرفق.

4 – التنظيف: يحمل الزيت المواد الغريبة جمعيها (الناتجة من الاحتراق و الاحتكاك) إلى مصفي الزيت (الفلتر) متخلِّصًا منها.

5 – امتصاص الصدمات: يمتص الزيت الصدمات والأصوات التي تحدث بين الأجزاء المتحركة، خصوصًا بين محامل عمود المرفق ومحامل ذراع التوصيل، بحيث تمتص طبقة الزيت بينهما الصدمة الناتجة من قوة دفع المكبس، ما يساعد على أداء هادئ للمُحرك.

مكونات نظام التزييت

يتكون هذا النظام من عدّة أجزاء، وهي:

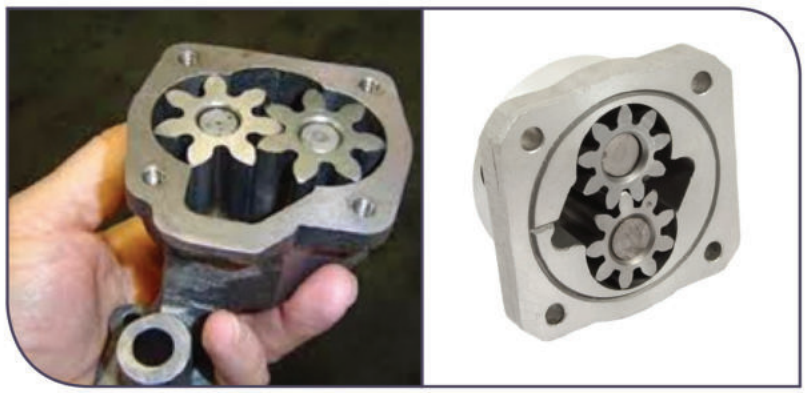
1 – **وعاء الزيت (Oil pan)**: وعاء مصنوع من الفولاذ أو سبيكة الألمنيوم، يحفظ فيه زيت التزييت حسب الكمية المحددة للمُحرك، وتكون قاعدته ذات مستويين مختلفين، وتستخدم فيه حواجز معدنية تحافظ على تغطية المصفاة الأولية للزيت في أثناء هبوط المركبة من المرتفعات، ويحتوى سدادة لتفريغ زيت المُحرك، ويكون جزء من هذه السدادة ممغنطًا لالتقاط الرايش المعدني الذي يتجمع داخل الزيت نتيجة احتكاك أجزاء المُحرك، علمًا أن زيت المُحركات الحديثة يُفرَّغ بوساطة الشفط بدلًا من السدادة (فتحة التفريغ)، كما هو مُبيّن في الشكل (1–40).

الشكل (1–40): وعاء الزيت وسدادة ممغنطة.

2 – **مصفاة الزيت (Oil Strainer)**: هي شبكة سلكية معدنية توضع في غلاف معدني، وتربط بوساطة أنبوب على مدخل مضخة الزيت، وتكون على بعد مناسب من قاع وعاء الزيت، تفاديًا لالتقاط الرواسب المعدنية التي تتجمع داخل الوعاء في أثناء تشغيل الـمُحرك. تنقي المصفاة الزيت الذي يدخل المضخة من المواد الغريبة الكبيرة نسبيًّا، كما هو مُبيّن في الشكل (1–41).

الشكل (1–41): مصفاة الزيت.

3 – **مضخة الزيت (Oil Pump)**: تُستعمل مضخة الزيت لسحب الزيت من وعاء الزيت بوساطة مصفاة سلكية، ثم تدفعه بضغط معين ليصل إلى مصفي الزيت، ثم إلى ممرات الزيت المختلفة في الـمُحرك لتزييت الأجزاء المتحركة. تستمد المضخة حركتها من عمود حدبات الـمُحرك، كما هو مُبيّن في الشكل (1–42).



الشكل (1–42): مضخة الزيت الترسية.

4 – **مصفي الزيت (Oil Filter)**: ينقي مصفّي الزيت (الفلتر) زيت الـمُحرك من العوالق والأوساخ الدقيقة التي يحملها الزيت في أثناء دورته لتزييت أجزاء الـمُحرك المختلفة، وبذلك يبقى الزيت نظيفًا ويحافظ على أجزاء الـمُحرك من التآكل مدة أطول، كما هو مُبيّن في الشكل (1–43).

الشكل (1–43): مصفي الزيت.

فكر

ما الفرق بين مصفاة الزيت ومُصفي الزيت في نظام التزييت؟

5 – **مقياس مستوى الزيت (Oil Stick)**: عمود معدني يستعمل لفحص مستوى زيت وعاء الزيت في الـمُحرك، ويدخل وعاء الزيت عَبْرَ مجرًى أنبوبي مثبت على جسم الـمُحرك. توجد علامتان نهاية عمود المقياس تشيران إلى أعلى مستوًى وأقل مستوًى للزيت في الوعاء، علمًا أن مستوى الزيت على المقياس يجب أن يكون بين العلامتين (L) و(F)، ولا ينصح بتشغيل الـمُحرك إذا كان مستوى الزيت أقل من المستوى المطلوب أو أكثر منه، كما هو مُبيّن في الشكل (1–44).

الشكل (1–44): مقياس مستوى الزيت.

6 – **مجس درجة حرارة الزيت في المُحرك (EOT) (Engine Oil Temperature Sensor)**: يُستخدم هذا المجس في المركبات الحديثة لإعطاء إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني عن درجة حرارة الزيت في المُحرك، حتى تتمكن هذه الوحدة من ضبط الإجراءات التي تساعد على تشغيل المُحرك بأفضل كفاءة، مثل: كمية الوقود، وموعد الحقن، وموعد الشرارة، وغيرها. ويراعي عند تثبيت هذا المجس غمر طرف الحساس بزيت المُحرك، وفي أغلب المُحركات يثبَّت في وعاء الزيت، كما هو مُبيّن في الشكل (1–45).

الشكل (1–45): مجس درجة حرارة الزيت في المُحرك.

فكر

ما مواصفات الزيت المستخدم في نظام التزييت؟

7 – **زيت المُحرك (Engine Oil)**: تُستخرج زيوت المُحركات من النفط الهيدروكربوني، ويكون ذا لزوجة عالية، مضافًا إليه مواد لتحسين خصائصه لاستمرار عمل المُحرك، حيث تتمتع زيوت المُحركات الجيدة بالخصائص الآتية:

أ – اللزوجة: تُعد اللزوجة من أهم صفات المتوافرة في الزيت، ويُقصد بها مقاومة الزيت للجريان، فكلما زادت لزوجة الزيت، قلت قابليته للجريان، وكلما قلت لزوجته، زادت قابليته للجريان، والشكل (1–46) يُبيّن لزوجة الزيت المستخدم في المُحركات.

الشكل (1–46): زيت الـمُحرك.

ب– مقاومة الاحتراق الكبيرة: يجب أن يكون الزيت قادرًا على تحمل درجات الحرارة المرتفعة التي يتعرض لها دون أن يحترق.

جـ– مقاوم التأكسد: تؤخر مانعات التأكسد تفاعل الزيت مع الأكسجين.

د– مقاومة الرغوة: يجب ألا يحدث الزيت رغوة بسبب اهتزازه في عمود المرفق.

هـ– مقاومة الاختلاط بالمواد الغريبة مثل الغبار والأتربة.

و– انخفاض درجة تجمدها، وارتفاع درجة اشتعالها.

ز– القدرة الكبيرة على توصيل الحرارة.

ح– مقاومة الصدأ والتآكل.

8 – **ممرات التزييت**: يمر الزيت في مُحرك المركبة عبر ممرات عدة موزعة على الأجزاء المتحركة؛ لتزييتها والعودة إلى وعاء الزيت، ومن ثَمَّ، تُعاد دورة التزييت من جديد.

9 – **غطاء فوهة غيار زيت الـمُحرك**: ومن وظائف غطاء غيار زيت الـمُحرك ما يأتي:

أ – منع تسرب زيت الـمُحرك إلى الخارج.

ب– إضافة الزيت أو تغيير الزيت عبر الفوهة.

يركب غطاء فوهة غيار الزيت على رأس الـمُحرك، كما هو مُبيّن في الشكل (1–47).

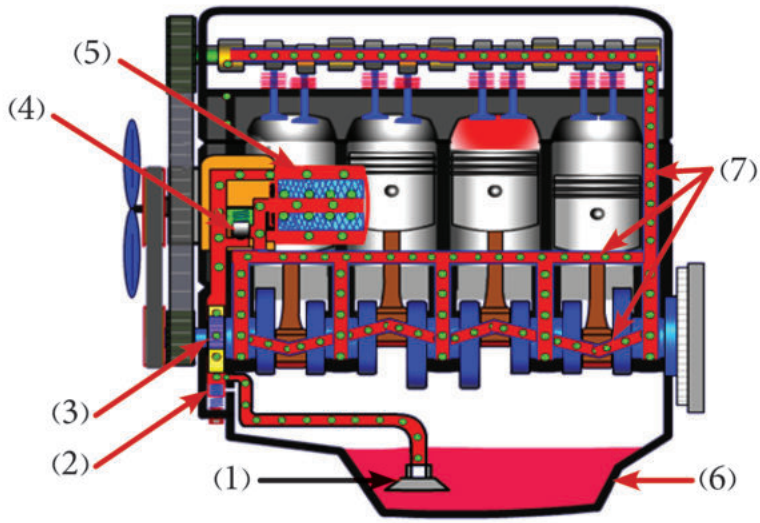
الشكل (1–47): غطاء فوهة غيار زيت الـمُحرك.

فكر

لماذا يعتمد نظام التزييت في الـمُحرك على الضغط العالي؟

مبدأ عمل نظام التزييت

يعتمد نظام التزييت على الضغط العالي؛ لكي يتسنى وصول الزيت إلى أجزاء الـمُحرك جميعها، خصوصًا رأس الـمُحرك، وفيه تستخدم مضخة ترسية تستمد حركتها من عمود الكامات، حيث تسحب هذه المضخة الزيت من وعاء الزيت عبر مصفاة سلكية، ثم تدفعه إلى مصفي الزيت (فلتر) لتنقية الزيت، ثم تدفعه بضغط عالٍ إلى ممرات التزييت. الشكل (1–48) يُبيِّن مبدأ عمل نظام التزييت، ويبين أيضًا أجزاء نظام التزييت المشار إليها بالأرقام في:



الشكل (1–48): مبدأ عمل نظام التزييت وأجزاؤه.

(1) مصفاة الزيت.

(2) صمام تصريف ضغط الزيت.

(3) مضخة الزيت.

(4) مجس ضغط الزيت.

(5) مصفي الزيت.

(6) وعاء الزيت.

(7) ممرات التزييت.

نظّم زيارة بإشراف معلمك إلى إحدى محطات صيانة المركبات، وتعرّف مكونات نظام التزييت، والأنواع المختلفة للزيوت المستخدمة، وقارن بينها من حيث لزوجتها واستخداماتها، ثم اكتب تقريرًا مفصّلًا عن زيارتك.

التمارين العملية

التمرين الرابع

قياس مستوى الزيت في الـمُحرك.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تقيس مستوى الزيت في الـمُحرك.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1– مركبة. 2– قطعة قماش.	– زيت مُحرك جديد.
3– صندوق العدة. 4– قفافيز.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1– أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	الشكل (1)
2– أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.	
3 – عند قياس مستوى الزيت في مُحرك المركبة، يجب إيقاف المركبة على أرض مستويه، وأن يكون مُحرك المركبة مُطفأً مدة تتراوح بين (5 – 10) دقائق، لكي يتسنى نزول الزيت إلى وعاء الزيت.	
4– ارتد القفافيز الواقية، كما في الشكل (1).	

خطوات الأداء

5 – افتح غطاء مُحرك المركبة، وحدّد مقياس مستوى الزيت المُحرك، كما في الشكل (2).

6 – اسحب مقياس مستوى الزيت من مكانه، كما في الشكل (3).

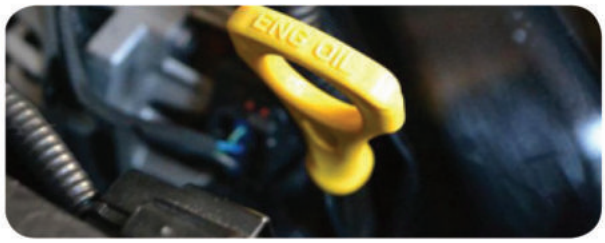
7 – تفقد مقياس مستوى الزيت بعد خروجه من مكانه، كما الشكل (4).

8 – نظّف مقياس مستوى الزيت بقطعة من القماش، لمعرفة القراءة الصحيحة، ثم أعد مقياس مستوى الزيت مكانه.

9 – اسحب مقياس مستوى الزيت من جديد، وانظر إلى مقياس مستوى الزيت.كما في الشكل (5).

10 – إذا كان مستوى الزيت بين العلامتين (L) و (F)، فإن مستوى الزيت في حالة جيدة، أما إذا كان أقل من علامة (L) بقليل، فأضف الزيت إلى مُحرك المركبة حسب تعليمات الشركة الصانعة، وإذا كان لون الزيت يميل إلى اللون الأسود، فاستبدل به زيتًا جديدًا للمحرك، كما في الشكل (6).

الرسم التوضيحي



الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الشكل (6)

الأنشطة العملية

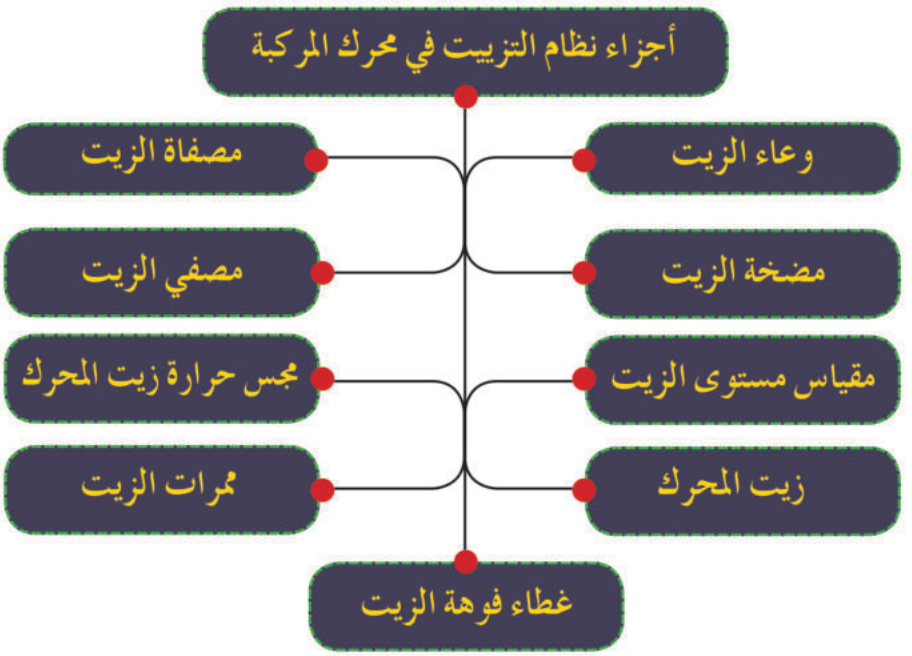
تفقد مقياس الزيت لمركبة تعمل بوقود الديزل بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفتح غطاء مُحرك المركبة، وأحدد مقياس مستوى الزيت في المُحرك.			
2	أسحب مقياس مستوى الزيت من مكانه.			
3	أتفقد مقياس مستوى الزيت بعد إخراجه من مكانه.			
4	أنظف مقياس مستوى الزيت بقطعة من القماش، مُتعرِّفًا القراءة الصحيحة، ثم أعيده إلى مكانه.			
5	أقرأ مستوى الزيت قراءة دقيقة.			

الخرائط المفاهيمية



الأعطال العملية

أعطال نظام التزييت، وأسبابها، وطرائق تصليحها

العطل	أعراض العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
زيادة استهلاك الزيت	إضافة زيت على نحو متكرر إلى المُحرك.	التسرب الخارجي للزيت بسبب تلف مانعات التسرب في المُحرك (لاحظ أي علامات تسرب للزيت على محيط المُحرك، أو على الأرض أسفل المُحرك، وحدد مكان التسرب).	استبدال مانعة التسرب.
	ظهور دخان أزرق في غازات العادم.	التسرب الداخلي للزيت بسبب اهتراء حلقات المكبس، أو جلود الصمامات وأدلتها، أو تثبيت حلقات المكبس بصورة غير صحيحة.	استبدال حلقات المكبس والأدلة وصنفرة الصمامات.
	وجود زيت على جسم المُحرك أو تحت المركبة في أثناء التوقف.	وجود تسريب في خزان الزيت السفلي، أوخروج الزيت من غطاء الزيت العلوي.	تفقد مكان التسريب ومعالجته.

العطل	أعراض العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
انخفاض ضغط الزيت في المُحرك	إضاءة مُبيِّن ضغط الزيت أو انخفاض قراءة ضغط الزيت على مؤشر القياس في لوحة البيان أمام السائق.	نقص الزيت في المُحرك.	تفقد مستوى الزيت.
		حدوث عطل في مضخة الزيت.	فك المضخة وتصليحها، أو استبدالها.
	أصوات غير طبيعة في المُحرك (جرشة).	حدوث عطل في مبين ضغط الزيت.	استبدال مبين ضغط الزيت.
		استخدام زيت لزوجته منخفضة.	استخدام زيت حسب المواصفات.

العطل	أعراض العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
ارتفاع ضغط الزيت في المُحرك	قراءة عالية لمقياس ضغط الزيت على لوحة البيان أمام السائق.	عطل في مبين الزيت.	استبدال مُبيِّن ضغط الزيت.
	انتفاخ مصفي (فلتر) الزيت.	عطل في صمام تنظيم ضغط الزيت (في حالة إغلاق دائم).	استبدال الصمام.
		إغلاق في أنابيب الزيت ومجاريه في المُحرك.	تنظيف أنابيب الزيت ومجاريه في المُحرك
		استخدام زيت غير مناسب للمُحرك.	اختيار الزيت المناسب للمحرك حسب تعليمات الشركة الصانعة.

العطل	أعراض العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
خلط الزيت بسائل التبريد في المشع	ارتفاع درجة حرارة المُحرك.	حرق حشوة رأس المُحرك (كسكيت الرأس).	استبدال كسكيت رأس المُحرك.
	ظهور مادة ترسبية (طحينية الشكل) مع الزيت على مقياس الزيت. وظهور طبقة زيتية مع الماء في المشع.	حدوث شعر أو كسر في سطح رأس المُحرك.	فك رأس المُحرك، ثم فحصه وتصليحه.

استكشف

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

رابعًا: نظام حقن الوقود الإلكتروني.

النتاجات

يتوقع منك في نهاية الدرس أن:

- تتعرّف وظائف نظام حقن الوقود الإلكتروني.
- تتعرّف مكونات نظام حقن الوقود الإلكتروني.
- تتعرّف أنواع أنظمة حقن الوقود الإلكتروني.

تعليمات السلامة العامة:

☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

انظر.. وتساءل

- ما المقصود بنظام الحقن الإلكتروني؟
- ما مكونات نظام الحقن الإلكتروني؟

استكشف

ابحث عَبْر الإنترنت عن آلية عمل أنظمة الحقن الإلكتروني في المركبات، ثم شارك زملاءك فيه، وناقش فيه مُعلمك.

اقرأ.. وتعلم

إن أنظمة حقن الوقود تزود الـمُحركات بكمية الوقود اللازمة للاحتراق، ومعظم هذه الأنظمة يُتحكَّم فيها إلكترونيًّا، كما هو الحال في المركبات الحديثة، لتكون قادرة على تحديد نسب الوقود المثالية إلى الهواء وهي (1:14.7)، لمواجهة ظروف التشغيل ودرجات الحرارة المختلفة.

يجب مراقبة نسب الوقود إلى الهواء في الـمُحركات بدقة؛ لتحقيق أداء أفضل للمُحرك وتقليل نسبة التلوث، والاقتصاد في استهلاك الوقود.

إن مفهوم كلمة حقن (**Injection**) يستعمل لوصف أي نظام يعمل على ضخ الوقود داخل غرفة الاحتراق على نحو مباشر أو غير مباشر، على صورة جزئيات صغيرة الحجم قادرة على اختراق تيار الهواء المضغوط داخل غرف الاحتراق، أو تيار الهواء الداخل عَبْرَ صمام الدخول، ثم يمزج بالهواء ويوزع جيدًا للحصول على احتراق كامل.

إن القوانين الصارمة التي فرضتها الدول لمراقبة انبعاث الغازات العادمة الضارة من الـمُحركات، تتطلب مراعاة الدقة في قياس نسبة هذه الغازات، لتكون أقل ضررًا بالإنسان والبيئة.

ودفعت هذه القوانين الشركات المصنعة للمركبات إلى تطوير أنظمة حقن الوقود، لكي تتناسب

والمتطلبات العالمية، وللتقليل من نواتج الاحتراق الضارة.

لقد وجد هذا النظام بديلًا لنظام المغذي في مُحركات البنزين، فلم يستطع نظام المغذي أن يستجيب للمعايير العالمية للتقليل من نسب الغازات الضارة في غازات العادم، وكذلك التقليل من استهلاك الوقود بسب قصوره عن تحديد كمية الوقود التي يحتاجها الـمُحرك في ظروفه التشغيلية بدقة كبيرة.

وظائف نظام حقن الوقود الإلكتروني

إن الوظيفة الأساسية لنظام الحقن الإلكتروني هي تزويد الـمُحرك بمزيج من الهواء والوقود يتناسب والظروف التشغيلية للمُحرك، حيث يؤدي هذه الوظيفة عبر احتسابه كمية الوقود اللازمة للمُحرك بناءً على الإشارات التي يتلقاها من المجسات المختلفة، مثل: مجس قياس حجم الهواء الداخل إلى الـمُحرك، ومجس عمود المرفق، ومجس وضعية صمام الخانق، ومجس درجة حرارة سائل التبريد، ومجس الأكسجين، وغيرها من المجسات.

تحدد وحدة التحكم الإلكتروني كمية الوقود المحقون بالمدة الزمنية التي يفتحها البخاخ لحقن الوقود. وهي بهذه الطريقة تحافظ على استمرار تزويد الـمُحرك بنسبة مزيج من النسبة المثالية وهي (1:14.7)، إذ إن عمل الـمُحرك على نسبة المزيج يوفر استهلاك الوقود، ويقلل من انبعاث الغازات السامة، ويزيد من كفاءة الـمُحرك وقدرته.

مزايا نظام حقن الوقود الإلكتروني

1- الاقتصاد في استهلاك الوقود.

2- التقليل من الغازات السامة في غازات العادم.

3- توزيع المزيج بالتساوي على أسطوانات الـمُحرك جميعها.

4- ضبط نسبة المزيج بدقة على سرعات الـمُحرك جميعها.

5- استجابة جيدة للتغير في زاوية فتح صمام الخانق.

6- تصحيح نسبة المزيج باستمرار، بناء على التغذية الراجعة من مجس الأكسجين.

7- زيادة قدرة الـمُحرك وكفاءته.

8- زيادة الكفاءة الحجمية للمُحرك.

مكونات نظام الحقن الإلكتروني

يتكون هذا النظام من الأنظمة الفرعية الآتية:

1- نظام التحكم الإلكتروني.

2- نظام سحب الهواء.

3- نظام الوقود.

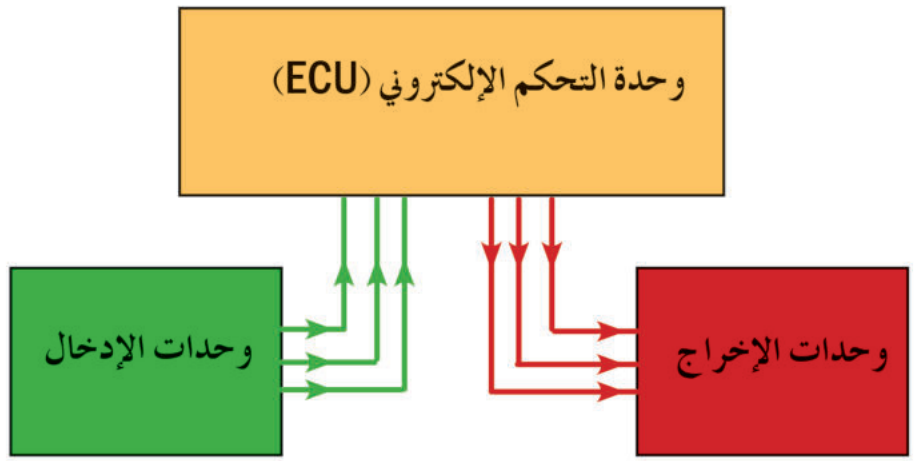
يتكون نظام التحكم الإلكتروني في نظام الحقن الإلكتروني من:

1- وحدات الإدخال (**Input Units**) وتتكون من المجسات.

2- وحدة التحكم الإلكترونية (**ECU**) (**Electronic Control UNIT**).

3- وحدات الإخراج (**Output Units**) وتتكون من المشغلات.

ويُبيِّن الشكل (1-49) التحكم الإلكتروني في نظام الحقن الإلكتروني.



الشكل (1-49): التحكم الإلكتروني في نظام الحقن الإلكتروني.

ويُعدّ نظام حقن الوقود نظامًا متكاملًا، يستطيع جمع بيانات كاملة عن الظروف التشغيلية المختلفة للمُحرك عبر المجسات، التي تمثل وحدة الإدخال (**Input Unit**) في النظام، ثم تدخل البيانات إلى وحدة التحكم الإلكتروني (**Electronic Control UNIT**) على صورة إشارات كهربائية تماثلية أو رقمية، إذ تعالج وحدة التحكم الإلكتروني وتنفذ الحسابات اللازمة لتحديد كمية الوقود اللازم

حقنها، وترسل أمرًا بذلك إلى وحدة الإخراج (Output Unit) لينفذ البخاخ الأمر، حيث يفتح مدة زمنية محددة تقاس بجزء من الألف من الثانية (ms) لحقن كمية الوقود المحسوبة من قبل وحدة التحكم، التي تلائم الظرف التشغيلي للمُحرك، لتحقيق أفضل توفير للوقود، ويسبب قلة انبعاث الغازات الضارة، وكذلك لتحقيق أفضل قدرة وعزم للمُحرك.

أ- مجسات نظام حقن الوقود الإلكتروني (Electronic Fuel injection System Sensors).

لكي تتمكن وحدة التحكم الإلكتروني من حساب كمية الوقود اللازمة بدقة، وحساب مدة فتح البخاخ، فإنها تستقبل معلومات باستمرار عن ظروف عمل الـمُحرك من عدد من المجسات.

تعدّ المجسات من الأدوات المهمة في نظام الحقن الإلكتروني، حيث تكوّن في مجموعها وحدة الإدخال في النظام، ووظيفتها جمع البيانات عن الظروف التشغيلية للمُحرك، وتزويد وحدة التحكم الإلكتروني في هذه المعلومات، حتى نقرَ القرار المناسب لضمان عمل الـمُحرك في أفضل الظروف التشغيلية، كما هو مُبيّن في الشكل(1-50).

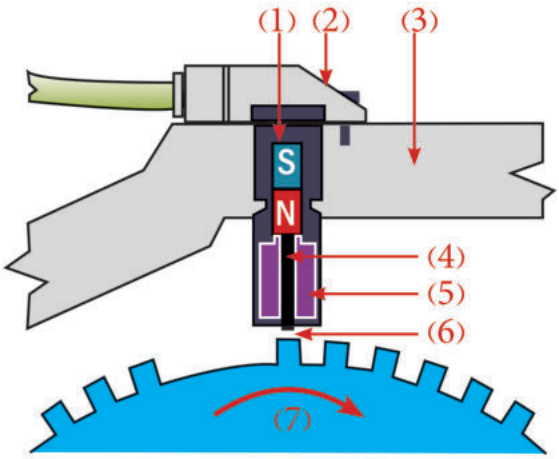
الشكل (1-50): مجسات الـمُحرك.

1 . **مجس موضع عمود المرفق (مقياس دورة المُحرك) (CKP) (crank shaft position sensor):**

يعدّ هذا المجس من المجسات الأساسية في المُحرك، فهو يقيس عدد دورات المُحرك، ويحدد موقع عمود المرفق بالنسبة إلى توقيت الشرارة، ويُظهر الإشارة الأولية لإطلاق الشرارة وتشغيل البخاخ. تعتمد وحدة التحكم الإلكتروني على الإشارة الصادرة من هذا المجس لتتعرف بدء تشغيل المُحرك، ويقع هذا المجس إما في مقدمة المُحرك مقابل بكرة المرفق الأمامية، وإما في مؤخرة المُحرك مقابل الحذافة (**Flywheel**)، وهو جهاز ينتج إشارة جهد متردد (**AC Analog**)، ويتكون من ملف لاقط للمجال المغناطيسي. انظر إلى الشكل (1–51) مجس عمود المرفق. إن تعطل هذا المجس يمنع إرسال إشارة بدء التشغيل إلى وحدة التحكم الإلكتروني، وعليه، لن يتم إصدار الشرارة أو تشغيل البخاخ ولا يمكن تشغيل المُحرك. إذا حصل تشوه في الإشارة نتيجة وجود تشوه في الزعانف التي تقطع المجال المغناطيسي للمجس أو وجود عطل في ملف الجهاز، فإن الإشارة غير سليمة، فلا ينتظم عمل المُحرك ويحصل عطل متقطع فتنقطع الشرارة والوقود.

الشكل (1–51): مجس عمود المرفق.

ومن أجل تحديد موضع المكبس رقم واحد أو تحديد زاوية عمود المرفق، تُصنع غالبًا العجلة التي تقابل المجس بإزالة إحدى أسنان هذه العجلة، لتدل على طريق اختلاف الإشارة على موضع زاوية عمود المرفق. انظر إلى الشكل (1–52).



(1) المغناطيس الدائم. (2) وصلة كهربائية.

(3) جسم الـمُحرك. (4) قلب حديدي.

(5) ملف كهربائي. (6) الفجوة الهوائية.

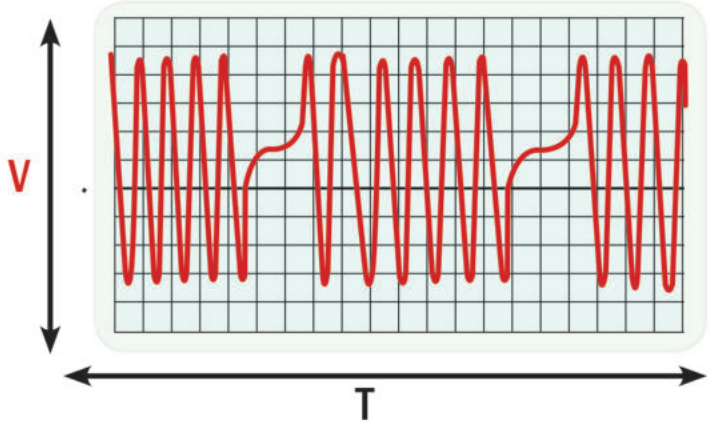
(7) مسنن عمود المرفق.

الشكل (1–52): مكونات مجس عمود المرفق.

مبدأ عمل مجس عمود المرفق

عندما يعمل الـمُحرك ويدور مسنن عمود المرفق وتقترب أسنانه من المجس، تصغر الفجوة الهوائية، وتتقطع خطوط المجال المغناطيسي، فيتولد في الملف الكهربائي (نبضات كهربائية)، أي عندما تقترب إحدى الأسنان من المجس، فإنه تولد نبضة (موجبة)، وعندما تبتعد السن تزداد الفجوة الهوائية بين مجس عمود المرفق ومسنن عمود المرفق فتتولد نبضة (سالبة)، وهكذا تستمر العملية كل مرة عند اقتراب الأسنان وابتعادها.

ويشير الاختلاف في الإشارة إلى النتوءات الناقصة في مسنن عمود المرفق التي تدل على موضع المكبس رقم واحد، كما هو مُبيّن في الشكل (1–53).

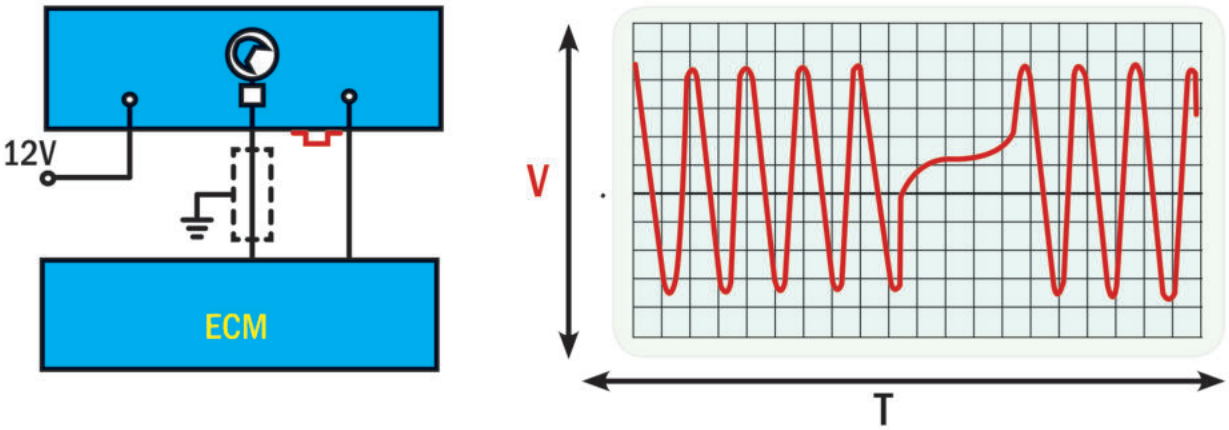


الشكل (1–53): إشارة مجس عمود المرفق.

2. **مجس موضع عمود الحدبات (الكامات) (CMp) (Camshaft Position Sensor):**
يشبه هذا المجس مجس عمود المرفق في التصميم والوظيفة، لكنه يقيس دورة عمود الحدبات (الكامات)، ويرتبط غالبًا بعملية الإشعال، حيث يزود وحدة التحكم الإلكتروني بمعلومات عن عدد دورات عمود الحدبات (الكامات)، وعن موضع عمود الحدبات (الكامات) بالنسبة إلى المكبس، من أجل توقيت الشرارة وضبطها. والشكل (1–54) يُبيِّن مجس عمود الحدبات (الكامات).

الشكل (1–54): مجس عمود الحدبات (الكامات).

يُبيِّن الشكل (1–55) إشارة مجس عمود الحدبات (الكامات) وتوصيله بوحدة التحكم الإلكتروني.



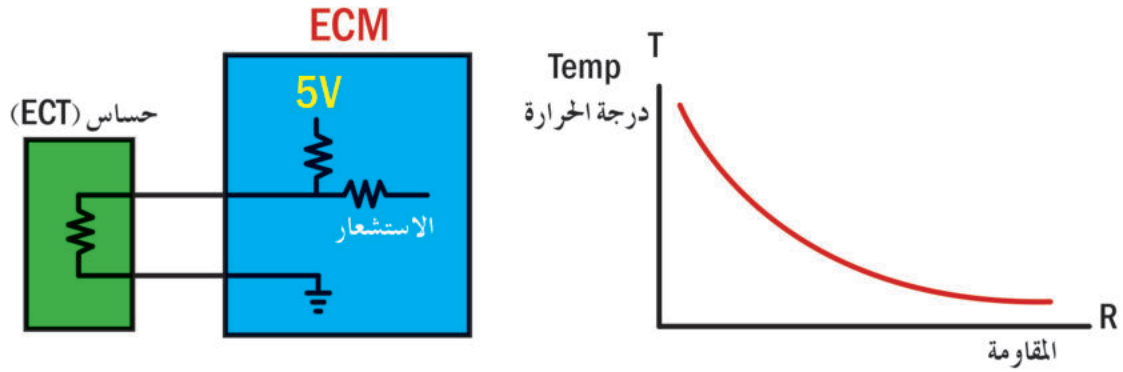
الشكل (1–55): إشارة مجس عمود الحدبات (الكامات) وتوصيله بوحدة التحكم الإلكتروني.

3. **مجس درجة حرارة الهواء (IAT) (Intake Air Temperature):** يستخدم هذا المجس من أجل قياس درجة حرارة الهواء؛ لتحديد كثافة الهواء الداخل إلى المُحرك، وهو مقاومة حرارية تتغير قيمتها مع تغير درجة الحرارة، إذ تقل قيمتها بزيادة الحرارة، وترسل وحدة التحكم الإلكتروني إشارة جهد مرجعية إلى هذا المجس، حيث يراقب الجهد الراجع إليها، ويزداد الجهد أو يقل حسب مقاومة هذا المجس، ويثبَّت غالبًا على علبة مصفي الهواء وله نهايتان للكهرباء: نهاية موجبة ونهاية سالبة، وكلتاهما موصولة بوحدة التحكم الإلكتروني، والشكل (1–56) يُبيِّن مجس درجة حرارة الهواء.

الشكل (1-56): مجس درجة حرارة الهواء.

مبدأ عمل مجس درجة حرارة الهواء

عندما يكون الهواء باردًا، تكون كثافة الهواء عالية، فتكون قيمة المقاومة في المجس عالية، لذلك تتطلب الحاجة إلى كمية وقود إضافية، لكيلا يصبح المزيج خفيفًا، لذلك تُستعمل إشارة هذا المجس معامل تصحيح للمدة الزمنية لفتح بخاخات الوقود مدة زمنية طويلة. وعندما يكون الهواء ساخنًا، تكون كثافة الهواء قليلة، فتكون قيمة المقاومة في المجس منخفضة، فلا حاجة إلى كمية وقود إضافية، وعليه، تقل مدة تشغيل بخاخات الوقود، فيقل استهلاك الوقود، وتقل الانبعاثات الضارة، كما في الشكل (1-57).



الشكل (1-57): إشارة مجس درجة حرارة الهواء وتوصيله بوحدة التحكم الإلكتروني.

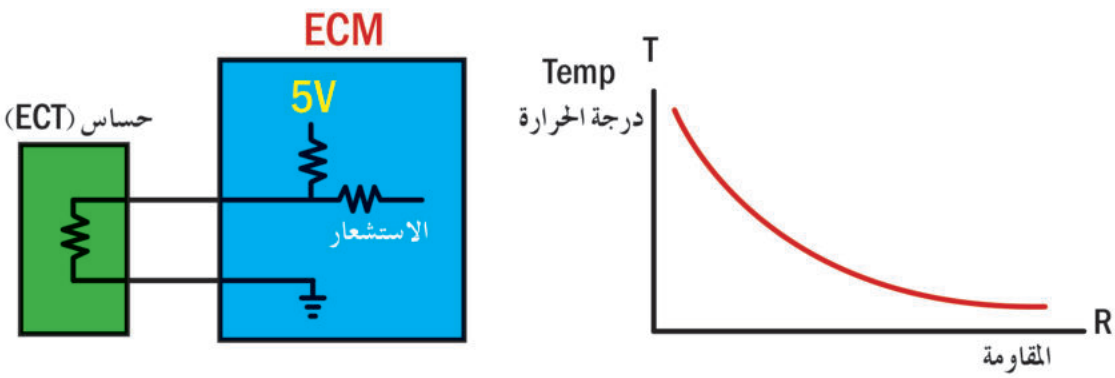
4. **مجس درجة حرارة سائل التبريد (ECT) (Engine Coolant Temperature)**: هو مقاومة متغيرة حرارية مثل مقاومة حرارة الهواء، يزود وحدة التحكم الإلكتروني بمعلومات على صورة إشارة جهد متغيرة عن درجة حرارة سائل التبريد، وتستعمل وحدة التحكم الإلكتروني هذه المعلومة الخاصة بحرارة سائل التبريد من أجل تعديل حساب كتلة الهواء، ومن ثَمَّ،

التحكم في مدة فتح البخاخ، وكذلك لتشغيل أو إيقاف مروحة التبريد، أو التزام الإستراتيجية المناسبة في أثناء حالات الطوارئ بسبب ارتفاع حرارة الـمُحرك المفاجئة، ويُثبَّت هذا المجس على رأس الـمُحرك قريب من جيوب التبريد، كما هو مُبيَّن في الشكل (1–58).

الشكل (1–58): مجس درجة حرارة سائل التبريد.

مبدأ عمل مجس درجة حرارة سائل التبريد

عندما تكون درجة حرارة سائل التبريد منخفضة، تصبح قيمة المقاومة المجس عالية، لذلك يرسل المجس إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني لتزيد وحدة التحكم مدة زمن فتح البخاخ، وتزود الـمُحرك بالوقود لكي يصبح المزيج غنيًّا؛ لأن الـمُحرك عندما يكون باردًا يكثّف البنزين على جدران السحب وجدران الأسطوانات، ولذلك نحتاج إلى تعويض الوقود، وعندما تكون درجة حرارة سائل التبريد عالية، تصبح قيمة مقاومة المجس منخفضة، لذلك يرسل المجس إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني لتشغّل وحدة التحكم مروحة التبريد في نظام التبريد المائي، وتعدّل مدة فتح البخاخات حسب الحاجة، كما في الشكل (1–59).

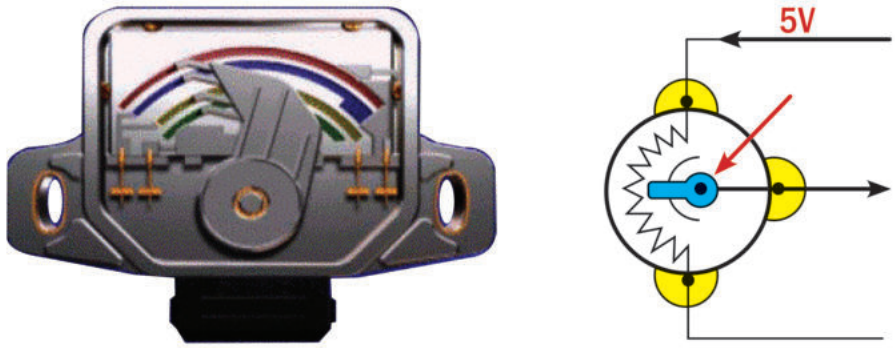


الشكل (1–59): الإشارة الكهربائية لمجس درجة حرارة سائل التبريد وتوصيله بوحدة التحكم الإلكتروني.

5. **مجس موضع صمام الخانق (TPS) (Throttle Position Sensor)**: يُعدّ جهاز الخانق مجرى دخول الهواء إلى الـمُحرك، ويتحكم في كمية الهواء الداخل إلى الـمُحرك، وعليه يقرر كمية الوقود التي سيزود بها المحرك عبر البخاخات. إن دواسة الوقود موصولة مباشرة بعمود الخانق، لذلك فإن مقدار فتح زاوية الخانق تكون استجابة مباشرة لرغبة السائق في زيادة قدرة المركبة وسرعتها، والشكل (1–60) يبين مجس موضع صمام الخانق.

الشكل (1–60): مجس موضع صمام الخانق.

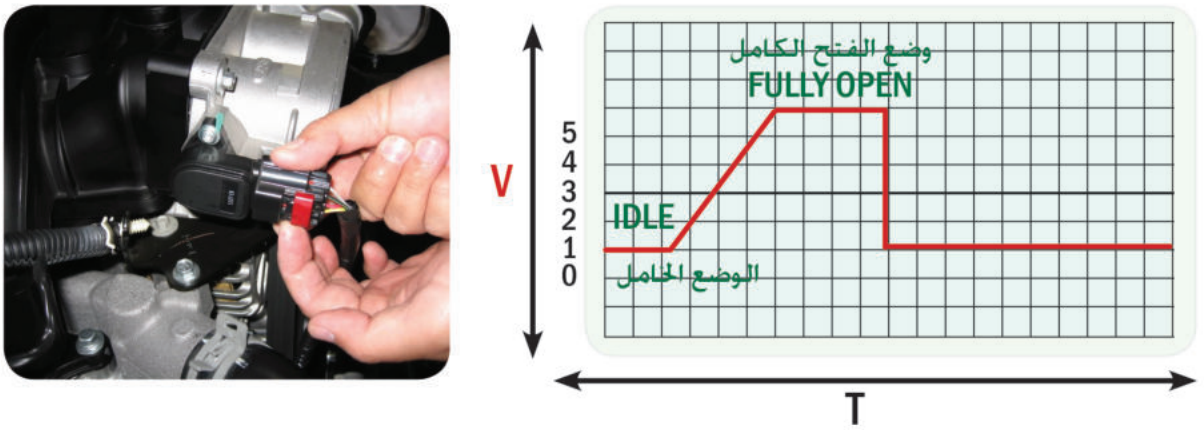
يثبَّت مجس موضع صمام الخانق (**TPS**) مباشرة على عمود الخانق؛ ليتمكن السائق من زيادة القدرة والسرعة إذا رغب في ذلك، أي أن المجس يرصد قراءة مقدار الضغط على دواسة الوقود وزاوية فتح الخانق ويحوله إلى إشارة خطية مباشرة إلى وحدة التحكم الإلكتروني. يتكون مجس (**TPS**) من مقاومة كهربائية متغيرة يتم التحكم فيها ميكانيكيًّا حسب دوران عمود الخانق لتدل على زاوية الخانق مباشرة. تستخدم وحدة التحكم الإلكتروني الإشارة الخطية العائدة من (**TPS**) في حساب حجم الهواء الداخل إلى الـمُحرك، ومن ثَمَّ، كتلة الهواء ليقرر مدة فتح البخاخ، والشكل (1–61) يُبيِّن توصيلة مجس موضع صمام الخانق.



الشكل (1–61): مجس موضع صمام الخانق.

مبدأ عمل مجس موقع صمام الخانق

يتصل عمود قرص صمام الخانق بالمجس، وعندما يتحرك قرص الصمام يتحرك مؤشر المقاومة، فيقل أو يزيد التيار المار بالدارة حسب زاوية فتح صمام الخانق، وهو يُعدّ الإشارة الكهربائية الراجعة إلى وحدة التحكم الإلكتروني كما في الشكل (1–62).



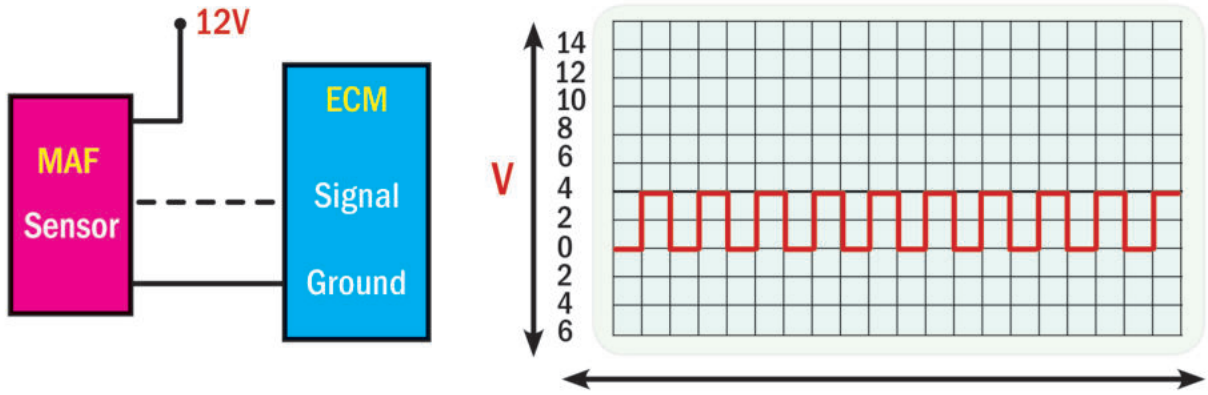
الشكل (1–62): الإشارة الكهربائية لمجس موضع صمام الخانق وموضع تركيبه.

6. **مجس كتلة تدفق الهواء ذو السلك الساخن (MAF) (Mass Air Flow Sensor)**: مجس مهم جدًّا ودقيق لقياس كتلة الهواء الداخل إلى الـمُحرك، وإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، ويمتاز بسرعة استجابة عالية جدًّا لقراءة تدفق الهواء، ولا يتأثر باختلاف ضغط الهواء الناتج من دفعات سحب الهواء، ولا يحتوي أجزاءً ميكانيكية مُتحركة، ولا يبدي مقاومة عالية لدخول الهواء. يثبَّت هذا الـمجس على مدخل الهواء بعد فلترة الهواء مباشرة، والهواء الداخل إلى الـمُحرك يمر بوساطته إجباريًّا كما في الشكل (1–63).

الشكل (1–63): مجس مقياس كتلة تدفق الهواء.

مبدأ عمل مجس كتلة تدفق الهواء

يتكون هذا المجس من مجرًى للهواء على صورة اختناق (Venturi) ومجرًى جانبي يُسحب الهواء فيه، ليمر بمقاومتين حراريتين، الأولى سلك ساخن يحتفظ بحرارة عالية بحوالي 200 درجة مئوية تقريبًا تزيد على المقاومة الثانية وهي مقاومة حرارية ثابتة تقيس حرارة الهواء (IAT). تحافظ وحدة التحكم الإلكتروني على حرارة السلك الساخن مرتفعةً نحو 200 درجة مئوية على المقاومة الحرارية، عَبْرَ تغيير التيار المار في السلك وبمراقبة الجهد اللازم لهذا التغيير، تحسب وحدة التحكم الإلكتروني ضغط الهواء وسرعته، وعند مرور الهواء الداخل للمُحرك عبر السلك، يبرد السلك الساخن بالتناسب مع كتلة الهواء الداخل، وعَبْرَ التحكم في شدة التيار اللازم لإعادة تسخين السلك، إذ تتناسب هذه القيمة وكتلة الهواء الداخل، يرسل هذا المجس إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني التي تحسب ضغط الهواء وسرعته وحساب كتلة الهواء، وتحسب كتلة الوقود اللازمة (مدة فتح البخاخ)، كما هو مُبيّن في الشكل (1–64).



الشكل (1–64): إشارة كهربائية لمجس مقياس تدفق الهواء وتوصيله بوحدة التحكم الإلكتروني.

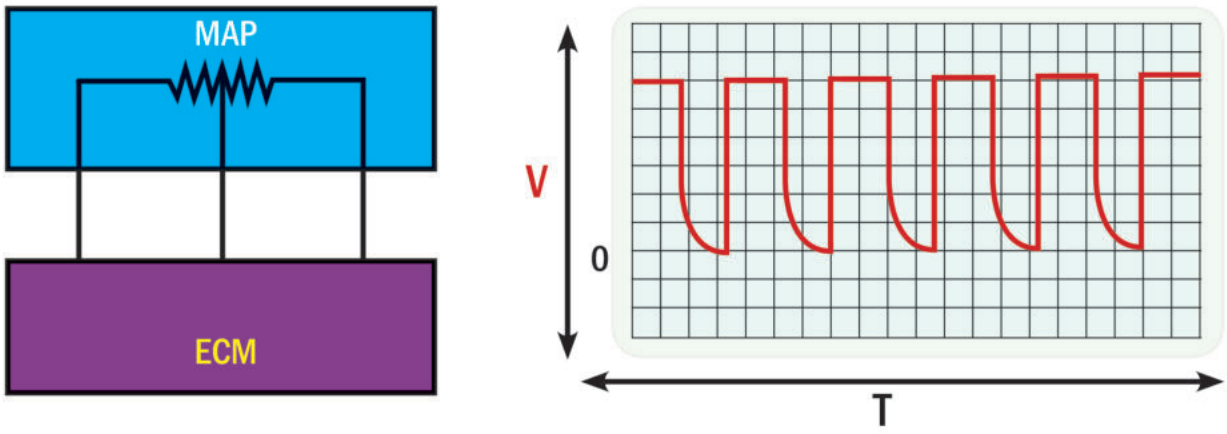
7 . **مجس مقياس الضغط المطلق داخل مجمع سحب الهواء (Main fold Absolute Pressure MAP):**

يكون هذا المجس مفتوحًا على مجرى الهواء، وهو بذلك يقيس الضغط المطلق داخل مجمع سحب الهواء مباشرة، وإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني مؤشرًا على حمل الـمُحرك، ويتحسس هذا المجس التغيير في الضغط داخل مجمع سحب الهواء نتيجة لظروف عمل المركبة، فتُعدَّل قراءة الضغط التي تُشغَّل غالبًا قبل بدء تشغيل الـمُحرك، من أجل الحساب الدقيق لكثافة الهواء. وغالبًا يكون التغيير كبيرًا عند توقف الـمُحرك وعند فتح الخانق أعلى درجة، يُبيّن الشكل (1–65) مجس قياس ضغط المطلق داخل مجمع السحب.

الشكل (1–65): مجس قياس الضغط المطلق داخل مجمع السحب.

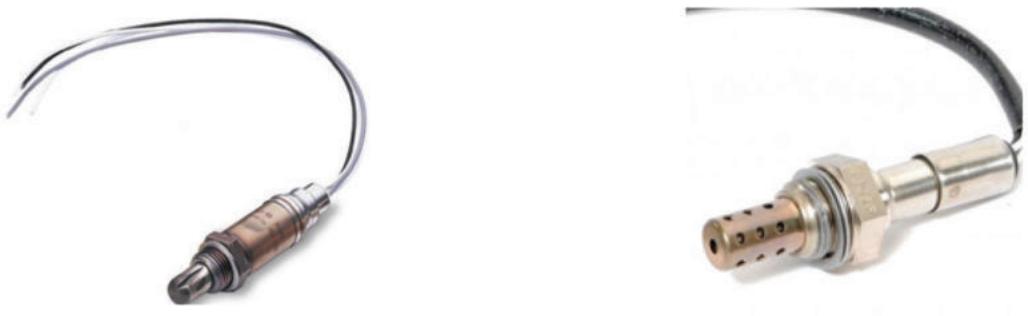
مبدأ عمل مجس قياس الضغط المطلق في مجاري السحب

يتكون هذا المجس من شريحة من السيلكون، أحد طرفيها معرض لحجرة خلخلة ذات ضغط ثابت، وطرفها الآخر معرض لضغط مجاري السحب عبر أنبوب يربط المجس بمجاري السحب، يؤدي حدوث تغير في الضغط داخل مجاري السحب نتيجة لتغير زاوية فتح صمام الخانق إلى حدوث تغير في شكل الشريحة، وينجم عنه تغير في مقاومة الشريحة، يُحوَّل هذا التغير في مقاومة الشريحة إلى إشارة فرق جهد بوساطة دارة متكاملة (IC)، وترسل الإشارة التي يولدها المجس إلى وحدة التحكم الإلكتروني التي تحسب بناءً عليها كمية الهواء الداخل إلى المحرك، ويُبيّن الشكل (1–66) الإشارة الكهربائية لمجس قياس الضغط المطلق في مجاري السحب.



الشكل (1-66): الإشارة الكهربائية لمجس قياس الضغط المطلق داخل مجاري السحب.

8. **مجس الأوكسجين (Heated Exhaust Gas Oxygen Sensor(O2)**: ويُسمى مجس الأكسجين نوع الزركانيوم (**O2Sensor**)، ويُعدّ هذا المجس من المجسات المهمة لإعطاء معلومات راجعة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، لتدل على طبيعة الاحتراق الناتج من إشعال الخليط. تحسب وحدة التحكم الإلكتروني كتلة الهواء، فيفتح البخاخ مدة معينة لتزويد المُحرك بكمية الوقود اللازمة، ثم تطلق الشرارة المناسبة في الوقت المناسب. ونتيجة لذلك يُحرق الخليط، وتجري وحدة التحكم الإلكتروني هذه الحسابات لتكون حول النسبة المعيارية (1:14.7)، ويبين الشكل (67) مجس الأكسجين.



الشكل (1-67): مجس الأكسجين.

وبسبب تداخل عدة عوامل منها عوامل ميكانيكية، ومنها عوامل خارجية، وعوامل ناتجة من دقة القياس في الأجهزة، فإن النسبة لا تكون دقيقة، ما يؤدي إلى اختلاف النسبة عن النسبة المعيارية، فلا يُحرق الوقود احتراقًا كاملًا؛ لذلك فإن وحدة التحكم الإلكتروني في حاجة إلى جهاز لقياس نسبة انحراف الخليط عن النسبة المعيارية، أي معرفة إذا كان الخليط فقيرًا أو غنيًّا، إذا لم تكن هناك معلومة عن طبيعة الاحتراق، فإن الـمُحرك يعمل تحت ظرف ما يسمى الدائرة المفتوحة (**OPEN-LOOP**)، وعند بدء وصول معلومات عن طبيعة الاحتراق، فإن الـمُحرك يدخل مرحلة الدارة المغلقة (**CLOSED-LOOP**).

إن مجس الأكسجين هو المجس الوحيد الذي يمنح معلومات عن طبيعة الاحتراق، حيث يقيس نسبة الأكسجين داخل غاز العادم، فيرسل إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، وهي معلومات عن نسبة الاحتراق، إن كان الخليط فقيرًا أو غنيًّا، فإذا كانت نسبة الأكسجين مرتفعة، فهذا يدل على أن نسبة الهواء أكبر من النسبة المعيارية، أي أن الخليط فقير (**Lean Mixture**)، أما إذا كانت نسبة الأكسجين منخفضة، فهذا يدل على أن نسبة الهواء أقل من النسبة المعيارية، أي أن الخليط غني (**Rich**).

يثبَّت هذا المجس على نظام مخارج (العادم) إما مباشرة على مجمع العادم، وإما على أنبوبة العادم، وإما حسب تصميم المركبة، كما في الشكل (1–68).

الشكل (1–68): موضع مجس الأكسجين في المركبة.

ويتكون مجس الأكسجين غالبًا من جزء لقياس الأكسجين بالإضافة إلى مقاومة تسخن معدن مقياس الأكسجين، لأن هذا المجس لا يعمل إلا بدرجات حرارة عالية نحو (400) درجة مئوية تقريبًا، لذلك فإنه يمكن أن يكون ذا سلك كهربائي واحد أو سلكين أو ثلاثة أوأربعة، كما في الشكل (1–69).

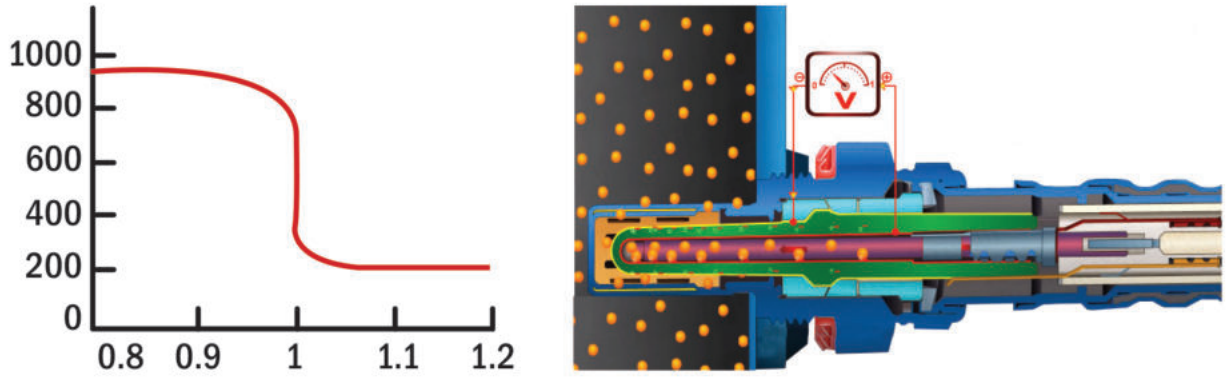
الشكل (1–69): أنواع مجس الأكسجين حسب عدد أسلاك التوصيل.

إذا كان المجس ذا سلك واحد، فإن هذا السلك يعد الإشارة الراجعة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، ويكون جسم المجس هو الخط السالب، أما إذا كان ذا خطين، فإن أحد الخطين سالب والآخر للإشارة الراجعة، وفي هذين النوعين لا يوجد تسخين للمعدن، وأما إذا كان ذا ثلاثة أسلاك، فإن هناك سلكًا للإشارة الراجعة وآخر للكهرباء بقيمة (12) فولت لجهاز التسخين، أما السلك الثالث، فهو سالب مشترك، وإذا احتوى الجهاز أربعة خطوط، فإن اثنين لجهاز التسخين واثنين لجهاز قياس الأكسجين. تُستعمل مقاومة التسخين لتعجيل عمل الجهاز لكي يبدأ بالعمل في أسرع وقت بعد استعمال الـمُحرك، وغالبًا يبقى جهاز التسخين مُدارًا عشر دقائق بعد اشتغال الـمُحرك، ثم توقفه وحدة التحكم الإلكتروني، والشكل (1–70) يُبيِّن أطراف توصيل مجس الأكسجين.

الشكل (1–70): أطراف توصيل مجس الأكسجين.

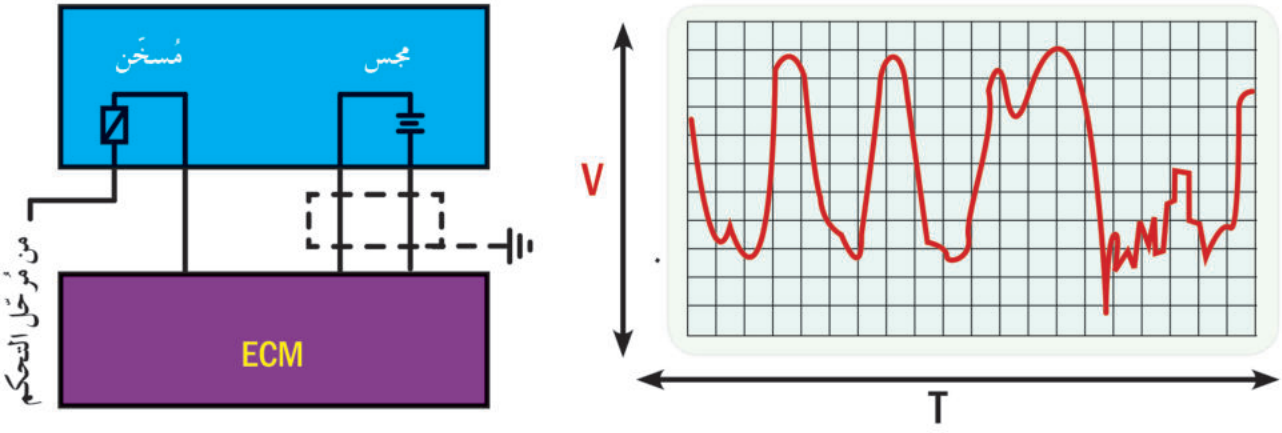
مبدأ عمل مجس الأكسجين

يُصنع مجس الأكسجين من عنصر الزركانيوم (**Zirconium**)، ويُطلى بطبقة من البلاتين، وتتفاعل هذه المادة مع الأكسجين لتنتج أيونات من الأكسجين، ويتعرض الجزء الداخلي من هذا العنصر للهواء الخارجي، أي لنسبة الأكسجين الطبيعية في الهواء، يتعرض الجزء الخارجي للغاز العادم، ينتج الجزء الداخلي نسبة أيونات أكسجين عالية، في حين ينتج الجزء الخارجي أيونات أكسجين حسب نسبة الأكسجين المتبقية في العادم، ويرسل هذا المجس فرق جهد يعتمد على الاختلاف بين جهد الأيونات الموجودة على السطح الخارجي الموجودة على السطح الداخلي، فإذا كان فرق الجهد مرتفعًا، فهذا يدل على أن نسبة الأكسجين في العادم منخفضة، أي أن الخليط غني (**Rich**)، وأما إذا كان فرق الجهد منخفضًا، فهذا يدل على أن نسبة الأكسجين في العادم مرتفعة، أي أن الخليط فقير (**lean**)، كما الشكل (1–71).



الشكل (1–71): مبدأ عمل مجس الأكسجين.

إذا كان الخليط فقيرًا (**Lean**)، فينتج المجس إشارة جهد أقل من (**400mV**)، أما إذا كان الخليط غنيًّا (**Rich**)، فينتج المجس إشارة جهد أكبر من (**800mV**)، وتزيد وحدة التحكم الإلكتروني بناءً على الإشارة الواردة إليها من هذا المجس كمية الوقود عَبْرَ زيادة مدة فتح البخاخ أو تقليلها، وبذلك تبقي القراءة بين (**400mV - 800mV**)، كما في الشكل (1–72).

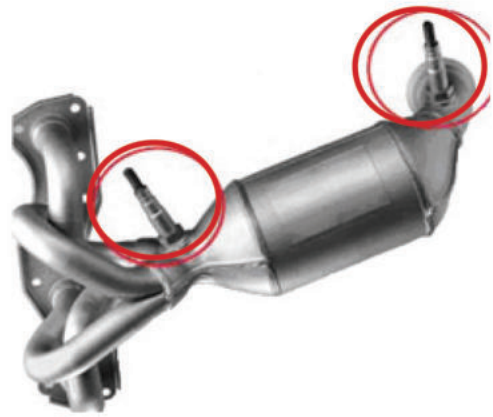


الشكل (1–72): الإشارة الكهربائية لمجس الأكسجين.

هناك نوعان من مجس الأكسجين بناءً على موضع التركيب، وهما:

أ. **مجس أعلى أنبوب العادم**: يقيس نسبة الأكسجين في العادم الخارج من الـمُحرك مباشرة لمعرفة إذا كان الخليط فقيرًا أو غنيًّا.

ب. **مجس أسفل أنبوب العادم**: يوجد غالبًا بعد جهاز التلوث (البيئة) (**Catalytic Converter**)، ويعيد قياس نسبة الأكسجين في العادم للتأكد أن جهاز البيئة يعمل جيدًا، وأن المجس العلوي يعمل بصورة جيدة أيضًا، كما في الشكل (1–73) مواضع مجس الأكسجين في المركبة.



الشكل (1–73): مواضع مجس الأكسجين في المركبة.

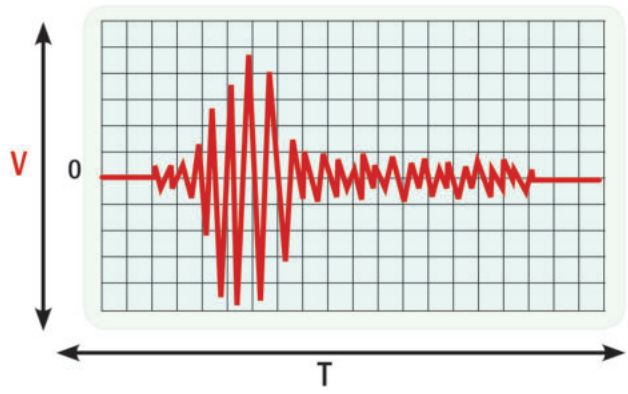
9. **مجس الطرق (ks) (Knock Sensor)**: يثبَّت على جسم الـمُحرك قرب غرفة الاحتراق، ووظيفته تحسس الاهتزازات التي تحدث في الـمُحرك، الناجمة عن حدوث اشتعال ذاتي للوقود داخل غرفة الاحتراق، الذي ينجم عنه ضغوط عالية جدًّا تؤثر في سطح المكبس على صورة طرقات، ينجم عنها اهتزازات أعلى من الاهتزازات الطبيعية للمُحرك، وتشكل هذه الظاهرة خطرًا كبيرًا على الأجزاء الداخلية للمُحرك. يتكون هذا المجس من مادة تُسمى بيزوإليكتريك داخل صفيحة من المعدن، كما هو مُبيّن في الشكل (1 –74).

الشكل (1–74): مجس الطرق.

مبدأ عمل مجس الطرق

عند حدوث طرق في الـمُحرك، ينجم عن هذا الطرق اهتزازات صفحية من المعدن الذي يهتز ويضغط على مادة بيزوإليكتريك التي تولد فرق جهد عند تعرضها للضغط، ويعتمد فرق الجهد على شدة الاهتزازات التي تتعرض لها مادة البيزو اليكتريك، وترسلها إلى وحدة التحكم الإلكتروني،

التي تؤخر موعد الشرارة من أجل تقليل الضغط الناجم عن شوط الانفجار للتخفيف من الطرق وإزالته كليًّا، وعندما تنتهي ظاهرة الطرق، تعود وحدة التحكم لتقديم موعد الشرارة كالمعتاد وحسب الظروف التشغيلية للمُحرك. والشكل (1–75) يُبيّن إشارة الكهربائية لمجس الطرق.



الشكل (1–75): الإشارة الكهربائية لمجس الطرق.

10 . **مجس قياس ضغط الوقود في موزع الوقود:** وظيفته حساب كمية الوقود المتبقية داخل موزع الوقود عَبْرَ تحسس الضغط الداخلي للوقود، وإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني؛ لحساب كمية الوقود المطلوبة التي يحتاج إليها المُحرك في عمليات الاحتراق، كما في الشكل (1–76).

الشكل (1–76): مجس قياس ضغط الوقود.

مبدأ عمل مجس ضغط الوقود في موزع الوقود

عند تعرض مادة بيزو إليكتريك لضغط الوقود، يتولد فرق الفولتية على طرفيها، وعند ضغط الوقود في موزع الوقود، يرسل مجس ضغط الوقود فولتية إلى وحدة التحكم الإلكتروني، حيث تُرجع وحدة التحكم الإلكتروني الوقود الزائد إلى خزان الوقود عَبْرَ منظم ضغط الوقود، ويضبط نسبة كمية الوقود إلى البخاخات، ويحسب كمية الوقود لكل أسطوانة في المُحرك، كما في الشكل (1–77).

الشكل (1-77): موضع مجس ضغط الوقود.

11 . **مجس دواسة الوقود (Accelerator Pedal Sensor)**: وظيفته قياس مقدار ضغط قدم السائق على دواسة الوقود، وإرسال إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني تتناسب ومقدار الضغط على الدواسة، ويثبَّت المجس جانب دواسة الوقود، ويتكون المجس من مقاومة كهربائية متغيرة يتم التحكم فيها ميكانيكيًّا عبر دواسة الوقود، كما هو مُبيّن في الشكل(1-78).

الشكل (1-78): مجس دواسة الوقود.

مبدأ عمل مجس دواسة الوقود

عند ضغط السائق على دواسة الوقود، يقيس مجس دواسة الوقود ضغط السائق عَبْرَ المقاومة الكهربائية المتغيرة، ثم يرسل إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، حيث تفتح وحدة التحكم الإلكتروني صمام الخانق وتغلقه حسب الإشارة القادمة من مجس دواسة الوقود. ويستعمل مع هذا النوع من المجسات مُحرك كهربائي صغير يتحكم في فتحة صمام الخانق زيادة أو نقصانًا، لأنه لا يوجد اتصال ميكانيكي بين دواسة الوقود وصمام الخانق كما في الأنظمة القديمة، بل تعتمد فتحة صمام الخانق على الإشارة الكهربائية للمُحرك القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني بعد معالجة البيانات القادمة من مجس دواسة الوقود.

ب. وحدة التحكم الإلكتروني Electronic Control Unit (ECU)

تُعدّ وحدة التحكم الإلكتروني العنصر الرئيس في منظومة التحكم الإلكتروني في مُحرك المركبة، فهي تنظم عمل أجزاء مُحرك المركبة في مختلف ظروف تشغيل الـمُحرك، وهي تشبه في عملها عقل الإنسان.

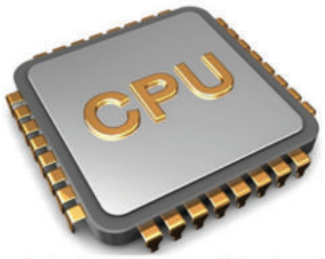
تثبَّت وحدة التحكم الإلكتروني في المركبة أسفل لوحة القيادة، أما في المركبات الحديثة، فتثبت قرب المركم، كما هو مُبيّن في الشكل (1–79).

الشكل (1–79): وحدة التحكم الإلكتروني.

مكونات وحدة التحكم الإلكتروني

تتكون وحدة التحكم الإلكتروني من عدّة أجزاء، وهي:

1. **وحدة إدخال المعلومات (Input Unit)**: تستقبل الإشارات القادمة من مجسات الـمُحرك، فإذا كانت الإشارة رقمية، فإنها تدخل مباشرة من دون تحويل، وأما الإشارات التناظرية، فيجب تحويلها إلى إشارة رقمية.
2. **وحدة المعالجة المركزية (CPU)**: الوحدة التي تحسب وتصنع القرارات اللازمة بناءً على الإشارات القادمة والبيانات المخزنة في ذاكرة وحدة التحكم، كما في الشكل(1–80).



الشكل (1–80): وحدة المعالجة المركزية.

3 . **وحدة إخراج الإشارة الكهربائية (Output Units)**: بعد قراءة المعلومات الواردة إلى وحدة التحكم ومعالجتها ومقارنتها بالمعلومات المخزنة، ترسل وحدة التحكم الإلكتروني إشارة كهربائية (رقمية) إلى المشغلات معدلة وضعها.

وظائف وحدة التحكم الإلكتروني

1 – استقبال المعلومات القادمة من مجسات الـمُحرك.

2 – مقارنة المعلومات القادمة بالمعلومات المخزنة داخل وحدة التحكم الإلكتروني ومعالجتها.

3 – إصدار أوامر خاصة بتشغيل المشغلات حسب ظروف تشغيل الـمُحرك، ومن هذه الأوامر التحكم في:

أ – كمية الوقود التي يحقنها البخاخ عبر التحكم في المدة الزمنية لفتح البخاخ.

ب– مرحل مضخة الوقود، ومن ثمَّ، التحكم في عمل المضخة.

جـ– السرعة البطيئة للمُحرك.

د – الأبخرة الناجمة عن نظام الوقود.

هـ– إعادة تدوير الغازات العادمة.

و – تحديد موعد الشرارة الكهربائية.

ز– مروحة التبريد في نظام التبريد المائي.

ح– تقديم الشرارة الكهربائية وتأخيرها.

4 . التشخيص الذاتي لأعطال نظام الحقن الإلكتروني، وإشعار السائق بوجود عطل ما بوساطة مصباح التحذير في لوحة القيادة (**Check Engine**)، كما هو مُبيّن في الشكل (1–81) .

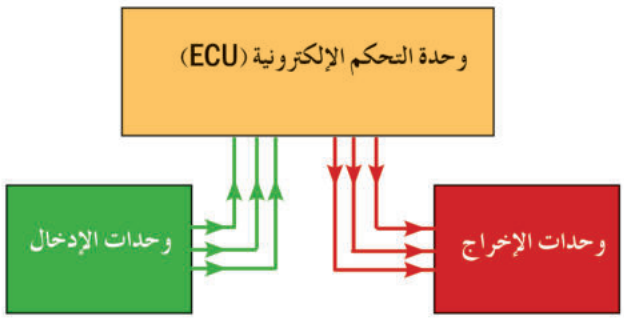
الشكل (1–81): مصباح تحذير وجود عطل في نظام الحقن الإلكتروني.

تثبت وحدة التحكم الإلكتروني في المركبة أسفل لوحة القيادة لحمايتها من الرطوبة والحرارة والاهتزازات، وتثبت حديثًا في غرفة الـمُحرك بجانب المركم لتكون قريبة من المجسات والمشغلات، ويوجد لها وصلة بيانات توصل بجهاز فحص أعطال المركبة، والشكل (1–82) يُبيِّن موضع وحدة التحكم الإلكتروني في المركبة.

الشكل (1–82): موزع وحدة التحكم الإلكتروني في المركبة.

جـ – مشغلات المُحرك (Actuators)

هي قطع إلكترونية وكهربائية، تنفذ أوامر وحدة التحكم الإلكتروني لإجراء تعديلات وتغيرات مرغوب فيها على بعض متغيرات الأنظمة الإلكترونية والكهربائية؛ للوصول إلى الحالة المثالية التي يجب أن تكون عليها المركبة، وإرسال أمر تحسين الأداء إلى أنظمة التشغيل، وتتحكم وحدة التحكم الإلكتروني في المشغلات بصورة مباشرة أو غير مباشرة، حيث ترسل إشارات كهربائية إلى المشغلات، كما في الشكل (1–83).



الشكل (1–83): التحكم الإلكتروني في المشغلات.

مكونات أنظمة التشغيل (المشغلات) في مُحركات الاحتراق الداخلي

1 – مضخة الوقود (Fuel Pump).

2 – بخاخ الوقود الكهربائي (Fuel Injector).

3 – منظم ضغط الوقود (Fuel Pressure Regulator).

4 – صمام الهواء الجانبي (Idle Air Valve).

5 – صمام الخانق الإلكتروني (Electronic Throttle Valve).

6 – ملفات الإشعال (Ignition coils).

7- مروحة التبريد (coolant fan).

8- صمام إعادة تدوير غازات العادم (Exhaust Gas Recirculation) (EGR).

نظام سحب الهواء (Air Intake System)

أضحت نظم سحب الهواء أكثر تعقيدًا، لاحتوائها أنابيب مدخل الهواء التي توجه الهواء البارد من خارج جسم الـمُحرك إلى مجموعة جسم صمام الخانق، ويثبّت مصفي الهواء في هذه الأنظمة للجسم الخارجي أسفل قمة الـمُحرك؛ للسماح بانخفاض مقدمة السيارة وتحسين التصميم الانسيابي، وتحتوي المنظومة حساسات لقياس تدفق الهواء ودرجة حرارته وكثافته بغرض التحكم الدقيق في نسبة الخليط الداخل إلى الـمُحرك عَبْرَ منظومة التحكم الإلكتروني في إدارة الـمُحرك.

مكونات نظام سحب الهواء

1- **مصفي الهواء (فلتر الهواء) Air Filter**: يوجد مصفي الهواء في مدخل مجاري الهواء بداية نظام دخول الهواء، حيث يمر الهواء الداخل إلى الـمُحرك من خلال مصفي الهواء، وينقي مصفي الهواء الهواء الداخل من المواد العالقة به، مثل ذرات الغبار، والأتربة و غيرها، التي إذا ما دخلت إلى الـمُحرك، فتؤدي إلى حصول أضرار كبيرة، كذلك تخفّض مستوى صوت دخول الهواء وذبذبات الهواء في أثناء دخوله، فيحافظ مصفي الهواء على انخفاض نسبة الإزعاج الصادرة عن عمل الـمُحرك، والشكل (1-84) يُبيِّن مصفي الهواء وحافظته.

الشكل (1-84): مصفي الهواء وحافظته.

2- **خراطيم سحب الهواء (Air Intake Hoses)**: وظيفتها نقل الهواء من مصفي الهواء إلى صمام الخانق، وهي مصنوعة من المطاط المرن، إذ يسهل تشكيلها بين أجزاء مُحرك المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1-85).

الشكل (1–85): خراطيم سحب الهواء.

3– **صمام الخانق (Throttle Valve)**: يتحكم في كمية دخول الهواء إلى الـمُحرك ويسيطر السائق على هذا الصمام مباشرة عَبْرَ الضغط على دواسة الوقود، عندما يفتح صمام الخانق يدخل الهواء، وكلما زادت فتحة الصمام، زادت كمية الهواء الداخلة إلى المحرك، فتزداد سرعة دوران الـمُحرك نتيجة لزيادة كمية المزيج داخل غرفة الاحتراق، ما يؤدي إلى انفجار قوي يزيد سرعة دوران عمود المرفق، أي زيادة دورة الـمُحرك (**RPM**)، يثبَّت بداية مجرى سحب الهواء، ويتصل بدواسة الوقود، والشكل (1–86) يُبيِّن صمام الخانق.

الشكل (1–86): صمام الخانق.

4 – **صمام الهواء الجانبي (Idle Air Control)**: صمام التحكم في دخول الهواء في أثناء وقوف المركبة، ومن أجل ضمان عمل الـمُحرك مع إغلاق صمام الخانق ورفع السائق قدمه عن دواسة الوقود، فإن استخدام جهاز صمام الهواء الجانبي يمرر الهواء في الممر الجانبي، بحيث يتجاوز هذا الممر صمام الخانق؛ لتوفير كمية هواء مناسبة ليضمن استمرارية دوران الـمُحرك بالحد الأدنى على الرغم من إغلاق صمام الخانق، ويثبَّت هذا الصمام بجانب مجمع سحب الهواء أسفل صمام الخانق، والشكل (1–87) يُبيِّن صمام الهواء الجانبي.

الشكل (1–87): صمام الهواء الجانبي.

تتحكم وحدة التحكم الإلكتروني في درجة فتح هذا الصمام ليزيد أو يخفض كمية الهواء الداخلة، فتتحكم في مدة فتح بخاخ الوقود، ويستخدم أيضًا في زيادة دوران الـمُحرك عند تشغيل بعض الأجهزة في المركبة، مثل المكيف، أو الأضواء العالية، أو حالات رفع القدم المفاجئ عن دواسة الوقود، منعًا لتوقف الـمُحرك المفاجئ بسبب نقص الهواء الداخل، حيث يعمل صمام الهواء الجانبي في ثلاث حالات، وهي:

أ. في حالة وقوف المركبة، إذ يرفع دورة الـمُحرك عند بدء التشغيل عَبْرَ زيادة كمية الهواء الداخل، فترفع وحدة التحكم الإلكتروني كمية الوقود.

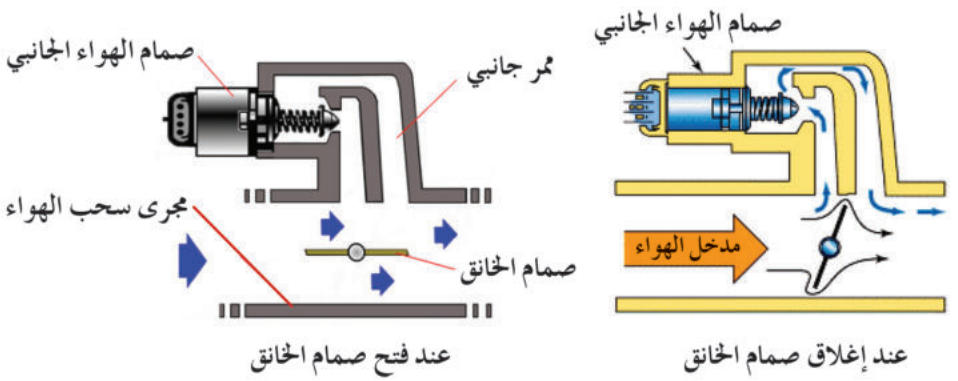
ب. رفع دورة الـمُحرك عند استخدام أجهزة إضافية.

جـ. إبطاء خفض دورة الـمُحرك عند رفع القدم عن دواسة الوقود.

مبدأ عمل صمام الهواء الجانبي

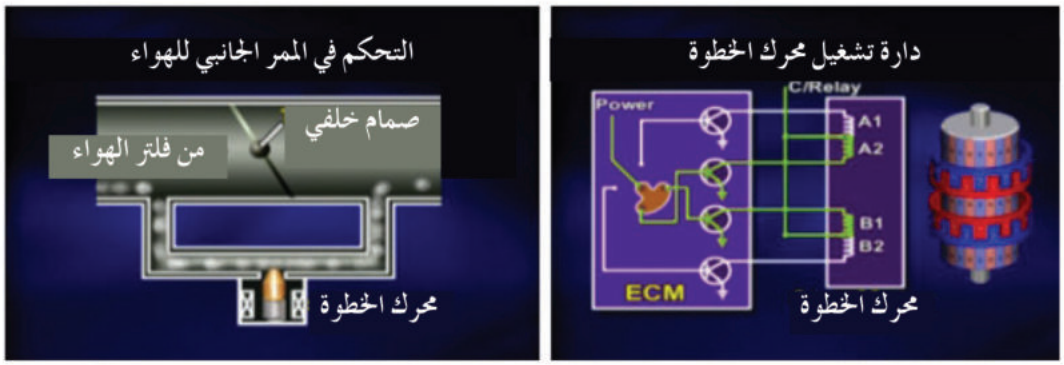
عند إغلاق صمام الخانق، ترسل وحدة التحكم الإلكتروني إشارة كهربائية إلى صمام الهواء الجانبي، فيتكون مجال مغناطسي في الملف الكهربائي الأول (**L1**) ، فيدوّر الـمُحرك الكهربائي باتجاه معين، فيفتح إبرة الصمام لمرور الهواء في الممر الجانبي، لزيادة سرعة الـمُحرك البطيئة، ما يرفع دورة الـمُحرك.

وعند فتح صمام الخانق، ترسل وحدة التحكم الإلكتروني إشارة كهربائية إلى الملف الكهربائي الثاني (**L2**)، ما يعمل على دوران الـمُحرك بالاتجاه المعاكس، وهذا يؤدي إلى إغلاق إبرة الصمام، علمًا أنه يوجد نوعان من الصمامات: نوع داخله ملفان، والآخر صمام داخله ملف واحد، كما هو مُبيّن في الشكل (1–88).



الشكل (1–88): مبدأ عمل صمام الهواء الجانبي.

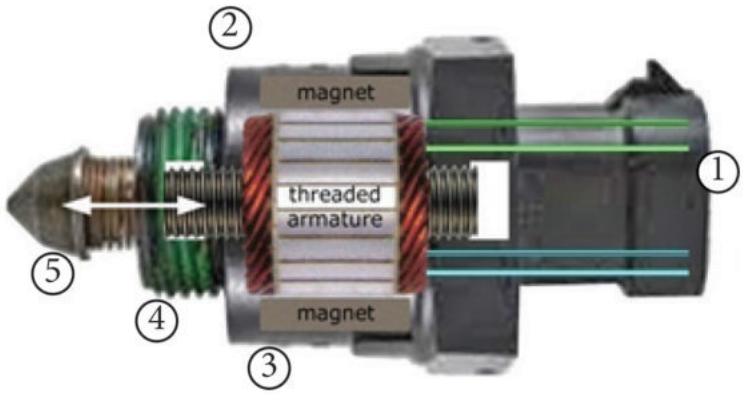
والشكل (1–89) يُبيِّن توصيل صمام الهواء الجانبي بوحدة التحكم الإلكتروني.



الشكل (1–89): توصيل صمام الهواء الجانبي بوحدة التحكم الإلكتروني.

الشكل (90) يُبيِّن أجزاء صمام الهواء الجانبي، وهي:

(1) وصلة كهربائية.
(2) مُحرك كهربائي.
(3) مغناطيس دائم.
(4) نابض الإرجاع.
(5) إبرة الصمام.



الشكل (1–90): أجزاء صمام الهواء الجانبي.

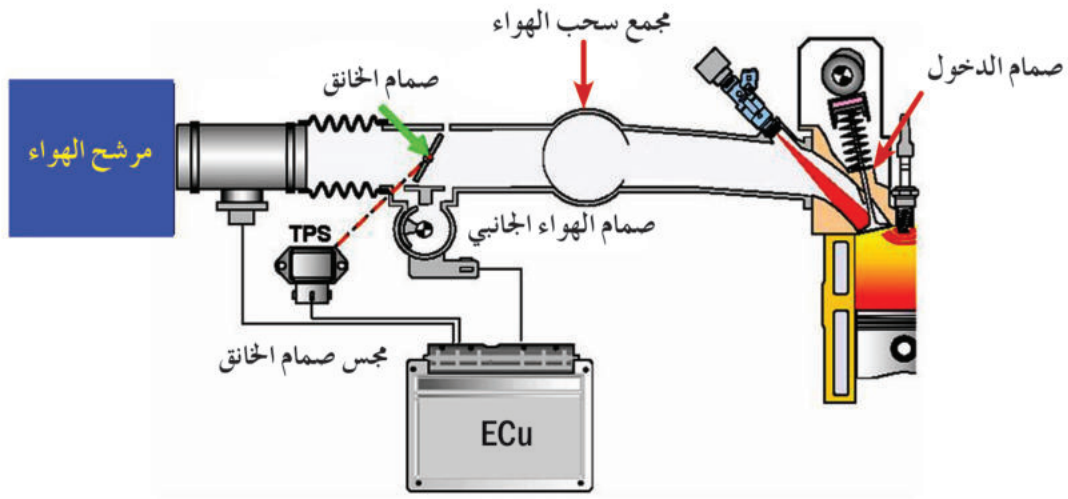
5 – **مجاري السحب (Intake Manifold)**: تثبّت خلف صمام الخانق على رأس المُحرك، وتسحب الهواء إلى أسطوانات المُحرك وتوزعه بكميات محددة حسب العوامل التي يعتمد عليها عمل المُحرك من حيث: سرعته، ودرجة حرارته، وطبيعة الحالة الجوية، وعند تصميم مجاري السحب، يراعى مساحة مقطعها، لتسهيل سرعة وصول الخليط إلى غرفة الاحتراق، ويمتاز تصميم هذه المجاري بأنه يساعد على دخول الهواء متساويًا إلى جميع الأسطوانات، وتخفيض صوت الإزعاج الناتج من دخول الهواء، وكذلك ينظم ضغط الهواء في المجاري، وتصنع هذه المجاري من الألمنيوم أو البلاستيك المقوى، كما هو مُبيّن في الشكل (1–91).

الشكل (1–91): مجاري السحب.

مبدأ عمل نظام سحب الهواء في نظام حقن الوقود الإلكتروني

يسحب مُحرك المركبة الهواء إلى الأسفل نتيجة حركة المكبس في أثناء شوط السحب، ولحساب كمية الوقود المطلوبة، فإنه يجب حساب كتلة الهواء داخل الـمُحرك، ولحساب كتلة الهواء، فإنه يجب حساب كثافة الهواء وحجم الهواء الداخل في وحدة الزمن.

إن حجم الهواء الداخل يعتمد على درجة فتحة الخانق التي يتحكم فيها السائق عَبْرَ دواسة الوقود. وكذلك يعتمد على سرعة دوران الـمُحرك، حيث يسحب مقدار حجم أسطوانات الـمُحرك كل دورتين. أما الكثافة، فتُحتسب عبر حساب ضغط الهواء ودرجة الحرارة. يتحكم النظام الخاص في عمليات حساب كتلة الهواء في وحدة الزمن، ثم حساب كتلة الوقود اللازمة، وهذا النظام يسمى نظام التحكم الإلكتروني في نظام الحقن، كما هو مُبيّن في الشكل (1–92).



الشكل (1–92): نظام سحب الهواء.

نظام الوقود (Fuel System)

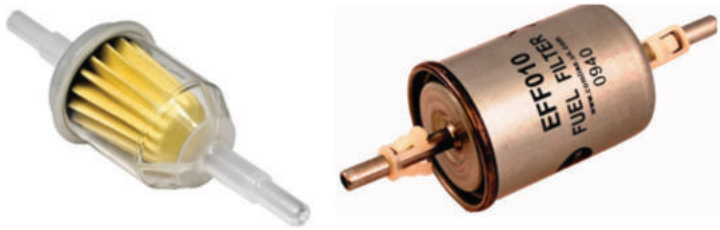
تزوّد كمية الوقود اللازمة للاحتراق بالنسبة إلى كمية الهواء الداخل للمُحرك للحصول على خليط مثالي بوساطة نظام الوقود، الذي يتكون من مضخة وقود ذات ضغط عالٍ، فتضخ الوقود إلى مجارٍ خاصة مثبتة قرب مجاري سحب الهواء، حيث توصل البخاخات (الحاقنات) التي تزود وتبخّ الوقود في نقطة تكون غالبًا قريبة من صمامات الدخول، وفي مجرى الهواء الداخل مباشرة، ويتم التحكم في كمية الوقود المطلوبة حسب كمية الهواء المسحوبة إلى الـمُحرك عَبْرَ وحدة التحكم الإلكتروني التي تتحكم في مدة فتح البخاخ وتوقيت فتح البخاخ وضغط الوقود.

مكونات نظام الوقود

1 – **خزان الوقود** Fuel Tank : يصنع خزان الوقود من البلاستيك المقوى أو الألمنيوم، ويثبّت في الجزء الخلفي من المركبة غالبًا أسفل المقعد الخلفي بعيدًا عن مصادر حرارة الـمُحرك؛ خوفًا من حدوث حريق في المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1–93).

الشكل (1–93): خزان الوقود.

2 – **مصفي الوقود** Fuel Filter: وظيفته تنقية الوقود من الشوائب والأتربة التي قد تعلق به، وتسبب انسدادًا في مجاري مضخة الوقود أو بخاخات الوقود، كما هو مُبيّن في الشكل (1–94).



الشكل (1–94): مصفي الوقود.

3- **مضخة الوقود الكهربائية (Electrical Fuel Pump)**: وظيفتها تزويد نظام الحقن بالكمية اللازمة من الوقود المضغوط الذي تسحبه من خزان الوقود.

تصنف مضخات الوقود حسب موقعها في نظام الوقود إلى:

أ - مضخة الوقود الخارجية: تثبَّت على خط الوقود الخارج من خزان الوقود.

ب- مضخة الوقود الداخلية (الغاطسة): تثبَّت داخل خزان الوقود.

1. مضخة الوقود الخارجية: تثبَّت على مخرج خزان الوقود على خط سحب الوقود بين خزان الوقود ومصفي الوقود، ومن مساوئها أن ضغطها للوقود منخفض، ويكوّن خط السحب ضغطًا سالبًا من الوقود إذا كان مستوى خط السحب أعلى من سطح السائل أو يعادله، انظر إلى الشكل (1-95).

الشكل (1-95): مضخة الوقود الخارجية.

2. مضخة الوقود الداخلية (الغطاسة): تثبَّت هذه المضخة داخل خزان الوقود وتسمى الغطاسة، وتستخدم مضخة ذات ضغط عالٍ في تجويف خاص داخل خزان الوقود، يحفظ هذا التجويف الوقود باستمرار في المضخة في ظروف عمل المركبة جميعها خصوصًا في الأرض المائلة أو المنحدرة، وعند انخفاض مستوى الوقود.

تزود هذه المضخة الوقود بالضغط العالي، ويوجد داخلها صمام أمان لحالات الضغط الزائد، حيث يعاد الوقود إلى الخزان.

مزايا وجود المضخة داخل خزان الوقود

1- توفير ضغط عالٍ جدًّا؛ نظرًا لعدم وجود خط السحب.

2- وجود المضخة داخل خزان الوقود يبرّد المضخة باستمرار، لا سيما أنها تعمل بسرعة عالية وضغط عالٍ.

3– توفير الوقود للمضخة في أصعب ظروف القيادة الصعبة.

شروط الأمان والسلامة لوجود المضخة داخل خزان الوقود

أ– مراعاة أقصى درجات الأمان في التعامل مع المضخة، منعًا لانفجار خزان الوقود جراء تجمع أبخرة الوقود داخله.

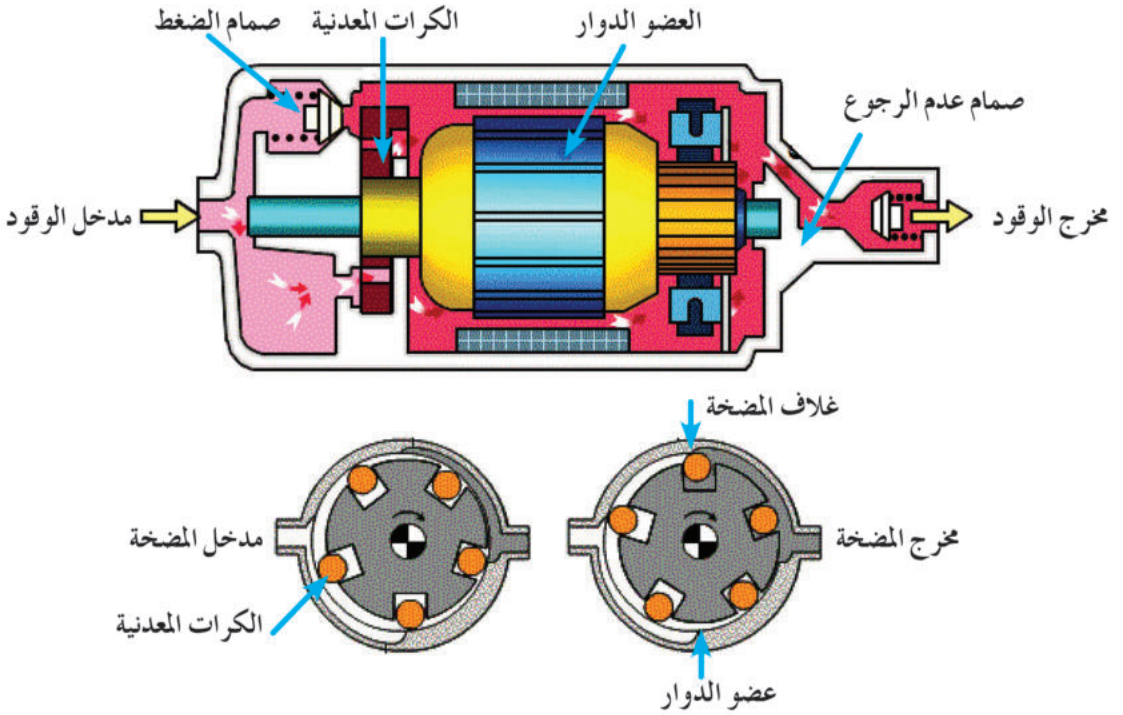
ب– عزل الأجزاء الكهربائية للمضخة جيدًا عن الوقود، منعًا لحدوث تماس كهربائي داخل خزان الوقود، كما هو مُبيّن في الشكل (1–96).

الشكل (1–96): مضخة الوقود الداخلية (الغطاسة).

مبدأ عمل مضخة الوقود الكهربائية

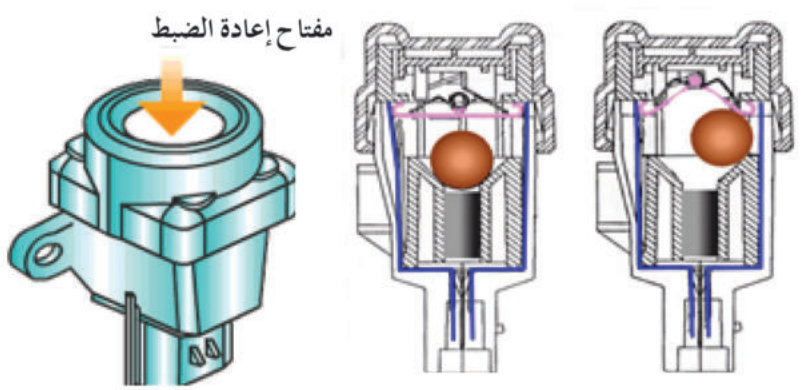
عند وصول إشارة كهربائية من وحدة التحكم الإلكتروني، تكتمل الدارة الكهربائية في الملفات الكهربائية داخل العضو الدوار، ويتكون مجال مغناطيسي في ملفات العضو الدوار، فيدور العضو الدوار داخل المضخة، ولما كانت المضخة من النوع الطارد عن المركز، فإنها تدفع الكرات المعدنية خارج التجاويف.

تغلق الكرات المعدنية المسافة بين العضو الدوار وغلاف المضخة؛ خوفًا من تسرب الوقود، فيتدفق الوقود من مدخل الوقود إلى (التجاويف)، ومع دوران العضو الدوار تدفع كرات الوقود إلى موزع الوقود عبر مخرج الوقود. انظر إلى الشكل (1–97).



الشكل (1–97): مبدأ عمل مضخة الوقود.

4 – **مجس قطع الوقود (AUTO Fuel Cut Sensor)**: هو مجس أمان ثبت منعًا لنشوب الحرائق عند اصطدام المركبة، حيث يقطع التيار الكهربائي عن المضخة إذا استشعر المجس حدوث اصطدام، وعند اصطدام المركبة، تفصل الكرة الصلبة نقاط التلامس لإيقاف تشغيل مضخة الوقود، وبعد التصادم، يمكن ضغط المجس لإرجاع الكرة إلى وضعها الطبيعي لتعمل مضخة الوقود من جديد، كما في الشكل (1–98).

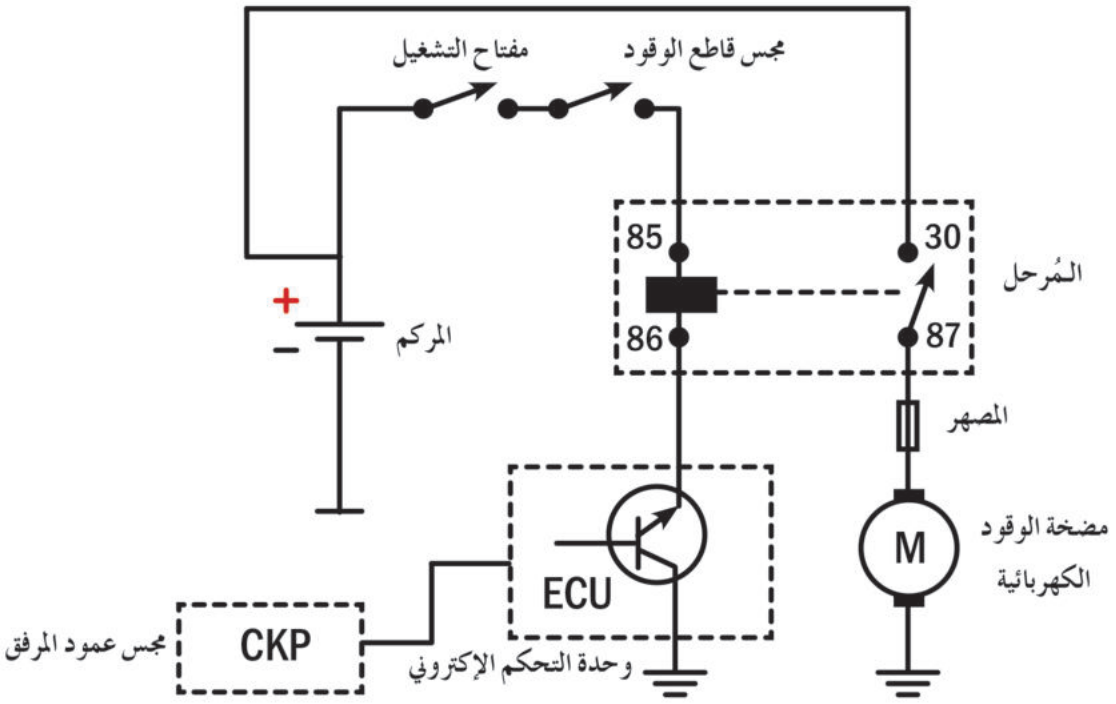


الشكل (1–98): مجس قطع الوقود.

الدارة الكهربائية لمضخة الوقود مع وحدة التحكم الإلكتروني

تعدّ الداراة الكهربائية لمضخة الوقود الكهربائية مع وحدة التحكم الإلكتروني من التوصيلات غير المباشرة. عند تحريك مفتاح التشغيل على وضع التشغيل، تشغّل وحدة التحكم الإلكتروني المضخة ثانيتين؛ لبناء ضغط الوقود في أنبوب موزع الوقود المتصل ببخاخ الوقود.

وعند تشغيل الـمُحرك، يرسل مجس عمود المرفق إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني؛ لتشغيل مضخة الوقود عَبْرَ إكمال الدارة الكهربائية بالأرضي عَبْرَ المرحل، حيث يتكون مجال مغناطيسي في ملف المرحل، ما يجذب التلامس فيسري تيار من البطارية إلى مضخة الوقود الكهربائية لتكتمل دارتها بالأرضي وتبدأ بالدوران، كما هو مُبيّن في الشكل (1–99).



الشكل (1–99): الدارة الكهربائية لمضخة الوقود مع وحدة التحكم الإلكتروني.

5- موزع الوقود (**Fuel Reil**): أنبوب مفرغ تثبَّت عليه بخاخات الوقود، ويثبَّت آخره منظم ضغط الوقود، ويوزع الوقود على البخاخات بالتساوي ضمن الضغط المطلوب، كما هو مُبيّن في الشكل (1-100).

الشكل (1-100): مُوزع الوقود.

6 – بخاخ الوقود (الحاقنات) (Fuel Injector)

صمام كهربائي يتحكم في كمية الوقود المرسلة إلى أسطوانات الـمُحرك، بناءً على الإشارة القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني، ويُحقن الوقود رذاذًا داخل الأسطوانات، ويثبَّت البخاخ على مجمع سحب الهواء بالقرب من صمام الدخول، كما هو مُبيّن في الشكل (1–101).

الشكل (1–101): بخاخ الوقود.

هناك نوع آخر من بخاخات الوقود، ويستخدم هذا النوع في نظام حقن الوقود المباشر (Gasoline Direct Injection (GDI)، إذ يركب بخاخ الوقود مباشرة داخل الأسطوانات، ومن مزايا هذا نوع من البخاخات أنه يتحمل ضغطًا عاليًا للوقود، ويتحمل كذلك درجات حرارة عالية، كما هو مُبيّن في الشكل (1–102).

الشكل (1–102): بخاخ الوقود المباشر (GDI).

مكونات بخاخ الوقود

1 . **مدخل الوقود:** يسمح بدخول الوقود المضغوط القادم من مضخة الوقود.

2 . **مصفي الوقود:** يصفي الوقود من الشوائب.

3 . **حلقة مانع التسريب العلوي:** تثبَّت أعلى البخاخ، وتمنع تسرب الوقود بين بخاخ الوقود وموزع الوقود.

4 . **طرفا التوصيل**: يتصلان بأطراف الملف، ويتصل الطرف الموجب للبخاخ بالخط الموجب، والطرف السالب بوحدة التحكم الإلكتروني.

5 . **الملف الكهربائي**: يتكون هذا الملف من عدد كبير من ملفات سلك نحاسي معزول، ويتصل طرفاه مباشرة بطرفي التوصيل.

6 . **الكباس**: هو قطعة من المعدن قابل للمغنطة، يتحرك بفعل المجال المغناطيسي المتولد في الملف الكهربائي، ويثبت خلفه نابض الإرجاع، لإرجاع الكباس إلى وضعه الطبيعي.

7 . **جسم البخاخ**: هو غلاف معدني أو بلاستيكي يحتوي داخله مكونات البخاخ.

8 . **إبرة الصمام**: هي إبرة معدنية تركب على فتحه خروج الوقود، وترتبط من الخلف بالكباس.

9 . **مخرج الوقود**: فتحة مخروطية الشكل موجودة في رأس البخاخ، تخرج الوقود المضغوط رذاذًا، كما في الشكل (1–103).

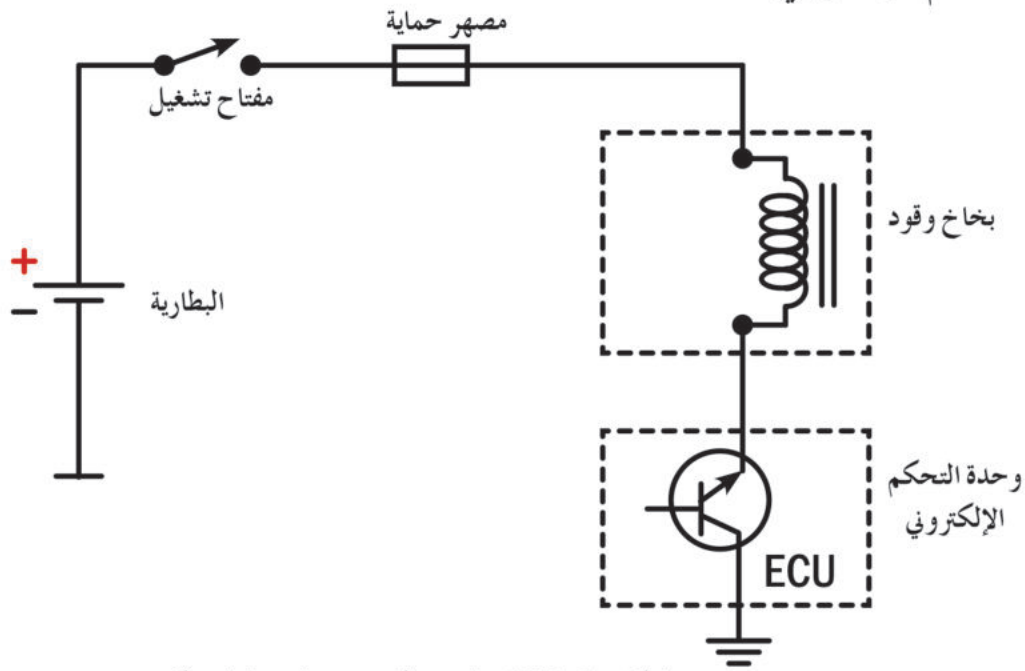
الشكل (1–103): بخاخ الوقود.

مبدأ عمل بخاخ الوقود

عند وصول الإشارة الكهربائية من وحدة التحكم الإلكتروني إلى بخاخ الوقود، تكتمل الدارة الكهربائية في الملف الكهربائي، فيجذب المجال المغناطيسي الكباس إلى الأعلى مُتغلِّبًا على قوة نابض الإرجاع، ساحبًا معه إبرة الصمام، ما يسمح بخروج الوقود المضغوط رذاذًا بسبب التصميم المخروطي لفتحة الخروج.

وعند انقطاع الإشارة الكهربائية من وحدة التحكم الإلكتروني، ينهدم المجال المغناطيسي في الملف الكهربائي ليعود الكباس إلى وضعه الطبيعي بتأثير نابض الإرجاع، ومعه تعود إبرة الصمام لتغلق مخرج الوقود.

ويبين الشكل (1–104) الدارة الكهربائية لحاقن الوقود الكهربائي (بخاخ الوقود) مع وحدة التحكم الإلكتروني



الشكل (1–104):الدارة الكهربائية لحقن الوقودالكهربائي.

تعدّ الدارة الكهربائية لبخاخ الوقود مع وحدة التحكم الإلكتروني، من التوصيلات المباشرة مع وحدة التحكم الإلكتروني.

حيث توصل أطراف بخاخ الوقود على نحو الآتي:

1– يوصل الطرف الموجب من بخاخ الوقود بالطرف الموجب من المركم.

2– يوصل الطرف السالب من بخاخ الوقود بوحدة التحكم الإلكتروني.

تُقدَّر مدة الإشارة الكهربائية القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني بزمن مقداره (2 – 10 ms).

علمًا أن عملية حساب المدة الزمنية لفتح البخاخ تعتمد على الإشارات القادمة من مجسات الـمُحرك، وهي:

أ – مجس درجة حرارة الهواء.

ب – مجس مقياس تدفق الهواء.

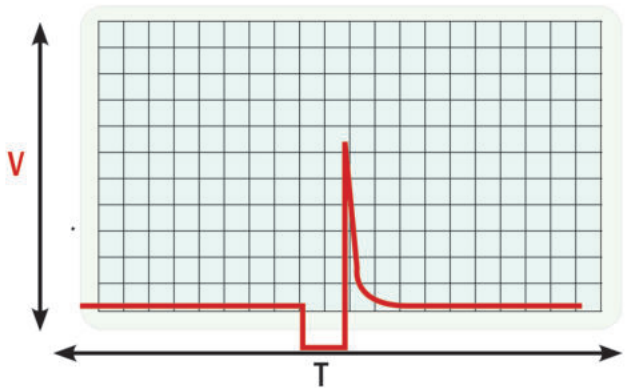
جـ– مجس درجة حرارة سائل التبريد.

د –مجس صمام الخانق.

هـ– مجس ضغط المطلق.

و – مجس الأكسجين.

وبناءً على الإشارات القادمة من مجسات الـمُحرك، تتحكم وحدة التحكم الإلكتروني في المدة الزمنية لفتح البخاخ، كما هو مُبيّن في الشكل (1–105).



إشارة كهربائية من وحدة التحكم الإلكتروني إلى بخاخ الوقود.

الشكل (1–105): أطراف توصيل بخاخ الوقود.

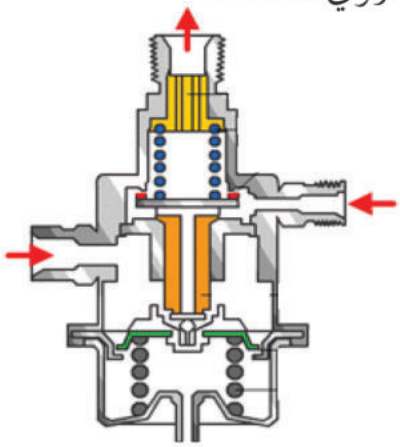
7 – **مُنظم ضغط الوقود:** يحافظ منظم ضغط الوقود على وجود ضغط كافٍ ومناسب للوقود في موزع الوقود، لضمان عمل بخاخ الوقود بصورة صحيحة، ولعمل مُحرك الاحتراق الداخلي بكفاءة عالية. انظر الشكل (1–106) الذي يبين منظم ضغط الوقود.

الشكل (1–106): منظم ضغط الوقود.

أ – وظيفة منظم ضغط الوقود

1. تثبيت ضغط الوقود على بخاخات الوقود عبر موزع الوقود.
2. إرجاع كمية الوقود الزائد إلى خزان الوقود، ويثبّت بجانب موزع الوقود.

ب– مبدأ عمل منظم ضغط الوقود: يعتمد مبدأ عمل منظم ضغط الوقود على ضغط الهواء داخل مجمع سحب الهواء (الفاكيوم)، فيتصل أنبوب مطاطي من منظم ضغط الوقود بمجمع السحب، ويستخدم هذا المنظم في نظام حقن الوقود الإلكتروني المتعدد .



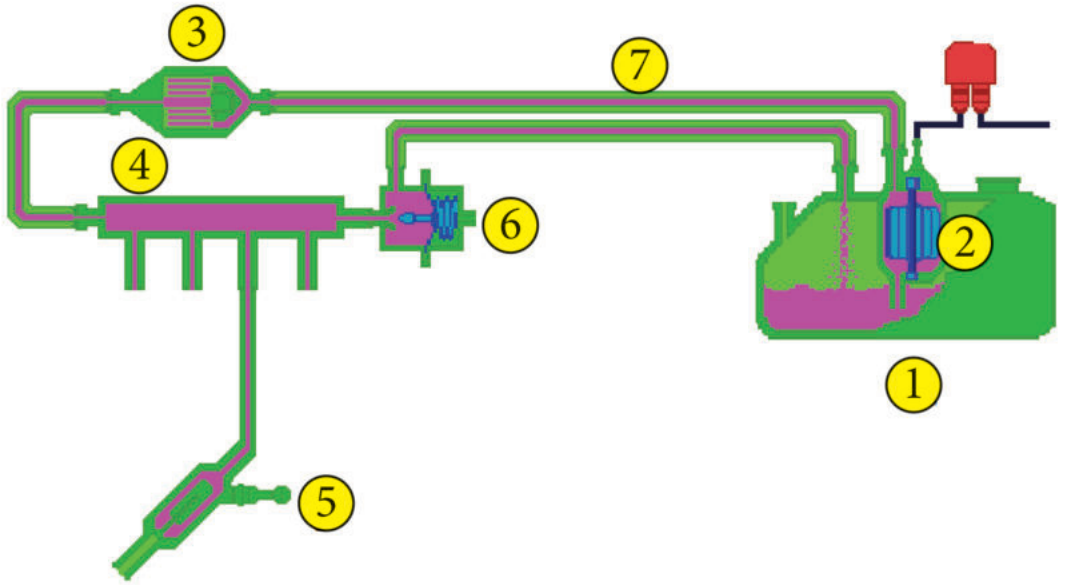
الشكل (1–107): مبدأ عمل منظم ضغط الوقود .

عند إغلاق صمام الخانق، يكون مجمع سحب الهواء ذا ضغط عالٍ، فيُفرغ الهواء داخل مجمع السحب، إذ يُسحب الهواء من مجمع السحب، ما يؤدي إلى سحب الحاجز المرن إلى الأسفل في منظم ضغط الوقود، فيُرجع الوقود إلى خزان الوقود.

وعند فتح صمام الخانق، يكون مجمع السحب الهواء ذا ضغط منخفض، فيُرجع الحاجز المرن إلى وضعه الطبيعي في منظم ضغط الوقود، فيحافظ على ثبات الوقود وضغطه البخاخات.

انظر إلى الشكل (1–107) الذي يبين منظم ضغط الوقود الفاكيوم.

8 – **أنابيب توزيع الوقود**: هناك نوعان من خطوط الوقود، النوع الأول: خط تزويد الوقود، وهو يسحب الوقود من خزان الوقود لتزويد البخاخات ويثبَّت عليها مصفي الوقود، والنوع الثاني: خط إرجاع الوقود، وهو يرجع الوقود الزائد من منظم ضغط الوقود إلى خزان الوقود، وتصنع هذه الأنابيب من مادة لا تتفاعل مع الوقود، مثل: الحديد، أوالنحاس، أو المطاط، أوالكتان المقوى. انظر إلى الشكل (1–108).



(1) خزان الوقود (2) (**Fuel Tank**) مضخة الوقود (**Fuel Pump**)

(3) مصفي الوقود (4) (**Fuel Filter**) موزع الوقود (**Fuel Reil**)

(5) بخاخ الوقود (6) (**Fuel Injector**) منظم ضغط الوقود (**Fuel Pressure Regulator**)

(7) أنابيب توزيع الوقود (**Fuel Pipelin**)

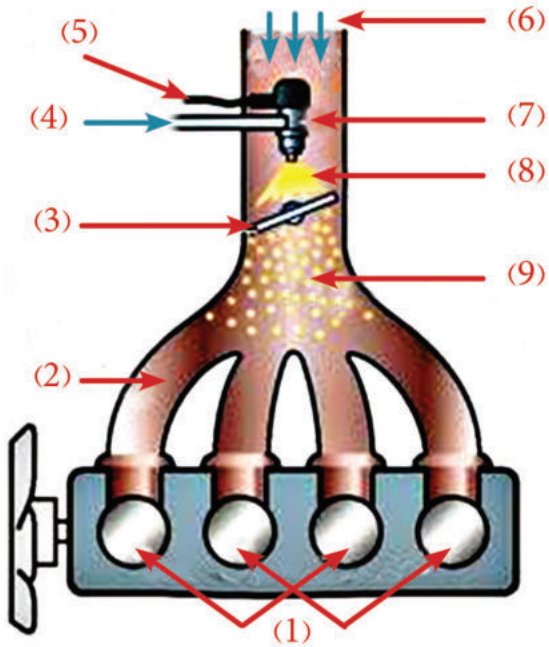
الشكل (1–108): نظام الوقود.

مبدأ عمل نظام الوقود في نظام حقن الوقود الإلكتروني

عند بداية تشغيل مُحرك المركبة، تسحب مضخة الوقود الكهربائية الوقود من خزان الوقود إلى مصفي الوقود، فتصفي الوقود من الشوائب والأتربة، ثم ترسله إلى موزع الوقود، الذي يوزع الوقود بالتساوي على بخاخات الوقود، ثم تحقن البخاخات الوقود في صورة رذاذ على الأسطوانات بناءً على الإشارة القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني، وعند زيادة كمية الوقود في موزع الوقود يرجع منظم ضغط الوقود كمية الوقود الزائدة إلى خزان الوقود.

أنواع أنظمة حقن الوقود الإلكتروني

1- **نظام حقن الوقود الإلكتروني المفرد (TBI) (Throttle Body injection)**: في هذا النظام يُحقن الوقود في مجرى دخول الهواء قبل تشعبه إلى الأسطوانات، وهناك بخاخ واحد لجميع الأسطوانات يركب فوق صمام الخانق السفلي، وفي هذا النظام لا يوجد موزع للوقود. يستخدم هذا النظام في المركبات القديمة، كما هو مُبيّن في الشكل (1-109) نظام حقن الوقود المفرد.



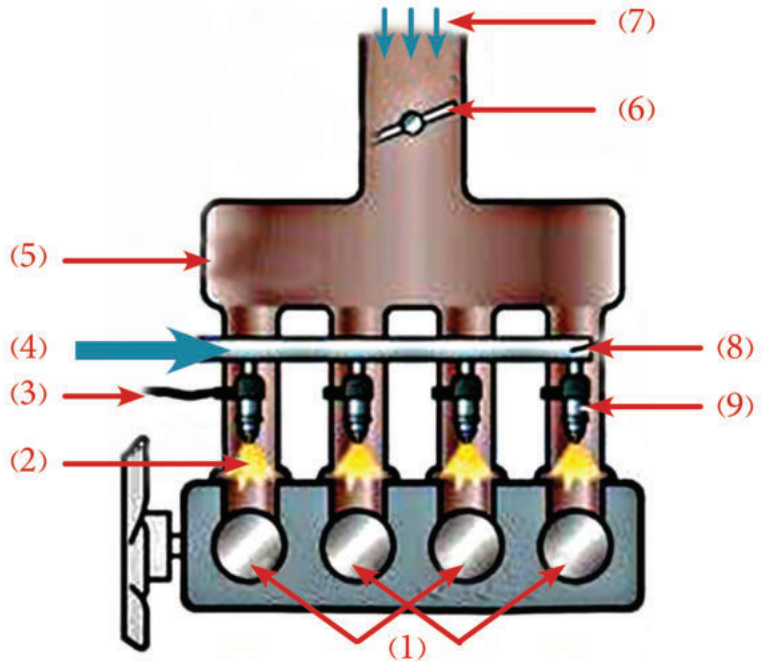
الشكل (1-109): نظام حقن الوقود المفرد.

(1) أسطوانات الـمُحرك.
(2) أنابيب مجمع السحب
(3) صمام الخانق السفلي.
(4) أنبوب الوقود.
(5) وصلة كهربائية.
(6) دخول الهواء.
(7) بخاخ الوقود.
(8) الوقود.
(9) خليط مزيج الهواء والوقود.

مبدأ عمل نظام حقن الوقود الإلكتروني المفرد

عند فتح صمام الخانق حسب رغبة السائق عبر التحكم في دواسة الوقود، يدخل الهواء عبر صمام الخانق السفلي إلى مجمع سحب الهواء، فيقيس مجس صمام الخانق زاوية فتح صمام الخانق، ثم يرسل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني، فترسل وحدة التحكم الإلكتروني أوامر بفتح بخاخ الوقود، بحيث تتناسب فتحة البخاخ وكمية دخول الهواء، وعند زيادة ضغط الوقود على موزع الوقود، يُرجع منظم ضغط الوقود كمية الوقود الزائدة إلى خزان الوقود.

2- **نظام حقن الوقود الإلكتروني المتعدد (multipoint Electronic Fuel Injection) (MEFI)**: يحقن هذا النظام الوقود في قنوات السحب مباشرة قرب صمام الدخول، ويوجد بخاخ واحد لكل أسطوانة، ويستخدم هذا النظام في المركبات الحديثة، كما هو مُبيّن في الشكل (1–110) نظام حقن الوقود الإلكتروني المتعدد.



(1) أسطوانات المُحرك.
(2) الوقود.
(3) وصلة كهربائية.
(4) دخول الوقود.
(5) مجمع سحب الهواء.
(6) صمام الخانق.
(7) الهواء.
(8) موزع الوقود.
(9) بخاخات الوقود.

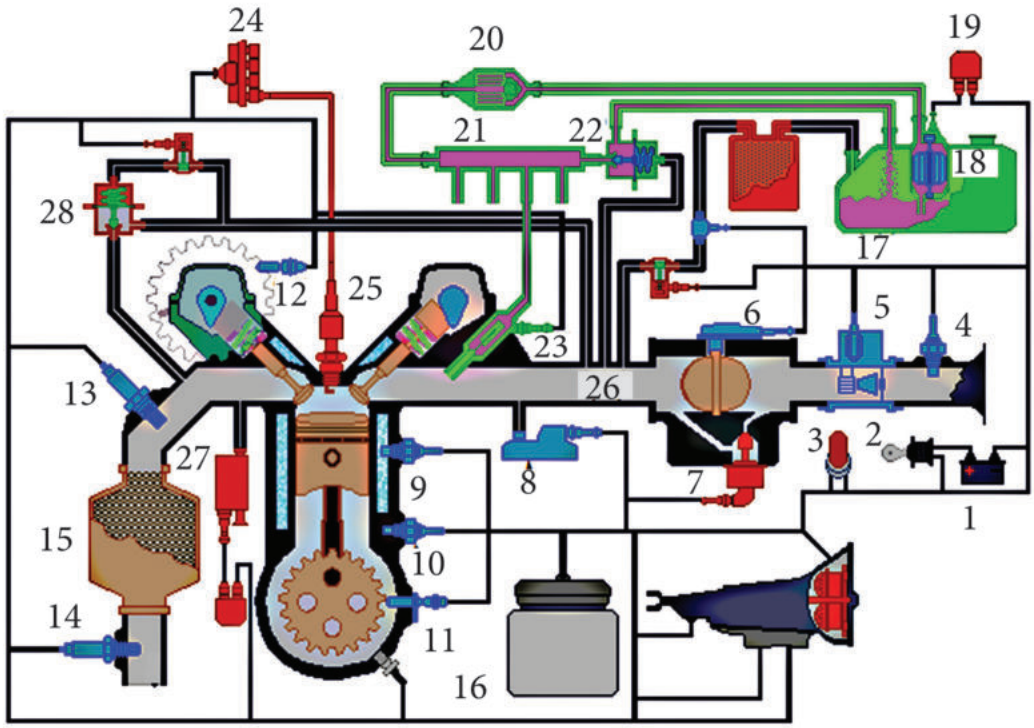
الشكل (1–110): نظام حقن الوقود الإلكتروني المتعدد.

مبدأ عمل نظام حقن الوقود الإلكتروني المتعدد

يزود نظام حقن الوقود المتعدد المُحرك من خليط الهواء والوقود بما يتناسب وظروفه التشغيلية المختلفة. تحسب وحدة التحكم الإلكتروني كمية الوقود اللازمة بناءً على الإشارة التي تتلقاها من المجسات المختلفة.

تحدد وحدة التحكم الإلكتروني كمية الوقود المحقون عَبْرَ المدة الزمنية التي يفتحها البخاخ؛ لكي تحافظ على استمرار تزويد المُحرك بنسبة مزيج قريبة من النسبة المثالية (1:14.7)، ما يؤدي إلى توفير استهلاك الوقود، وتقليل انبعاث الغازات السامة، ويزيد كفاءة المُحرك وقدرته.

ويبين الشكل(1–111) مخطط نظام حقن الوقود الإلكتروني وأجزاؤه



الشكل (1–111): مخطط نظام حقن الوقود الإلكتروني.

(1) المركم. (2) مفتاح التشغيل. (3) مصباح التحذير. (4) مجس درجة حرارة الهواء. (5) مجس مقياس تدفق الهواء.
(6) مجس صمام الخانق. (7) صمام الهواء الجانبي. (8) مجس ضغط الهواء المطلق. (9) مجس درجة حرارة سائل التبريد.
(10) مجس الطرق. (11) مجس عمود المرفق. (12) مجس عمود الكامات (13) مجس الأكسجين الأول.
(14) مجس الأكسجين الثاني. (15) مجمع العادم. (16) وحدة التحكم الإلكتروني. (17) خزان الوقود.
(18) مضخة الوقود الكهربائية. (19) المصهر. (20) مصفي الوقود. (21) موزع الوقود. (22) منظم ضغط الوقود.
(23) بخاخ الوقود. (24) ملف الإشعال (25) شمعات الإشعال. (26) مجمع سحب الهواء .
(27) مجس قياس تدوير الغاز العادم. (28) صمام إعادة تدوير الغاز العادم.

ابحث في الإنترنت عن فيديو يوضح كيفية عمل نظام حقن الوقود الإلكتروني ومكوناته وأنواعه، اعرض هذه الفيديو على زملائك بإشراف معلمك.

التمارين العملية

التمرين الخامس

فحص مجس درجة حرارة سائل التبريد.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفحص مجس درجة حرارة سائل التبريد.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة عاملة. 2 – صندوق عُدّة.	
3 – جهاز أوميتر. 4 – وعاء ماء.	

خطوات الأداء

1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

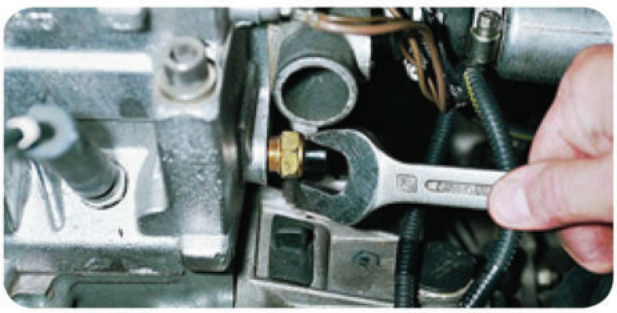
2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.

3 – حدّد موضع مِجس درجة حرارة سائل التبريد في مُحرك المركبة، كما في الشكل (1).

4 – فُكّ مِجس درجة حرارة سائل التبريد عن مُحرك المركبة بمفتاح شق، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

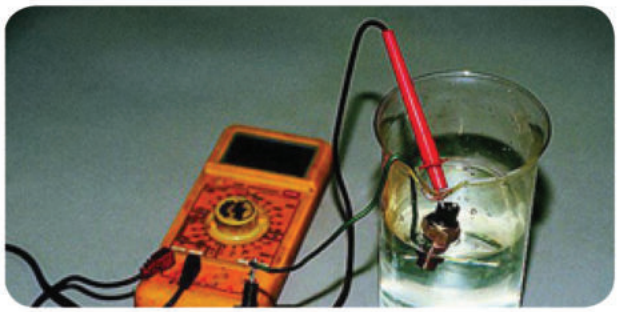
الشكل (1)



الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5- سخّن الماء حدّ الغليان، ثم صُبّ الماء داخل الوعاء، ثم ضع مجس درجة حرارة سائل التبريد داخله، ثم افحص مجس درجة حرارة سائل التبريد بجهاز الأوميتر، يجب أن تكون قراءة مقاومة المجس منخفضة، كما هو مُبيّن في الشكل (3).



الشكل (3)

6- حضّر وعاءً فيه ماء بارد، ثم ضع مجس درجة حرارة سائل التبريد داخله، ثم افحص المجس بجهاز الأوميتر، يجب أن تكون قراءة مقاومة المجس عالية، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

الشكل (4)

الأنشطة العملية

افحص مجس درجة حرارة سائل التبريد لمركبة تعمل بوقود الديزل، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد موضع مجس درجة حرارة سائل التبريد على المركبة، وأفكّ مجس درجة حرارة سائل التبريد.			
2	أفحص مجس سائل التبريد، وأدون قراءة مجس سائل التبريد في أثناء غمسه بالماء الساخن بجهاز الأوميتر.			
3	أدون قراءة مجس سائل التبريد في أثناء غمسه بالماء البارد بجهاز الأوميتر.			

التمارين العملية

التمرين السادس

تحديد مواضع مجسات نظام الحقن الإلكتروني لمحرك الاحتراق الداخلي في المركبة.

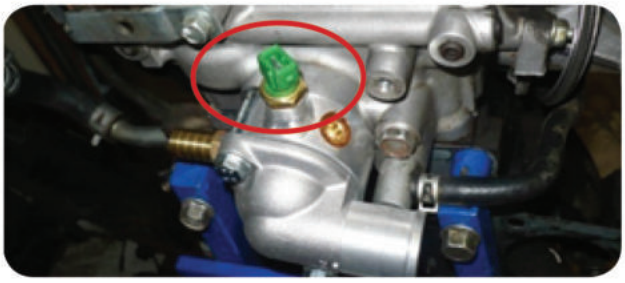
يُتوقّع منك بعد إنهاء التمرين أن:

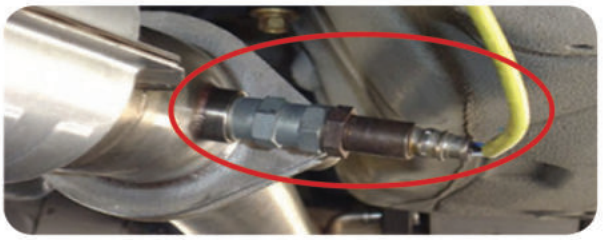
- تُحدّد مواضع مجسات نظام الحقن الإلكتروني لمحرك الاحتراق الداخلي في المركبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – صندوق العدة. 3 – كشاف (ضوء متنقل).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينها كلها. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، متأكدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3 – حدّد مجس عمود المرفق في مُحرك المركبة، كما في الشكل (1). 4 – حدّد مجس عمود الحدبات (الكامات) في مُحرك المركبة، كما في الشكل (2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – حدّد مجس درجة حرارة الهواء في مُحرك المركبة، كما في الشكل (3).	الشكل (3)
6 – حدّد مجس درجة حرارة سائل التبريد في مُحرك المركبة، كما في الشكل (4).	 الشكل (4)
7 – حدّد مجس مقياس تدفق الهواء ذا السلك الساخن في مُحرك المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).	الشكل (5)
8 – حدّد مجس وضعية صمام الخانق في مُحرك المركبة، كما في الشكل (6).	الشكل (6)
9 – حدّد مجس ضغط الهواء المطلق في مُحرك المركبة، كما في الشكل (7).	الشكل (7)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
10 – حدّد مجس الأكسجين في مخرج العادم، كما في الشكل(8).	 الشكل (8)
11 –حدّد مجس الطرق في مُحرك المركبة، كما في الشكل (9).	الشكل (9)

الأنشطة العملية

حدّد مجسات نظام الحق الإلكتروني لمحرك الاحتراق الداخلي في مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد مجس عمود المرفق في مُحرك المركبة.			
2	أحدد مجس عمود الحدبات (الكامات) في مُحرك المركبة.			
3	أحدد مجس درجة حرارة الهواء في مُحرك المركبة.			
4	أحدد مجس درجة حرارة سائل التبريد في مُحرك المركبة.			
5	أحدد مجس مقياس تدفق الهواء ذا السلك الساخن في مُحرك المركبة.			
6	أحدد مجس وضعية صمام الخانق في مُحرك المركبة.			
7	أحدد مجس ضغط الهواء المطلق في مُحرك المركبة.			
8	أحدد مجس الأكسجين في مخرج العادم.			
9	أحدد مجس الطرق في مُحرك المركبة.			

التمارين العملية

التمرين السابع

فحص صمام الهواء الجانبي لمحرك الاحتراق الداخلي في المركبة.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفحص صمام الهواء الجانبي لمُحرك الاحتراق الداخلي في المركبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- صندوق العدة. 3- صمام الهواء الجانبي. 4- البطارية. 5- جهاز الأوميتر.	- أسلاك كهربائية.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل أية خطورة مهنية. 3- ضع صمام الهواء الجانبي على طاولة العمل مع البطارية، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – افحص صمام الهواء الجانبي باستعمال البطارية، حيث يوصل قطب الموجب للبطارية بالطرف الموجب لصمام الهواء الجانبي، ويوصل القطب السالب للبطارية بالطرف السالب لصمام الهواء الجانبي، وسينتج من ذلك دوران صمام الهواء الجانبي باتجاه اليمين (يُفتح صمام الهواء الجانبي)، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	 الشكل (2)
5 – صل القطب الموجب للبطارية بالطرف السالب لصمام الهواء الجانبي، وصل القطب السالب للبطارية بالطرف الموجب لصمام الهواء الجانبي، وسينتج من ذلك دوران صمام الهواء الجانبي باتجاه الشمال (يُغلق صمام الهواء الجانبي)، كما في الشكل (3)، وهذا يدل على صلاحية صمام الهواء الجانبي.	 الشكل (3)
6 – فحص صمام الهواء الجانبي باستعمال جهاز الأوميتر، حيث يوصل القطب الموجب للجهاز بالطرف الموجب لصمام الهواء الجانبي، ويوصل القطب السالب للجهاز بالطرف	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
السالب للصمام، ويجب أن تكون قراءة جهاز المقاومة منخفضة، كما هو مُبيّن في الشكل (4). ما يدل على صلاحية صمام الهواء الجانبي.	

الشكل (4)

الأنشطة العملية

افحص صمام الهواء الجانبي في مُحرك مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفحص صمام الهواء الجانبي باستعمال المركم (البطارية).			
2	أفحص صمام الهواء الجانبي باستعمال الأوميتر.			

التمارين العملية

التمرين الثامن

بناء الدارة الكهربائية لمضخة الوقود الكهربائية .

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تبني الدارة الكهربائية لمضخة الوقود الكهربائية.

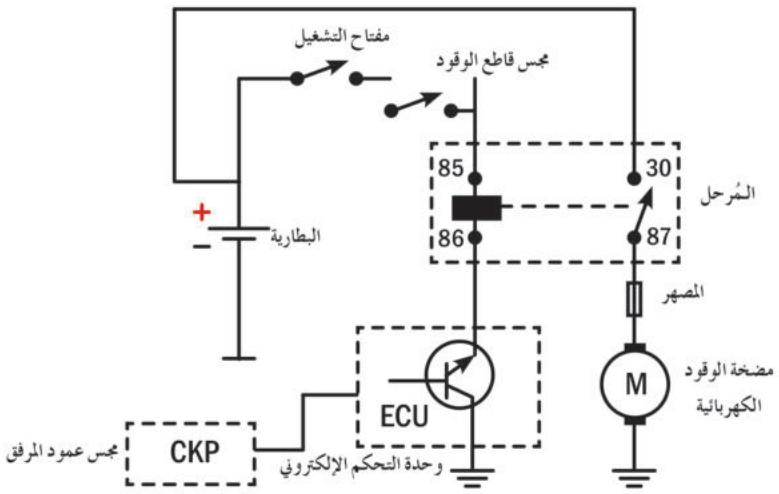
متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- أسلاك كهربائية. 3- صندوق عُدّة. 4- مضخة وقود. 5- المركم. 6- مُرحل. 7- مجس قطع الوقود.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	 الشكل (1)
2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية.	 الشكل (2)
3 - ضع العدد والتجهيزات الآتية على طاولة العمل:	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
أ- مضخة الوقود الكهربائية، كما في الشكل (1).	الشكل (3)
ب - المرحل، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
جـ - مجس قطع الوقود.	
د - المفتاح الكهربائي بدلًا من وحدة التحكم الإلكتروني، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	
هـ - البطارية والأسلاك الكهربائية، كما هو مُبيّن في الشكل(4).	الشكل (4)

4- وصّل الدارة بالبطارية، كما في الشكل (5).



الشكل (5)

5- شغّل الدارة وتأكد من عمل المضخة بالصورة الصحيحة.

الأنشطة العملية

افحص مضخة الوقود بجهاز الأوم مميتر.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أبني الدارة الكهربائية لمضخة وقود بصورة صحيحة.			
2	أتأكد من عمل الدارة.			

التمارين العملية

التمرين التاسع

فحص بخاخ الوقود الكهربائي .

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفحص بخاخ الوقود الكهربائي .

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مُحرك المركبة. 2 – صندوق عُدة. 3 – بخاخ الوقود الكهربائي. 4 – البطارية. 5 – جهاز الأوميتر.	– أسلاك كهربائية.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أي خطورة مهنية. 3 – ضع بخاخ الوقود الكهربائي على طاولة العمل، كما هو مُبـيّن في الشـكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء

4- افحص بخاخ الوقود الكهربائي بجهاز الأوميتر، حيث يوصل الطرف الموجب للجهاز بالطرف الموجب لبخاخ الوقود، ثم يوصل الطرف السالب للجهاز بالطرف السالب لبخاخ الوقود، ثم قارن قراءة الجهاز بقراءة كتيب الشركة الصانعة (الكتلوج)، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

5- افحص بخاخ الوقود الكهربائي بالبطارية، حيث يوصل القطب الموجب للبطارية بالطرف الموجب لبخاخ الوقود، ويوصل القطب السالب للبطارية بالطرف السالب لبخاخ الوقود، إلى أن يُسمع صوت (طقطقة) داخل بخاخ الوقود، وهذا الصوت هو حركة الكباس داخل بخاخ الوقود، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

6 – افحص الخطين: الموجب والسالب لبخاخ الوقود (الفيش الكهربائي) بمصباح الفحص، حيث يوضع طرف مصباح الفحص على شصي المركبة والطرف الثاني على الطرف الموجب في التوصلية الكهربائية، ويجب أن يضيء مصباح الفحص، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

الرسم التوضيحي

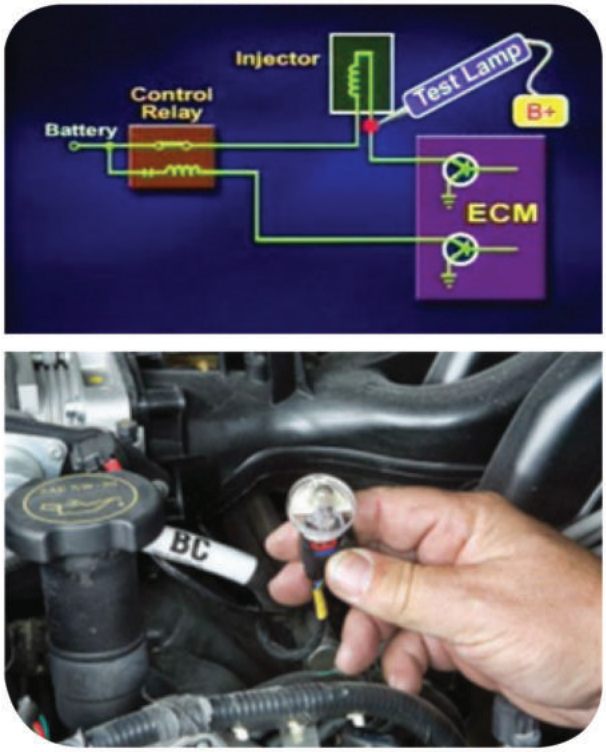
الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

7 – افحص التوصيلة الكهربائية لبخاخ الوقود (فيش الكهربائي) عَبْرَ مصباح الفحص، فيوضع طرف مصباح الفحص على القطب الموجب للبطارية والطرف الثاني على طرف التوصيلة الكهربائية القادم من وحدة التحكم الإلكتروني،ويجب أن يضيء مصباح الفحص مرة وينطفئ مرة أخرى، وهذا يعني فحص الإشارة الكهربائية لوحدة التحكم الإلكتروني، كما هو مُبيّن في الشكل (5).



الشكل (5)

الأنشطة العملية

افحص بخاخ الوقود في مُحرك مركبة يعمل بوقود الديزل، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفحص بخاخ الوقود الكهربائي بجهاز الأوميتر.			
2	أفحص بخاخ الوقود الكهربائي بالبطارية.			
3	أفحص التوصيلة الكهربائية لبخاخ الوقود (فيش الكهربائي) بمصباح الفحص.			

التمارين العملية

التمرين العاشر

تحديد مواضع المشغلات في نظام حقن الوقود الإلكتروني في المركبة.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد مواضع المشغلات في نظام حقن الوقود الإلكتروني في المركبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – مصباح متنقل. 3 – صندوق عُدة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	 الشكل (1)
2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أي خطورة مهنية.	
3 – حدّد موضع صمام الخانق في مُحرك المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).	
4 – حدّد صمام الهواء الجانبي في مُحرك المركبة.	 الشكل (2)
5 – حدّد موضع مضخة الوقود في المركبة. كما هو مُبيّن في الشكل (2).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

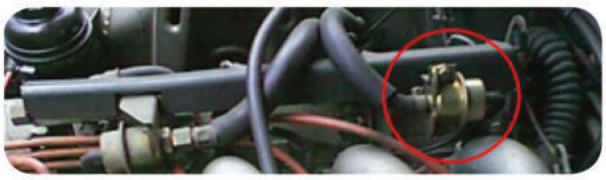
6 – حدّد موضع مصفي الوقود في مُحرك المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

7 – حدّد موضع بخاخ الوقود في مُحرك المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

8– حدّد موضع منظم ضغط الوقود في مُحرك المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

الشكل (3)

الشكل (4)



الشكل (5)

الأنشطة العملية

حدّد مواضع مشغلات نظام الحقن الإلكتروني لمركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد صمام الخانق في مُحرك المركبة.			
2	أحدد صمام الهواء الجانبي في مُحرك المركبة.			
3	أحدد مضخة الوقود في المركبة.			
4	أحدد مصفي الوقود في مُحرك المركبة.			
5	أحدد بخاخ الوقود في مُحرك المركبة.			
6	أحدد منظم ضغط الوقود في مُحرك المركبة.			

التمارين العملية

التمرين الحادي عشر

استخدام جهاز فحص أعطال المركبة في تشخيص أعطال مُحرك المركبة.

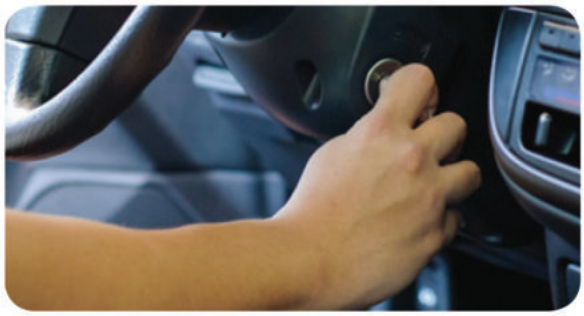
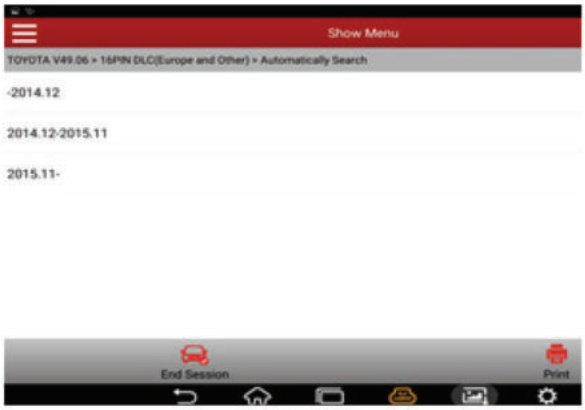
يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

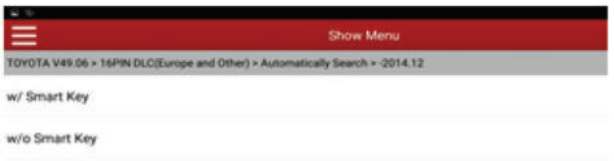
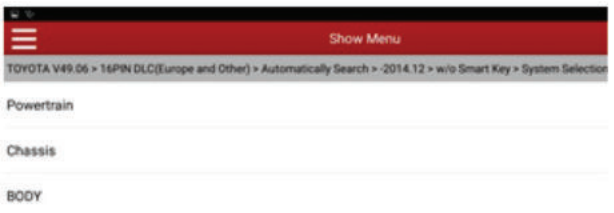
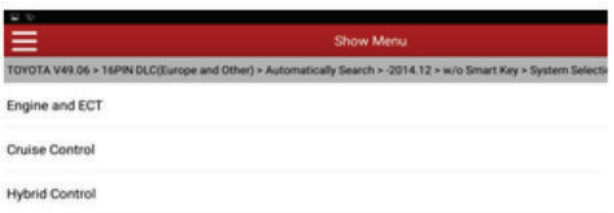
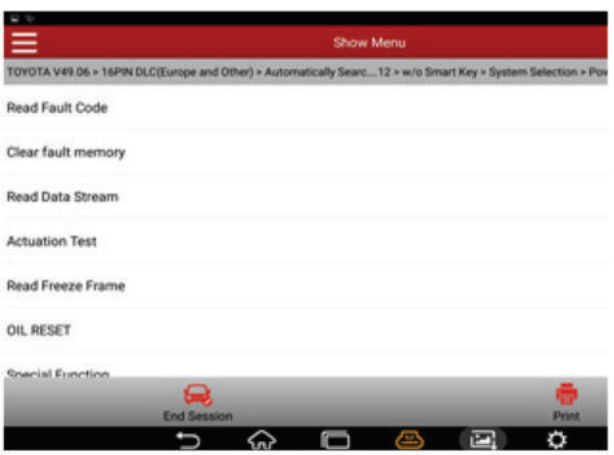
- تستخدم جهاز فحص أعطال مُحرك المركبة في تشخيص أعطال مُحرك المركبة.

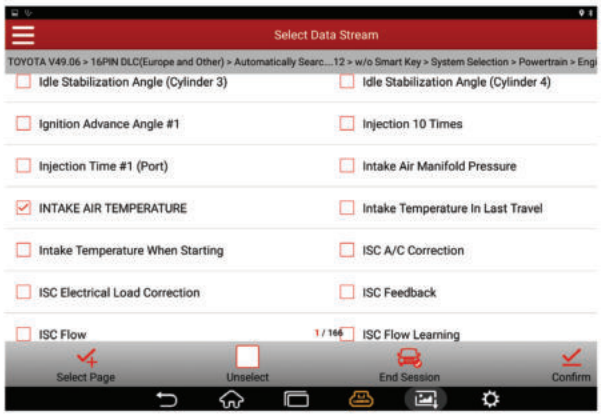
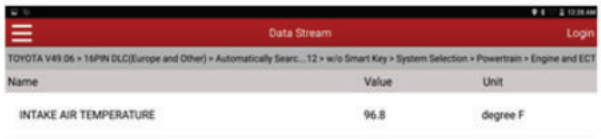
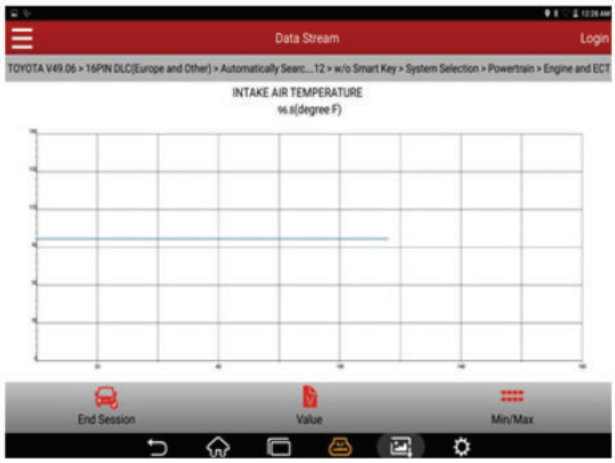
متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – مُحرك المركبة. 3 – صندوق العدة. 4 – جهاز فحص أعطال المركبة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1– أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2– أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3 – ضع وصلة (OBD) الخاصة بجهاز الفحص في المكان المخصص لها في المركبة، انظر إلى الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4- اضبط مفتاح تشغيل المركبة على وضع **ON**، انظر إلى الشكل (2).	 الشكل (2)
5- شغل جهاز الفحص واختر نوع المركبة المراد فحصها ويمكن الفحص عبر إدخال رقم الهيكل الخاص بالمركبة (**VIN scan**)، انظر إلى الشكل (3).	الشكل (3)
6- اختر عدد نقاط التوصيل الخاصة بوصلة الفحص (**OBD**) الظاهرة على الشاشة، ثم اختر (**16PIN**)، انظر إلى الشكل (4).	الشكل (4)
7- اختر سنة صنع المركبة، انظر إلى الشكل (5).	 الشكل (5)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
8- اختر اذا كانت المركبة مزودة بمفتاح ذكي أم لا، انظر إلى الشكل (6).	 الشكل (6)
9- اختر نوع النظام وهو **Powertrain** لفحص أنظمة المحرك في المركبة، انظر إلى الشكل (7).	 الشكل (7)
10- اختر نظام المحرك **Engine and ECT**، انظر إلى الشكل (8).	 الشكل (8)
11- تظهر شاشة فيها خيارات عديدة منها قراءة أكواد الأعطال في النظام أو مسحها وأخذ القراءات الحية للمجسات والمشغلات المتعلقة بالنظام أو تفعيلها عبر الجهاز، انظر إلى الشكل (9).	 الشكل (9)
12- اختر **Read Data Stream** من الشاشة السابقة، ستظهر الشاشة كما في الشكل (10)، واختر منها الحساس	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
أو المشغل المراد معرفة قراءته الحية أو اختر الكل، ثم أدر المحرك، انظر إلى الشكل (10).	الشكل (10)
13- اختر مجس درجة حرارة الهواء الداخل للمحرك، انظر إلى الشكل (11).	 الشكل (11)
14- لاحظ قراءة المجس، انظر إلى الشكل (12).	 الشكل (12)
15 - اختر **Graph** لمعاينة شكل إشارة المجس، انظر إلى الشكل (13).	 الشكل (13)
16- اختر **End Session** لإنهاء التشخيص.	

الأعطال العملية

أعطال نظام حقن الوقود الإلكتروني

تتعرض أجزاء نظام حقن الوقود في أثناء العمل إلى إجهادات ميكانيكية أو كهربائية، تؤدي إلى خفض كفاءتها وزيادة استهلاك الوقود، وزيادة انبعاث الغازات الضارة في الغاز العادم، وتظهر عيوب وأعطال لابد من معالجتها بدقة للحصول على أعلى كفاءة عمل لهذه الأجزاء.

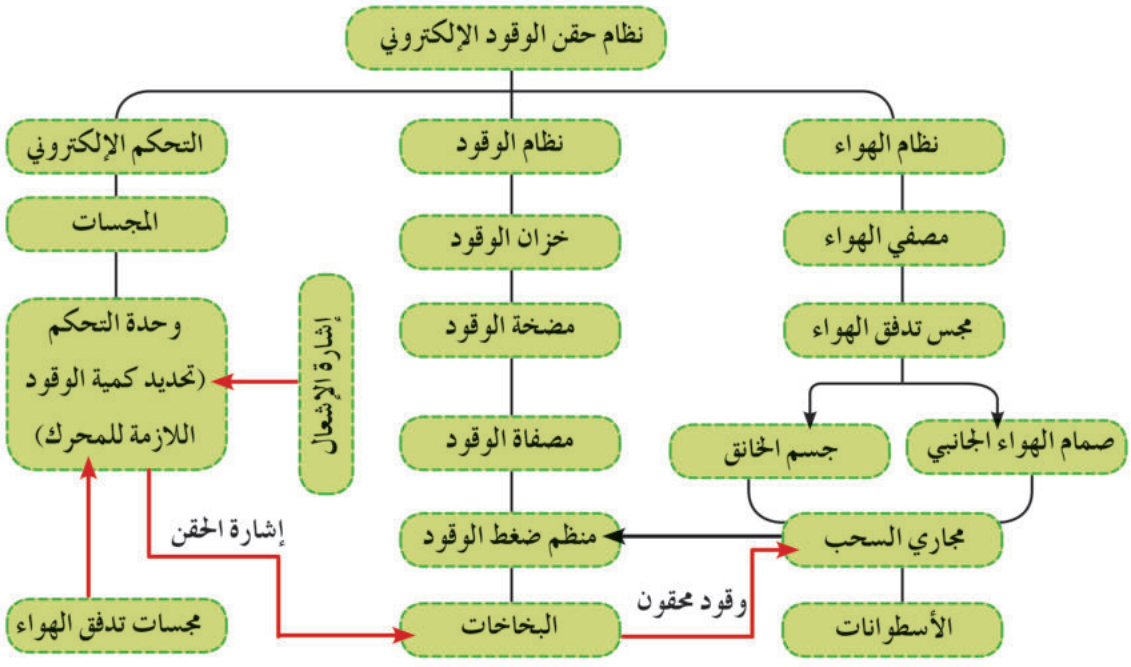
العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
مُحرك الاحتراق الداخلي متوقف عن العمل	ضعف ضغط مضخة الوقود.	التأكد من ضغط المضخة واستبدالها إذا لزم الأمر.
	عطل في مرحل المضخة.	استبدال المرحل.
	خطأ في توصيلات المضخة الكهربائية.	تصليح التوصيلات الكهربائية للمضخة.
	صمام الهواء الجانبي لا يعمل.	استبدال صمام الهواء الجانبي.
	تسرب هواء في مجاري السحب.	البحث عن التسريب وتصليحه.
	عطل مجس عمود المرفق.	استبدال مجس عمود المرفق.
	انسداد مصفي الوقود.	استبدال مصفي الوقود.
	عدم وجود إشارة من وحدة التحكم الإلكتروني إلى مضخة الوقود.	فحص الإشارة الكهربائية القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني وتحديد العطل وتصليحه.
	عدم وجود إشارة من وحدة التحكم الإلكتروني إلى بخاخ الوقود.	فحص الإشارة الكهربائية القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني وتحديد العطل وتصليحه.

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
مُحرك الوقود يدور ثم يتوقف عن العمل	عطل في مجس قياس كمية الهواء.	استبدال مجس مقياس تدفق الهواء.
	ضعف أو عطل مضخة الوقود.	فحص ضغط المضخة أو استبدالها إذا لزم الأمر.
	عطل مجس قياس الضغط المطلق.	استبدال مجس قياس ضغط المطلق.
	البخاخات لا تعمل بسبب الأوساخ.	تنظيف البخاخات.
	عطل صمام الهواء الجانبي.	استبدال صمام الهواء الجانبي.

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
استهلاك عالٍ للوقود	عطل في البخاخات.	استبدال البخاخات.
	عطل مجس قياس كمية الهواء.	فحص مجس كمية الهواء واستبداله إذا لزم الأمر.
	عطل في مجس الأكسجين.	فحص مجس الأكسجين والتأكد من توصيلاته واستبداله إذا لزم.
	عطل في منظم ضغط الوقود.	استبدال منظم ضغط الوقود.
	عدم إغلاق فتحة تعبئة الوقود.	التأكد من إغلاق فتحة تعبئة الوقود جيدًا.

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
فقدان قدرة المُحرك أو ضعفها	عطل في صمام الخانق.	تفقد صمام الخانق أو استبداله إذا لزم.
	ضعف ضغط مضخة الحقن.	فحص ضغط المضخة وتصليح العطل إذا لزم الأمر.
	وجود تسرب هواء في مجاري السحب.	فحص خراطيم الهواء وتصليح التسريب.
	انخفاض كمية الوقود الخارج من المضخة.	التأكد من عدم وجود انسداد عند مخرج الوقود أو في أنابيب الوقود.
	عطل في البخاخات.	استبدال البخاخات.

الخرائط المفاهيمية



خامسًا: أنظمة الإشعال في المركبات.

النتاجات

يتوقع منك في نهاية الدرس أن:

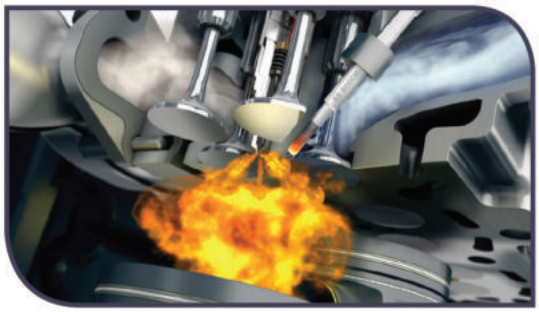
- تتعرّف أنواع أنظمة الإشعال في المركبات.
- تتعرّف مكونات أنظمة الإشعال في المركبات.
- تتعرّف مبدأ عمل أنظمة الإشعال في المركبات.

تعليمات السلامة العامة:

☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

القياس والتقويم

انظر.. وتساءل



- كيف يُحرق المزيج داخل أسطوانات محرك الاحتراق الداخلي؟

استكشف

ابحث عَبْرَ الإنترنت عن آلية عمل مُحركات الاحتراق الداخلي التي تعمل بوساطة وقود البنزين وأنظمة إشعالها، وشارك فيه زملاءك، وناقش معلمك فيه.

اقرأ.. وتعلم

إن للمركبات التي تستعمل مُحركات الاحتراق الداخلي التي تعمل بوساطة وقود البنزين أنظمة إشعال مختلفة، لتشعل الخليط (مزيج الهواء والبنزين) داخل غرفة الاحتراق، وتسمى هذه الأنظمة أنظمة الإشعال، وهنالك أنواع مختلفة في تصميمها وتركيبها وطريقة عملها، للحصول على إشعال (حرق) الخليط المتدفق إلى غرفة الاحتراق.

لقد اهتمت الشركات الصانعة للمركبات بتطوير هذه الأنظمة، فعدلت أجزاءها، لتواكب التطور التقني الذي يتلاءم مع متطلبات العصر، وللحصول على مُحركات سريعة الدوران، سهلة الصيانة، قليلة الأعطال، صديقة للبيئة. وقد أُدخل في تركيب هذه الأنظمة أجزاء ربطت بوحدات إلكترونية ساعدت على الحصول على إشعال منتظم وسريع وفعال.

وظائف نظام الإشعال

1- تأمين شرارة كهربائية ذات جهد عالٍ (12000-30000) فولت.

2- توقيت إطلاق الشرارة الكهربائية.

3- توزيع الشرارة على أسطوانات المُحرك حسب ترتيب الإشعال.

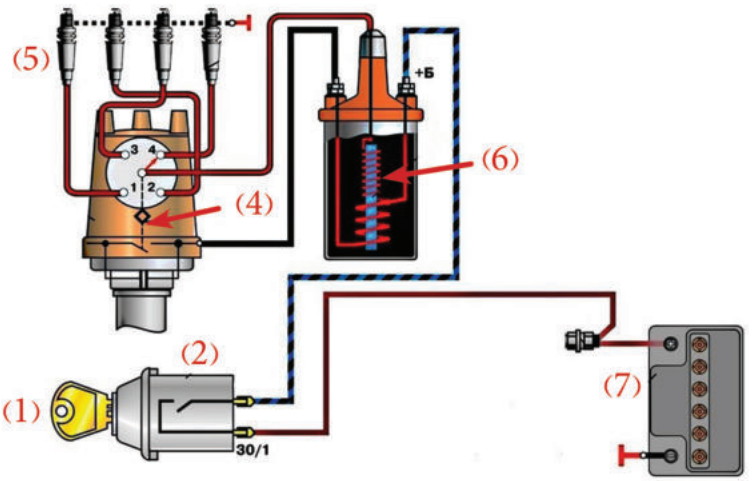
أنواع أنظمة الإشعال في المركبات

1 – نظام الإشعال ذو نقاط التماس (العادي)

تكمن أهمية نظام الإشعال العادي في المركبة في إنتاج شرارة كهربائية ذات جهد عالٍ (شرارة قوية)، بحيث تكون كافية لإشعال الخليط المكون من الوقود والهواء في غرف احتراق الـمُحرك في الوقت المناسب، وحسب الحمل والسرعة، لذلك تحوّل دارة الإشعال جهد المركم من (12 فولت) إلى جهد مرتفع يبلغ تقريبًا من (12000–30000) فولت ليكون كافيًا لإطلاق الشرارة في شمعة الإشعال.

مكونات نظام الإشعال ذي نقاط التماس (العادي)

يُبيّن الشكل (1–112) مكونات نظام الإشعال ذي نقاط التماس (العادي).



(1) مفتاح التشغيل (30).
(2) مفتاح التشغيل (15).
(3) موزع الإشعال.
(4) نقاط التلامس (البلاتين).
(5) شمعات الاحتراق.
(6) ملف الإشعال (كويل).
(7) البطارية.

الشكل (1–112): مكونات نظام الإشعال ذي نقاط التماس (العادي).

ملف الإشعال (Ignition COIL)

وظيفته تحويل الفولتية المنخفضة من (12 فولت) إلى فولتية عالية جدًّا (20) كيلو فولت عند تشغيل الـمُحرك، ما يمكّن الشرارة من القفز بين قطبي شمعة الإشعال.

مكونات ملف الإشعال

1 – **الملف الابتدائي**: يتكون من عدد من اللفات النحاسية السميكة يتروا ح بين (150و200) لفة معزولة عن بعضها، وهذه اللفات تحيط بالملف الثانوي والقلب، يتصل أحد أطراف الملف الابتدائي بموجب ملف الإشعال الطرف (15)، وأما الطرف الآخر، فيتصل بسالب ملف الإشعال داخل الملف، كما في الشكل (1–113).

2 – **الملف الثانوي**: يتكون من عدد من اللفات المعزولة المصنوعة من أسلاك نحاس ذات قطر أصغر من قطر لفات الملف الابتدائي التي تحيط بالقلب، ويبلغ عددها (25000) لفة تقريبًا، ويتصل أحد طرفيه بسالب ملف الإشعال (1)، وأما الآخر، فيتصل بفوهة الجهد العالي لملف الإشعال (4).

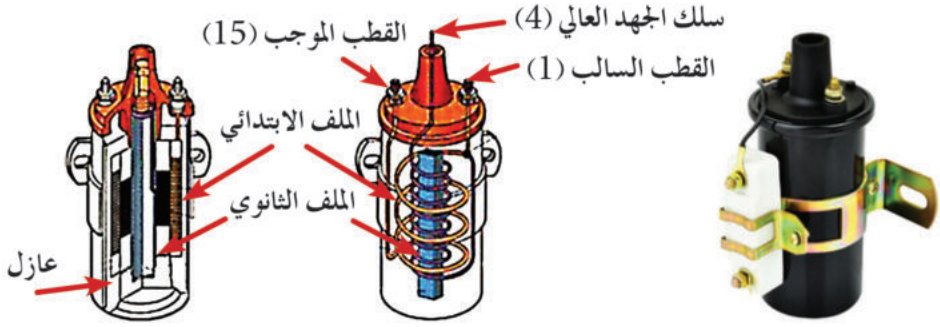
3 –**القلب**: يتكون من رقائق من الحديد المطاوع المعزولة عن بعضها.

4 – **القطب الموجب (+) لملف الإشعال**: يوصل بالبطارية عَبْرَ مفتاح الإشعال.

5 – **فوهة الجهد العالي للملف الإشعال**: يوصل بالموزع بوساطة كبل الفولتية العالية جدًّا.

6 – **القطب السالب (–) لملف الإشعال**: هو نهاية الملفين الابتدائي والثانوي، وفيه توصل نهايتا الملفين الابتدائي والثانوي ببعضهما، ويوصل هذا الطرف بالقطب السالب للبطارية (جسم الموزع) عَبْرَ مقطع التيار (البلاتين).

7 – **الغلاف الخارجي**: يصنع من الحديد المغطى بمادة عازلة، ووظيفته حماية أجزاء ملف الإشعال. ويوجد زيت في بعض أنواع ملفات الإشعال، للتخلص من الحرارة الناتجة من مرور التيار الكهربائي ذي الجهد العالي.



الشكل (1–113): ملف الإشعال.

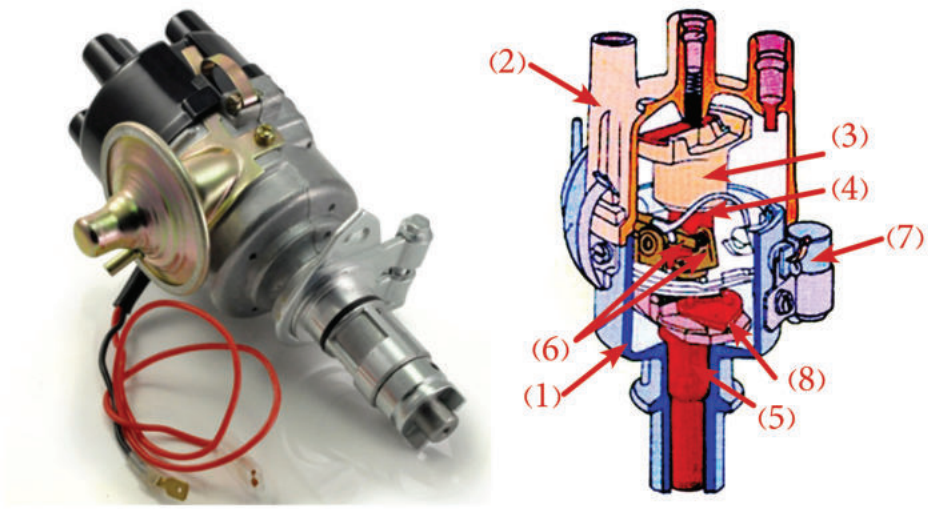
موزع الإشعال (موزع الشرر) (Distributor)

يعدّ الموزع من المكونات الأساسية لنظام الإشعال، وله ثلاث وظائف، هي:

1- قطع نقاط التماس الموجودة في قاطع التماس (البلاتين) ووصلها، وعليه، قطع التيار عن الملف ووصله.

2- توصيل الجهد العالي من ملف الإشعال إلى شمعات الإشعال في الوقت المناسب وتوزيعه حسب تقسيمة الإشعال.

3- تقديم الشرارة وتأخيرها حسب الحمل والسرعة، كما هو مُبيّن في الشكل (1-114).



(1) جسم الموزع.
(2) غطاء الموزع.
(3) العضو الدوار (الشاكوش).
(4) حدبات المقطع (كامة الموزع).
(5) عمود الموزع.
(6) قاطع التماس (البلاتين).
(7) المكثف.
(8) منظم توقيت الشرارة بالخلخلة

الشكل (1-114): مكونات موزع الإشعال.

مكونات موزع الإشعال

1- **غطاء الموزع Distributor Covor**: يثبت فوق جسم الموزع بوساطة برغي أو مثبتات خاصة، ويصنع من مادة عازلة، ويحتوي داخله أقطابًا نحاسية تكون بعدد أسطوانات المُحرك، وتصل هذه الأقطاب الجهد العالي إلى أسلاك الجهد العالي المتصلة مع شمعات الإشعال (البوجيات)، وتوجد فتحة خاصة بالوسط موصولة مع كبل الفولتية العالية من ملف الإشعال، وعليه فتحات خاصة بالأكبال الموصولة بشمعات الإشعال، كما هو مُبيّن في الشكل (1-115).

الشكل (1–115): غطاء الموزع.

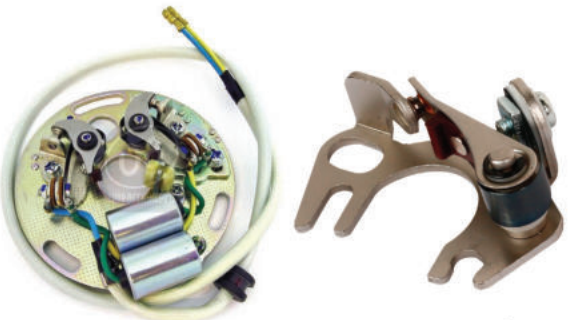
2– **العضو الدوار (Rotor)**: يثبّت العضو الدوار فوق عمود الموزع ويكون أسفل غطاء الموزع، حيث يمر الجهد العالي القادم من نقطة (1) لملف الإشعال من خلال الفرش الكربونية عبر مركز غطاء الموزع، ومنه إلى شريحة النحاس المثبت طرفها الأول منتصف العضو الدوار، ثم إلى طرف الشريحة الآخر المثبت نهاية عضو الدوار، ومنها إلى نقاط التلامس النحاسية الموجودة في غطاء الموزع. ويستمد عمود الموزع حركته من عمود الكامات، كما هو مُبيّن في الشكل (1–116).

الشكل (1–116): العضو الدوار.

3– **حدبات القطع (كامة الموزع) Distributor Cam**: وظيفتها فتح قاطع التماس وإغلاقه، وتحتوي حدبات تساوي عدد أسطوانات الـمُحرك، وتعدّ جزءًا من عمود الموزع، إذ إنها تدور معه، كما هو مُبيّن في الشكل (1–117).

الشكل (1–117): حدبات القطع.

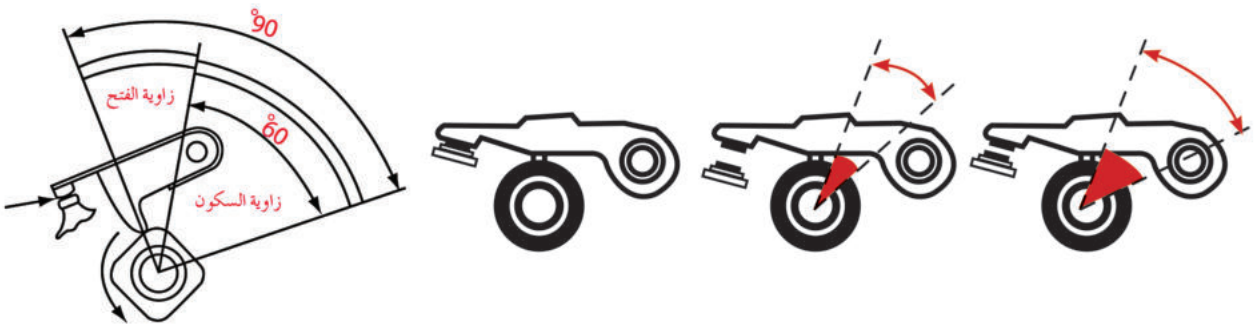
4 – **قاطع التماس (البلاتين) Contact Breaker**: تصنع نقاط قاطع التماس من التنجستون أو سبيكة البلاتيوم والأورديوم التي تمتاز بمقاومة عالية للاهتراء والتآكل، ويتكون قاطع التماس من قطعتين، إحداهما قابلة للحركة عَبْرَ كامة الموزع، والثانية ثابتة على صينية الموزع، ومتصلة بالسالب عَبْرَ جسم الموزع. ووظيفة قاطع التماس هي تقطيع الدارة الابتدائية لملف الإشعال حتى يتكون الجهد العالي في الملف الثانوي، كما هو مُبيّن في الشكل (1–118) .



الشكل (1–118): قاطع التماس (البلاتين).

زاوية السكون وزاوية الفتح

زاوية السكون هي عدد الدرجات التي يدورها عمود حدبات الموزع عندما تكون نقاط التماس مغلقة، إذ يبنى في هذه المدة المجال المغناطيسي في ملف الإشعال، إلى اكتمال الدارة الكهربائية في الملف الابتدائي، ويمكن تعريف زاوية فتح نقاط التماس بأنها عدد الدرجات التي يدورها عمود الحدبات الموزع عندما تكون نقاط التماس مفتوحة، إذ ينهار في هذه المدة المجال المغناطيسي في ملف الإشعال، وتحدث الشرارة الكهربائية بين قطبي شمعة الإشعال، علمًا أن مجموع زاويتي الفتح والإغلاق تساوي (90) درجة، كما هو مُبيّن في الشكل (1–119).



الشكل (1–119): زاوية السكون وزاوية الفتح.

5 – **المواسع Capacitor**: يتكون المواسع من صفحتين رقيقتين من القصدير أو الألمنيوم أو الرصاص، وبينها شرائح عازلة مكونة من ورق مشبع بالبارفين، وتُلَفّ هذه الصفائح والشرائح العازلة ببعضها لتصبح أسطوانية الشكل.

للمواسع وظيفتان:

أ – تخزين الطاقة الكهربائية عند فتح نقاط الاتصال لقاطع التماس، منعًا لحدوث قوس كهربائي بين نقاط الاتصال، فيحميها من التلف والاحتراق ويطيل عمرها التشغيلي.

ب– تفريغ هذه الطاقة في الدارة الابتدائية، ما يؤدي إلى الإسراع في بناء المجال المغناطيسي المؤثر في الملف الثانوي، ويرفع كفاءة نظام الإشعال، كما هو مُبيّن في الشكل (1–120).

الشكل (1–120): المكثف.

6 – **أسلاك توصيل الجهد العالي (الضغط العالي)** (High Voltage Cables): تستعمل لنقل الجهد العالي من فوهة ملف الإشعال إلى مركز غطاء الموزع، ومن غطاء الموزع إلى شمعات الإشعال (البواجي)، وتصنع بجودة عالية منعًا لتفريغ الشرارة مع جسم الـمُحرك (الشاصي) قبل وصولها شمعة الإشعال، وتتراوح قيمة مقاومة هذه الأسلاك بين (4و12) كيلوأوم، أو حسب طول السلك، كما هو مُبيّن في الشكل (1–121).

الشكل (1–121): أسلاك توصيل الجهد العالي.

7 – **شمعات الإشعال (البوجيات) Spark Plugs**: وظيفتها إحداث شرارة الإشعال داخل غرفة الاحتراق، حيث تنقل الجهد العالي وتفرغه في صورة شرارة كهربائية قوية بين قطبيها،وهذه الشرارة كافية لبدء إشعال الخليط في مختلف ظروف عمل الـمُحرك، وتتكون من قطبين:

أحداهما سالب يتصل بجسم مُحرك المركبة بوساطة السن التي تثبت شمعة الإشعال برأس الـمُحرك، والأخر موجب يتصل بسلك الفولتية العالية مع الموزع، ويعزل القطب الموجب عن القطب السلب بمادة عازلة جيدة للفولتية العالية مثل البورسلان، ويبتعد رأس القطب الموجب عن طرف السالب مسافة (0.8) مم، وهي الثغرة الهوائية اللازمة لإحداث الشرارة الكهربائية، كما هو مُبيّن في الشكل(1–122).

خصائص شمعة الإشعال

أ – تحمّل الإجهادات الحرارية والميكانيكية.

ب– العزل الكهربائي العالي وجودة في توصيل الشرارة.

جـ – تحمّل الإجهادات الكيميائية الناتجة من الاحتراق.

الشكل (1–122): شمعات الإشعال.

توقيت الإشعال

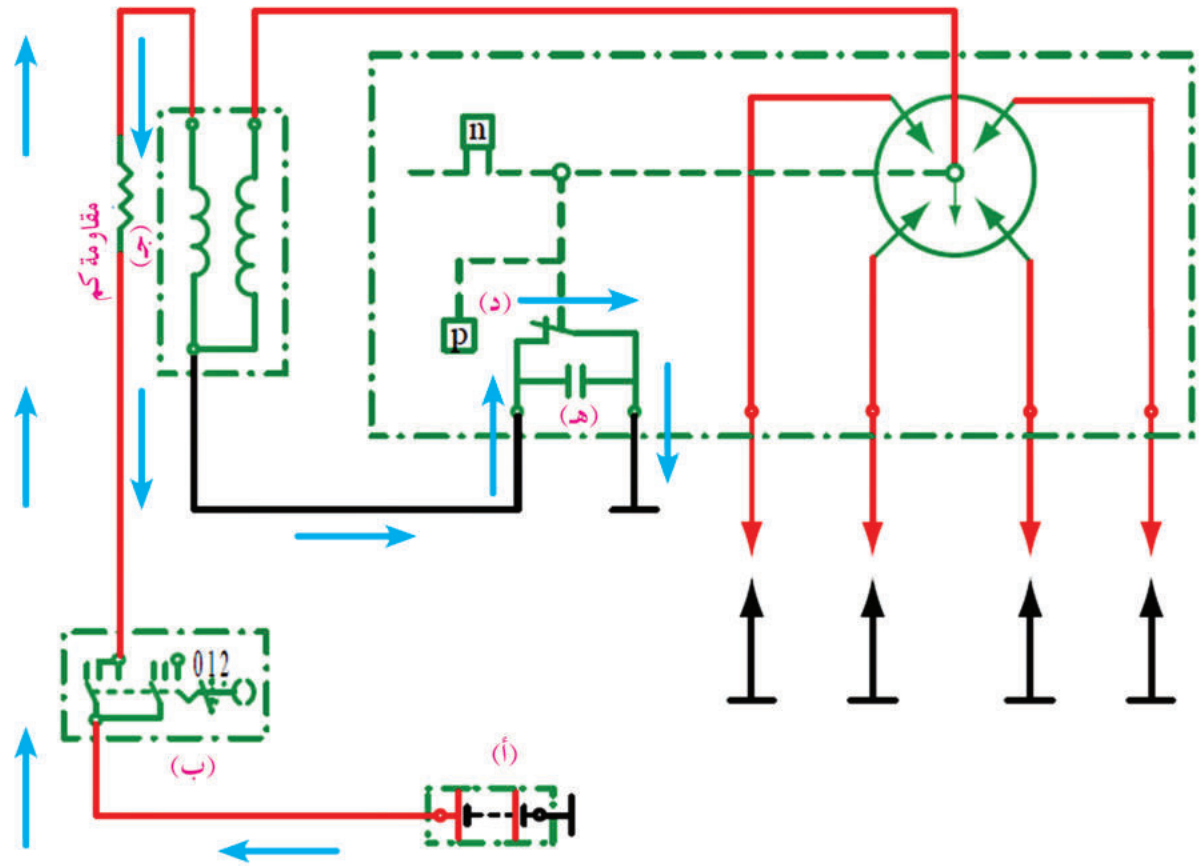
عندما يقترب المكبس من النقطة الميتة العليا في أثناء شوط الضغط،تحدث الشرارة الكهربائية بين قطبي شمعة الإشعال في غرفة الاحتراق، فيشتعل خليط الهواء والوقود المضغوط، وهذه اللحظة هي نقطة بداية الإشعال، ويتم ترتيب الإشعال في الـمُحرك بتوزيع الشرارة الكهربائية على أسطواناته بترتيب محدد، وذلك لتوزيع الأحمال الميكانيكية على عمود المرفق، ويختلف ترتيب الإشعال من مُحرك إلى آخر حسب التصميم، فهناك أنواع من هذه الترتيبات، مثل:(1–3–4–2) في الـمُحرك ذي الأسطوانات الأربع، وكذلك (1–4–3–2) في الـمُحركات الأُخرى و(1–5–3–6–2–4) في الـمُحرك ذي الأسطوانات الست،والأكثر شيوعًا في الـمُحرك ذي الأسطوانات الأربع الترتيب (1–3–4–2)، فهذا يعني أن الشرارة تأتي بالترتيب إلى الأسطوانة الأولى، ثم إلى الثالثة، ثم إلى الرابعة، ثم إلى الثانية.

مبدأ عمل نظام الإشعال العادي

يتكون نظام الإشعال العادي من دارتين:

1 – الدارة الابتدائية، كما في الشكل (1–123) وتتكون من:

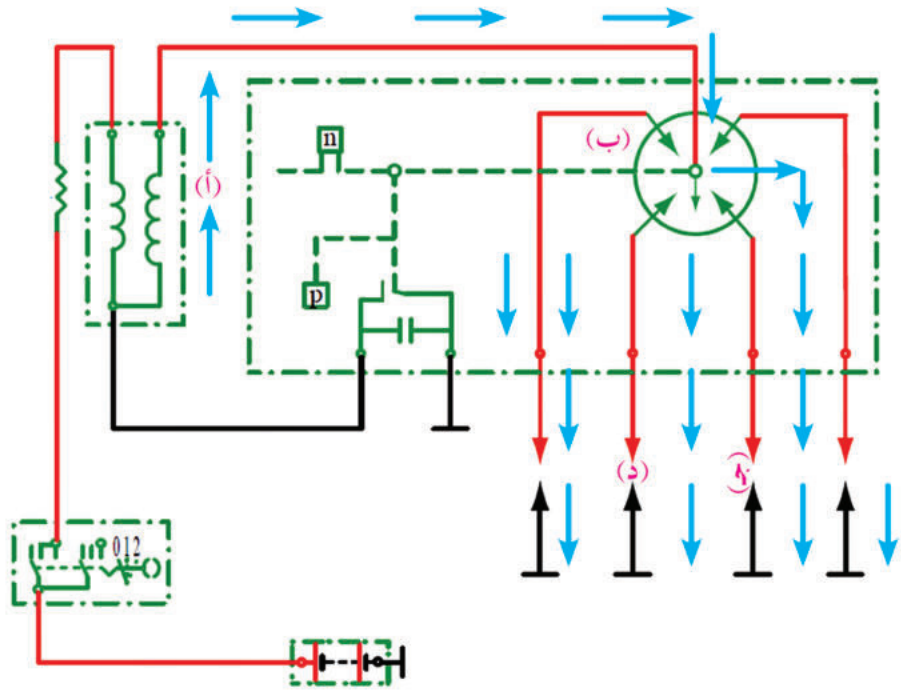
أ – البطارية. ب– مفتاح التشغيل. جـ– الملف الابتدائي. د – قاطع التماس (البلاتين). هـ– المكثف.



الشكل (1–123): الدارة الابتدائية في نظام الإشعال.

عندما يغلق التماس يمر التيار الكهربائي من المركم إلى مفتاح التشغيل، ثم إلى الملف الابتدائي، عبر قاطع التماس فيمر إلى السالب، فينشأ نتيجة ذلك مجال مغناطيسي في الملف الابتدائي، ومع استمرار مرور التيار، يزداد مقدار المجال المغناطيسي المتولد في الملف الابتدائي.

2 – وتتكون الدارة الثانوية من: أ– ملف الثانوي. ب – موزع الإشعال. جـ– أسلاك الفولتية العالية. د– شمعات الاحتراق. هـ– كامة الموزع. كما في الشكل (1–124)



الشكل (1–124): الدارة الثانوية في نظام الإشعال.

وعند فتح نقاط التماس (البلاتين) عَبْرَ كامة الموزع، ينهدم المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي، وتتولد فولتية عالية في الملف الثانوي بسبب كثرة عدد لفاته، ثم تنتقل الفولتية العالية من فوهة ملف الإشعال إلى موزع الإشعال، ليوزع الموزع الفولتية العالية على شمعات الاحتراق (البواجي) عبر أسلاك الفولتية العالية، وعند وصول الفولتية العالية إلى شمعات الاحتراق، تطلق الثغرة الهوائية لشمعات الاحتراق الشرارة الكهربائية نتيجة انتقال التيار بين قطبيها تحت تأثير الفولتية العالية.

العوامل المؤثرة في قوة الشرارة

1 – خلوص شمعة الإشعال.

2 – نوعية شمعات الإشعال.

3 – مقاومة أسلاك الضغط العالي.

2 – نظام الإشعال الإلكتروني

نظرًا إلى التطور السريع في تصنيع المركبات والـمُحركات، فقد دخلت المحركات في السنوات الأخيرة أنظمة إشعال حديثة، وأُضيف إلى هذه الأنظمة أجزاء إلكترونية ساعدت على زيادة الدقة والفاعلية في أداء النظام، وأطالت عمر أجزائه، وخفضت كلفة الصيانة اللازمة لأنظمته، وساعدت أيضًا على توفير الوقود المستهلك في الـمُحرك. تحافظ هذه الأنظمة على نظافة البيئة من التلوث نتيجة الغازات العادمة في الـمُحرك، وفي بداية سبعينيات القرن الماضي، وخصوصًا عندما ظهرت الصناعة الإلكترونية وتطورت، بدأت الشركات بالاستغناء عن نظام الإشعال العادي، وأصبح التحكم في أنظمة الإشعال وتوقيت الإشعال عَبْرَ وحدة التحكم الإلكترونية، إلى أن أصبح موزع الشرارة غير ضروري في أنظمة الإشعال الإلكترونية الحديثة.

أنواع أنظمة الإشعال الإلكتروني

أ – **نظام الإشعال الإلكتروني ذو مولد النبضات الحثي:** طُوِّر هذا النظام عن نظام الإشعال العادي، فركّبت وحدة التحكم الإلكتروني في النظام، لتستقبل نبضات كهربائية من مولد النبضات الحثي، وقد استُغني عن قاطع التماس، واستخدم بدلًا منه مولد النبضات الحثي، وتتحكم وحدة التحكم الإلكتروني في التيار المار في الدارة الابتدائية في نظام الإشعال، ويعتمد عمل هذا النظام على تغير الثغرة الهوائية بالزيادة أو النقصان بانتظام وتردد، حسب سرعة دوران الـمُحرك (العضو الدوار في الموزع) فتتغير قيمة الفيض (التدفق) المغناطيسي، وينتج من ذلك تيار في الملف نتيجة انهيار المجال المغناطيسي، وتكون النبضة الكهربائية (موجبة، سالبة).

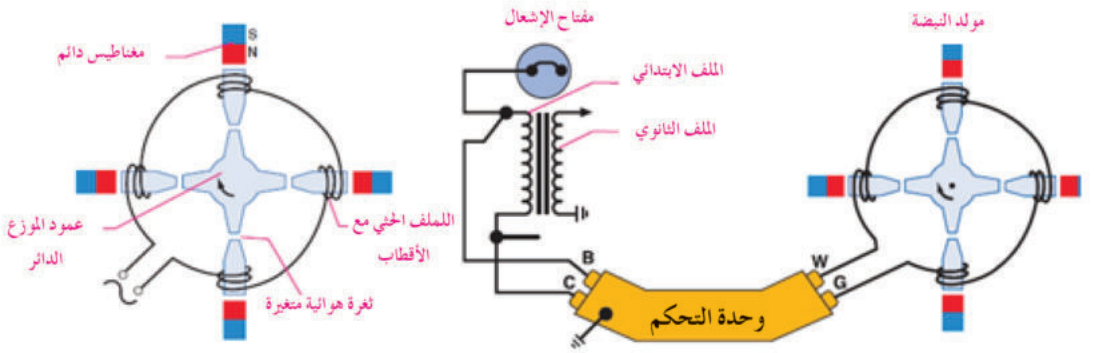
مكونات نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضات الحثي

1. البطارية. 2. مفتاح التشغيل. 3. ملف الإشعال. 4 . موزع الإشعال.
5. وحدة التحكم الإلكتروني (وحدة القدرة). 6. مولد النبضات . 7. شمعات الاحتراق (البواجي).

- **وحدة التحكم الإلكتروني (وحدة القدرة)**: تتكون وحدة التحكم الإلكتروني من ترانزستور القدرة، ويعمل الترانزستور مفتاحًا إلكترونيًّا في الدارة الابتدائية لنظام الإشعال، فعند استقبال النبضة الكهربائية الموجبة، يمرر الترانزستور التيار الكهربائي في الملف الابتدائي ويكتمل بالشصي، وعند استقبال النبضة الكهربائية السالبة يمنع مرور التيار الكهربائي في الملف الابتدائي، فينهار المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي، كما هو مُبيّن في الشكل(1–125) وحدة التحكم الإلكتروني.

الشكل (1–125): وحدة التحكم الإلكتروني.

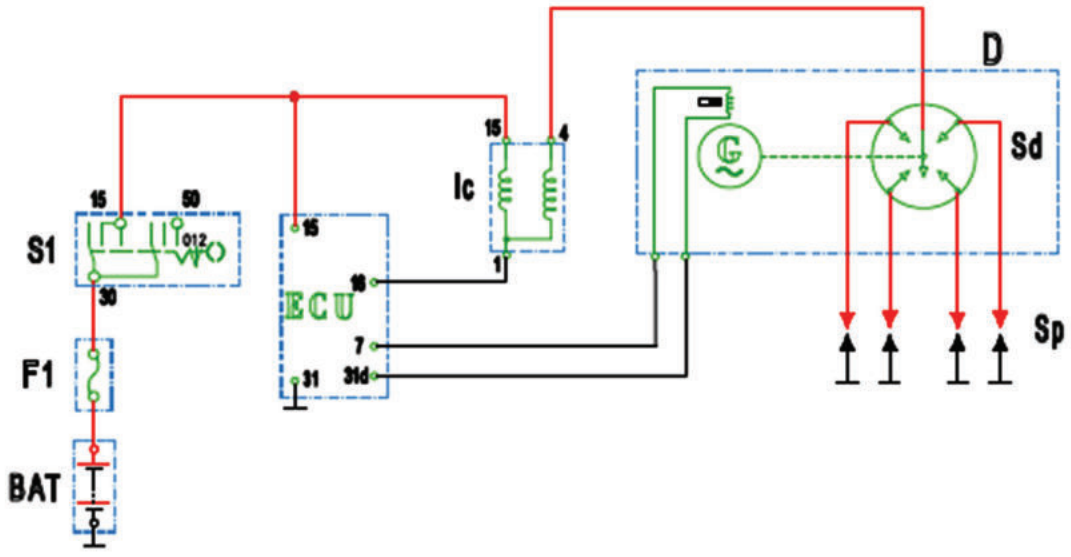
- **مولد النبضات الحثي**: يستخدم في هذا النظام مولد النبضات الحثي بدلًا من قاطع التلامس، ويتكون مولد النبضات الحثي من الملف الكهربائي ومغناطيس دائم يثبَّت في موزع الإشعال. عند اقتراب النتوء أمام مولد النبضات الحثي، فإن الثغرة الهوائية تصغر، فيعمل مولد النبضات الحثي على توليد نبضة كهربائية موجبة، وعند ابتعاد النتوء أمام مولد النبضات الحثي، فإن ثغرة الهوائية تزداد، فيعمل مولد النبضات الحثي على توليد نبضة كهربائية سالبة، ثم ترسل هذه النبضات الكهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني، كما هو مُبيّن في الشكل (1–126).



الشكل (1–126): مكونات مولد النبضات وتوصيل مولد النبضات الحثي بوحدة التحكم الإلكتروني.

مبدأ عمل نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضات الحثي

عند وضع مفتاح التشغيل على (IG)، يسري التيار الكهربائي من البطارية إلى ملف الإشعال، ثم إلى الملف الابتدائي، وعند اقتراب النتوء من مولد النبضات الحثي، فإن الثغرة الهوائية تنقص، فيرسل مولد النبضات نبضة كهربائية موجبة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، وتمرر وحدة التحكم الإلكتروني التيار الكهربائي في الملف الابتدائي إلى الشصي، فيتكون مجال مغناطيسي في الملف الابتدائي، وعند ابتعاد النتوء عن مولد النبضات الحثي، فإن الثغرة الهوائية تزداد، فيرسل مولد النبضات نبضة كهربائية سالبة إلى وحدة التحكم الإلكتروني، فتمنع وحدة التحكم الإلكتروني مرور التيار الكهربائي في الملف الابتدائي إلى الشصي، فينهار المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي، فتتولد فولتية عالية في الملف الثانوي، ثم تنقل إلى موزع الإشعال، ثم يبدأ الموزع بتوزيع هذه الفولتية العالية على شمعات الاحتراق، كما هو مُبيّن في الشكل (1-127).



الشكل (1-127): نظام الإشعال الإلكتروني باستعمال موزع الإشعال ذي مولد النبضات الحثي.

ب- **نظام الإشعال الإلكتروني ذو ظاهرة (هول)**: يشبه هذا النظام في تركيبه النظام السابق، إلا أن الاختلاف يكمن في آلية توليد الإشارة التي ترسل إلى وحدة التحكم لتقطيع التيار على الملف الابتدائي. يوجد هذا المولد داخل موزع الإشعال، الذي يحتوي العضو الدوار (عظمة التوزيع)، ويكون العضو الدوار ذا حواجب مساوية لعدد أسطوانات الـمُحرك، بالإضافة إلى دارة هول المتكاملة (**Hall IC**)، ويحدد عرض هذا الحاجب زاوية الإغلاق (السكون) لنظام الإشعال.

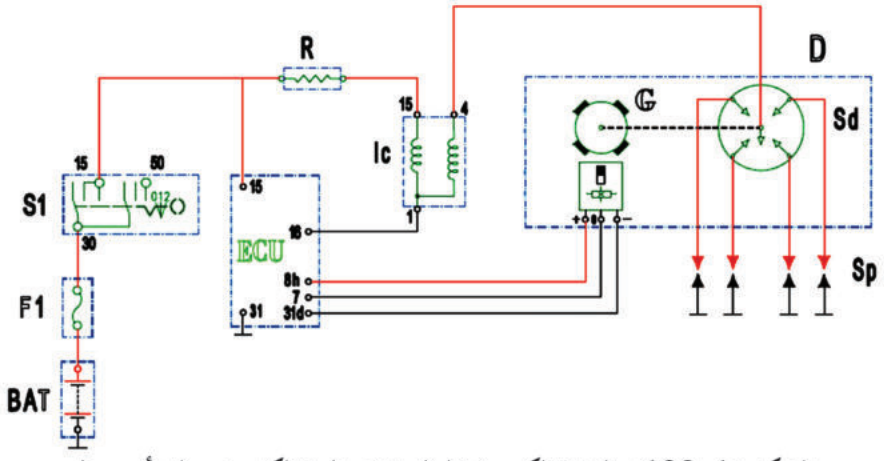
مكونات نظام الإشعال الإلكتروني ذي ظاهرة هول

1. العضو الدوار ذو حواجب (**vanes**)، عددها مساوٍ لعدد أسطوانات الـمُحرك: وظيفته حجب خطوط المجال المغناطيسي.
2. شريحة إلكترونية شبه موصلة (**Hall IC**): وظيفتها فصل الدارة الكهربائية ووصلها على نحو متناوب.
3. عظمة توزيع (عضو الدوار) (**Rotor**).
4. مغناطيس دائم (**mangnet**).
5. مجس مرتبط بوحدة التحكم الإلكتروني، كما هو مُبيّن في الشكل (1-128).

الشكل (1-128): مكونات النظام.

مبدأ عمل نظام الإشعال ذي ظاهرة هول

عند دوران الـمُحرك، يدور العضو الدوار ذو الحواجب، وعندما تتطابق هذه الحواجب بالخلوص الموجود بين المغناطيس والشريحة الإلكترونية (الثغرة الهوائية)، فإنها تحجب المجال المغناطيسي وتمنعه من التأثير في مولد هول، ولذلك يكون فرق الجهد المتكون أقل ما يمكن، ما يسمح لمنظم الإشعال الإلكتروني (مجس مرتبط بوحدة التحكم الإلكتروني) بإغلاق الدارة الكهربائية، فيبنى المجال المغناطيسي في الملف الابتدائي، وعند خروج الحاجب مبتعدًا عن الثغرة الهوائية، فإن المجال المغناطيسي يؤثر في مولد هول، ويكون فرق الجهد المتكون أكبر ما يمكن، وعندئذٍ يفصل منظم الإشعال التيار عن الدارة الابتدائية، فينهار المجال المغناطيسي، ويتكون فرق جهد عالٍ في الملف الثانوي، ينطلق خلال ملف الإشعال إلى الموزع ومنه إلى شمعات الإشعال خلال أسلاك الضغط العالي، وتفصل الشريحة الإلكترونية الدارة وتوصلها على نحو متناوب في حالة (on-off) عَبْرَ المجس المرتبط بوحدة التحكم الإلكتروني، كما هو مُبيّن في الشكل(1–129) .



الشكل (1–129): الدارة الكهربائية لنظام الإشعال الإلكتروني مولد تأثير هول.

جـ– **نظام الإشعال الإلكتروني دون موزع الإشعال:** يستخدم هذا النظام في المركبات الحديثة، عند الاستغناء عن موزع الإشعال، فتعمل وحدة التحكم الإلكتروني عمله عبر توزيع الفولتية العالية على شمعات الاحتراق، ويوجد في هذا النظام ملف إشعال لكل شمعة احتراق.

مكونات نظام الإشعال الإلكتروني دون موزع الإشعال

1 – مجس عمود المرفق. 2 – مجس عمود الحدبات (الكامات). 3 – وحدة التحكم الإلكتروني.
4 –ملفات الإشعال. 5 – شمعات الإشعال.

ملف الإشعال المستخدم في نظام الإشعال دون موزع

إن وظيفة ملف الإشعال الحديث هي رفع فولتية المركم إلى (12000–30000) فولت وإرسالها إلى شمعات الإشعال، ومن مزاياه أنه يثبّت مباشرة فوق شمعات الإشعال، ولا يحتاج إلى أسلاك فولتية عالية، وعليه، الحصول على شرارة أقوى داخل غرفة الاحتراق لإشعال المزيج، وكذلك يقلّل التداخل والتشويش المغناطيسي، كما هو مُبيّن في الشكل (1–130).

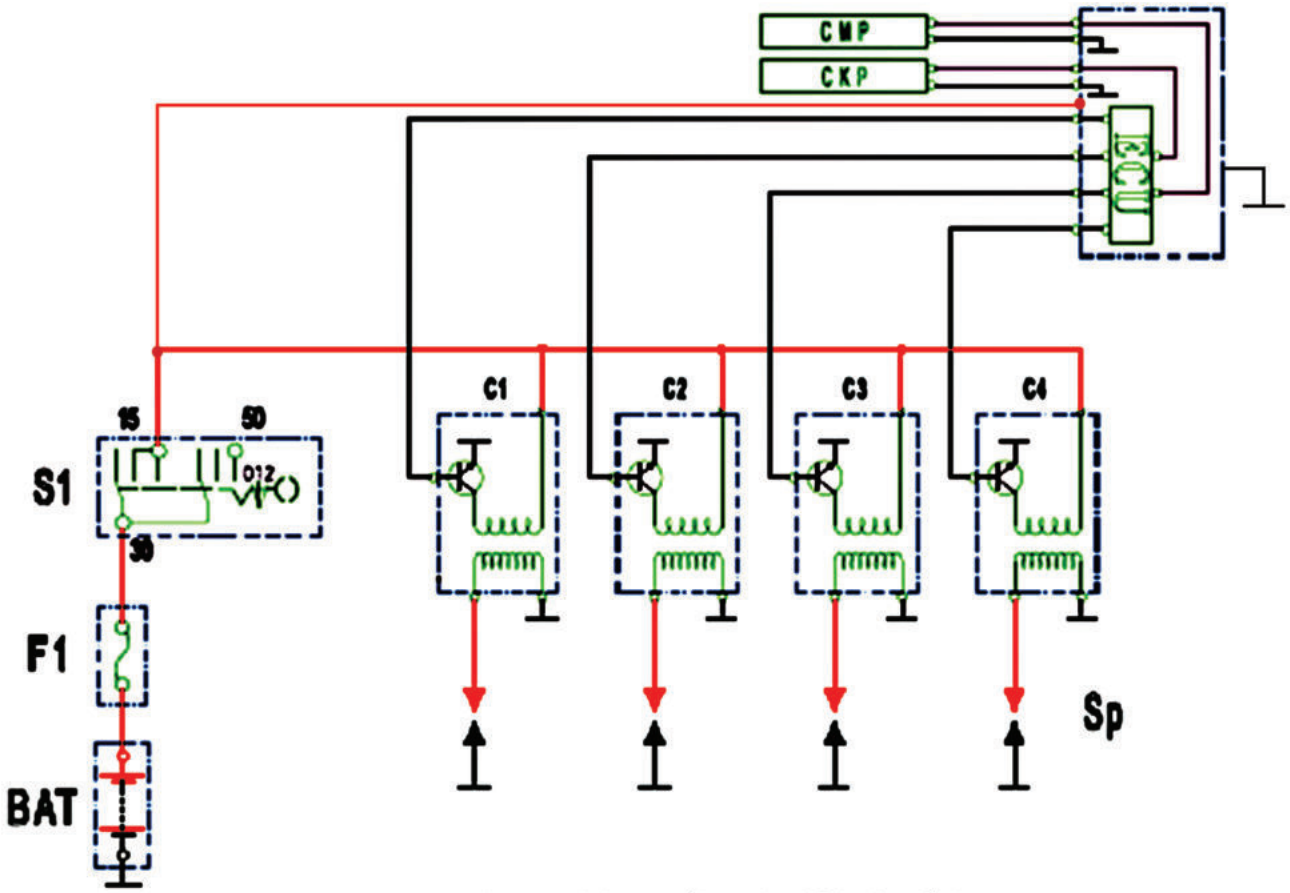
الشكل (1–130): ملف الإشعال الحديث.

مبدأ عمل نظام الإشعال الإلكتروني دون موزع الإشعال

يختلف هذا النظام بخلوه من موزع الإشعال، فتؤدي وحدة التحكم الإلكتروني هذه المهمة بدلًا من موزع الإشعال، وذلك بالتحكم في التيار المار في الملف الابتدائي، ويوجد في هذا النظام لكل أسطوانة ملف إشعال خاص يزودها بالشرارة في الوقت المناسب.

يحدد مجس عمود المرفق وضع المكبس عند وصوله إلى النقطة الميتة العليا (ن– م– ع)، ويحدد مجس عمود الحدبات (الكامات) وضع الصمامات، وإرسال إشارات كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني، وتصل إلى وحدة التحكم معلومات تحدد حالة عمل الـمُحرك بدقة، عَبْرَ مجسات: وضعية صمام الخانق، ودرجة الحرارة، والطرق، والضغط المطلق في مجاري السحب، ثم تحسب وحدة التحكم وقت الإشعال بناءً على هذه المعلومات، فتصدر أوامرها إلى المنفذات، وتفصل الدارة الابتدائية فينهار المجال المغناطيسي داخل ملف الإشعال الخاص بالأسطوانة التي يكون

المكبس في نهاية شوط ضغطها، لتتكون فولتية عالية في الملف الثانوي، فتنقل إلى شمعات الاحتراق، محدثة شرارة بين قطبي شمعة الإشعال نتيجة انتقال التيار، فيحترق المزيج، كما هو مُبيّن في الشكل (1–131).



الشكل (1–131): الدارة الكهربائية لنظام الإشعال من دون موزع.

ابحث في الإنترنت عن أحدث ما توصلت إليه شركات تصنيع المركبات في نظام الإشعال الإلكتروني، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك مُوضَّحًا بالصور، وناقش زملاءك فيه بإشراف معلمك.

التمارين العملية

التمرين الثاني عشر

تحديد مواضع عناصر نظام الإشعال العادي.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تحدّد مواضع عناصر نظام الإشعال العادي.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- صندوق عُدة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3- حدد موضع ملف الإشعال في المركبة، كما في الشكل (1). 4- حدد موضع موزع الإشعال في المركبة، كما في الشكل (2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5- حدد مواضع شمعات الاحتراق في المركبة، كما في الشكل (3).

الشكل (3)

6- حدد موضع أسلاك الفولتية العالية في المركبة، كما في الشكل (4).

الشكل (4)

الأنشطة العملية

حدّد مواضع عناصر نظام الإشعال العادي في مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد موضع ملف الإشعال في المركبة.			
2	أحدد موضع موزع الإشعال في المركبة.			
3	أحدد موضع شمعات الاحتراق في المركبة.			
4	أحدد موضع أسلاك الفولتية العالية في المركبة.			

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر

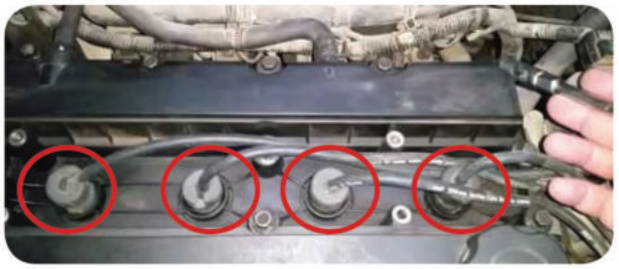
فحص شمعات الإشعال ومعايرتها، وفحص ملف الإشعال في نظام الإشعال العادي.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفُك شمعات الإشعال عن الـمُحرك وتعايرها، وتفحص ملف الإشعال في نظام الإشعال العادي وتعيد تثبيته.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- صندوق عُدة. 3- مقياس خلوص شمعات الإشعال.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3- أزل أسلاك شمعات الإشعال من مكانها، كما في الشكل (1). 4- فُكّ شمعات الإشعال بمفتاح شمعات الإشعال (البواجي) المناسب، كما في الشكل (2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5- انزع شمعات الإشعال من مكانها، وتفقدها، كما في الشكل (3)، مراعيًا ما يأتي:

أ- استخدام سلك شمعة الاحتراق نفسها لإزالتها في حالة وجود عمق كبير لمكان تركيب الشمعات على الـمُحرك.

ب- تفقد الخلوص بين قطبي الشمعة.

جـ- ملاحظة وجود الترسبات على قطبي الشمعة (زيت أو كربون).

الشكل (3)

6 - تفقد الخلوص بين قطبي الشمعة قبل تركيبها باستعمال شفرة المجس، علمًا أن مقدار الخلوص للشمعة حسب تعليمات الشركة الصانعة (0.8-1.1) مم، ثم ضع شفرة المجس لقياس الخلوص المقرر في فتحة الشمعة على نحو متعامد، كما في الشكل (4).

الشكل (4)

7- افحص الملف الابتدائي في ملف الإشعال العـادي بجهاز الأوميتر، بوضع الطرف الموجب للجهاز مع طرف الموجب لملف الإشعال، والطـرف السالب للجهاز مع الطرف السالب لملف الإشعال، ثم قارن قيمة قراءة الجهـاز بقيمة الكتيب الخاص بالشركـة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

الشكل (5)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

8 – افحص الملف الثانوي في ملف الإشعال العادي باستعمال جهاز الأوميتر، وذلك بوضع طرف الموجب الجهاز مع طرف الموجب للملف الإشعال، ثم وضع الطرف السالب للجهاز مع طرف الفوهة الرئيسة لملف الإشعال، ثم قارن قيمة الجهاز بقيمة الكتيب الخاص بالشركة، كما هو مُبيّن في الشكل (6).

الشكل (6)

الأنشطة العملية

افحص شمعات الإشعال وعايرها، ثم افحص ملف الإشعال في نظام الإشعال العادي في مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أزيل أسلاك شمعات الإشعال من مكانها.			
2	أفك شمعات الإشعال بمفتاح شمعات الإشعال (البواجي) المناسب.			
3	أتفقد الخلوص بين قطبي الشمعة قبل تثبيتها بشفرة المجس.			
4	أفحص الملفين الابتدائي والثانوي في ملف الإشعال العادي بجهاز الأوميتر.			

التمارين العملية
التمرين الرابع عشر

توصيل الدارة الكهربائية لنظام الإشعال العادي.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- توصل الدارة الكهربائية لنظام الإشعال العادي.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مفتاح إشعال. 2 – موزع إشعال عادي. 3 – ملف إشعال عادي. 4 – شمعات احتراق. 5 – صندوق عُدة. 6 – بطارية.	– أسلاك توصيل.

خطوات الأداء

1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.

3 – ضع ملف الإشعال على طاولة العمل، كما في الشكل (1).

4 – ضع موزع الإشعال وشمعات الاحتراق على طاولة العمل، كما في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

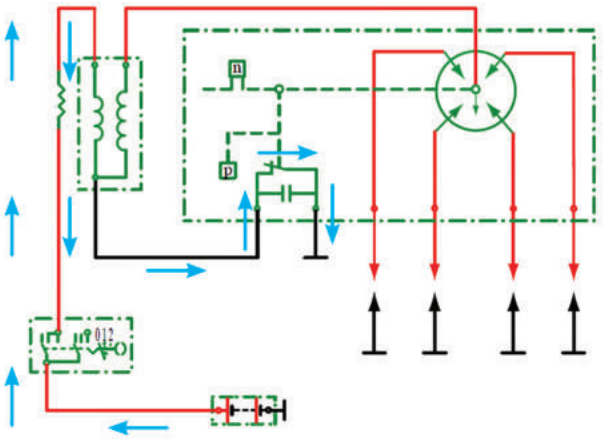
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6- ضع أسلاك الفولتية العالية والبطارية وأسلاك التوصيل على طاولة العمل، كما في الشكل (3).

الشكل (٤)

7- وصّل الدارة بالبطارية وتأكد من توصيلاتها، كما في الشكل (4).

8 - أدر موزع الإشعال، وتأكد من عمل الدارة.



الشكل (4)

الأنشطة العملية

أوصل الدارة الكهربائية لنظام الإشعال العادي في مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أصل الدارة بالبطارية وأتأكد من توصيلاتها.			
2	أدير موزع الإشعال، وأتأكد من عمل الدارة.			

التمارين العملية

التمرين الخامس عشر

فحص أجزاء نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضات الحثي.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفحص أجزاء نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضات الحثي.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- صندوق عُدة.
2- موزع إشعال إلكتروني ذو مولد نبضات حثي.
3- جهاز أفوميتر.
4- ملف إشعال إلكتروني.

المواد الأولية

خطوات الأداء

1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.
2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.
3- ضع موزع الإشعال ذا مولد النبضات الحثي على طاولة العمل، كما في الشكل (1).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4- افحص طرفي مولد النبضات بالآفوميتر، وقارن النتائج بتعليمات الشركة الصانعة، كما في الشكل (2)، مراعيًا ما يأتي:

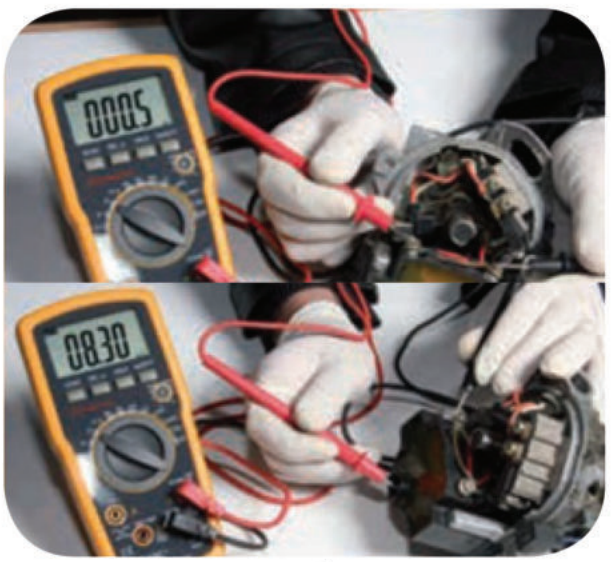
أ -وضع الجهاز الأفوميتر على جهاز الأوم.

ب-فحص المقاومة على طرفي الملف.

جـ- استبدال مولد النبضات الحثي، عند عدم تطابق القراءة بقراءة الشركة الصانعة.

الشكل (2)

5- افحص مقاومة أطراف ملف الإشعال الإلكتروني في الملفين الابتدائي والثانوي، وعند عدم مطابقة النتائج الشركة الصانعة، استبدل ملف الإشعال الإلكتروني، كما في الشكل (3).



الشكل (3)

6- اضبط مسافة العضو الدوار بمجس القياس عند فك مجموعة اللاقط المغناطيسي، حسب تعليمات الشركة الصانعة كما في الشكل(4).

الشكل (4)

الأنشطة العملية

افحص أجزاء نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولد النبضات الحثي في مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفحص طرفي مولد النبضات باستعمال الآفوميتر، وأقارن النتائج بتعليمات الشركة الصانعة.			
2	أفحص مقاومة أطراف ملف الإشعال الإلكتروني في الملفين الابتدائي والثانوي.			
3	أضبط مسافة مع العضو الدوار بمجس القياس عند فك مجموعة اللاقط المغناطيسي.			

التمارين العملية

التمرين السادس عشر

تحديد موضع ملف الإشعال في نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع الإشعال وفحصه.

يُتوقّع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تحدّد وتفحص ملف الإشعال في نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – مركبة عاملة.
2 – جهاز أوميتر.
3 – صندوق عُدة.

المواد الأولية

خطوات الأداء

1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أي خطورة مهنية.

3 – حدد موضع ملف الإشعال في نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع في المركبة، كما في الشكل (1).

4 – ضع ملف الإشعال على طاولة العمل، كما في الشكل (2).

5 – افحص الملف الابتدائي لملف الإشعال الإلكتروني بجهاز الأوميتر، بوضع الطرف الموجب للجهاز مع الطرف الموجب لملف الإشعال، ثم وضع الطرف السالب للجهاز مع الطرف السالب لملف الإشعال، ومقارنة القراءة بقيمة الكتيب الخاص بالشركة الصانعة، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

الشكل (3)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6 – افحص الملف الثانوي في ملف الإشعال الإلكتروني بجهاز الأوميتر، بوضع الطرف الموجب لجهاز الأوميتر مع الطرف الموجب لملف الإشعال، ثم وضع الطرف السالب للجهاز مع طرف الفوهة الرئيسة لملف الإشعال، ثم قارن قيمة الجهاز بقيمة الكتيب الخاص بالشركة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).	الشكل (4)

الأنشطة العملية

حدّد ملف الإشعال في نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع الإشعال ثم افحصها، في مركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد موضع ملف الإشعال في نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع في المركبة.			
2	أفحص الملف الابتدائي لملف الإشعال الإلكتروني باستعمال جهاز الأوميتر.			
3	أفحص الملف الثانوي في ملف الإشعال الإلكتروني باستعمال جهاز الأوميتر.			

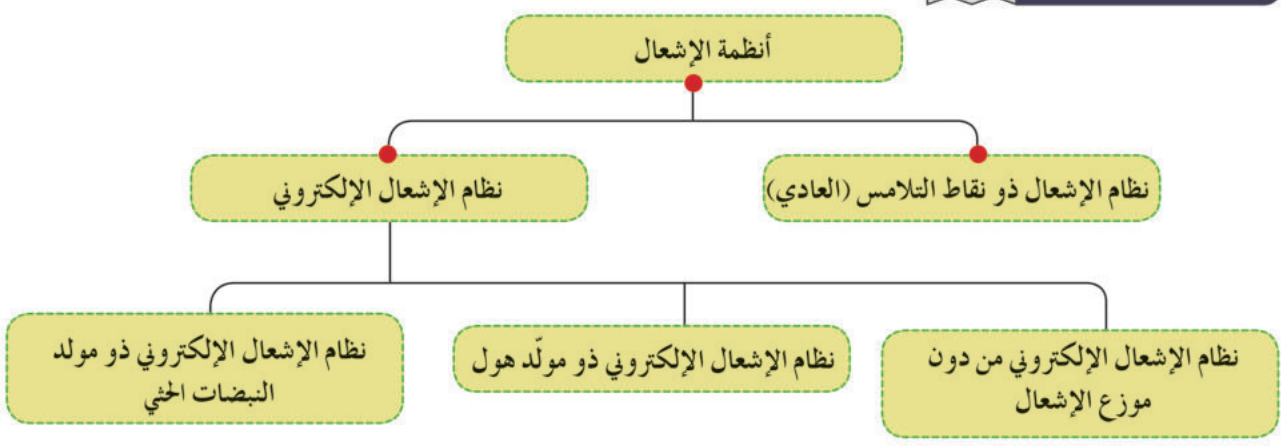
الأعطال العملية

أعطال أنظمة الإشعال في المركبة

تكمن أعطال نظام الإشعال في عناصره أو في توصيلاته الكهربائية الخارجية، كالفصل أو التماس مع المكونات الأُخرى في الدارة الكهربائية، وفي ما يأتي أعطال نظام الإشعال الكهربائي وطرائق تصليحها:

العطل	أسباب العطل المتوقعة	طرائق التصليح
صعوبة تشغيل مُحرك المركبة (عدم وجود شرارة في شمعات الإشعال)	– عدم وصول الفولتية إلى نظام الإشعال.	– فحص البطارية ومفتاح التشغيل.
	– قطع في أسلاك الدارة الابتدائية.	– فحص أسلاك الدارة وتصليح القطع.
	– قطع أوقصر في ملف الإشعال.	– استبدال ملف الإشعال.
	– تلف في وحدة التحكم الإلكترونية.	– استبدال وحدة التحكم الإلكترونية.
عدم انتظام دوران المُحرك وحدوث احتراق غير منظم عند بدء التشغيل	– خطأ في توقيت الإشعال.	– ضبط توقيت الإشعال.
	– رطوبة في غطاء الموزع.	– تجفيف غطاء الموزع.
	– تلف غطاء موزع الإشعال.	– استبدال الغطاء.
	– خطأ في ترتيب الإشعال.	– إعادة تركيب الأكبال الفولتيه العالية حسب تعليمات الشركة الصانعة لترتيب الإشعال الصحيح.
انخفاض قدرة المُحرك عند السرعة البطئية	–ضعف في الدارة الثانوية لنظام الإشعال.	– فحص أجزاء الدارة وتحديد العطل وتصليحه.
	– وجود رواسب كربونية على أقطاب شمعات الإشعال.	– استبدال شمعات الإشعال.
	– اهتراء شمعات الإشعال.	– استبدال شمعات الإشعال.

الخرائط المفاهيمية



القياس والتقويم

1 – ضع إشارة (√) قبل العبارة الصحيحة و إشارة (X) قبل العبارة غير الصحيحة.

أ – ( ) يعدّ وعاء الزيت من أجزاء محرك الاحتراق الداخلي.

ب– ( ) مجس درجة حرارة الهواء يقيس كمية الهواء الداخلة إلى محرك المركبة.

جـ– ( ) مضخة الماء في نظام التبريد المائي تستمد حركتها من عمود المرفق.

د – ( ) مضخة الزيت تستمد حركتها من عمود الكامات.

هـ– ( ) يعّد ملف الإشعال أحد أجزاء نظام الإشعال التقليدي.

2 – اختر رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(1) يثبّت مجس درجة حرارة سائل التبريد في نظام حقن الوقود الإلكتروني:

أ – مقابل بكرة المرفق الأمامية

ب– على علبة مصفي للهواء

جـ– على رأس المحرك قريب من جيوب التبريد

د – مقابل مضخة الماء

(2) يثبّت مجس درجة حرارة الهواء في نظام حقن الوقود الإلكتروني:

أ – في مجمع سحب الهواء

ب– بجانب صمام الخانق

جـ– على مجاري سحب الهواء

د – على علبة مصفي للهواء

(3) يثبّت مجس عمود المرفق في نظام حقن الوقود الإلكتروني:

أ – مقابل مسنن عمود الكامات.

ب – مقابل بكرة المرفق الأمامية.

جـ – في مؤخرة المحرك مقابل الحذافة

د – ب+ ج

3 – اذكر مكونات محرك الاحتراق الداخلي الثابتة و المتحركة.

4 – بين وظيفة كل جزء من الأجزاء الآتية:

أ – المشع:

ب – غطاء المشع:

جـ– مضخة الماء:

د – مروحة التبريد:

هـ– منظم الحرارة:

5 – ارسم الدارة الكهربائية لمروحة التبريد مع المرحل.

6 – ما وظائف نظام تزييت محرك الاحتراق الداخلي في المركبة ؟

7 – عدد مزايا نظام حقن الوقود الإلكتروني.

8 – بين وظيفة كل من المجسات الآتية:

أ – مجس عمود المرفق:

ب– مجس عمود الكامات:

جـ– مجس درجة حرارة الهواء:

د – مجس درجة حرارة سائل التبريد:

9 – اشرح مبدأ عمل صمام الهواء الجانبي.

10 – اشرح مبدأ عمل مضخة الوقود الكهربائية ذات الخلايا الدوارة.

11 – اشرح مبدأ عمل بخاخ الوقود في نظام حقن الوقود الإلكتروني.

12 – اذكر خمسة أسباب متوقعة لتعطل محرك الوقود عن العمل.

13 – عدِّد وظائف نظام الإشعال في محرك المركبة.

14 – عدِّد مكونات نظام الإشعال ذي تماس (العادي).

15 – عدد خصائص شمعة الاحتراق.

16 – اشرح مبدأ عمل نظام الإشعال الإلكتروني ذي مولّد النبضات الحثي.

17 – ارسم الدارة الكهربائية لنظام الإشعال الإلكتروني ذي مولّد هول.

18 – اشرح مبدأ عمل نظام الإشعال الإلكتروني من دون موزع الإشعال.

2 الوحدة الثانية

أنظمة التدفئة والتكييف

- دورة التدفئة.
- أنواع أنظمة التكييف.
- شحن وسيط التبريد الخاص بتكييف الهواء وتفريغه.

النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف نظام التبريد المائي لمحرك المركبة، والرابط بينه وبين نظام التدفئة.
- يتتبع الدارة الكهربائية لمروحة تبريد مشع المركبة.
- يتعرّف مكونات نظام التدفئة.
- يتعرّف خطوط دورة التدفئة.
- يتعرّف مكونات نظام التكييف.
- يتعرّف التوصيلات الكهربائية لنظام التدفئة والتكييف في المركبات.
- يتعرّف طريقة شحن وسيط التبريد لمكيف الهواء في المركبات وتفريغه (الطريقة اليدوية، واستخدام جهاز الشحن الإلكتروني).
- يتتبع دورة وسيط التبريد في نظام التكييف.
- يتعرّف أعطال نظام التكييف في المركبات ومسبباتها ويبين طرائق تصليحها.
- يتعرّف أنواع الضواغط المستخدمة في تكييف المركبات.
- يحلل أعطال التدفئة والتكييف ومسبباتها وطرائق تصليحها.
- يستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في استقصاء المعرفة في مجال تدفئة المركبات وتكييفها.

الأنشطة والتمارين

يُتوقّع من الطالب بعد تنفيذ الأنشطة والتمارين أن:

- ينزع أجزاء نظام التدفئة من المركبات ويعيد تركيبها.
- ينزع أجزاء نظام التكييف من المركبات ويعيد تركيبها.
- يشحن وسيط التبريد في المركبات ويفرغه، بجهاز الشحن الإلكتروني.
- يشخص أعطال الدارة الميكانيكية لنظام التكييف، ويجري الصيانة اللازمة لها.
- يفحص النظام بأجهزة القياس الخاصة بأنظمة التكييف.
- يشخص أعطال الدارة الكهربائية لنظام التكييف، ويجري الصيانة اللازمة لها.
- يستخدم جهاز قراءة البيانات الفنية للمركبة، ويقارن النتائج بـ (**Auto data**).
- يلتزم قواعد الأمن والسلامة المهنية.

الارشادات والتعليمات وشروط السلامة المهنية وقوانينها الخاصة بتمارين وحدة أنظمة التدفئة والتكييف.

1- التزم تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتدِ الملابس الخاصة بالتدريب، مثل: حذاء السلامة، والنظارات في أثناء العمل في المشغل.

2- استمع لتعليمات المعلم، للسلامة ولتحقيق نتائج جيدة.

3- أحسن التصرف مع زملائك، وتذكر أن العمل الناجح يأتي من فريق ناجح.

4- اطلب مساعدة المعلم إذا أردت معرفة أي جهاز في المشغل.

5- التزم الحضور إلى المشغل في الوقت المحدد.

6- تعرف أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.

7- أمن منطقة العمل جيدًا، وأزل المعوقات، وتأكد من خلوها من أية خطورة.

8- تعرف مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، ومعدات مكافحة الحريق، وتأكد من جاهزيتها للعمل.

9- تجنب لمس الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء تنفيذ التمرين.

10- تأكد من تأريض الأجهزة الكهربائية.

11- تأكد من جفاف أرضية المشغل وخلوها من الزيوت وجاهزيتها للعمل.

12- توخَّ الحذر عند التعامل مع مصادر التيار الكهربائي داخل المشغل.

13- التزم تعليمات السلامة الواردة في دليل الصيانة، مثل فك مربط القطب السالب للمركم قبل البدء بتنفيذ العمل المطلوب.

14- تأكد أن مخارج الطوارىء سالكة وآمنة.

15- تأكد من إفراغ وسيط التبريد بإستخدام مضخة التفريغ وعدم إطلاقه في الهواء حفاظًا على البيئة.

16- رتب الأدوات والأجهزة في أماكنها، وحافظ على ترتيب المشغل.

أولًا: نظام التدفئة في المركبات.

النتاجات

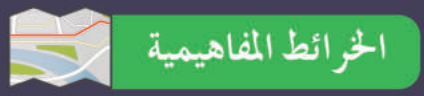
يتوقع منك في نهاية الدرس أن:

- تتعرّف نظام التبريد المائي لمحرك المركبة، والرابط بينه وبين نظام التدفئة.
- تتتبع الدارة الكهربائية لمروحة تبريد مشع المركبة.
- تتعرّف مكونات نظام التدفئة.
- تتعرّف خطوط دورة التدفئة.

تعليمات السلامة العامة:

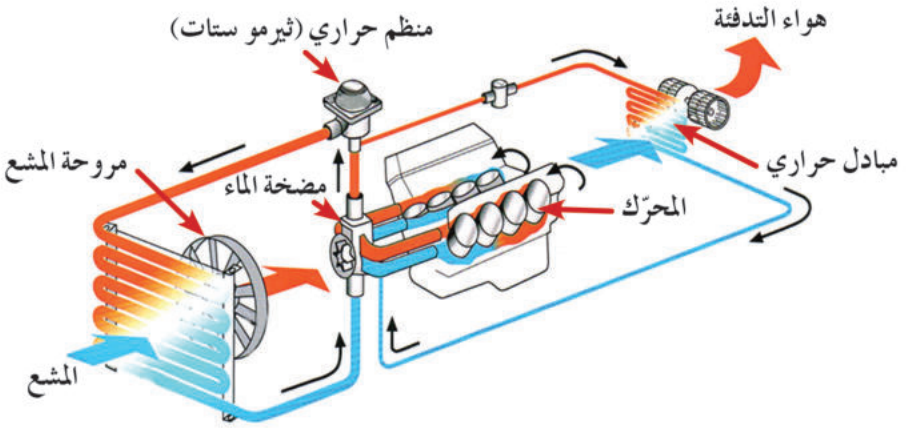
☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

القياس والتقويم



لأنظمة التدفئة والتكييف في المركبة دور رئيس في تأمين وسط مريح للسائق، عبر التحكم في درجات الحرارة في أثناء قيادة المركبة في التغيرات الجوية المختلفة. إذ يُعرف تكييف الهواء بالعلم الذي يدرس التحكّم في درجة الحرارة والرطوبة، والحركة ونظافة الهواء داخل المركبة، فإن تكييف الهواء يعني الحفاظ على البيئة المريحة في مقصورة الركاب خلال الصيف والشتاء، أي التحكّم في درجة الحرارة (للتبريد أو للتدفئة)، والتحكّم في الرطوبة (النقص أو الزيادة)، والتحكم في دوران الهواء والتهوية (كميّة تدفق الهواء النقي مقابل إعادة التدوير الجزئي أو الكامل للهواء)، وتنظيف الهواء قبل دخول المركبة، في حين يوفر نظام تكييف الهواء راحة الركاب، فإن وظيفته في المركبة أكبر من ذلك بكثير؛ فهو يساعد على ضبط درجات الحرارة داخل أنظمة المركبة، وعلى تبريد العناصر التي قد ترتفع حرارتها في أثناء عمل المركبة. كما أن أنظمة التكييف والتدفئة لها تأثير مزدوج في استهلاك الوقود من حيث حرق وقود إضافي لتشغيل ضاغط مكيف الهواء، ويُعدّ الضاغط حِمْلًا في المركبة.

في هذه الوحدة ستدرس نظام التدفئة والتكييف بالتفصيل، من حيث التركيب والأجزاء المكوّنة له، وأنواع الأنظمة المستخدمة في تكييف المركبة، وآلية شحن وسيط التبريد وتفريغه.



الشكل (2-1): سريان الماء خلال دورة التبريد داخل المحرك وخارجه.

- ما سبب ارتفاع درجة حرارة محرك المركبة في أثناء عمل المركبة؟
- كيف يمكن التخلص من درجات الحرارة المرتفعة للمحرك؟ وما تأثير درجات الحرارة في أداء المركبة عند حدوث عُطل في نظام تبريد المحرك؟
- هل ستستمر المركبة بالعمل عند ارتفاع درجة حرارة المحرك؟ لماذا؟

لابد أنك لاحظت أن سبب سريان الماء خلال دورة التبريد داخل المحرّك وخارجه أدت إلى انخفاض درجة حرارته، وأن الحرارة التي اكتسبها الماء استُغلّت للتدفئة داخل حجرة السائق عند اختيار تشغيل التدفئة في المركبة. انظر إلى الشكل (2–1).

استكشف

يُعدّ تبريد المحرك في المركبة من أهم الوظائف التي تضمن عمل المركبة في صورة صحيحة، هَبْ أن مؤشر درجة الحرارة ارتفع في أثناء القيادة، هل يمكنك الاستمرار في قيادة المركبة؟

ما التغيير المتوقع في أداء المركبة؟

- ما الخيارات المتاحة في هذه الحالة؟
- لعلك لاحظت أن ارتفاع درجة حرارة المركبة يمنعك من الاستمرار في القيادة، وأن أول الحلول التي ستلجأ إليها، التحقق من مستوى الماء الموجود في المشع بعد إطفاء محرك المركبة.

ستوضح آلية عمل نظام التدفئة في المركبة خلال هذا الدرس.

اقرأ.. وتعلم

نظام التدفئة في المركبة

يعتمد محرّك المركبة على مبدأ حرق الوقود؛ للحصول على الطاقة اللازمة لعمل المركبة عَبْر تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية ثم إلى طاقة كهربائية. تُعدّ آلية عمل المحرك مصدرًا أساسيًّا

لارتفاع درجة الحرارة، التي أدت إلى الحاجة إلى استخدام نظام خاص بتبريد المحرك.

في كثير من الأنظمة الحرارية يستخدم أحد أنواع أنظمة التبريد المائي أو الهوائي، ويُعدّ النظام المائي أكثر كفاءة من النظام الهوائي للتبريد الذي شُرح سابقًا بالتفصيل.

مع تطور تكنولوجيا المركبات، استُعملت هذه الطاقة الحرارية الناتجة من المحرّك لتدفئة المركبة عند الحاجة إليها، يُعدّ نظام التدفئة تقنية خاصة بمنظومة تكيف الهواء في المركبات، وتتمثل وظيفته في تدفئة مقصورة المركبة، عَبْر (دفع هواء جديد من مسقط سحب الهواء من حجرة المركبة)، بوساطة مشع التدفئة إلى المقصورة. يمكن التحكم في تدفق الهواء الدافئ يدويًّا أو أوتوماتيكيًّا، بتشغيل مروحة الهواء أو إيقافها، أو تشغيل صمام التدفئة أو إيقافه، أو ضبط أغطية فتحات التهوية المؤدية إلى مقصورة المركبة. يُستعمل نظام التدفئة لإزالة البخار عن الزجاج الأمامي في فصل الشتاء أو الأجواء الباردة؛ لتسهيل عملية القيادة وضمان وضوح الرؤية في أثناء القيادة.

أجزاء نظام التدفئة في المركبة

يحتوي نظام التدفئة مجموعة من العناصر اللازمة لضمان أداء النظام بصورة فاعلة، وهي:

1- **مُشع نظام التدفئة:** الشكل (2-2) يُبيّن مبادلًا حراريًّا له فتحتا دخول وخروج، وموصول بدارة ماء تبريد المركبة، فيدخل الماء الساخن من طرف ويخرج من طرف آخر للمبادل، وهو صغير الحجم، يثبَّت أسفل لوحة القيادة داخل حجرة الركاب، ويحتوي جزأين هما: الأنابيب المستعملة لنقل سائل التبريد من وإلى المشع، والزعانف، أو الزوائد التي تضمن تبادل الحرارة بين السائل داخل المشع والهواء خارج المشع، وتُصنّع من مواد معدنية ذات توزيع حراري عالٍ، مثل النحاس والألمنيوم، وتُضمّ سطح الزوائد؛ بحيث تضمن أكبر مساحة ممكنة لتبادل الحرارة.

الشكل (2-2) : مبادل حراري.

2 – **مروحة نظام التدفئة**: تدفع المروحة الهواء عَبْر المشع، فيسخن الهواء وينتقل إلى حجرة الركاب، ويمكن للسائق التحكم في مقدار الهواء المتدفق، وذلك بالتحكم في مقدار التيار المستمر الذي يغذي المحرك الكهربائي المتصل بالمروحة، انظر إلى الشكل (2–3).

الشكل (2–3): مروحة التدفئة.

3 – **وحدة التحكم بنظام التدفئة**: يُتحكّم في درجة حرارة الهواء عن طريق صمام المياه، أو عَبْر نظام مزج الهواء؛ حيث يُتحكّم في درجة الحرارة بوساطة مفاتيح موجودة على لوحة القيادة، كما هو مُبيّن في الشكل (2–4).

الشكل (2–4): مفاتيح التحكم في نظام التدفئة على لوحة القيادة.

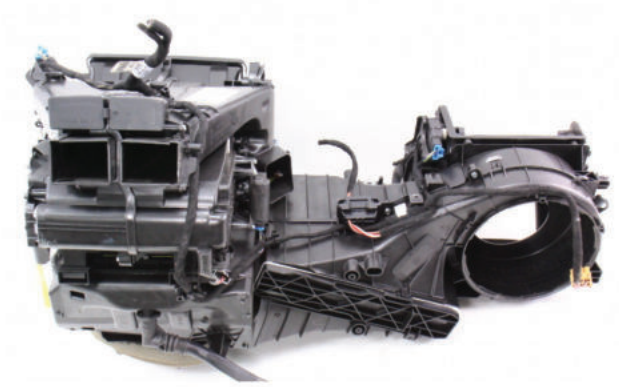
تُعبِّر هذه المفاتيح عن القدرة على التحكم في الصمام الذي يتيح دخول كمية كبيرة من الهواء الساخن أو قليلة عَبْر الفتحات الهوائية، ويفتح نظام التحكم في درجة الحرارة اللوحات (الفتحات الهوائية) ويغلقها، التي تمزج الهواء الساخن بالهواء البارد من الخارج. يقوم مبدأ عمل وحدة التحكم في نظام التدفئة على التحكم في مجموعة من المفاتيح لضبط مستوى التدفئة داخل حجرة الركاب، وتصنّف المفاتيح إلى ما يأتي:

أ – **مفتاح التشغيل والتحكم في سرعة دوران المروحة**: مفتاح متعدد الوضعيات يستعمل لتشغيل المروحة والتحكم في سرعتها بتغير وضعيته؛ فتتغير قيمة المقاومة المدخلة إلى الدارة.

ب – **مفتاح اختيار نوع الهواء (البارد أو الدافئ)**: مفتاح يتحكم في صمام دخول الهواء إلى الحجرة، الذي يتيح دخولًا أكثر أو أقل للماء الساخن إلى مُشع نظام التدفئة (المبادل الحراري)، ومن ثَمَّ، مرور الهواء الساخن أو البارد من خلال الفتحات الهوائية داخل حجرة المركبة. انظر الشكل (2–5).

الشكل (2–5): مفتاح اختيار نوع الهواء.

جـ- مفتاح التحكم في توجيه الهواء الدافئ داخل حجرة المركبة، حيث يتحكم في اتجاه تدفق الهواء داخل الحجرة باستعمال وصلات ميكانيكية تتحكم في اتجاه دفق الهواء داخل الحجرة، أو نحو الأسفل، أو إلى الأعلى، أو تُستعمل مفاتيح إلكترونية لهذا الغرض، إذ تتحكم آليًّا في محركات صغيرة موصولة



الشكل (2-6): الحركات الكهربائية التي تتحكم في بوابات توجيه الهواء.

ببوابات توجه الهواء داخل الحجرة، وتعتمد هذه المحركات على مبدأ اختلاف الضغط، وتوصل بها أنابيب صغيرة موصولة بالفتحات الهوائية داخل حجرة المركبة، انظر إلى الشكل (2-6).

تختلف واجهة التحكّم في توجيه الهواء داخل المركبات من شركة إلى أخرى، لكن الواجهات جميعها تحتوي معظم المفاتيح التي تتحكم في أنظمة التدفئة والتبريد والتكييف، انظر إلى الشكل (2- 7).

الشكل (2-7): مفاتيح لوحة التحكم في التدفئة والتكييف في المركبة.

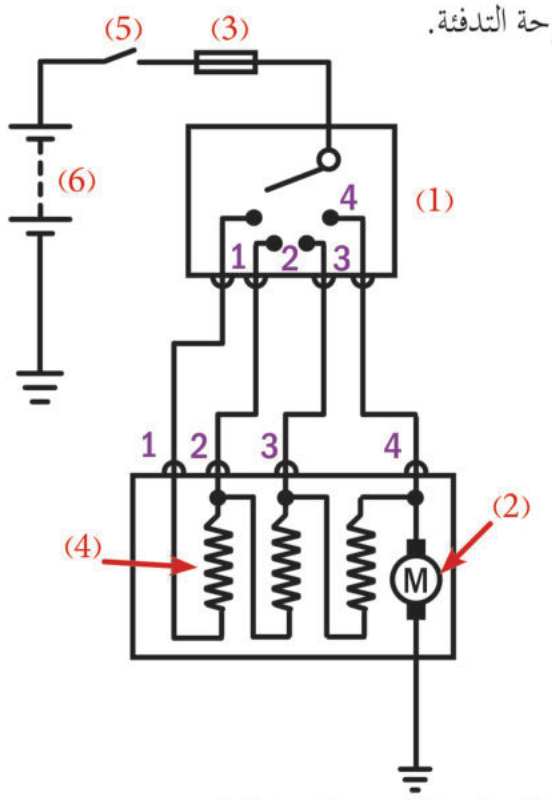
مبدأ عمل نظام التدفئة

تتم عملية تدفئة مقصورة الركاب في المركبة عَبْر تمرير سائل التبريد من مُحرِّك المركبة بوساطة مشع التدفئة في المقصورة؛ فيحدث تبادل حراري بين هواء سائل التبريد الساخن الناتج من مروحة التدفئة وهواء المقصورة، وتزيد الزوائد الموصولة بالأنابيب الأساسية لمشع التدفئة مساحة السطح المدفأ لنقل الحرارة، ومن ثَمَّ، تدفئة مقصورة الركاب، ويُتحكم في الهواء الدافئ، عبر التحكم في سرعة مروحة الهواء أو إيقافها أو عبر تشغيل صمام التدفئة أو إيقافه أو عبر ضبط أغطية التهوية المؤدية إلى مقصورة المركبة.

مبدأ عمل الدارة الكهربائية لمروحة التدفئة

يتطلب التغيير في الظروف الجوية ضبط درجة الحرارة المُناسبة في مقصورة المركبة. إن نُظم التدفئة مُرتبطة بنظام تبريد المركبة ذات محرك الاحتراق الداخلي، وفي المحركات المُبرّدة بالماء يُوجه الماء الدافئ عَبْر مُشع التدفئة (مبادل حراري ثانٍ)

في مقصورة المركبة؛ بغرض تدفئة الهواء فيها، وعندئذ، تُدعّم عملية تدوير الهواء بوساطة مروحة ذات درجات تشغيل مُتعدّدة، ويُبيّن الشكل (2–8)، الدارة الكهربائية لمروحة التدفئة.



(1) مفتاح ضبط سرعة المروحة.

(2) المحرّك الكهربائي.

(3) المصهر.

(4) المقاومات الكهربائية (على التوالي).

(5) مفتاح تشغيل المركبة.

(6) البطارية.

الشكل (2–8): الدارة الكهربائية لمروحة التدفئة.

تحتوي دارة مروحة التدفئة الكهربائية مفتاحًا، يتحكم فيه السائق لضبط سرعة مروحة التدفئة، حيث يسري تيار كهربائي خلال الدارة الكهربائية عند اختيار أحد التدرجات الموجودة على المفتاح يدويًّا أو آليًّا، حسب النظام المتوافر في المركبة، ولنفترض أن التدريج من (1) إلى (4) كما هو مبيّن في الشكل (8) حيث يُعدّ التدريج (1) أقل سرعة دوران للمروحة، والتدرج (4) أعلى سرعة دوران لها.

عند اختيار التدريج (1)، يمر التيار من البطارية عَبْر المقاومات جميعها، ومن ثَمَّ، يتجزأ الجهد ويكون أقل جهد متكوّن على طرفي المحرك الكهربائي، أما عند اختيار التدريج (4)، فيسري التيار من البطارية إلى المحرك الكهربائي مباشرةً، وعليه، يتكوّن أعلى فرق جهد على طرفي المحرك الكهربائي؛ وتدور المروحة دورانًا سريعًا.

بإشراف معلمك، نظّم مع زملائك جولة تقارن فيها بين أنظمة التدفئة في مركبات مختلفة؛ أعدّ لوحة جدارية لتوضيح هذه المقارنة، واعرضها في الغرفة الصفيّة.

التمارين العملية

التمرين الأول

نزع أجزاء نظام التدفئة عن المركبة وإعادة تثبيتها.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تنزع أجزاء نظام التدفئة من المركبة وتعيد تثبيتها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – صندوق عُدة. 2 – مركبة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	 الشكل (1)
2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.	
3 – حدّد موضع مفاتيح التحكم في نظام التدفئة على لوحة القيادة، كما هو مُبيّن في الشكل (1)	
4 – انزع الغطاء العلوي لوحدة القيادة في المركبة، ثم فُكّ البراغي التي تثبت لوحة القيادة، كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5 – فُـكّ البراغـي جميعهـا التـي تثبـت الواجهة الأماميـة من لوحة القيادة، كما في الشـكل (3).

الشكل (3)

6 – فُكّ الوصلات الكهربائية الخاصة بجدلة لوحة القيادة في المركبة، كما في الشكل (4).

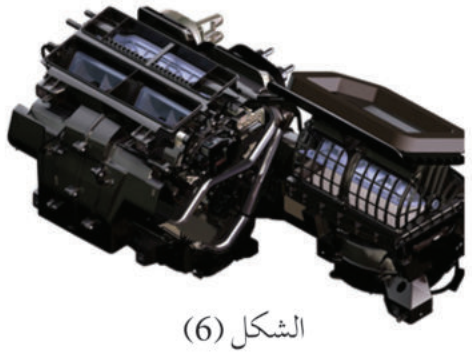
الشكل (4)

7 – انزع لوحة القيادة.

8 – حدّد نوافذ نظام التدفئة وصندوق نظام التدفئة الذي يحتوي المشع، كما في الشكل (5).

الشكل (5)

9 – فُكّ البراغي المثبتة على صندوق نظام التدفئة ثم انزع الصندوق عن المركبة، كما في الشكل (6).



الشكل (6)

10 – انزع غطاء صندوق التدفئة وحدد مواضع المشع ومروحة التدفئة، كما في الشكل (7).

الشكل (7)

الأعطال العملية

أعطال نظام التبريد والتدفئة

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المروحة عن العمل	احتراق المصهر	استبدال بالمصهر آخر له القيمة نفسها
	تعطل مفاتيح الدارة الكهربائية للمروحة	تصلح المفاتيح أو استبدالها عند الحاجة
	وجود فصل أو قصر في الأسلاك للدارة الكهربائية للمروحة	وصل الأسلاك المفصولة وعزل الأسلاك للتخلص من التلامس
	تلف الفرش الكربونية لمحرك المروحة	استبدال الفرش الكربونية كلما دعت الحاجة إلى ذلك
	حدوث قصر أو فصل في ملفات محرك المروحة	استبدال المحرك وتصليح الفصل في الملفات
	وجود تلف في المقاومات الموصولة على التوالي مع محرك المروحة	استبدال المقاومات التالفة
عمل المروحة بالسرعة العالية فقط	حدوث قصر في مجموعة مقاومات التوالي	تصليح دارة القصر في مجموعة مقاومات التوالي
	تلف مفتاح التشغيل	تصليح مفتاح التشغيل أو استبداله
عدم خروج الهواء دافئًا	تعطل مفاتيح التحويل (بارد/دافىء)	تصليح المفاتيح أو استبدالها
	تعطل منظم الحرارة	استبدال المنظم
	انسداد في صمامات دخول الماء للمشع	تنظيف الصمامات أو استبدالها
	نقص سائل التبريد	إضافة سائل التبريد
تسرب السائل الخاص بالتبريد من النظام داخل مقصورة الركاب.	وجود تآكل في مشع نظام التدفئة	تصليح مشع نظام التدفئة أو استبداله.
	وجود تآكل في وصلات وخراطيم المياه من وإلى مشع نظام التدفئة.	تبديل الوصلات والخراطيم المتآكلة.

الأنشطة العملية

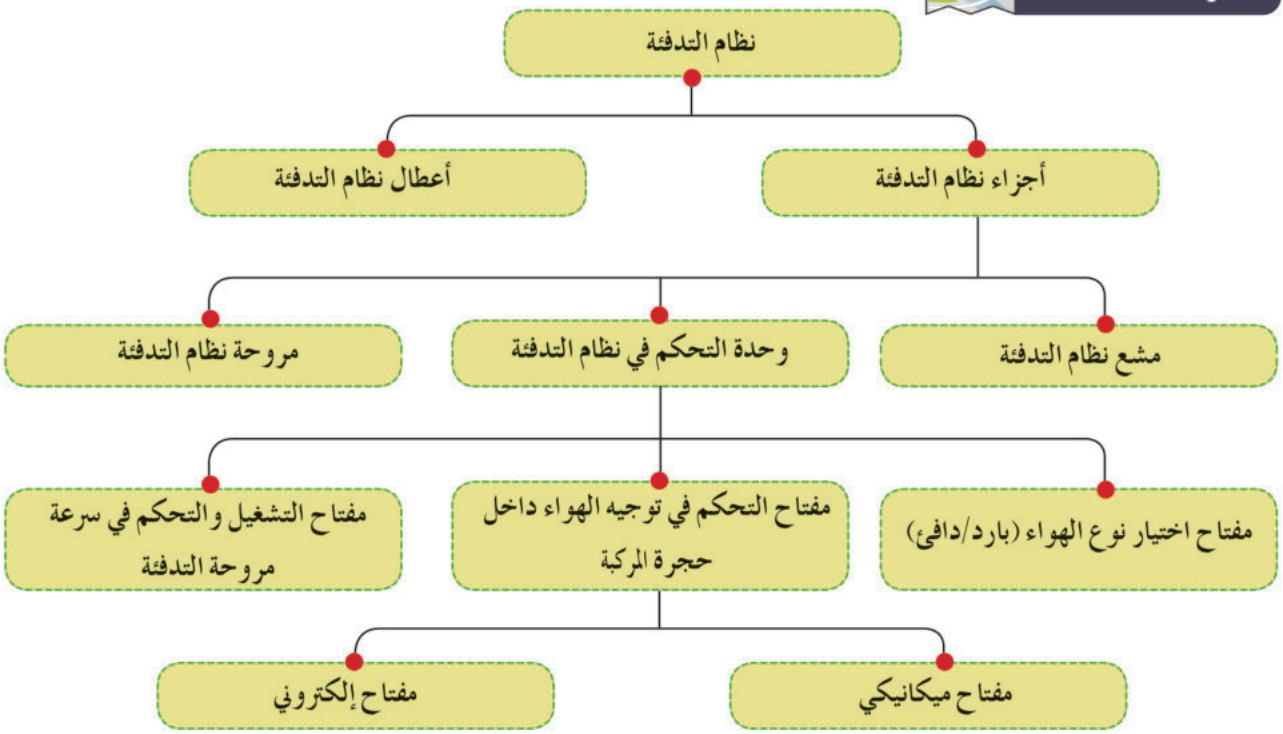
فُكّ عناصر نظام التدفئة وركبها في مركبة أخرى، إذا كان متوافرًا في مشغلك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، محدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أنزع جميع البراغي المثبتة للوحة القيادة.			
2	أفك صندوق نظام التدفئة.			
3	أحدد موضع مفاتيح التحكم في نظام التدفئة على لوحة القيادة.			
4	أنزع لوحة القيادة كاملة.			
5	أنزع المروحة عن صندوق التدفئة.			

الخرائط المفاهيمية



ثانيًا: نظام التكييف في المركبات.

النتاجات

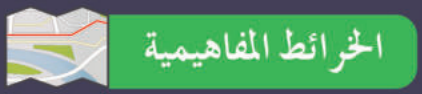
يتوقع منك في نهاية الدرس أن:

- تتعرّف مكونات نظام التكييف في المركبات.
- تتعرّف التوصيلات الكهربائية لنظام التكييف في المركبات.
- تتعرّف طريقة شحن وسيط التبريد لمكيف الهواء في المركبات وتفريغه (الطريقة اليدوية، واستعمال جهاز الشحن الإلكتروني).
- تتتبع دورة وسيط التبريد في نظام التكييف.
- تتعرّف أعطال نظام التكييف في المركبات، ومسبباتها وبيان طرائق تصليحها.
- تتعرّف أنواع الضواغط المستخدمة في تكييف المركبات.

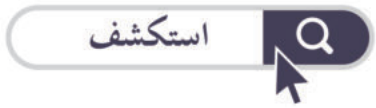
تعليمات السلامة العامة:

☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

القياس والتقويم



- ما سبب وجود نظام تكييف في المركبة؟
- كيف يعمل نظام التكييف؟ وما تأثيره في أداء المركبة إذا تعطل؟
- هل ستستمر المركبة في العمل دون وجود نظام التكييف؟ لماذا؟



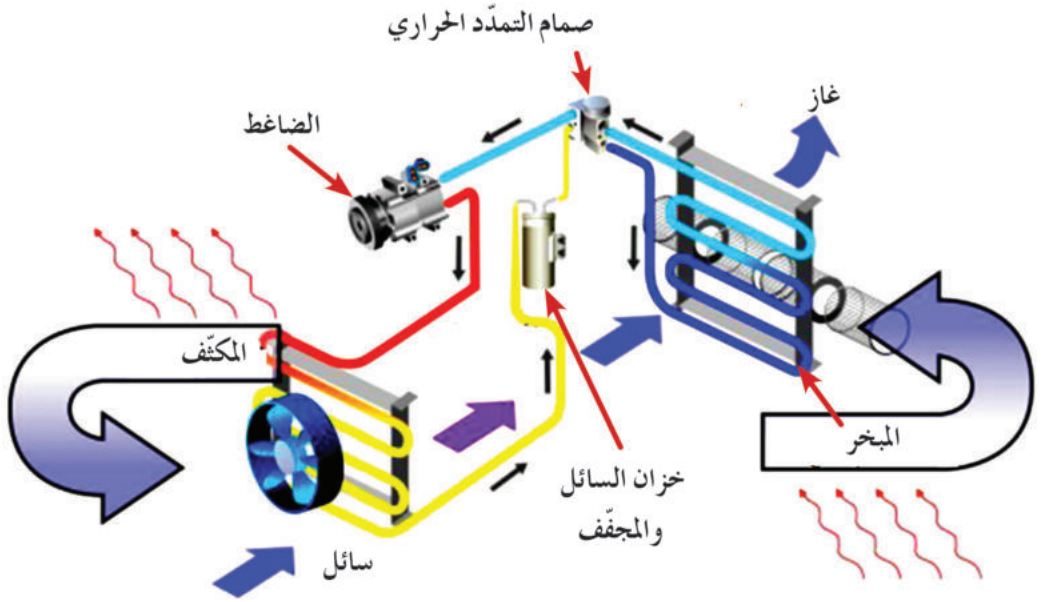
يُعدّ نظام التكييف في المركبة من أنظمة الرفاهية، حيث يوفر وسطًا مريحًا للسائق والركاب. هبْ أن نظام التكييف في المركبة قد تعطل، أو لا يعمل بكفاءة.

- هل يؤثر ذلك في كمية الوقود المستهلكة في المركبة؟ ولماذا؟
- ما الخيارات التي يمكن أن تفكر فيها في هذه الحالة؟

يُعدّ نظام التكييف في المركبة من أنظمة الرفاهية؛ حيث يمكن بوساطته تحسين درجة الحرارة بمقصورة الركاب، فضلًا عن تنقية الهواء من الرطوبة والأتربة داخل المقصورة، وتُخفض الرطوبة بوساطة دارة التكييف؛ ليتكثف البخار في الهواء المسحوب من المقصورة على أنابيب المبخر، فيتجمع عليه الغبار والعوالق الأخرى، فتُبعد عَبْر أنابيب تصريف خارج المركبة، ليصبح الهواء داخل المركبة نقيًّا وخاليًا من الرطوبة وباردًا.

الأجزاء الميكانيكية لنظام التكييف

لا يُعدّ نظام التكييف أكثر من نظام مبادل حراري، يعتمد مبادئ الانتقال الحراري بالتوصيل والإشعاع والحمل لنقل الحرارة من مقصورة المركبة وإليها، كما في الشكل (2–9).



الشكل (2–9): مخطط الدارة الميكانيكية لنظام التكييف في المركبة.

1 – **الضاغط**: هوقلب النظام، وهو مضخة مدفوعة بالحزام يُثَبَّت على المحرك، ومسؤول عن ضغط غاز التبريد ونقله.

ينقسم نظام تكييف الهواء قسمين: الضغط العالي والضغط المنخفض، يُعرف أيضًا أنه نظام التفريغ والسحب؛ لأن الضاغط في الأساس مضخة؛ لذا يجب أن يكون له جانب سحب وجانب تصريف. وتصنّف الضواغط إلى عدّة مجموعات، منها: المتأرجح (الترددي)، والضاغط الدوار، وتمتاز هذه الأنواع بصغر حجمها وسهولة تركيبها ومناسبتها للسرعات العالية؛ لذا يفضل استخدامها في أنظمة تكييف المركبات. يتكوّن الضاغط من جسم مصنوع من الصلب، ومحور دوار، وبكرة لولبية، وفتحات سحب وضغط، ومانعات تسريب (كسكيت)، كما يُثبَّت على الضاغط بكرات لنقل الحركة، وقابض كهربائي **(clutch)** يحتوي ملفًّا كهرومغناطيسيًّا، انظر إلى الشكل (2–10) الذي يُبيّن ضاغط مكيف الهواء الدوار وأجزاءه.

(1) جسم الضاغط. (2) محور دوّار. (3) مانع تسريب. (4) طوق تثبيت.
(5) بكرة لولبية. (6) بكرة نقل حركة. (7) قابض كهربائي.

الشكل (2–10): الضاغط في نظام التكييف وأجزاؤه.

2– **قابض الضاغط:** صُمّم القابض لنقل الحركة عند تشغيل المكيف من محرك الاحتراق الداخلي إلى الضاغط. يُستعمل القابض لنقل الطاقة من عمود المرفق إلى الضاغط بوساطة سير المحرك. ويحتوي القابض ملفًّا مغناطيسيًّا، ويقوم مبدأ عمل القابض على بدء نقل الحركة بين عمود المرفق والضاغط لحظة بدء عمل الملف المغناطيسي، ويكوّن مجالًا مغناطيسيًّا يعمل على تعشيق بكرة نقل الحركة مع المحور الدوار للضاغط. انظر إلى الشكل (2–11) الذي يُبيّن القابض وبكرة الضاغط.

الشكل (2–11): القابض والبكرة للضاغط.

3 – **المكثف**: مبادل حراري يحدث فيه تبديد للحرارة. صُمّم المكثف من مجموعة من الزعانف مصنوعة من الألمنيوم وملاصقة للأنابيب؛ لضمان أكبر مساحة للانتقال الحراري بين وسيط التبريد والهواء المحيط بالزعانف، وغالبًا ما يُستعمل مكثف من النوع المزعنف. ويكون أمام أو بجانب مشع نظام التبريد حسب نوع المركبة. وعند دخول الغازات الساخنة المضغوطة من الجزء العلوي للمكثف، تُبرّد بفعل الهواء المسحوب من مروحة المكثف. فعندما يبرد الغاز، يتكثف ويخرج من الجزء السفلي من المكثف بوصفه سائلًا عالي الضغط، انظر إلى الشكل (2–12) الذي يُبيّن المكثف في نظام تكيف المركبة.

الشكل (2–12): المكثف في نظام تكيف المركبة.

4 – **خزان السائل (المجفّف)**: يُستعمل خزان السائل (المجفف) على جانب الضغط المرتفع من الأنظمة التي تعمل بصمام التمدد الحراري، فالوظيفة الأساسية لجهاز المجفف هي فصل الغاز والسائل وتخزين وسيط التبريد مُؤقتًا. الغرض الثانوي هو إزالة الرطوبة وتصفية الغبار، وهو علبة لها مدخل ومخرج، يثبَّت على خط السائل الواصل بين المكثف والمبخر، حسب حالات التشغيل المختلفة، مثل: الحمل الحراري في المبخرات، والمكثفات، وعدد دورات المكثف، يضخ كمية مختلفة من مادة التبريد في النظام، ومن أجل التوفيق بين هذه التقلبات يُستعمل المجفف، وفيه يُجمّع السائل القادم من المكثّف ويُخزّن، وبذلك تتدفق الكمية المطلوبة فقط إلى المبخر لتبريد الهواء، بالإضافة إلى ذلك، يستطيع المجفف منع كمية مياه صغيرة من الدخول في الدورة، وتعتمد هذه الكمية على درجة الحرارة؛ حيث تزداد الكمية مع انخفاض درجة حرارة المادة المجففة، بالنسبة إلى أنظمة وسيط التبريد (**R 12**)، فتستعمل جِلّ السليكا مادة مجففة للتخلص من الرطوبة، أما في أنظمة وسيط التبريد (**R134a**)، فيستعمل اللزيوت مجففًا، انظر إلى الشكل (2–13).

الشكل (2–13): خزان السائل والمجفّف.

5 – **صمام التمدد**: يصنف صمام التمدد إلى ثلاثة أنواع، وهي كالآتي:

أ – صمام التمدد الحراري: يخفض هذا النوع من الصمامات ضغط السائل، وعليه، تخفيض درجة حرارة تبخره، فضلًا عن تذرية السائل وتنقية وسيط التبريد من الشوائب، ويحتوي مِجسًّا حراريًّا ينظم تدفق وسيط التبريد إلى المبخر. هذه الأنواع من الصمامات، على الرغم من فاعليتها، إلا أن لها بعض العيوب مثل انسدادها بالترسبات، وتحتوي أيضًا أجزاءً متحركة صغيرة قد تلتصق وتتعطل؛ بسبب التآكل، انظر إلى الشكل (2–14).

الشكل (2–14): صمام التمدد الحراري.

ب – صمام التمدد الإبري: يوجد صمام التمدد الإبري، الذي يُعدّ الأكثر استخدامًا في أنبوب مدخل المبخر، أو في خط السائل، بين مخرج المكثف ومدخله. يبلغ طوله في أغلب صمامات التمدد الإبرية المستعملة اليوم ثلاث بوصات تقريبًا، ويتكوّن من أنبوب نحاسيصغير، محاط بالبلاستيك ومغطًّى في كل طرف من أطرافه بشاشة فلتر، ويقوم مبدأ عمله على فرق الضغط بين طرفيه؛ للتحكم في فتح الصمام وغلقه، انظر إلى الشكل (2–15).

الشكل (2–15): صمام التمدد الإبري.

جـ- صمام التمدد الإلكتروني: يستخدم هذا النوع من الصمامات في أجهزة تكييف المركبات الحديثة، ويعمل عمل صمام التمدد الحراري، حيث يتحكم في تدفق سائل وسيط التبريد بين المكثف والمبخر، عَبْر مجسات إلكترونية مثبتة على مدخل المبخر ومخرجه، ويُبيّن الشكل (2-16) أحد هذه الصمامات.

الشكل (2-16): صمّام تمدّد إلكتروني.

6- **المبخر**: يُعدّ المبخر مبادلًا حراريًّا، يشبه المكثف كما ذكر سابقًا، يثبَّت داخل حجرة المركبة، وقد يثبَّت أكثر من مبخر في المركبة الواحدة.

يعمل المبخر بوصفه عنصرًا ساحبًا للحرارة، حيث يوفّر المبخر عدّة وظائف، فمهمته الأساسية إزالة الحرارة من داخل المركبة، وفائدته الثانوية التجفيف، وتكون درجة الحرارة المثالية للمبخر (32) درجة فهرنهايت، أو (صفرًا) مئويًّا.

الشكل (2-17): المبخر في نظام التكييف.

يدخل وسيط التبريد في الجزء السفلي من المبخر سائلًا منخفض الضغط، فيتسبب الهواء الدافئ الذي يمر عَبْر زعانف المبخر في غليان غاز التبريد (نقاط التبريد منخفضة جدًّا)، فيبدأ غاز التبريد بالغليان، ويمكنه سحب كميات كبيرة من الحرارة، انظر إلى الشكل (2-17).

7- **مجمع الغاز**: يُشبه المجمع خزان السائل المجفف، إلا أن حجمه أكبر قليلًا، ويختلف أيضًا من حيث المدخل والمخرج، حيث يكون المخرج أعلى المجمع، فيتجمع الغاز في الأعلى مؤقتًا، ويثبَّت في منطقة الضغط المنخفض على مخرج المبخر. ويُجمِّع السائل داخله لضمان عدم تلف الضاغط، حيث يتبخر وسيط التبريد طوال وجوده داخل المجمع، ومن ثَمَّ، يعود إلى الضاغط مرة أخرى، وغالبًا يُستخدم في الأنظمة التي تحتوي صمام التمدد الإبري. انظر إلى الشكل (2-18).

الشكل (2-18): مجمع الغاز.

8 – **وسيط التبريد المستخدم في أنظمة تكييف المركبات:** يصنف وسيط التبريد المستخدم في أنظمة تكييف المركبات إلى الآتي:

أ– غاز فريون 12: ويرمز إليه بـ(**R12**)، يستخدم في المركبات القديمة، وقد استُبدل لأنه يحمل مركّبات كيميائية ضارة بطبقة الأوزون، والشكل (1–19) يُبيّن هذا النوع من الغازات.

الشكل (2–19): وسيط التبريد (R12).

ملحوظة

(طبقة الأوزون) هي الطبقة الغازية المحيطة بغلاف الكرة الأرضية وتحميها من أشعة الشمس الضارة.

تطلب استبدال هذا النوع من وسيط التبريد إجراء تعديلات في أنظمة التكييف؛ لاختلاف طبيعة غاز (**R12**) عن غاز (**R134a**)، حيث إن حجم جزيء مادة التبريد (**R134a**) أصغر بكثير من حجم جزيء المادة (**R12**) نتيجة لذلك؛ يزداد معدل فقدان مادة التبريد. فباختلاف بعض الخصائص للنوعين السابقين، مثل نقطة الغليان المختلفة، أجريت تغييرات على تصميم النظام مثل تعديل صمام التوسيع وغير ذلك. كما يلزم استعمال زيت مختلف؛ لذا طوّرت بعض عناصره ومنها المجفف.

ب– غاز فريون 134: ويرمز إليه بـ (**R134a**)، حيث يستخدم هذا النوع من وسيط التبريد في أنظمة التكييف؛ نظرًا إلى إيجابياته، إذ يمتاز هذا الغاز بمادته المقاومة للانحلال الكيميائي والحرارة، وغير قابل للاحتراق ولا لون له ولا رائحة، وغير قابل للاشتعال وليس سامًّا.

يُعدّ هذا النوع من الغازات الأقل خطورة بالنسبة إلى طبقة الأوزون، ولكنه أيضًا ضار بالبيئة؛ لذا يُنصح بعدم إطلاقه في الجوّ الخارجي، انظر إلى الشكل (2–20).

الشكل (2–20): وسيط التبريد (R134a).

مخارج الخدمة لوسائط التبريد المستخدمة في نظام تكييف المركبة

يُستخدم نوعان من وسائط التبريد في أجهزة تكييف المركبات، وهي كالآتي:

1 – **مخارج خدمة وسيط التبريد (R12)**: يُميَّز هذا النظام بوساطة مخارج الشحن، حيث إن هذا النظام لا يحتاج غالبًا إلى وصلة بين مخارج الخدمة وخراطيم الشحن، حيث تثبَّت الخراطيم مباشرة على أسنان المخرج، يبين الشكل (2–21) أحد هذه المخارج.

الشكل (2–21): مخرج شحن وسيط التبريد (R12).

2 – **مخارج خدمة وسيط التبريد (R134a)**: يُميَّز هذا النظام بوساطة مخارج الخدمة والإصلاح، حيث لا يمكن تثبيت خراطيم ساعات التصليح والشحن مباشرة على المخارج، بل تستعمل وصلات شحن وتفريغ لمنطقتي الضغط العالي والمنخفض. يُبيّن الشكل (2–22) نوعًا من مخارج الشحن والصيانة، والشكل (2–23) يُبيّن وصلات شحن وسيط التبريد (R134a).

الشكل (2 – 22): مخرج شحن وسيط التبريد (R134a).

الشكل (2–23): وصلات شحن وسيط التبريد (R134a).

الخراطيم المستخدمة في نظام التبريد

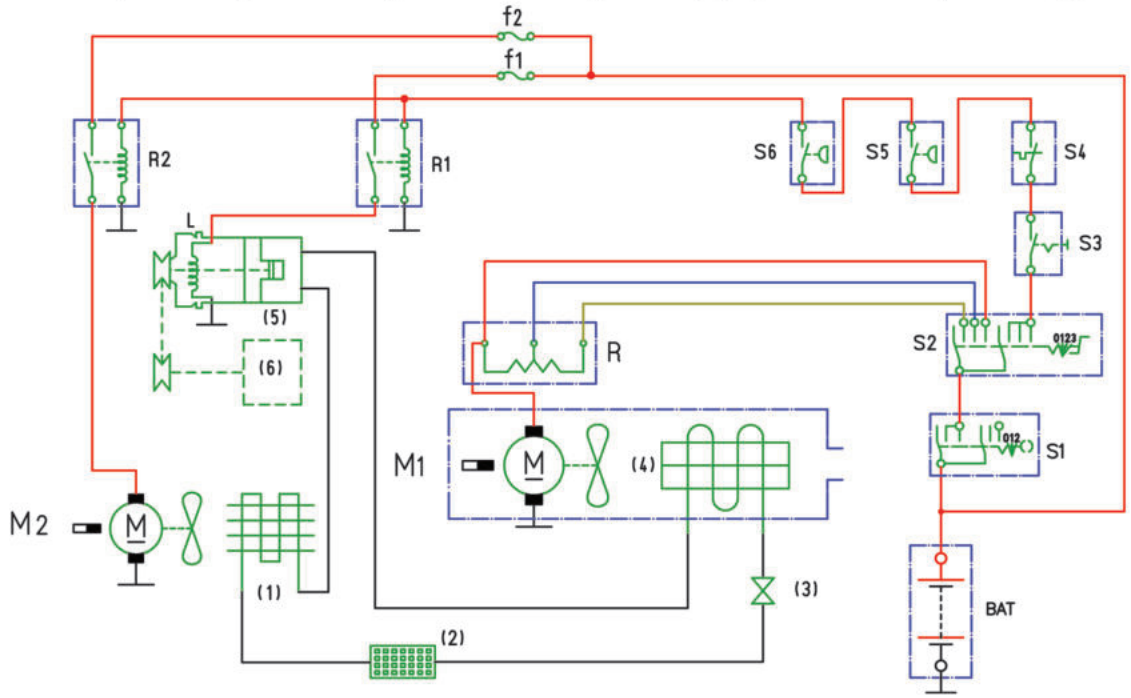
تستخدم الخراطيم المصنوعة من المطاط المرن القابل للثني في أنظمة التبريد، حيث تكون عازليتها للحرارة عالية جدًّا؛ لتخفيض الفاقد من الحرارة من النظام، وتُوصل هذه الخراطيم بالنظام باستعمال وصلات معدنية، انظر إلى الشكل (2–24).

الشكل (2–24) : الخراطيم المستخدمة في نظام التكييف.

نظام التزيت في مكيف المركبات

يستخدم نظام التزيت في أنظمة التكييف في المركبة لتزييت أجزاء الضاغط، حيث يُستعمل نوع زيت (**Synthetic**) مناسب لوسيط التبريد (**R134a**)؛ للحفاظ على الدارة الميكانيكية والضاغط من التلف .

المكونات الكهربائية لنظام التكييف: انظر إلى الشكل (2–25) الذي يبين مكونات نظام التكييف في



الشكل (2–25): مكونات نظام التكييف في المركبات.

(**BAT** البطارية) (**S1** مفتاح التشغيل) (**S2** مفتاح التشغيل والتحكم في سرعة المروحة) (**S3** مفتاح تشغيل نظام التكييف) (**S4** منظم درجة الحرارة (الثيرموستات) (**S5** مجس الضغط المرتفع) (**S6** مجس الضغط المنخفض) (**F1** مصهر حماية ضاغط المكيف) (**F2** مصهر حماية مروحة المكثف) (**R** مقاومة تغير سرعة المروحة) (**R1** مرحل ضاغط المكيف) (**R2** مرحل مروحة المكثف) (**M1** مروحة المبخر) (**M2** مروحة المكثف) (**1** المكثف) (**2** المجفف) (**3** صمام التمدد الحراري) (**4** المبخر) (**5** ضاغط الكيف) (**6** محرك الاحتراق الداخلي).

1 – **مفتاح تشغيل نظام التكييف**: يُستعمل هذا المفتاح لوصل مصدر التيار الرئيس لنظام التكييف وفصله، انظر إلى الشكل (2–26).

الشكل (2–26): نوع من أنواع مفاتيح التشغيل الرئيسة.

2 – **منظم درجات الحرارة (الثرموستات)**: يتحكم في درجات الحرارة داخل حجرة المركبة، عَبْر تحديد درجة الحرارة المناسبة، وبناءً عليها يوصل التيار بملف القابض أو يفصله، ويوجد منه نوعان، هما: المنظم الميكانيكي، والمنظم الإلكتروني، انظر إلى الشكل (2–27).

منظم درجة حرارة إلكتروني

منظم درجة حرارة ميكانيكي

الشكل (2–27): منظم درجات الحرارة (الثرموستات).

3 – **مفتاح التشغيل والتحكم في سرعة محرك المروحة**: يتحكم هذا المفتاح في تشغيل المروحة وفصلها فقط، واختيار سرعات المروحة المطلوبة، ومن أشكال هذا المفتاح كما هو مُبيّن في الشكل (2–28).

الشكل (2–28): مفتاح تشغيل المروحة.

4 – **ملف القابض المغناطيسي**: عند مرور تيار في ملف القابض، ينشئ الملف مجالًا مغناطيسيًّا، ويوصل قابض الحركة من البكرة إلى محور الضاغط، وعليه يعمل الضاغط، وعند فصله، يتوقف نظام التكييف عن العمل، انظر إلى الشكل (2–29).

الشكل (2–29): قابض مغناطيسي وبكرة.

5- **مجسات الضغط**: يُستخدم في أنظمة التكييف نوعان من المجسات التي تستشعر الضغط، هما: مجسات الضغط المنخفض، ومجسات الضغط المرتفع، وظيفة هذه المجسات حماية الضاغط من التلف عند ارتفاع الضغط عن الحد المقرر له أو انخفاضه حسب الشركة المصنعة لنظام التكييف، إذ تعمل على إيقاف عمل الضاغط بوساطة إيقاف القابض الكهرومغناطيسي في حالة استكشاف حالات غير عادية، مثل الانخفاض أو الارتفاع الشديد في الضغط. يُركّب مجس الضغط إما في خط وسيط التبريد بين المكثف والمجفف، وإما في المجفف نفسه، انظر إلى الشكل (2-30)، جدير بالذكر أن قيمة الضغط المنخفض والمرتفع تتغير من شركة إلى أُخرى، وتتأثر بصورة كبيرة بتغيير درجات الحرارة.

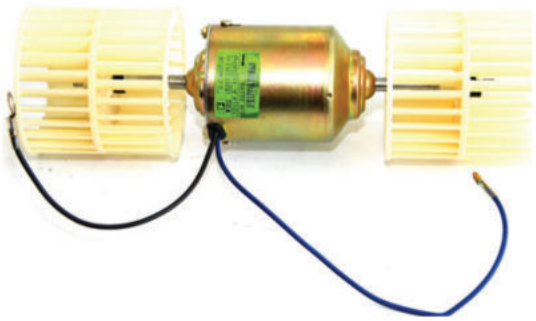
الشكل (2-30): مجسات الضغط المرتفع والضغط المنخفض.

6- **مروحة المكثف**: تبرد المروحة وسيط التبريد عند مروره في المكثف، وهي من نوع المروحة المحورية، انظر الشكل (2-31).

الشكل (2-31): مروحة مكثّف.

7- **المرحلات**: مفاتيح تحكم مغناطيسي، وظيفتها وصل التيار بدارة نظام التكييف وفصله، تستخدم في حماية المفاتيح من التيارات المرتفعة كما مرّ بك سابقًا.

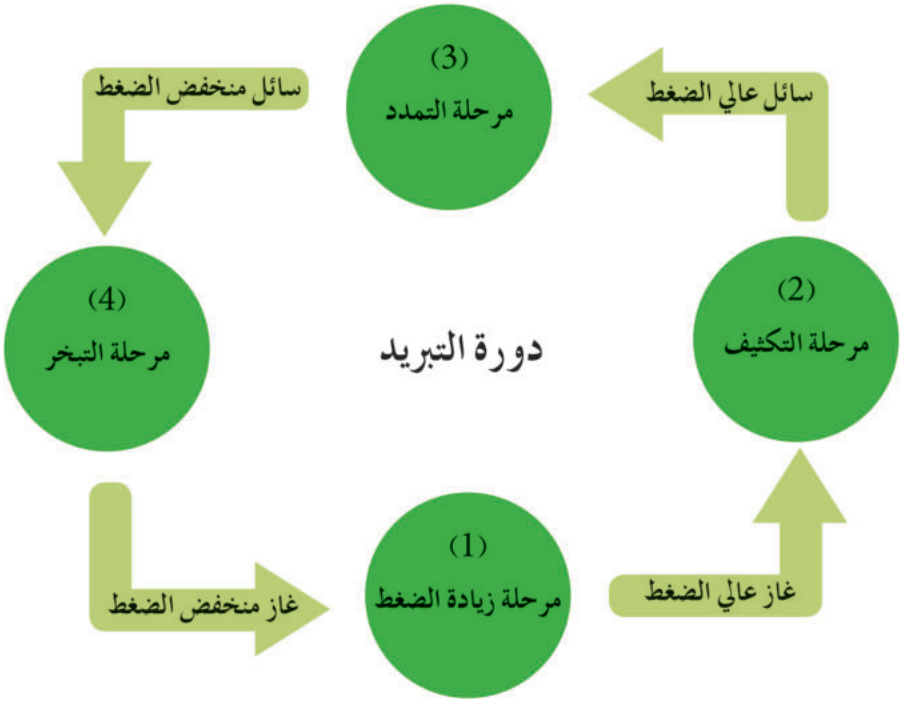
8- **مروحة المبخر**: وظيفتها دفع الهواء عَبْرَ المبخر بهدف تبريده، وهي من نوع المروحة طاردة عن المركز ومزودة بزعانف تدفع الهواء بعد تبريده بوساطة القنوات في مختلف أرجاء حجرة القيادة، أو حسب اختيار المستخدم، انظر إلى الشكل (2-32).



الشكل (2-32): مروحة مبخر.

مبدأ عمل نظام التكييف

يسحب نظام تكييف الهواء الحرارة من الهواء الخارجي عند مروره بالمبخر، وبذلك يدخل الهواء باردًا إلى مقصورة الركاب، وينقل الهواء الحار الموجود في الداخل بعض الحرارة إلى الهواء البارد الذي دخل حديثًا، تُبرَّد عبر هذه العملية مقصورة الركاب بأكملها، ويوضح نمط دورة وسيط التبريد مبدأ تشغيل نظام تكييف الهواء؛ حيث يدور وسيط التبريد في الدارة المغلقة ويتغير باستمرار بين الحالة السائلة والحالة الغازية، وبهذه الطريقة نتخلص من الحرارة في الجزء الداخلي لحجرة الركاب وتُرفع للخارج، وتتكون دورة وسيط التبريد من خمسة مكونات أساسية، هي: الضاغط، والمكثف، والمجفف (خزان السائل)، وصمام التمدد، والمبخر، وتتصل هذه المكونات بدورة وسيط تبريد مغلقة، التي يدور فيها وسيط التبريد. إن مادة وسيط التبريد التي تدخل الضاغط تكون غازية، ومن ثَمَّ، تُضغَط بوساطة الضاغط، وتتكثف بحيث تصبح سائلة، وعند الوصول إلى صمام التمدد، يقل الضغط؛ لذا فإنها تتبخر داخل المبخر وبذلك تسحب الحرارة من حجرة المركبة، وبعد تحولها إلى غاز، فإنها تصل إلى الضاغط مرة أخرى وتبدأ الدورة من جديد. والشكل (2-33) بين مراحل دورة التكييف في المركبة.



الشكل (2–33): مراحل دورة التكييف في المركبة.

ملخص دورة التبريد

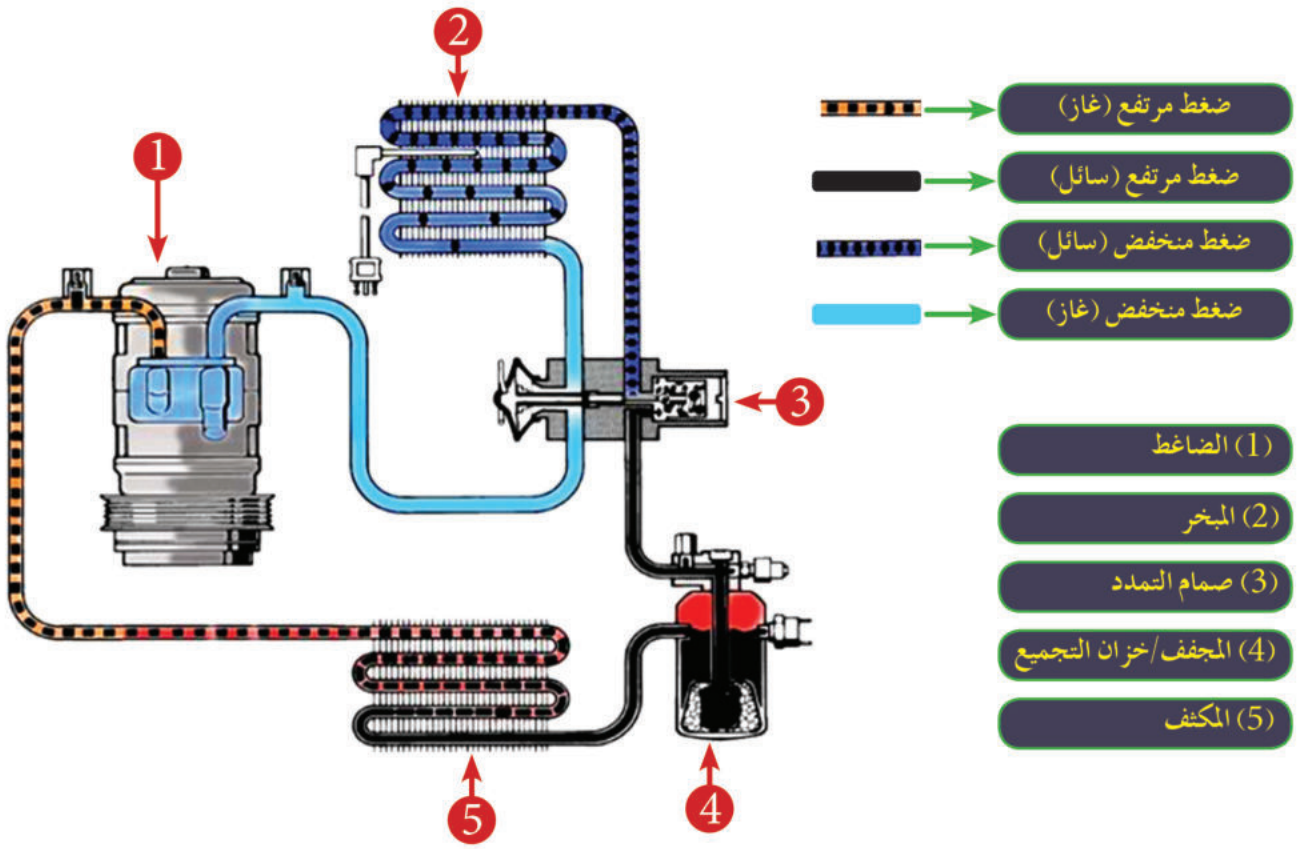
المرحلة الأولى: مرحلة زيادة الضغط، يضغط الضاغط وسيط التبريد القادم من المبخر، لينتج منه غاز عالي الضغط، حرارته مرتفعة.

المرحلة الثانية: مرحلة التكثيف، يكثف المكثف وسيط التبريد لينتج منه سائل عالي الضغط، حرارته مرتفعة.

المرحلة الثالثة: مرحلة التمدد، يخفّض صمام التمدد ضغط السائل لينتج منه سائل منخفض الضغط، حرارته متوسطة.

المرحلة الرابعة: مرحلة التبخير، يحوّل المبخر السائل إلى غاز لينتج منه غاز منخفض الضغط، حرارته منخفضة.

يبين الشكل (2–34) دورة التبريد وحالة وسيط التبريد خلال هذه الدورة.



الشكل (2-34): دورة التبريد في نظام التكييف في المركبة .

لوح التحكم في وضعية التكييف في المركبة

تحتوي لوحة التحكم في مكيف الهواء مزايا مختلفة، وتوجه الهواء إلى:

1 – الوجه فقط.

2 – الوجه والساقين.

3 – الساقين فقط.

4 – الساقين والزجاج الأمامي تلقائيًّا.

فضلًا عن ذلك، يحتوي مكيف هواء المركبة أيضًا وضعي إعادة التدوير، والهواء النقي. من الناحية المثالية، يجب أن يبقى هذا الإعداد في وضع إعادة التدوير، وبعد الاستعمال مدة طويلة، يصبح الهواء داخل حجرة الركاب رطبًا وغير نظيف، ولا بد من تشغيل وضع الهواء النقي؛ فهذا يسمح للهواء النقي الخارجي بدخول المقصورة واستبدال الهواء الدافئ (الرطب).

دارة التحكم الإلكتروني في نظام التكييف

تستعمل المعالجات الدقيقة لفتح الدارات الكهربائية لنظام التكييف وإغلاقها، التي تتحكم في الضاغط ومروحة المكثف.

تُراقب الإشارات الرقمية من أجهزة الاستشعار المختلفة المتعلقة بسرعة المحرك، وسرعة المركبة، ودرجة حرارة سائل التبريد، وتشغيل مفتاح مكيف الهواء، ومفاتيح وصمامات الضغط، ومفتاح تشغيل نظام تكييف (**A/C**)، وموضع الخانق، وبدء التشغيل عَبْر المعالجات الدقيقة، وتحوَّل هذه الإشارات الرقمية في المعالجات الدقيقة إلى الحسابات المطلوبة من أجل الآتي:

1- إيقاف ضاغط تكييف الهواء عند ضغوط النظام العالية / المنخفضة.

2- تشغيل مروحة المكثف وإيقافها.

3- زيادة سرعة محرك الاحتراق الداخلي عند تشغيل نظام التكييف؛ لحمايته من التوقف بسبب الحمل الناتج من ضاغط نظام التكييف.

4- إيقاف بدء عمل تكييف الهواء عند (**RPM**) سرعة الدوران العالي للمحرك.

5- تأخير بدء عمل ضاغط التكييف عند بدء تدوير محرك الاحتراق الداخلي.

6- تعطيل عمل ضاغط تكييف الهواء عندما تكون درجة حرارة وسيط التبريد مفرطة.

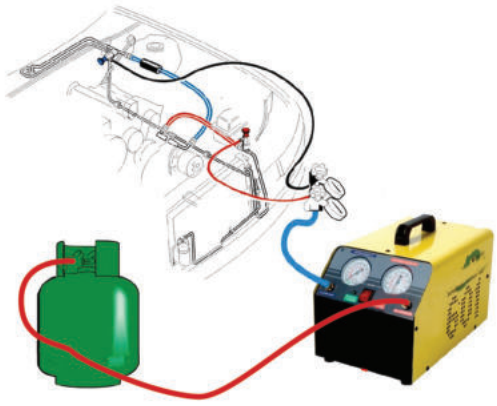
شحن وسيط التبريد

يُعدّ شحن وسيط التبريد من الأمور الواجب مراعاتها، وعدم إغفالها خطوة مهمه من الصيانة الدورية الواجب اتباعها لنظام التكييف في المركبات، ويُشحن النظام بإضافة وسيط التبريد بطريقتين، هما:

1- **الشحن اليدوي**: عبر أسطوانة وساعات الشحن، انظر إلى الشكل (2-35).

الشكل (2-35): الساعات المستخدمة في الشحن التقليدي لنظام التكييف.

2- **الشحن الإلكتروني**: بوساطة الجهاز الإلكتروني، حيث يشحن ويُفرغ ويكشف عن التسريب بدارة التبريد الميكانيكية لمكيّف المركبة بطريقة أوتوماتيكية، ويشحن بناءً على تعليمات الشركة الصانعة للمركبة، حيث يحتوي الجهاز ذاكرة إلكترونية تحفظ فيها أنواع مكيّفات المركبات جميعها باستعمال برمجية معدّة مسبقًا تُدخَل جهاز الشحن الإلكتروني، فيحدد الفني كمية وسيط التبريد اللازمة لشحن المكيّف بوحدة الوزن، انظر إلى الشكل (2-36).



الشكل (2-36): جهاز شحن وتفريغ إلكتروني.

كلتا الطريقتين تعمل جيدًا، ولأن وسيط التبريد (**R134a**) حساس للشحن، ولأن معظم منقي مرشح نظام التكييف لا يحتوي زجاج رؤية، فمن المستحسن شحن النظام بمواصفات الشركات المصنعة باستعمال الشواحن الإلكترونية. تتمثل ميزة استخدام الشاحن الإلكتروني في قدرته على تحديد نسبة الشحنة المطلوبة بدقة.

كذلك فإن ساعات مجموعة الشحن تُعدّ أفضل مؤشر على أداء دائرة التبريد؛ فهذه الساعات يمكن استعمالها لتحديد الآتي:

1- حالة الشحن.

2- أداء عمل الضاغط.

3- طريقة عمل أجهزة التحكم.

4- كفاءة انتقال الحرارة.

5- تحديد مكان الصعوبات المتوقعة.

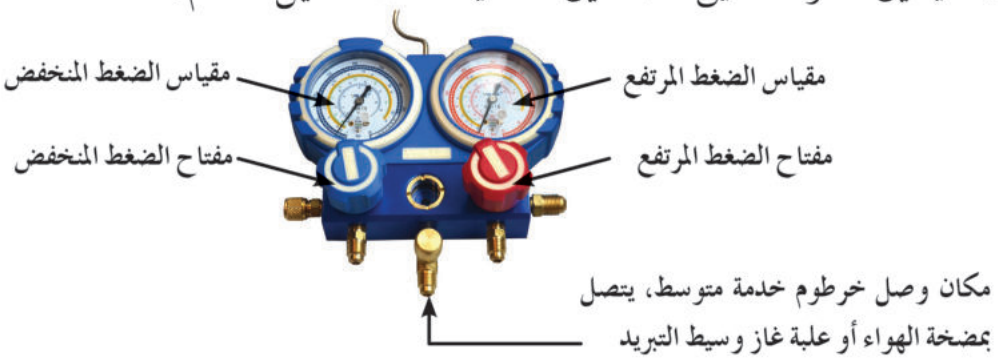
أجهزة الفحص والقياس الخاصة بأنظمة التكييف في المركبات

تعددت أنواع أجهزة القياس المستخدمة في كشف أعطال أنظمة التكييف في المركبات، ومن أكثر الأعطال شيوعًا تسريب وسيط التبريد من النظام؛ لذا تُستعمل أجهزة لكشف التسريب، ومنها ما يأتي:

1- **كاشف التسرب**: يُبيّن الشكل (3-37)، الجهاز الذي يُستعمل للكشف عن التسرب في أنظمة تكييف الهواء عَبْر اختلاف صوت التشغيل الطبيعي، وهو النبض الثابت المسموع عند تحريك المجس بالقرب من التسرب، حيث تتغير النغمة إلى نبض سريع ثم يصدر صوت إنذار، أو بوساطة المؤشرات الضوئية، حيث يضيء مؤشر ضوئي واحد للإشارة إلى وصول أدنى كمية من وسيط التبريد المسربة إلى المستشعر، وعندما تضيء المؤشرات الضوئية العشرة، فإن هذا يشير إلى ارتفاع معدل التسرب أو التركيز.

الشكل (2-37): كاشف التسرب.

2- **ساعات قياس الضغط**: تُعدّ ساعات قياس الضغط أهم أداة مستخدمة في صيانة أنظمة تكييف الهواء، كما هو مُبيّن في الشكل (2-38)، وتُستعمل ساعات قياس الضغط لتحديد قياس جانب الضغط المرتفع والمنخفض بالنظام، وكذلك منسوب الشحن الصحيح من مادة التبريد وكفاءة التشغيل، كما أنها مصممة لقراءة جانبي الضغط المرتفع والمنخفض في الوقت نفسه، لأنه يتعين مقارنة هذين الضغطين لتحديد كفاءة تشغيل النظام.



الشكل (2-38): ساعات قياس الضغط.

كما يستعمل الماء والصابون للكشف عن التسريب، عبر الفقاقيع الهوائية المتكونة في منطقة التسريب للدلالة عليه.

بإشراف معلمك، نظّم جولة على بعض أنواع المركبات الموجودة في مدرستك وقارن بين أنظمة التكييف فيها وكيفية استخدامه، ثم اكتب تقريرًا بذلك.

التمارين العملية

التمرين الثاني

نزع أجزاء نظام التكييف من المركبة وإعادة تثبيتها.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تنزع أجزاء نظام التكييف من المركبة وتعيد تثبيتها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – نموذج تدريب أو مركبة. 2 – جهاز استرداد وسيط التبريد. 3 – جهاز شحن وسيط التبريد وتفريغه. 4 – صندوق عُدة.	1 – وسيط تبريد (R134a). 2 – زيت تبريد.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية. 3 – اسحب وسيط التبريد من المركبة بعد أن تصل جهاز السحب وصمامات الشحن، وساعات الضغط بمكيف المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4- فُكّ الضاغط الموجود داخل المركبة بعد التأكد من فصل الوصلات جميعها المتصلة به، ورفع سير الحركة الموصول بين الضاغط والمحرك، كما يأتي:

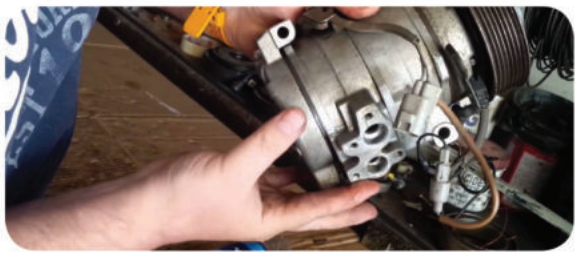
أ - فُكّ السير الواصل بين بكرتي المحرك والضاغط.

ب- فُكّ وصلات خط السحب والدفع عن الضاغط.

جـ- فُكّ الوصلة الكهربائية الخاصة بملف القابض، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

الشكل (2)

5- فُكّ البراغي التي تثبت الضاغط بهيكل المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (3).



الشكل (3)

6- تأكد من فك حساس الضغط الموصول بالمركبة الخاص بنظام التكييف، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

الشكل (4)

7 - فُكّ مروحة التكييف الخاصة بنظام التكييف الموجودة في المركبة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

الشكل (5)

8- فُكّ صمام التمدد الموجود في المركبة الخاص بنظام التكييف، كما هو مُبيّن في الشكل (6).

الشكل (6)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

9- فُكّ المجمع الموجود في المركبة الخاص بنظام التكييف.

10- فُكّ المكثف والمبخر.

11- فُكّ صمولة تثبيت الغطاء العلوي للضاغط، كما هو مُبيّن في الشكل (7).

12- فُكّ حلقة القفل التي تثبت بكرة الضاغط، كما هو مُبيّن في الشكل(8)

13- اسحب بكرة الضاغط من مكانها بالطريقة المناسبة، كما هو مُبيّن في الشكل (9).

14- اسحب القابض وملفه من مكانهما، كما هو مُبيّن في الشكل (10).

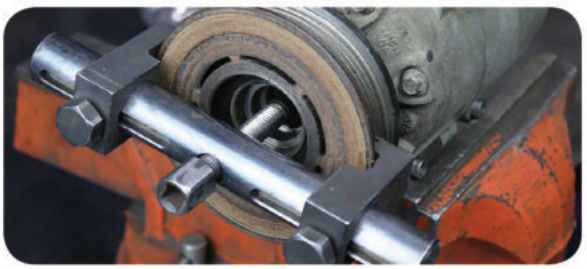
15- فُكّ المراحلات جميعها الخاصة بنظام التكييف، وافحصها كما تعلمت سابقًا.

16- فُكّ الوصلات عن المجفف، كما هو مُبيّن في الشكل (11)،

17- أعد تجميع العناصر التي فككتها، بعكس الخطوات السابقة.

الشكل (7)

الشكل (8)



الشكل (9)

الشكل (10)

الشكل (11)

الأنشطة العملية

فُكّ عناصر نظام التكييف ثم أعد تثبيتها في مركبة أُخرى متوافرة في المشغل.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفك الخراطيم الموصولة بالمبخر جميعها.			
2	أفك صمامات المكثف.			
3	أفك مروحة التبريد			
4	أفك الضاغط			
5	أفرغ وسيط التبريد قبل البدء بالعمل.			
6	أفك الوصلات الموصولة بالمجفف جميعها.			
7	أفك البكرة عن الضاغط.			
8	أفك حلقة القفل التي تثبت البكرة بالضاغط.			
9	أفك الضاغط عن المركبة.			

التمارين العملية

التمرين الثالث

إجراء عملية الشحن لوسيط التبريد في المركبة وتفريغه.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُجري عملية الشحن وسيط التبريد في المركبة ثم تفرغه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة عاملة. 2 – ساعات شحن.	1 – أسطوانة غاز تبريد (R134a).
3 – ميزان حرارة. 4 – مضخة تفريغ.	2 – غاز النيتروجين.
	3 – زيت التبريد.

خطوات الأداء

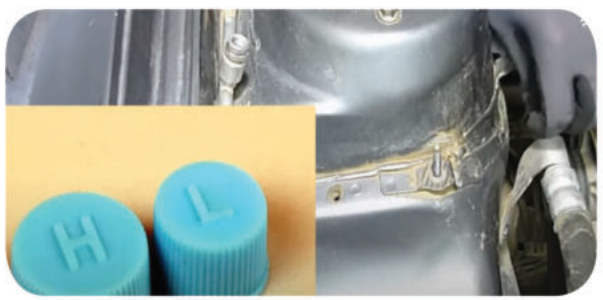
1– أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2– أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.

3– فُكّ أغطية صمامات الضغط العالي في المركبة والمنخفض، كما هو مُبيّن في الشكل(1).

4 – تأكد من أن الوصلات جميعها الخاصة بساعات الشحن موصولة جيدًا بالمركبة.

الرسم التوضيحي



الشكل (1)

خطوات الأداء

5 – وصِّل ساعات الشحن بصمام الضغط العالي، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

6 – وصِّل ساعات الشحن بصمام الضغط المنخفض، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

7– ارفع الضغط داخل نظام التبريد باستعمال غاز النيتروجين، عبر فتح صمامات الضغط العالي والضغط المنخفض، وانتظر مدة من الزمن.

8 – فرّغ غاز النيتروجين بعد أن تتأكد من عدم وجود تسريب في النظام، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

9 – صِل مضخة التفريغ، ودع النظام بعد التأكد من فتح صمامات الضغط العالي والضغط المنخفض، حتى يصبح الضغط (**-20psi**) ثم أغلق صمامات نظام الشحن وراقب وجود أي تسريب في النظام، ثم أضف الزيت في صمام الضغط المنخفض عند الحاجة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

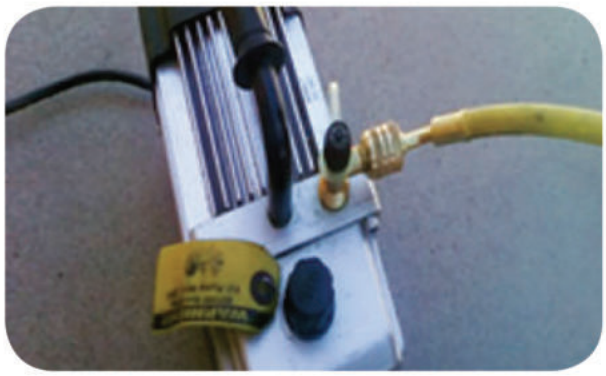
10 – أضف كمية من سائل وسيط التبريد إلى النظام عَبْر صمام الضغط العالي بقلب الأسطوانة التي تحتوي وسيط التبريد ثم أغلق الصمام، وأضف كمية من وسيط التبريد إلى النظام عبر صمام الضغط المنخفض ثم أغلق الصمام.

الرسم التوضيحي

الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)



الشكل (5)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

11 – شغل نظام التكييف في المركبة وتأكد من عمله، وقس درجة حرارة الهواء الخارج من البوابة وقارنها بكتيب الشركة الصانعة، كما في الشكل (6).

12 – عند ضغط وسيط التبريد المنخفض، فإن النظام لا يعمل بسبب مجس الضغط المنخفض؛ لذا اعمل قصرًا بين طرفيه حتى إتمام عملية الشحن، ومن ثَمَّ، أعد التوصيلات إلى وضعها الطبيعي.

الشكل (6)

الأنشطة العملية

اشحن وسيط التبريد لنظام التكييف في مركبة أخرى بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أثبت صمامات الضغط المرتفع وصمامات الضغط المنخفض.			
2	أصل ساعات الشحن بالمضخة أو مخزن الغاز.			
3	أراقب ساعة الضغط في أثناء الشحن.			
4	أشغل النظام بعد إنهاء عملية الشحن.			
5	أغلق أغطية الصمامات بعد الانتهاء من عملية الشحن.			

التمارين العملية

التمرين الرابع

شحن وسيط التبريد في المركبات وتفريغه بجهاز الشحن الإلكتروني.

يُتوقّع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تُجري عملية شحن وسيط التبريد في المركبات وتفرغهُ بجهاز الشحن الإلكتروني.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة.	1- أسطوانة غاز تبريد (R134a).
2- جهاز شحن الكتروني.	2- زيت التبريد.
3- ميزان حرارة.	

خطوات الأداء

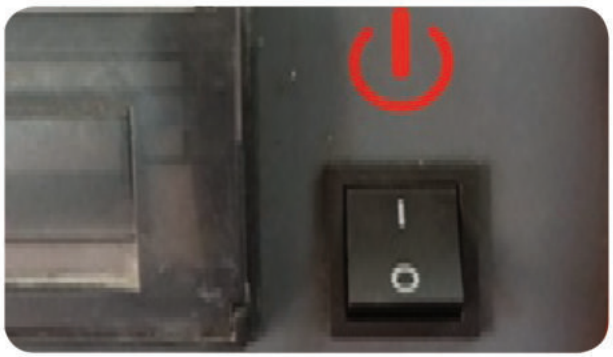
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة.

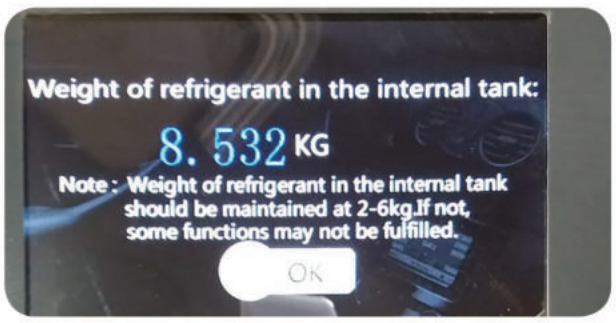
3- شغّل جهاز الشحن الإلكتروني، انظر الشكل (1).

4- بعد تشغيل الجهاز تظهر شاشة تبين كمية وسيط التبريد في أسطوانة الجهاز، انظر إلى الشكل (2).

الرسم التوضيحي



الشكل(1)



الشكل (2)

خطوات الأداء

ثم اضغط خيار **ok** في لوحة المفاتيح الموضحة في الشكل (2).

5 – صِّل صمامات الجهاز بصمامات الخدمة في المركبة، انظر إلى الشكل (3).

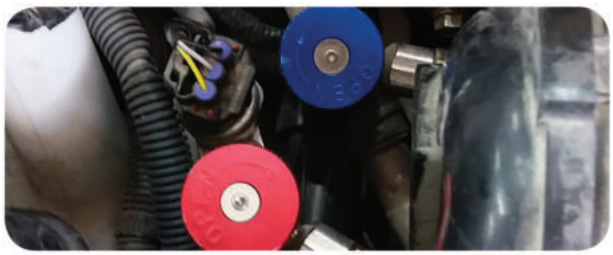
6 – اختر (**Vacuum**) من قائمة الخيارات، لتفريغ الهواء وإجراء فحص التسريب لنظام التكييف، انظر إلى الشكل (4).

7 – اختر (**charge**) من قائمة الخيارات، بعد الانتهاء من عملية تفريغ الهواء ولبدء عملية شحن وسيط التبريد، انظر إلى الشكل (5).

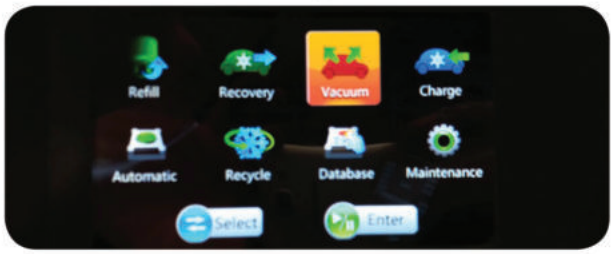
8 – أدخل كمية وسيط التبريد المطلوب حقنها بناء على تعليمات الشركة الصانعة، انظر إلى الشكل (6).

9 – اختر **Automatic** من القائمة، للتفريغ والشحن وسحب وسيط التبريد من المركبة اليًّا، وسوف تظهر الشاشة في الشكل (7).

الرسم التوضيحي

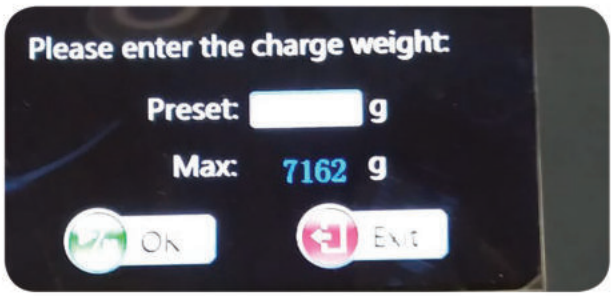


الشكل (3)

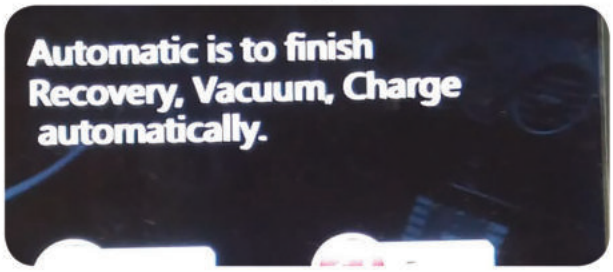


الشكل (4)

الشكل (5)



الشكل (6)



الشكل (7)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

10- تأكد من نتيجة عملية الشحن بوضع جهاز قياس الحرارة بفتحات التهوية ومقارنة القراءة بكتيب الشركة الصانعة، انظر الشكل (8).

الشكل (7)

11- نستطيع عن طريق بيانات مخزنة في جهاز الشحن معرفة كمية الزيت ووسيط التبريد التي يجب حقنها في المركبة من الخيار **Database**، انظر إلى الشكل (9).

الشكل (8)

الأنشطة العملية

فرّغ غاز التبريد لنظام التكييف في مركبة أُخرى، تحت إشراف معلمك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أوصّل خراطيم جهاز الشحن الإلكتروني بمخارج الخدمة لنظام التكيف على المركبة.			
2	أفرغ الهواء وإجراء فحص التسريب للنظام.			
3	أشحن وسيط التبريد في النظام وأختار كمية وسيط التبريد المطلوبة.			
4	أتأكد من نتيجة عملية الشحن.			

التمارين العملية

التمرين الخامس

استعمال جهاز قراءة البيانات الفنية (Scan Tool) لفحص نظام التكييف في المركبات.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تستخدم جهاز قراءة البيانات الفنية في فحص نظام التكييف.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- جهاز قراءة البيانات الفنية (Scan Tool). 3- صندوق عُدة .	

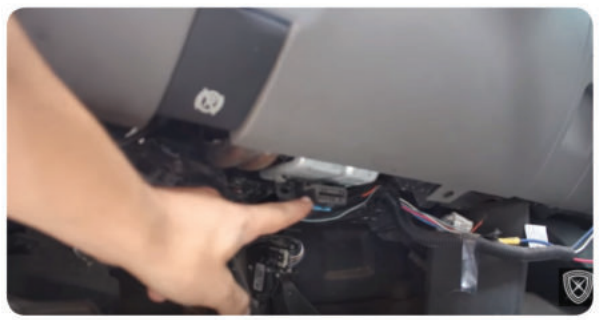
خطوات الأداء

1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.

3- اختر جهاز الفحص والتأكد من جاهزيته للعمل، ثم صل جهاز الفحص بالمركبة في المكان المخصص لذلك بوصلة (OBD)، مُتأكِّدًا من توصيل الجهاز بالصورة الصحيحة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1)

خطوات الأداء

4 – شغل جهاز قارئ البيانات الفنية، بنقر مفتاح (ON)، ثم شغل المركبة.

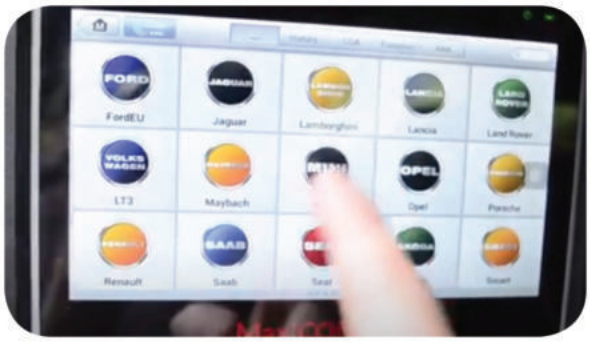
5 – اضبط مفتاح وصلة (OBD) في جهاز الفحص، حسب نوع المركبة، مراعيًا اختيار النوع والطراز الصحيحين للمركبة المراد فحصها، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

6– اختر النظام المراد فحصة في المركبة، مثلًا اختر التكييف، ملاحظًا أن النظام لم يعمل بعد، ووضع الضاغط مغلق (off) على نظام الفحص، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

7 – إذا اختير نظام التكييف على الجهاز، فستظهر معلومات عن عناصر النظام جميعها في المركبة، شغل نظام التكييف في المركبة، ملاحظًا وضع الضاغط على نظام الفحص أصبح (on)، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

8 – اختر فحص مجس الضغط في نظام التكييف، كما هو مُبيّن في الشكل(6).

الرسم التوضيحي



الشكل (2)

A/C system	not active
Compressor relay activated	not active
Refrigerant pressure	88.763
A/C compressor, status	Off
Signal, refrigerant pressure	1.03
Request, A/C readiness	No
Evaporator temperature	73.04

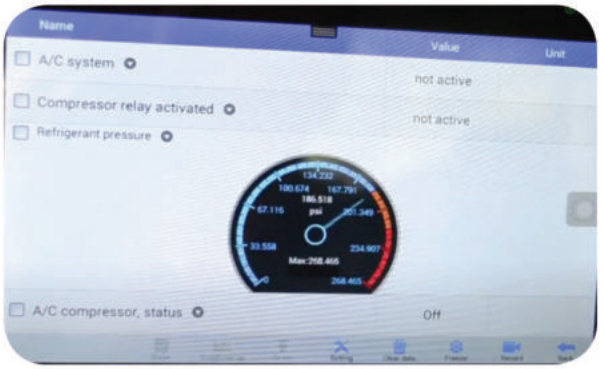
الشكل (4)

A/C system	Active
Compressor relay activated	not active
Refrigerant pressure	88.763
A/C compressor, status	On
Signal, refrigerant pressure	1.02
Request, A/C readiness	Yes
Evaporator temperature	73.04

الشكل (5)

	Value
A/C system	Active
Compressor relay activated	Active
Refrigerant pressure	134.16
A/C compressor, status	On
Signal, refrigerant pressure	1.39
Request, A/C readiness	Yes
Evaporator temperature	73.04

الشكل (6)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9- لاحظ أن قراءات مجس الضغط يعطي قراءات عالية للضغط مقارنةً بوضعية التشغيل للمكيف، وهذا يدل على عُطل في المجس. كما هو مبين في الشكل (7).	 الشكل (7)

الأنشطة العملية

استخدم جهاز قارئ البيانات في فحص نظام التكييف لمركبة أُخرى، بإشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أختار جهاز الفحص والتأكد من جاهزيته للعمل.			
2	أوصل جهاز الفحص بالمركبة في المكان المخصص لذلك بوصلة (OBD)، أو عَبْر البلوتوث.			
3	أضبط المفتاح لوصلة (OBD) على جهاز الفحص، حسب نوع المركبة، مراعيًا اختيار النوع والطراز الصحيحين للمركبة المراد فحصها.			
4	أختار النظام المراد فحصة في المركبة.			

أعطال نظام التكييف في المركبات وأسبابها وطرائق تصليحها

تتعدد أعطال نظام التكييف وأسبابها كثيرة جدًّا، ونحن عَبْر هذا الموضوع سنتطرق إلى الأعطال الشائعة التي تحدث بكثرة في أغلب المركبات، وفي ما يأتي أعطال التبريد وأسبابه وطرائق تصليحه:

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المكيف عن العمل	تلف مصهر نظام التكييف.	استبدال مصهر نظام التكييف.
	تعطل مفتاح التكييف الرئيس.	فحص المفتاح وإجراء الصيانة له أو استبداله.
	تعطل مرحل تشغيل المكيف.	فحص المرحل واستبداله إن لزم الأمر.
	تعطل منظم درجة الحرارة.	استبدال منظم درجة الحرارة.
	تعطل القابض.	إجراء الصيانة اللازمة له واستبداله إذا لزم الأمر.
	تعطل مفتاح تشغيل المروحة.	فحص المفتاح وإجراء الصيانة له واستبداله إذا لزم الأمر.
	تعطل مجسات الضغط.	فحصها واستبدالها إن لزم الأمر.
	ارتخاء أو قطع في سير تدوير الضاغط.	إجراء الصيانة وشد السير في حال الارتخاء واستبداله في حالة القطع.
	فصل أو قصر في الدارة الكهربائية للنظام.	عزل الأسلاك ووصل الأسلاك المفصولة.
انخفاض كفاءة المكيف	نقص في شحنة وسيط التبريد.	إعادة شحن النظام وفقًا لتعليمات الشركة الصانعة.
	تعطل ضغوط التشغيل للمكيف.	فحص ضغط النظام، والتأكد من عمل المجسات.
	تعطل السرعات العالية لمروحة المكيف.	فحص مروحة المكيف والتأكد من عمل مفتاح سرعات المروحة واستبداله إذا لزم الأمر.
	انسداد في المصفي أو المجمع.	تنظيف المصفي أو استبداله.
	عطل في مروحة المكثف.	فحص مروحة المكثف وتصليحها واستبدالها إن لزم الأمر.
توقف محرك المركبة عند تشغيل المكيف	زيادة كمية وسيط التبريد عند الحد المقرر حسب تعليمات الشركة الصانعة.	تفريغ الكمية الزائدة من وسيط التبريد، واتباع تعليمات الشركة الصانعة.
	تلف في الضاغط.	تصليح الضاغط أو استبداله.

نظام التكييف
أجهزة القياس و الفحص لنظام التكيف
أجزاء نظام التكييف
شحن وسيط التبريد
أعطال نظام التكييف وطرائق تصليحه
كاشف التسرب
ساعات قياس الضغط
المجفف
المجمع
المبخر
المكثف
الضاغط
صمام التمدد
الشحن التقليدي
الشحن الإلكتروني

أسئلة الوحدة النظرية

القياس والتقويم

1- عدد أجزاء نظام التدفئة في المركبة.

2- اذكر وظيفة المشع في نظام التدفئة.

3- بيّن آلية عمل نظام التدفئة في المركبة.

4- ما الأعطال شائعة الحدوث في نظام التدفئة في المركبات؟

5- عدّد أجزاء نظام التكييف الميكانيكية في المركبة.

6- ما وظيفة المبخر في نظام التكييف؟

7- بيّن دورة وسيط التبريد في نظام التكييف.

8- بيّن مبدأ عمل نظام التكييف في المركبة.

9- ما أهمية وجود نظام التدفئة في المركبة في فصل الشتاء؟

10- اذكر تأثير ارتفاع الضغط ارتفاعًا ملحوظًا في نظام التكييف.

11- أكمل الفراغ بالإجابة المناسبة في ما يأتي:

أ - يُشحن وسيط التبريد في نظام التكييف بطريقتين، هما: .....

ب- يستخدم نوعان من مفاتيح التحكم في توجيه الهواء الدافئ داخل حجرة المركبة، هما:

.....

جـ- المفتاح متعدد الوضعيات الذي يستعمل لتشغيل المروحة والتحكم في سرعتها يسمى ....

.....

د - نوع وسيط التبريد المستخدم حاليًّا في أنظمة تكيف في المركبات .....

هـ - من أجهزة القياس المستعملة لاكتشاف التسرب في نظام التكييف.....

و - من أهم خصائص الخراطيم المستعملة لنقل وسيط التبريد .....

ز - مجسات الضغط في نظام التكييف تصنف إلى .....و.....

3

الوحدة الثالثة

أنظمة البيان والتحذير

المحاور الفرعية

- أنواع المبيّنات.
- أنواع المرسلات.

النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف أنواع أنظمة البيان والتحذير الآتية:
  - مبيّنات مستوى الوقود ومصابيحها.
  - مبيّنات درجة الحرارة ومصابيحها.
  - مبيّنات ضغط الزيت ومصابيحها.
  - مبيّنات تيار الشحن ومصابيحها.
  - مبيّنات سرعة دوران المحرك.
  - مبينات سرعة المركبة.
  - التحذير من نسيان ربط حزام الأمان.
- يتعرّف مبدأ عمل أنظمة البيان والتحذير وتركيبها.
  - يتتبع مسار التيار على مخططات أنظمة البيان والتحذير.
  - يتعرّف مبدأ عمل المرسلات.
  - يحلل أعطال أنظمة البيان والتحذير ومسبباتها وطرائق تصليحها.
  - يستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في استقصاء المعرفة في مجال الدارات الكهربائية لأنظمة البيان والتحذير.

الأنشطة والتمارين

يُتوقّع من الطالب بعد تنفيذ الأنشطة والتمارين أن:

- يُحدّد الأجزاء الرئيسة لأنظمة البيان والتحذير.
- يُحدّد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لأنظمة البيان والتحذير.
- ينزع لوحة القيادة عن المركبة، ويعيد تركيبها.
- يَفُكّ عناصر الدارة الكهربائية عن لوحة (البيان) والتحذير ويعيد تجميعها.
- يفحص أجزاء عناصر الدارة الكهربائية للمبينات والمرسلات.
- يُجري أعمال الصيانة، ويُبدّل القطع التالفة للمبينات والمرسلات.
- يُوصل الدارة الكهربائية للمبينات.
- يستعمل جهاز قارئ البيانات الفنية للمركبة، ويقارن النتائج بـ (Auto Data).
- يلتزم قواعد الأمن والسلامة المهنية.

الإرشادات والتعليمات وشروط السلامة المهنية وقوانينها الخاصة بتمارين وحدة أنظمة البيان والتحذير.

1- التزم تعليمات السلامة والصحة المهنية، وارتدِ الملابس الخاصة بالتدريب، مثل حذاء السلامة، والنظارات في أثناء العمل في المشغل.

2- استمع لتعليمات المعلم، للسلامة ولتحقيق نتائج جيدة.

3- أحسن التصرف مع زملائك، وتذكر أن العمل الناجح يأتي من فريق ناجح.

4- اطلب مساعدة المعلم إذا أردت معرفة أي جهاز في المشغل.

5- التزم الوقت والحضور إلى المشغل في الوقت المحدد.

6- تعرف أنواع المخاطر المحتملة في بيئة العمل.

7- أمن منطقة العمل جيدًا، وإزالة الصعوبات، وتأكد من خلوها من أي خطورة.

8- تعرف مكان خزانة الإسعافات الأولية في المشغل، ومعدات مكافحة الحريق، وتأكد من جاهزيتها للعمل.

9- لا تلمس الأجزاء الساخنة أو المتحركة في أثناء تنفيذ التمرين.

10- تأكد من تأريض الأجهزة الكهربائية.

11- تأكد من جفاف أرضية المشغل وخلوها من الزيوت وجاهزيتها للعمل.

12- توخَّ الحذر عند التعامل مع مصادر التيار الكهربائي داخل المشغل.

13- التزم تعليمات السلامة الواردة في دليل الصيانة، مثل فك مربط القطب السالب للمركم قبل البدء بتنفيذ العمل المطلوب.

14- تأكد أن مخارج الطوارىء سالكة وآمنة.

15- تأكد من إفراغ الزيوت والسوائل الخاصة بمحركات الاحتراق الداخلي بالطريقة الصحيحة واحفظها في المكان المخصص لها حفاظًا على البيئة.

16- رتب الأدوات والأجهزة إلى أماكنها، وحافظ على ترتيب المشغل.

أولًا: أنظمة البيان والتحذير أهميتها وأشكالها.

النتاجات

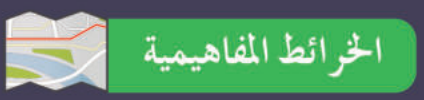
يتوقع منك في نهاية هذا الدرس أن:

- تتعرّف أنواع أنظمة البيان والتحذير الآتية:
  - مبيّنات مستوى الوقود ومصابيحها.
  - مبيّنات درجة الحرارة ومصابيحها.
  - مبيّنات ضغط الزيت ومصابيحها.
  - مبيّنات تيار الشحن ومصابيحها.
  - مبيّنات سرعة دوران المحرك.
  - مبينات سرعة المركبة.
  - التحذير من نسيان ربط حزام الأمان.
- تتعرّف مبدأ عمل أنظمة البيان والتحذير وتركيبها.

تعليمات السلامة العامة:

☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

القياس والتقويم



كيف عَلِمَ سائق المركبة بنفاد الوقود في مركبته في الشكل (3–1)؟

الشكل (3–1).

هناك عدّة أنظمة تُمكن السائق من معرفة الأعطال والمشكلات المحتملة في أثناء القيادة أو ما قبلها، ابحث ومجموعة من زملائك عن هذه الأنظمة عَبْر الإنترنت، واكتب تقريرًا عن ذلك، وناقش معلمك فيه.

المبيّنات

تُعرف المبيّنات بأنها المسؤولة عن إخبار السائق بمجموعة من المعلومات عن الأنظمة التي لا يتمكن السائق من متابعتها في أثناء القيادة وما قبلها، مثل درجة الحرارة، وكمية الوقود، حيث تكمُن أهميتها في الإحاطة بكفاءة عمل المركبة، خصوصًا صلاحيتها في أثناء سيرها على الطرقات، حيث تعمل المُبيّنات على مراقبة أنظمة عديدة، مثل سرعة المركبة، وحرارة المحرك، كما توجد مُبيّنات مسؤولة عن فحص الأنظمة وغيرها، إذ تحتاج هذه المبيّنات إلى عناصر أُخرى تُسمى المرسلات، وهي العناصر الداخلية التي تراقب النظام وترسل الإشارة إلى المبينات التي ستدرسها لاحقًا.

ملحوظة

قد تظهر المبيّنات على صورة مصباح يضيء، أوعلى صورة مؤشر تناظري يتحرك ميكانيكيًّا ليُحدّد الحالة، أو يكون على صورة مؤشر إلكتروني مرتبط بالنظام يمثل حالته.

أنواع المبيّنات في أنظمة البيان والتحذير حسب مبدأ العمل

1 – المبيّن الإلكتروني: شاشة إلكترونية تُبيّن حالة النظام المراقب، إذ يعمل بوساطة نبضات إلكترونية تأتي من وحدة التحكم الإلكتروني، مُمثلةً حالة النظام، كما هو مُبيّن في الشكل (3–2).

الشكل (3–2): المبيّن الإلكتروني.

2 – المبيّن التناظري: ويقسم المبيّن التناظري قسمين بناءً على طريقة تحرك المؤشر كما يأتي:

أ – المبيّن الذي يعمل بوساطة المجال الكهرومغناطيسي: يتصل المؤشر في هذه الحالة بملف يمر به تيار مُنتجًا مجالًا كهرومغناطيسيًّا، يجعل المؤشر يتحرك تناظريًّا مُبيِّنًا حالة النظام، كما هو مُبيّن في الشكل (3–3).

الشكل (3–3): مبيّن المجال الكهرومغناطيسي.

ب– المبيّن الذي يعمل بالطريقة الميكانيكية: يتصل المؤشر في هذا النوع بمجموعة من التروس الميكانيكية التي تتحرك وفقًا لحركة قضيب معدني مرن، كما في حالة مُبيِّن المسافة المقطوعة، أو يكون مُتصِلًا عَبْر أنبوب في حساسات الضغط، حيث يؤثر مستوى المائع في حركة المؤشر كما في مؤشر ضغط زيت المحرك، والشكل (3–4) يُبيّن المبيِّن الميكانيكي.

الشكل (3–4): المبيّن الميكانيكي.

3 – **مصابيح التحذير**: تُعرف حالة النظام بوساطة مصباح تحذيري يظهر على لوحة البيان، كما في الشكل (3–5).

لوحة البيان والتحذير

توجد لوحة البيان والتحذير في مقصورة القيادة أمام السائق (على التابلو)، فالشكل (3–5) يبين لوحة البيان للسائق التي تحتوي المبيّنات الآتية:

الشكل (3–5): لوحة بيان السائق.

1 – **مُبيِّن مستوى الوقود**: عندما يكون مُبيِّن مستوى الوقود تناظريًّا فإنه يشير إلى نسبة مستوى الوقود في الخزان عَبْر مؤشر يتحرك مشيرًا إلى أنه ممتلئ (**FULL**)، ويرمز إليه بالحرف (**F**) أو ($\frac{1}{2}$) إذا كان نصف ممتلئ، أما إذا كان فارغًا (**Empty**) فيرمز إليه بالحرف (**E**) أو (**0**)، ويضاف إلى المبيِّن مصباح يضيء عند نفاد الوقود عن الحدّ المسموح به وفقًا لتعليمات الشركة الصانعة للمركبة، علمًا أن المصباح لا يضيء عند نفاد الوقود تمامًا إنما يضيء عندما يكون في الخزان (5) لترات من الوقود تقريبًا، حسب الشركة الصانعة.

ملحوظة

عندما يكون مُبيِّن مستوى الوقود إلكترونيًّا أو رقميًّا، فتظهر كمية الوقود باللترات أو الغالون.

2 – **مُبيِّن درجة حرارة المحرك**: ليتمكن المحرك من أداء عمله بأمان، عليه أن يعمل في درجة حرارة (75–95) درجة مئوية، ولمراقبة هذه الحرارة باستمرار، يراقب سائل التبريد في المحرك، ويُمثل مُبيِّن درجة الحرارة نسبة الحرارة التي وصل إليها المحرك في أثناء العمل، إما ساخن (**Hot**)، ويُرمز إليه بالحرف (**H**)، وإما بارد (**Cold**)، ويرمز إليه بالحرف (**C**)، ويعمل هذا المُبيِّن بالدرجات المئوية (سيليسيوس) أو الفهرنهايت. في الأنظمة الحديثة للمركبات أضيفت أنظمة لمراقبة حرارة النظام، وإصدار قرار بتخفيض قدرة المحرك إذا ارتفعت درجة الحرارة فيه عن الحد المطلوب، وإضاءة مصباح المُبيِّن، أو إرسال إشارة للسائق بأن هناك عُطلًا في نظام التبريد.

3 – **مُبيِّن ضغط الزيت في المحرك**: هذا الـمُبيِّن غالبًا ما يكون على صورة مصباح يُبيّن ضغط الزيت داخل المحرك، فيعمل هذا المصباح في الوضع الطبيعي عند تشغيل المركبة على وضع (**ON**) وينطفئ عند تشغيل المحرك.

4 – **مُبيِّن نظام التوليد الشحن**: يعمل هذا الـمُبيِّن على بيان وضع نظام التوليد والشحن داخل المركبة، فيُضيء الصباح عند وضع المركبة على وضع (**ON**)، عندما يكون نظام التوليد والشحن في وضع جيد ولا توجد مشكلات في النظام، فإن المصباح ينطفئ عند تشغيل المركبة، وفي حال عدم انطفائه أو إضاءته إضاءة متقطعة عند التشغيل، فهذا يَدُل على أن هنالك عطلًا في نظام التوليد والشحن، وفي المركبات الحديثة (الهجينة والكهربائية) يوجد مُبيِّن لحالة شحن البطارية التي يعمل عليها محرك المركبة، حيث يُبيّن نسبة شحن البطارية والمسافة المتوقع قطعها بهذه النسبة، وحالة الشحن إن كانت المركبة تستهلك من البطارية أم تعيد شحنها.

5 – **مُبيِّن سرعة دوران المحرك (Tachometer)**: يُطلق على هذا الـمُبيِّن في سوق المركبات (عداد الضوجان)؛ حيث تظهر سرعة دوران المحرك بوحدة (دورة/دقيقة) (**Revolution per minute**) (**RPM**)، فيُمثّل كل عدد من الأعداد الظاهرة عن القيمة مضروبة في (1000)، وفي بعض الأنظمة يكون هناك مراقبة لسرعة دوران المحرك مُزوّدة بنظام أمان، يمنع المحرك من الدوران أكثر من (5500) دورة/دقيقة.

6 – **مُبيِّن سرعة المركبة (Speedometer)**: يحتوي هذا الـمُبيِّن لوحة تدريج تبدأ بالسرعة الابتدائية وتنتهي عند آخر سرعة تستطيع المركبة أن تسير بها، ويحتوي مؤشرًا يُبيّن سرعة المركبة في تلك اللحظة، إما (كيلومتر/ساعة) وإما (ميل/ساعة)، إضافة إلى عداد يُبيّن كميّة المسافة المقطوعة (**Odometer**)، هذا في النوع التناظري. أما في النوع الرقمي، فتظهر شاشة رقمية تُبيّن سرعة المركبة (بالكيلومتر/ساعة) (**km/hr**) أو (ميل /ساعة) (**Mile/hr**)، ويُضاف إليها أيضًا عداد رقمي للمسافة المقطوعة (**Odometer**) تظهر على الشاشة نفسها.

7 – **مصابيح التحذير**: تُظهر هذه المصابيح تحذيرًا لأنظمة مختلفة، منها نظام منع قفل العجلات (**ABS**)، أو فراغ خزان مياه ماسحات الزجاج، وعدم ربط حزام الأمان، أو الإشارة إلى وجود

مشكلة في الوسادة الهوائية، وهي بمنزلة مصابيح تضيء على لوحة القيادة أمام السائق، والجدول (1) يمثل بعض مصابيح المُبيِّنات التي تظهر على لوحة القيادة (DASH Board).

الجدول (1): بعض مصابيح المُبيِّنات التي تظهر على لوحة القيادة (DASH Board).

دلالة مصباح التحذير	رمز مصباح التحذير	دلالة مصباح التحذير	رمز مصباح التحذير
ارتفاع حرارة المحرك		انخفاض ضغط الزيت	
فراغ سائل تنظيف الزجاج (المساحات)		التحذير من فراغ الوقود	
عطل في نظام التوليد والشحن		وجود باب مفتوح	
عُطل في الوسائد الهوائية وحزام الأمان		عدم ربط حزام الأمان	
تفعيل منع الانزلاق		نظام منع قفل العجلات	
مزيل الضباب		عُطل في صندوق السرعات	
عطل في نظام حقن الوقود		عطل في نظام الفرامل، أو تفعيل الفرامل اليدوية.	

ابحث في الإنترنت عن أحدث أنواع أنظمة البيان والتحذير المستخدمة في المركبات الحديثة، ثم اكتب تقريرًا عنها موضحًا بالصور.

التمارين العملية

التمرين الأول

تحديد الأجزاء الرئيسة لأنظمة البيان والتحذير.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد الأجزاء الرئيسة لأنظمة البيان والتحذير.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – صندوق عُدَد يدوية. 3 – مصباح إنارة مُتنقل.	– دليل الصيانة الخاص بالمركبة.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3 – شغّل المركبة بالمفتاح على وضع (ON)، كما في الشكل (1). 4 – لاحظ أن قبل وضع المركبة على وضع (ON) أن المصابيح جميعها غير مضاءة، والـمُبيِّنات لا تشير إلى قراءة، كما في الشكل (2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5 –حَدِّد موضع مُبيِّن سرعة دوران المحرك وخصائصه، كما في الشكل (3).

الشكل (3)

ملحوظة: عند الضغط على دواسة الوقود في أثناء القيادة، يتحرك مؤشر سرعة دوران المحرك، كما في الشكل (4).

6 –حدِّد موضع مُبيِّن درجة حرارة المحرك وخصائصه وحدد ماذا يمثل كل رمز له، كما في الشكل (5).

الشكل (4)

تذكير: في بعض المركبات، يكون هذا المُبيِّن مصمّمًا بصورة عمودية.

الشكل (5)

7 –حدِّد موضع مُبيِّن سرعة المركبة وخصائصه، كما في الشكل (6).

الشكل (6)

تذكير: المُبيِّن في بعض المركبات، يقيس بوحدة (ميل/ساعة)، كما في الشكل (7/أ)، وفي بعضها الآخر يقيس بوحدة (كيلومتر/ساعة) كما في الشكل (7/ب).

(ب) (أ)

الشكل (7)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

8 –حدِّد موضع مُبيِّن المسافة المقطوعة، كما في الشكل (8).

تذكر: قد يكون مُبيِّن المسافة المقطوعة تناظريًّا.

الشكل (8)

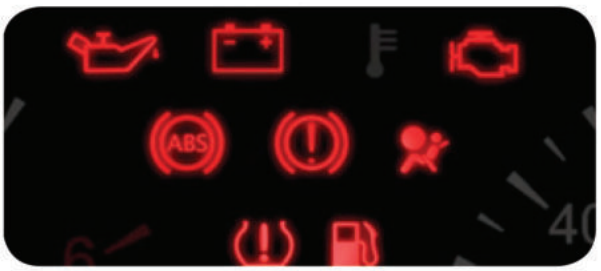
9- حـدِّد موضـع مُـبـيِّن مستوى الـوقـود وخصائصه، كما في الشكل (9).

الشكل (9)

10- حدِّد موضع كل من المصابيح واربطها بكل نظام، كما في الشكل (10).

الشكل (10)

11- حدِّد وظيفة كل من مصابيح الـمُبيِّنات، ووظيفة كل منها، المبيّنة في الشكل (11).



الشكل (11)

12- حدِّد موضع وحدات الإرسال (الحساسات) الخاصة بأنظمة البيان، المبيّنة في الشكل (12).

الشكل (12)

الأنشطة العملية

- قارن الـمُبيِّنات التي تظهر في مركبات البنزين بالـمُبيِّنات في مركبات الديزل، ثم دوّنها في دفترك.
- قارن الـمُبيِّنات في المركبات الهجينة والكهربائية بالـمُبيِّنات في مركبات البنزين الاعتيادية، ثم دوّن الـمُبيِّنات الإضافية الموجودة فيها في دفترك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أشغل المركبة على وضع (ON).			
2	أحدد موضع مُبيِّن إرسال سرعة المركبة ووحدته.			
3	أحدد موضع مُبيِّن إرسال سرعة المحرك ووحدته.			
4	أحدد موضع مُبيِّن إرسال حرارة المحرك ووحدته.			
5	أحدد موضع مُبيِّن إرسال الوقود ووحدته.			
6	أحدد موضع مُبيِّن حالة المركم.			
7	أحدد موضع مُبيِّن حزام الأمان.			

التمارين العملية

التمرين الثاني

نزع لوحة القيادة من المركبة وإعادة تثبيتها.

يُتوقّع منك بعد إنهاء التمرين أن:

- تنزع لوحة القيادة من المركبة وتُعيد تثبيتها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – صندوق عُدَد يدوية. 3 – مصباح إنارة مُتنقل. 4 – كاوي لحام قصدير.	1 – دليل الصيانة الخاص بالمركبة. 2 – قصدير لحام.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية مخاطر مهنية. 3 – افصل البطارية مبتدئًا بالقطب السالب كما في الشكل (1). 4 – أنزِل مقود المركبة؛ لتسهيل فَكّ لوحة القيادة.	 الشكل (١)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5- تَعرّف مواضع براغي تثبيت لوحة القيادة من دليل المركبة، انظر إلى الشكل (2).	الشكل (2)
6- فُكَّ براغي التثبيت.	
7- انزع الغلاف الخارجي للوحة القيادة.	الشكل (3)
8- فُكَّ براغي الواقي الخارجي في لوحة البيان، كما في الشكل (3).	
9- انزع جدلات التوصيل، كما في الشكل (4).	الشكل (4)
10- انزع لوحة البيان والتحذير من لوحة القيادة، كما في الشكل (5).	الشكل (5)

الأنشطة العملية

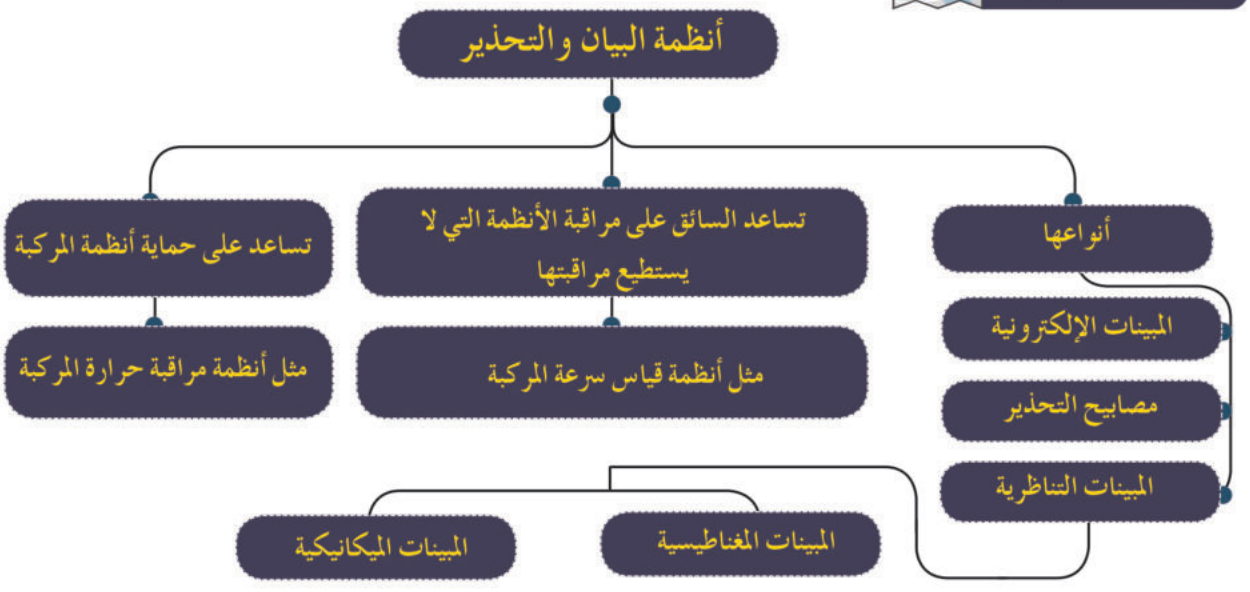
- أعد تثبيت لوحة القيادة عكس الخطوات السابقة.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

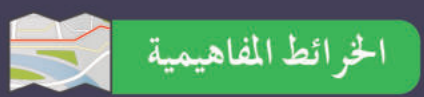
الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أنزل المقود.			
2	أفصل المركم.			
3	أحدد موقع براغي التثبيت.			
4	أفك براغي التثبيت بالصورة الصحيحة.			
5	أفك الضغط لمفتاح القيادة.			
6	أفك وصلة الأسلاك.			
7	أنزع لوحة البيان والتحذير.			

الخرائط المفاهيمية



ثانيًا: مبدأ عمل أنظمة البيان والتحذير وأنواعها.

القياس والتقويم



النتاجات

يتوقع منك في نهاية هذا الدرس أن:

- تتعرّف مبدأ عمل أنظمة البيان والتحذير وأنواعها وتركيبها.
- تحلل أعطال أنظمة البيان والتحذير ومسبباتها وطرائق تصليحها.

تعليمات السلامة العامة:

☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل الصعوبات، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة متوقعة.

انظر.. وتساءل

بالنظر إلى الشكل (3–6) هل نفد الوقود تمامًا؟

الشكل (3–6).

استكشف

ابحث مع زملائك عن مُبيِّن الأنظمة التي تحتاج إلى مؤشر، والأنظمة الأُخرى التي تمتلك مصابيح فقط للإشارة إليها.

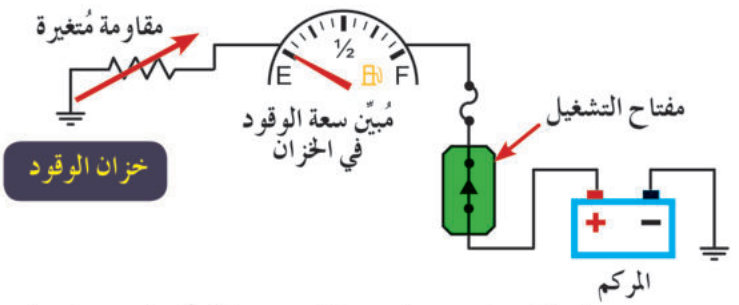
اقرأ.. وتعلم

تعمل الـمُبيِّنات جميعها بأنظمة مكونة من جُزأين، الأول هو وحدة الإرسال أو المُرسل، وهو الموجود داخل النظام المراد مراقبته، حيث يراقب النظام ويرسل إشارة كهربائية أو يعمل أي عمل ميكانيكي أو مغناطيسي يؤدي إلى تغير مُعيّن في الجزء الثاني (وحدة الـمُبيِّن) الموجودة أمام السائق، مُظهِرًا حالة النظام في هذه اللحظة، ومن أهم هذه الأنظمة ما يأتي:

1 – مُبيِّنات مستوى الوقود ومصابيحها

تكمُن أهمية مُبيِّنات الوقود في إظهارها كمية الوقود الموجودة في الخزان دون فتح الخزان ومراقبته، وتُصنّف مُبيِّنات مستوى الوقود في المركبات من حيث مبدأ العمل إلى ما يأتي:

أ– مُبيِّن مستوى التناظري: كما هو مُبيَّن في الشكل (3–7) الذي يُبيّن الدارة الكهربائية لـمُبيِّن الوقود التناظري، الذي يتكوّن من الأجزاء الآتية:



الشكل (3–7): الدارة الكهربائية لـمُبيِّن الوقود التناظري.

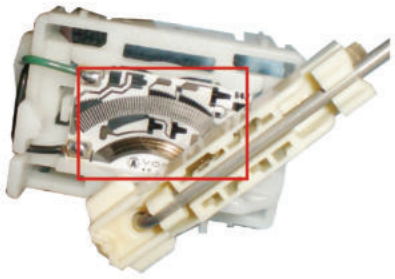
1. وحدة المُرسل: تعمل وحدة المُرسل على مبدأ الجسم الطافي، حيث يطفو جسم فوق الوقود مُحدِّدًا نسبة ارتفاعه وانخفاضه بالنسبة إلى مرجعه (كما يحدث في خزان المياه)، وتتكون وحدة المُرسل من الأجزاء الآتية:

أ. الجسم الطافي (العوامة): تُصنع من البلاستيك أو الصفيح الرقيق، على شكل أسطواني، لها ذراع مُتصل بمقاومة تتغير قيمتها بتغير مستوى الوقود.

الشكل (3–8): الجسم الطافي (العوامة) والمنزلقة.

ب. المُنزلقة: الجزء المتصل بذراع العوامة، ويكون أحد أطرافها مُتصِلًا كهربائيًّا بجسم المركبة (الشاصي)، سُميت هذا الاسم لأنها تنزلق على المقاومة فتتغير قيمتها بتغير مستوى الوقود في الخزان، والشكل (3–8) يُبيِّن الجسم الطافي (العوامة) والمنزلقة.

جـ. المقاومة: تُثبّت داخل العوامة وتكون معزولة عنها وهي مقاومة متغيرة. لما كانت قيمة المقاومة فيها متغيرة، إذًا، فكمية التيار المار بها متغير، وتعتمد قيمته على مستوى الوقود في الخزان، كما هو مُبيِّن في الشكل (3–9).


الشكل (3–9): المقاومة المتغيرة.

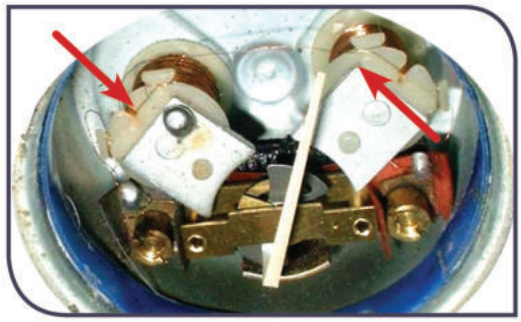
2. وحدة المستقبل (وحدة المُبيِّن): تُقسم وحدة المستقبل ثلاثة أقسام بناءً على طريقة عملها، وهي كما يأتي:

أ. مُبيِّن الوقود ذو ملفي التوازن **(two balancing windings)**: ويتكون من الأجزاء الآتية:

- وحدة التدريج: تحتوي أرقامًا وحروفًا تُبيِّن للسائق كمية الوقود داخل الخزان، كما هو مُبيَّن في الشكل (3–10).

الشكل (3–10): وحدة تدريج مُبيِّن سعة الوقود في الخزان.

- الملفان: يُصنعان من سلك نحاسي رفيع معزول، يلف كل منهما قطعة من الحديد، ويتصل الملفان ببعضهما، كما هو مُبيَّن في الشكل (3–11).



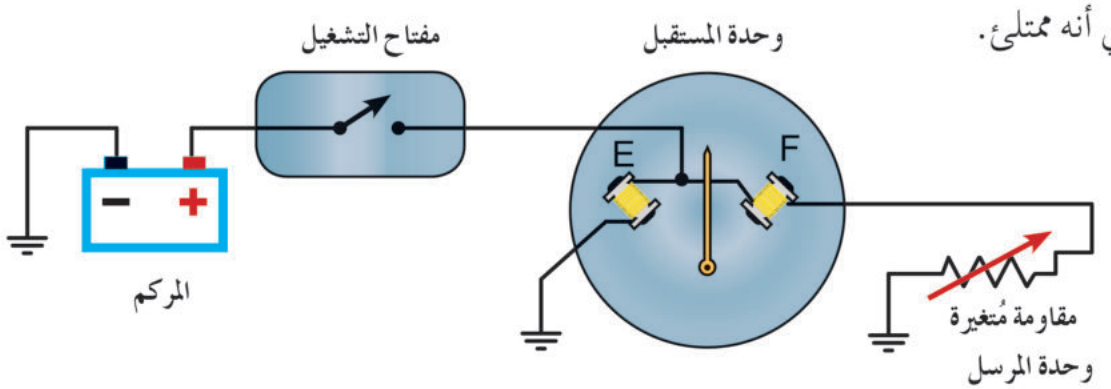
الشكل (3–11): وحدة مُبيِّن ملفي التوازن.

الدارة الكهربائية لمبيِّن الوقود ذي ملفي التوازن ومبدأ عملها

يبين الشكل (3–12) الدارة الكهربائية لمبين مستوى الوقود ذي ملف التوازن.

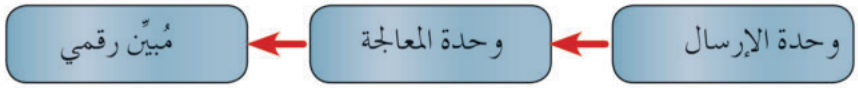
مبدأ عمل الدارة

عند ضبط مفتاح التشغيل على وضعية (**ON**)، يسري تيار كهربائي من المركم عبر مفتاح التشغيل ومنه إلى نقطة ربط ملفي التوازن في وحدة المستقبل فينقسم التيار الكهربائي بين الملفين، فعند مرور التيار الكهربائي في الملف الأيسر، يتكون حوله مجال مغناطيسي ثابت؛ لاتصاله بالشصي مباشرة، أما عند مروره في الملف الأيمن، فيتكون حوله مجال مغناطيسي متغير القيمة؛ لاتصاله بالمقاومة المتغيرة في وحدة المرسل ومن ثَمَّ إلى الشصي، علمًا أن عدد اللفات في كلا الملفين غير متساوٍ، فعندما يكون الخزان فارغًا من الوقود، فإن قيمة المقاومة في وحدة المرسل تكون في أعلى قيمة لها، ما يؤدي إلى مرور تيار قليل في الملف الأيمن، فيتكون في الملف الأيسر مجال مغناطيسي أقوى منه في الملف الأيمن، فينجذب المؤشر إلى الحرف (**E**)، أما إذا كان الخزان ممتلئًا بالوقود، فتكون قيمة المقاومة الكهربائية في وحدة المرسل في أدنى قيمة لها، ما يسمح بمرور تيار كهربائي في الملف الأيمن أكبر من الملف الأيسر وعليه يكون المجال المغناطيسي في الملف الأيمن أقوى منه في الملف الأيسر، فينحرف المؤشر نحو الحرف (**F**) ما يعني أنه ممتلئ.



الشكل (3–12): الدارة الكهربائية لمُبيِّن مستوى الوقود ذي ملفي التوازن.

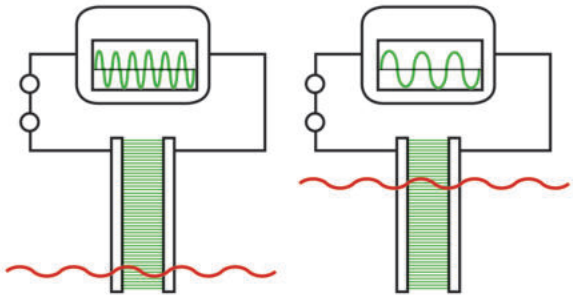
ب – **المُبيِّن الرقمي**: تستخدم هذه التقنية في المركبات الحديثة، إذ تعتمد على وحدة معالجة تحلل قيمة التيار القادم من وحدة الخزان إلى أرقام تُبيّن بالضبط مستوى الوقود في المركبة عَبْر معايرة بين قيمة التيار القادم من وحدة الخزان، وكمية الوقود فيه، وترتبط هذه الأنظمة غالبًا بظروف، منها شكل الخزان وظروف العمل، كما هو مُبيِّن في الشكل (3–13).



الشكل (3–13): وحدة المرسِل والمستقبِل في المُبيِّن الرقمي.

فكِّر

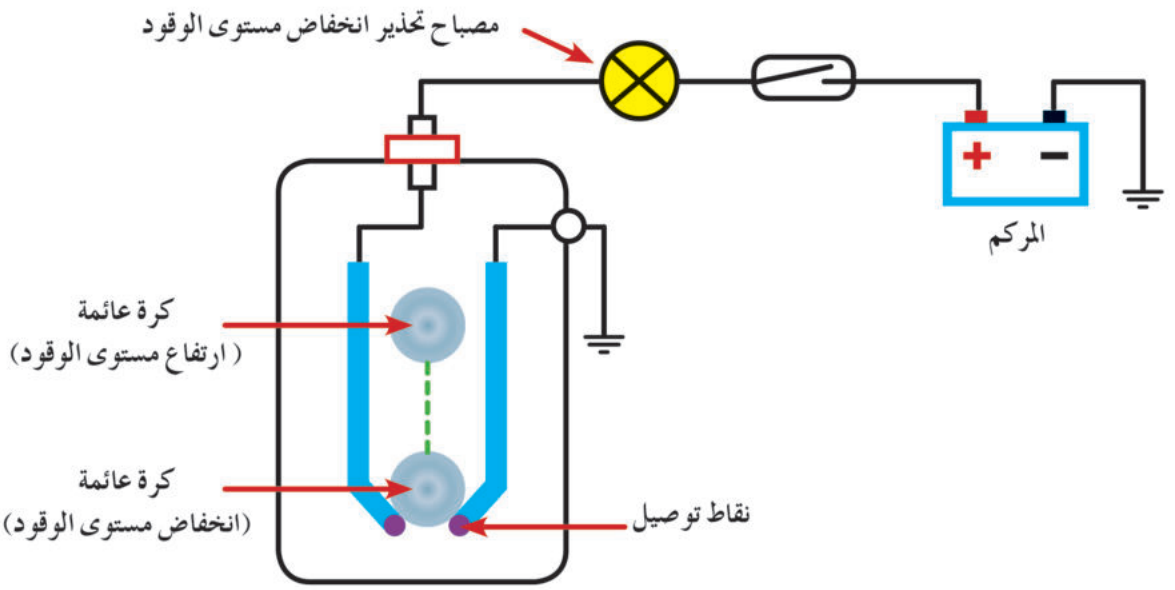
- اعتمادًا على الشكل (14)، وضح العلاقة بين تردد الإشارة الصادرة من الحساس ومستوى انغماره في الوقود.



الشكل (3–14).

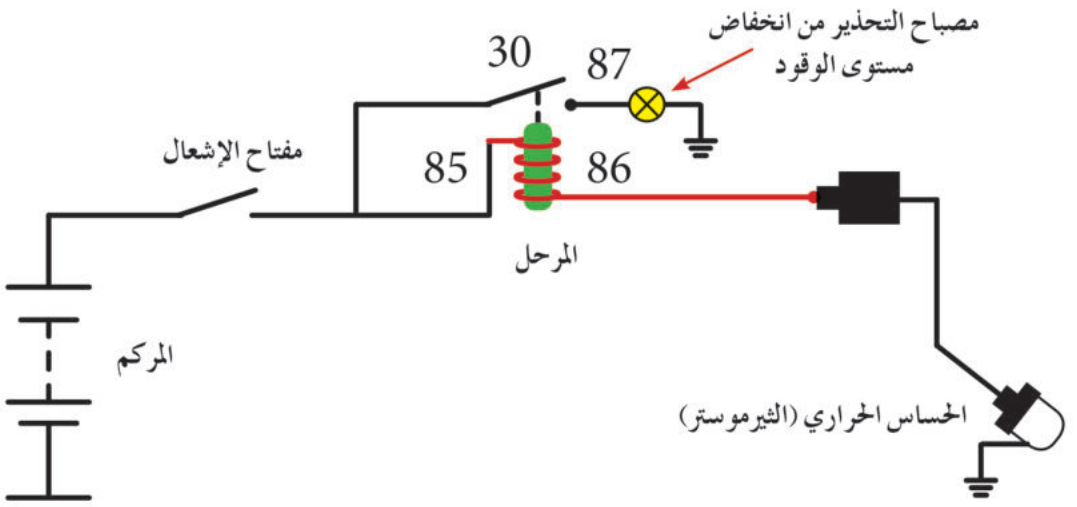
جـ– **دارة مصباح التحذير من انخفاض مستوى الوقود**: تُقسم دارات مصباح الوقود قسمين، هما:

1. **العوامة**: يعمل هذا النظام بوساطة إضاءة مصباح التحذير عند انخفاض مستوى الوقود، فعند وصول العوامة إلى نقطة معينة، تُغلق دارة المصباح فيضيء، وعند ارتفاع مستوى الوقود داخل الخزان ترتفع العوامة، فتفتح دارة المصباح لينطفئ المصباح، كما هو مُبيِّن في الشكل (3–15).



الشكل (3–15): حساس العوامة .

2. **الحساس الحراري (الثيرموستر)**: عندما يحوي الخزان كمية من الوقود، يبقى الثيرموستر باردًا، وعندما يقل مستوى الوقود عن الحد المقرر، يتعرض الثيرموستر للهواء، فيسخن وتقل مقاومته مُسبِّبًا مرور تيار أكبر من المركم عبر ملف المرحل، ما يؤدي إلى غلق نقاط التوصيل فتكتمل الدارة الكهربائية من المركم إلى مصباح التحذير فيضئ، مُنبِّهًا السائق إلى قرب نفاد الوقود، كما هو مُبيِّن في الشكل (3–16).

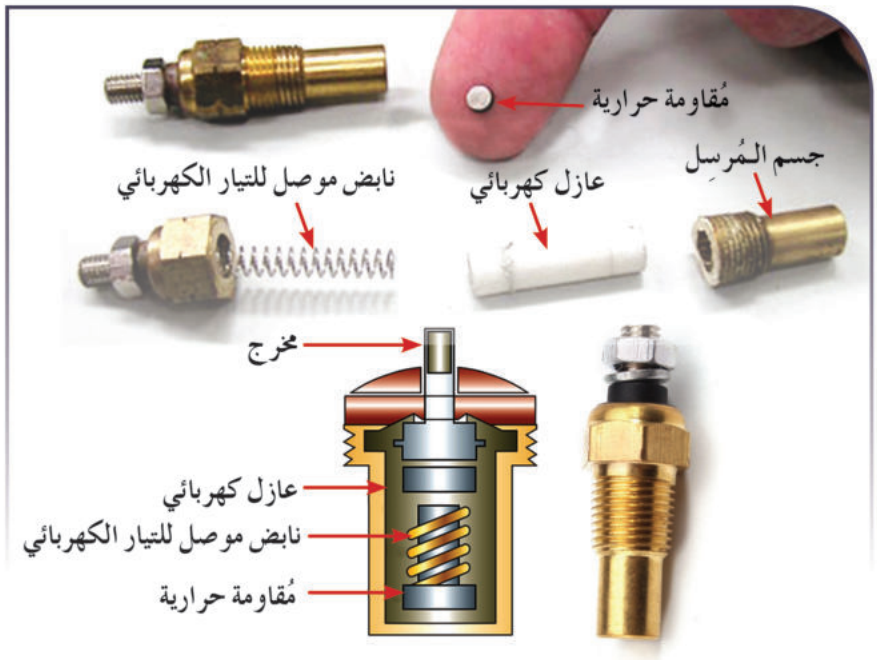


الشكل (3–16): دارة مُبيِّن انخفاض مستوى الوقود ذي الحساس الحراري .

2 – مُبيّنات درجة حرارة المحرك ومصابيحها

أ – **مُبيِّن درجة حرارة المحرك التناظري**: يتكوّن هذا المُبيِّن من عدّة أجزاء، وهي:

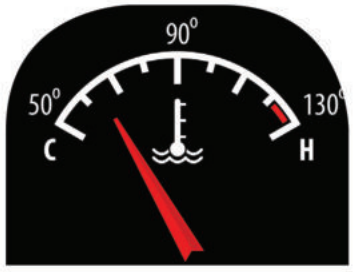
1. وحدة المُرسِل: تُسمى وحدة المُرسِل اصطلاحًا (الإصبع الحراري)، هو مقاومة متغيرة (**THERMISTOR**)، تتغيّر قيمة المقاومة فيه بتغيُّر درجة الحرارة، والعلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة فيه عكسية، حيث تكون قيمة المقاومة عالية عندما يكون المحرك باردًا، وبالعكس. تُغمَر الإصبع الحرارية وتُثبَّت في مجرى سائل تبريد المحرك، وتُغمر كلها في ماء التبريد، كما هو مُبيّن في الشكل (3–17).



الشكل (3–17): أجزاء وحدة المُرسِل.

2. وحدة المستقبل: تُقسم وحدة المستقبل قسمين، هما:

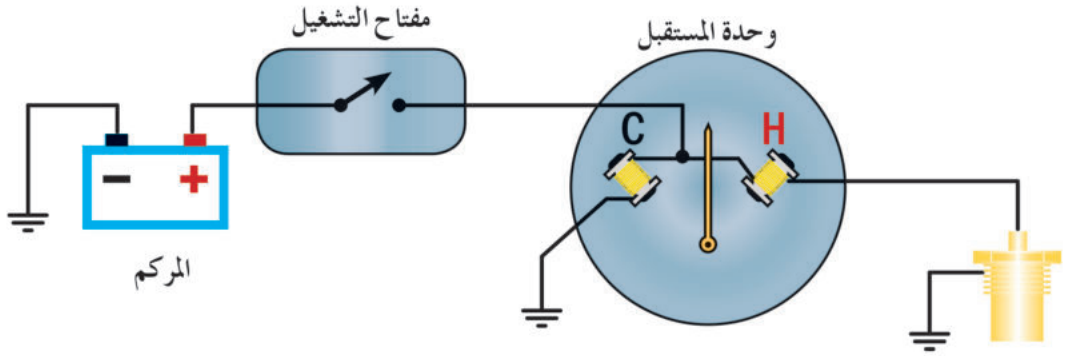
أ . مُبيِّن درجة الحرارة ذو الملفين: كما هو الحال في وحدة مُبيِّن نسبة الوقود، يتكون هذا المُبيِّن من اللوحة المدرّجة التي تحتوي تدريج الساخن (**H**)، والبارد (**C**) والمؤشر، إضافةً إلى الملفين، كما هو مُبيَّن في الشكل (3–18).



الشكل (3–18): مُبيِّن حرارة المحرك.

الدارة الكهربائية لـمُبيِّن درجة حرارة المحرك ذي ملفي التوازن ومبدأ عملها

يُمثِّل الشكل (3–19)، مُبيِّن درجة الحرارة ذا الملفين.



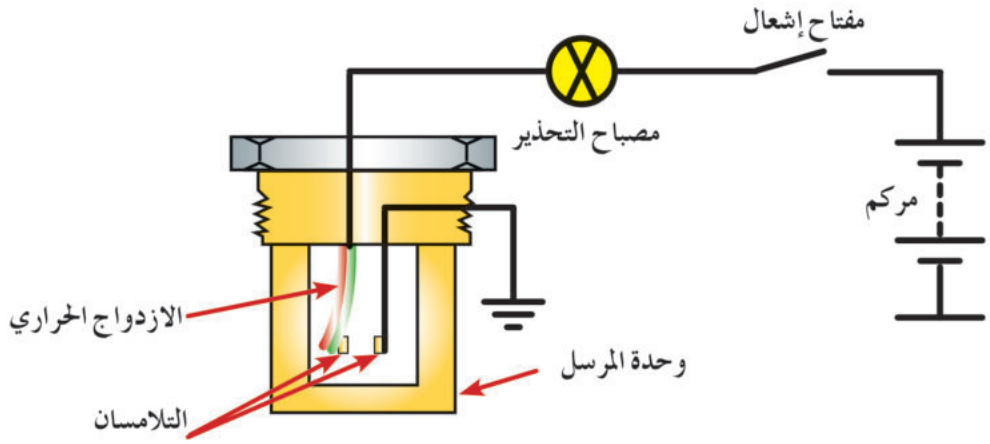
الشكل (3–19): مُبيِّن درجة الحرارة ذو الملفين.

عند ضبط مفتاح التشغيل على وضعية (**ON**)، يسري تيار كهربائي من المركم عبر مفتاح التشغيل، ومنها إلى نقطة ربط ملفي التوازن في وحدة المستقبل، فينقسم التيار الكهربائي بين الملفين، فعند مرور التيار الكهربائي في الملف الأيسر يتكون حوله مجال مغناطيسي ثابت؛ لاتصاله بالشصي مباشرة، أما عند مروره في الملف الأيمن، فيتكون حوله مجال مغناطيسي متغير القيمة؛ لاتصاله بالمقاومة المتغيرة في وحدة المرسل، ومن ثَمَّ إلى الشصي، على أن عدد اللفات في كلا الملفين غير متساوٍ.

فعندما يكون المحرك باردًا، فإن قيمة المقاومة في وحدة المرسل تكون في أعلى قيمة لها، ما يسمح بمرور تيار كهربائي قليل في الملف الأيمن، ليتكون في الملف الأيسر مجال مغناطيسي أقوى منه في الملف الأيمن، فينجذب المؤشر نحو بارد (**C**). أما عند ارتفاع درجة حرارة المحرك، فتكون قيمة المقاومة الكهربائية في وحدة المرسل قليلة، ما يسمح بمرور تيار كهربائي في الملف الأيمن أكبر من الملف الأيسر عليه، يكون المجال المغناطيسي في الملف الأيمن أقوى منه في الملف الأيسر فينحرف المؤشر نحو ساخن (**H**).

ب. دارة مصباح التحذير من ارتفاع درجة حرارة المحرك

يُزوّد هذا المصباح في المركبة ليُبيِّن إن كانت درجة حرارة المحرك قد ارتفعت أكثر من اللازم، وتتركّز الدارة على مُرسِل يركب في مجرى سائل التبريد في الخزان العلوي أو السفلي للمشع (الراديتر)، ويتكوّن من ازدواج حراري، أحدهما ثابت والآخر مُتحرك مُتصل بدارة المصباح، كما في الشكل (3–20).



الشكل (3–20): الدارة الكهربائية لمصباح التحذير من ارتفاع حرارة المحرك.

مبدأ عمل مصباح تحذير درجة الحرارة

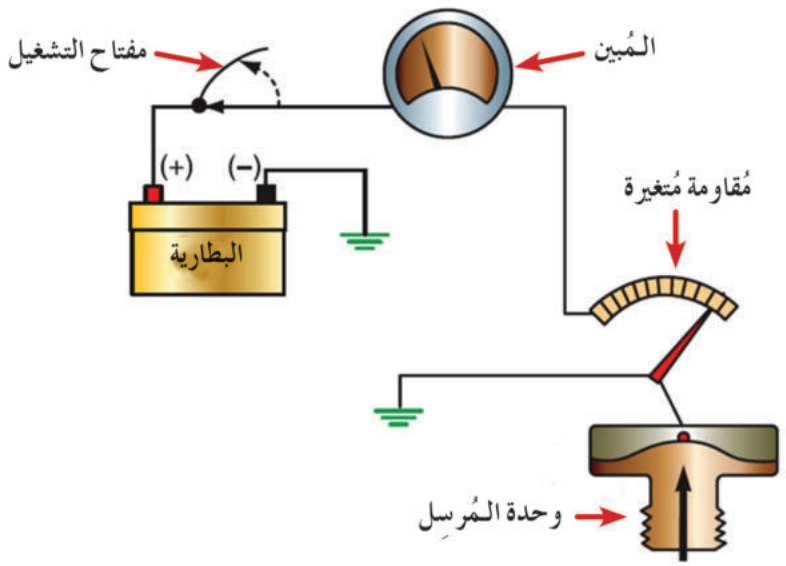
عند إغلاق دارة مفتاح التشغيل، يسري تيار كهربائي إلى وحدة المُرسِل بوساطة مفتاح الإشعال ومصباح التحذير، وتكون نقاط التلامس في الازدواج الحراري منفصلة؛ وذلك عند تقلص الازدواج المعدني بفعل انخفاض درجة حرارة المحرك، ما يؤدي إلى توقف مصباح التحذير عن الإضاءة، وحين ترتفع درجة حرارة المحرك فوق الحدّ المسموح به، فإن الازدواج الحراري يتمدَّد بفعل درجة حرارة المحرك؛ فينحني مُلامسًا الريشة الثابتة، فتكتمل الدارة ويضيء المصباح، دالًّا على ارتفاع درجة حرارة المحرك أكثر من اللازم.

فَكِّر

- هل هناك دارة تُبيّن إذا كان المحرك باردًا؟ ارسم هذه الدارة مُبيِّنًا طريقة عملها.

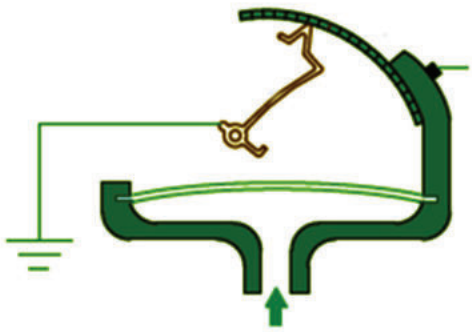
3 – مُبيِّنات ضغط زيت محرك المركبة ومصابيحها.

يمنع نظام التزيت في المحرك، الاحتكاك بين الأجزاء الدوّارة والمتحركة داخل المحرك؛ للحد من ارتفاع درجة حرارة أجزاء المحرك، وتسهيل حركة الأجزاء والمحافظة عليها سليمة من التآكل؛ لكي تؤدي وظيفتها بكفاءة عالية، ومنع تسرب الغازات بين حلقات المكبس وجدران الأسطوانة، ولأن تزييت المحرك مهم جدًّا لعمل المركبة، كان من الضروري وجود نظام يراقب ضغط الزيت داخل المحرك، ويُمثل الشكل (3–21) مخططًا للدارة الكهربائية لنظام مُبيِّن ضغط زيت المحرك المكون من الأجزاء الآتية:



الشكل (3–21): مخطط الدارة الكهربائية لنظام مُبيِّن ضغط زيت المحرك .

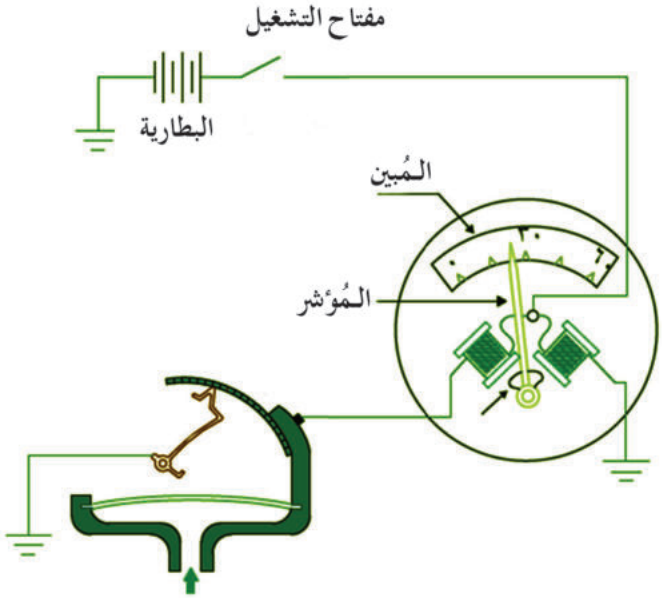
أ- **وحدة المُرسِل**: تثبَّت وحدة المُرسِل على خط الزيت الرئيس في المحرك، وهي علبة معدنية مُحكمة الإغلاق، حيث تتكون من حجاب حاجز مرن وذراع منزلقة متصلة بمقاومة متغيرة كما هو مُبيَّن في الشكل (3–22). في حال زياد ضغط الزيت، يزداد تقوّس الحجاب الحاجز (الغشاء المرن)؛ مُسبِّبًا حركة للوصلة المعدنية المتحركة على المقاومة المتغيرة، حيث تزيد من قيمة المقاومة. أما في حال تقليل ضغط الزيت، فيقل تقوّس الحجاب الحاجز مُسبِّبًا حركة للوصلة المعدنية المتحركة على المقاومة المتغيرة؛ لتقلل من قيمة المقاومة.



الشكل (3–22): وحدة المرسل في بيان ضغط الزيت.

ب- **وحدة المستقبل (المُبيِّن)**: تقسم وحدة المستقبل قسمين، هما:

1. مُبيِّن ضغط الزيت ذو الملفين: يعمل هذا المُبيِّن في المركبات التي يكون بيان ضغط الزيت فيها موجودًا بصورة مؤشر على وحدة البيان، فهي تتكون من ملفين متصلين بمؤشر على وحدة تدريج، كما هو مُبيَّن في الشكل (3–23).



الشكل (3–23): مُبيِّن ضغط الزيت ذو الملفين.

الدارة الكهربائية لمبين ضغط زيت المحرك ذي ملفي التوازن ومبدأ عملها :

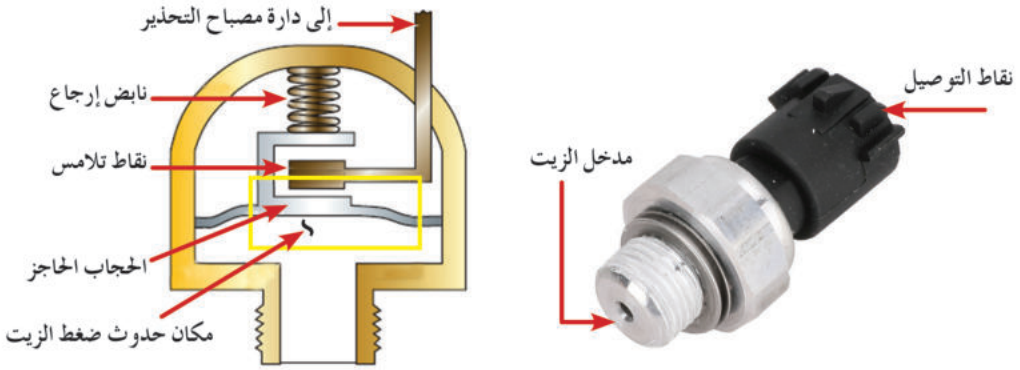
بالنظر إلى الشكل (3–23)، عند ضبط مفتاح التشغيل على وضعية (**ON**) يسري تيار كهربائي من البطارية عبر مفتاح التشغيل ومنها إلى نقطة ربط ملفي التوازن في وحدة المستقبل، فينقسم التيار الكهربائي بين الملفين، فعند مرور التيار الكهربائي في الملف الأيمن يتكون حوله مجال مغناطيسي ثابت؛ لاتصاله بالشصي مباشرة، أما في حال مروره في الملف الأيسر، فيتكون حوله مجال مغناطيسي تتغير قيمته لاتصاله بالمقاومة المتغيرة في وحدة المرسل، ومن ثَمَّ إلى الشصي، علمًا أن عدد اللفات في كلا الملفين غير متساوٍ، انظر إلى الشكل السابق.

فعندما يكون المحرك متوقفًا، فإن قيمة المقاومة في وحدة المرسل تكون في أقل قيمة لها، ما يسمح

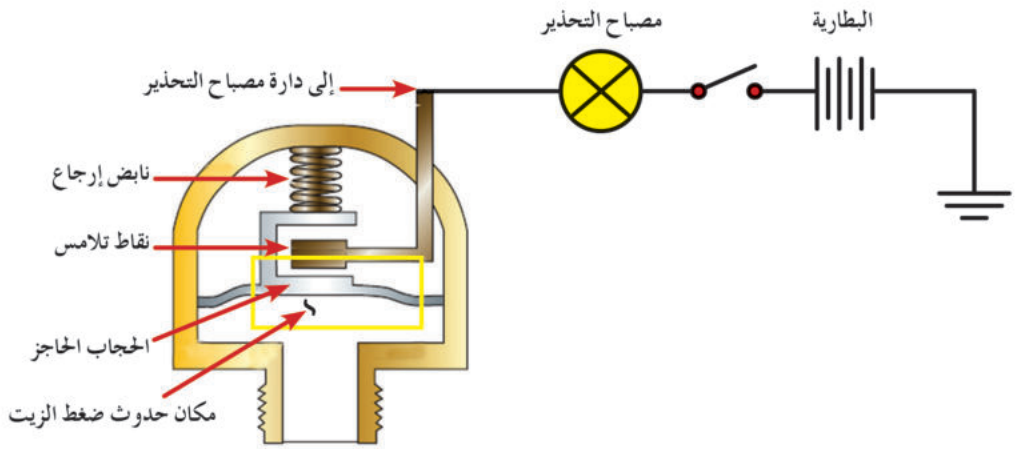
بمرور تيار كهربائي في الملف الأيسر أكبر من الملف الأيمن فيتكون في الملف الأيسر مجال مغناطيسي أقوى منه في الملف الأيمن، فينجذب المؤشر إلى أقصى الشمال مشيرًا إلى أن ضغط قيمته صفر.

أما عند ارتفاع ضغط زيت المحرك، فتكون قيمة المقاومة الكهربائية في وحدة المرسل مرتفعة، فيسمح بمرور تيار كهربائي كبير في الملف الأيمن، وعليه يكون المجال المغناطيسي في الملف الأيمن أقوى منه في الملف الأيسر، فينحرف المؤشر نحو اليمين مشيرًا إلى ضغط أعلى على وحدة المستقبل في لوحة البيان مشيرًا إلى ضغط قيمته 60.

2. مصباح التحذير الخاص بضغط زيت المحرك: تزود المركبة بهذا النوع من المصابيح لأهميتها ولبساطتها في بيان وضع ضغط الزيت، وتتمثل بوحدة مُرسِل تُسمى (بلف الزيت) كما هو مُبيّن في الشكل (3–24)، يحتوي نقطتي تلامس، إحداهما ثابتة وهي المتصلة بدارة مصباح بيان ضغط الزيت، والأُخرى متحركة متصلة بالحجاب الحاجز تتحرك معه، إضافة إلى نابض إرجاع يضمن ثبات نقطة التلامس الثابتة موضوعة في غطاء معدني كما هو مُبيّن في الشكل (3–25).



الشكل (3–24): بلف الزيت.



الشكل (3–25): دارة مصباح تحذير ارتفاع ضغط الزيت.

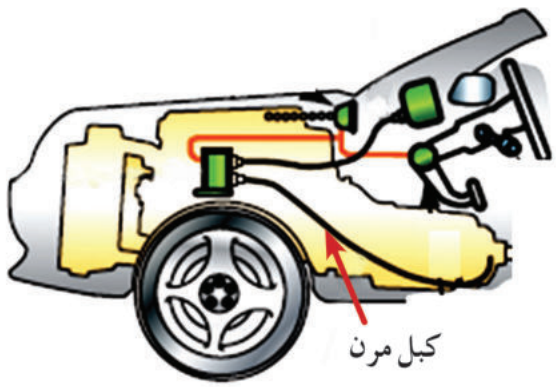
عند توقف المحرك عن العمل، تكون نقاط التلامس متصلة داخل وحدة المُرسِل لاكتمال الدارة الكهربائية، فيُضيء المصباح في لوحة البيان والتحذير دالًّا على أن دارة مصباح ضغط زيت المحرك تعمل جيدًا، فعند دوران المحرك (تشغيل المحرك)، فإن ارتفاع ضغط الزيت يُحرّك الحجاب الحاجز مُسبِّبًا فصل نقطة التلامس في المُرسِل، فتفصل الدارة الكهربائية، فينطفئ المصباح في لوحة البيان والتحذير، دالًّا على عمل مجموعة التزييت بصورة جيدة.

4- مُبيِّنات سرعة المركبة (speedometer)

يستخدم مُبيِّن سرعة المركبة في أثناء السير على الطرقات، ليساعد السائق على معرفة حدود السرعة الآمنة، والتزام قوانين السير المُتبعة على الطرقات، ويحتوي لوحة تدريج تُبيّن للسائق سرعة المركبة وحساب المسافة المقطوعة.

أ- **مُبيِّنات سرعة المركبة الميكانيكية**: يتكون مُبيّن السرعة الميكانيكي من أجزاء عدّة، وهي:

1. وحدة المُرسِل: تتمثل وحدة المُرسِل في هذا المُبيِّن بمسنن دوراني، يثبَّت على مجرى صندوق التروس كما هو مُبيّن في الشكل (3-26)، يَنقُل قياس سرعة الحركة من وحدة المُرسِل إلى وحدة المستقبل بوساطة كبل مرن مكوّن من سلك فولاذي مرن جدًّا يدور داخل غطاء بلاستيكي مقوًّى، حيث إن هذا السلك يتمتع بمرونة كبيرة يمكن تمريره بسهولة عَبْرَ الأجزاء الميكانيكية وإيصاله من وحدة المُرسِل على صندوق السرعات (الجير)، إلى وحدة المستقبل في لوحة القيادة، كما هو مُبيّن في الشكل (3-27).



الشكل (3-26): مكان تركيب الكبل المرن.

الشكل (3–27): كبل مرن.

2. وحدة الـمُبيِّن: مُبيِّن السرعة الميكانيكي (مُبيِّن السرعة ذو فنجان السحب) يُسمى مُبيِّن التيار الدوّامي أو (**Eddy current Type**) مبيّن التيار المغناطيسي، ويتكوّن من الأجزاء الآتية:

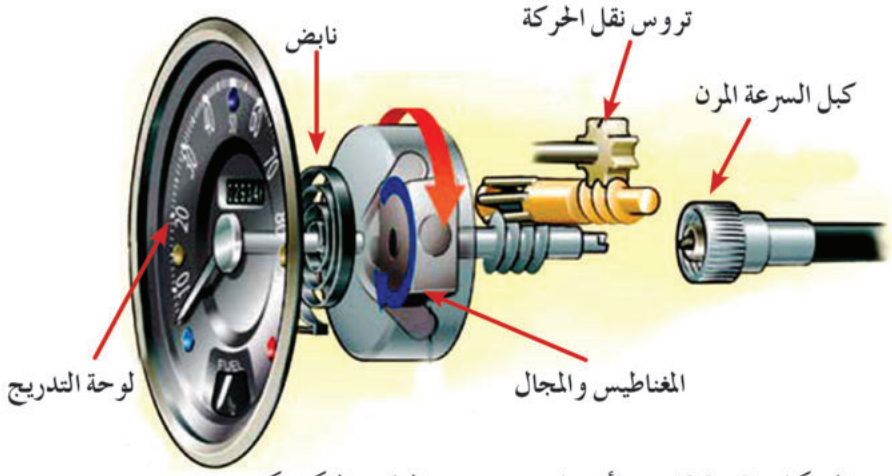
أ . مغناطيس دائم أسطواني.

ب. تحيط بالمغناطيس صفيحة تُسمى صفيحة المجال، وظيفتها إكمال الدارة الكهرومغناطيسية.

جـ. وحدة التدريج التي تحتوي سرعة المركبة، مؤشرًا يتحرك بناءً على سُرعة المركبة، ويكون المؤشر مُرتكِزًا على عمود موصول بغلاف غير قابل للتمغنط ويدور داخل محامل.

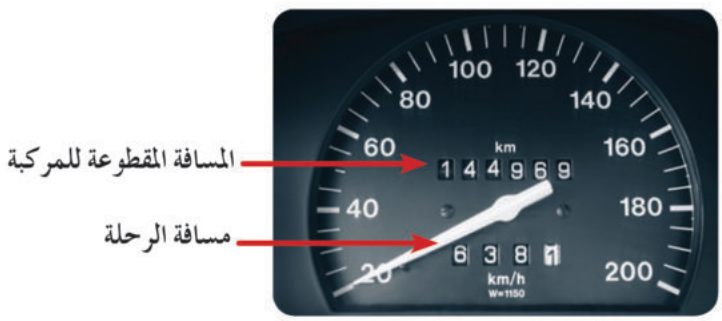
مبدأ عمل مُبيِّن سرعة المركبة الميكانيكي

يدور المغناطيس بالسرعة نفسها التي يدور بها العمود المرن، فتتولد تيارات مغناطيسية إعصارية ينتج منها سحب مُعيّن على الغلاف غير القابل للتمغنط، تؤدي إلى تحريكه بمقدار يتناسب وسرعة المركبة؛ ليتحرك المؤشر بطريقة تتناسب والمجال المغناطيسي المتوّلد دالًّا على سرعة حركة المركبة، ويعاير هذا الـمُبيِّن عن طريق نابض شعري ملفوف حول ذراع الدوران، ويسحب غلاف السرعة والمؤشر إلى الصفر عند وقوف المركبة، والشكل (3–28) يُبيّن مبدأ عمل هذا الـمُبيِّن.



الشكل (3–28): مبدأ عمل مبين سرعة المركبة الميكانيكي.

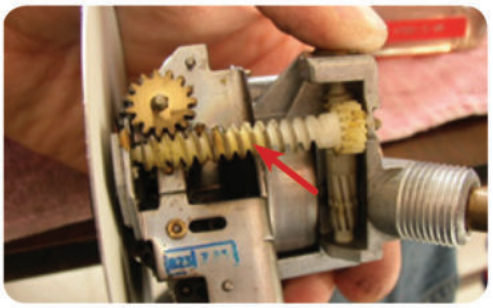
ب– مُبيِّن المسافة المقطوعة الميكانيكي (odometer): يُعدّ جزءًا من مُبيِّن سرعة المركبة، هو عدَّة منازل دوارة تُعبِّر عن المسافة المقطوعة للمركبة، تحتوي المركبات غالبًا مُبيِّنين للمسافة المقطوعة، أحدهما يبيِّن المسافة المقطوعة منذ تاريخ صنع المركبة، والآخر يحسب مسافة الرحلة الحالية الذي يمكن تصفيره، ويُبيِّن الشكل (3–29)، مُبيِّن المسافة المقطوعة الميكانيكي.



الشكل (3–29): مبين المسافة المقطوعة الميكانيكي.

مبدأ عمل مُبيِّن المسافة المقطوعة الميكانيكي

يتصل مُبيِّن المسافة المقطوعة بالكبل المرن بوساطة مُسنن حلزوني يدور بُسرعة تُساوي عُشر سرعة دوران الكبل المرن تقريبًا الظاهر في الشكل (3–30) فعند دوران الكبل المرن، تنتقل الحركة إلى المسنن الحلزوني الذي يُحرك الخانات الدوارة مُظهِرًا المسافة المقطوعة على التوالي.

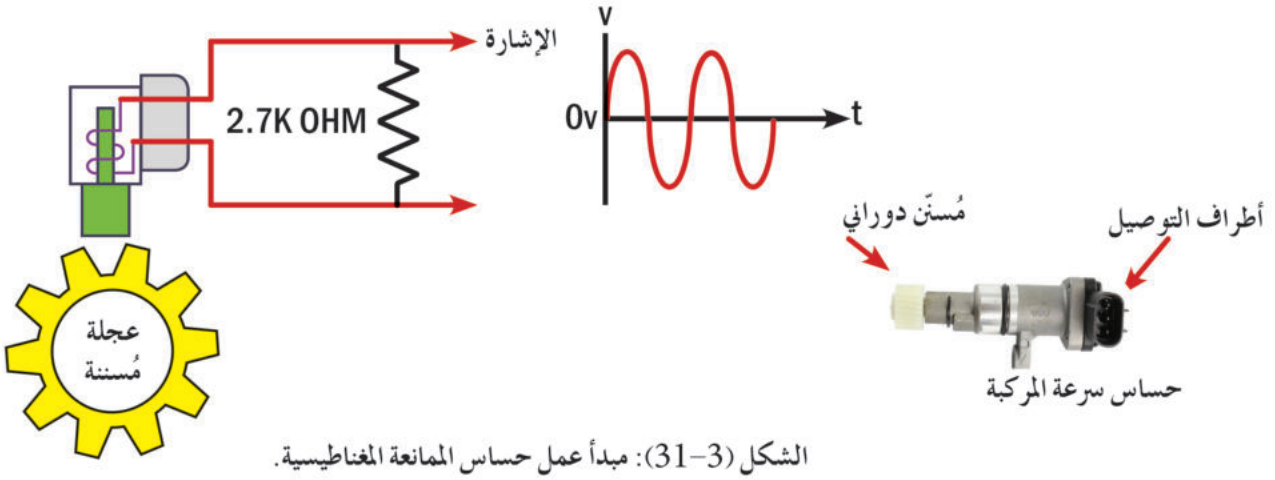


الشكل (3–30): المسنن الحلزوني المسؤول عن حركة مُبيِّن المسافة المقطوعة.

جـ- مُبيِّن سرعة المركبة الإلكتروني: يتكوّن هذا المُبيِّن من الأجزاء الآتية:

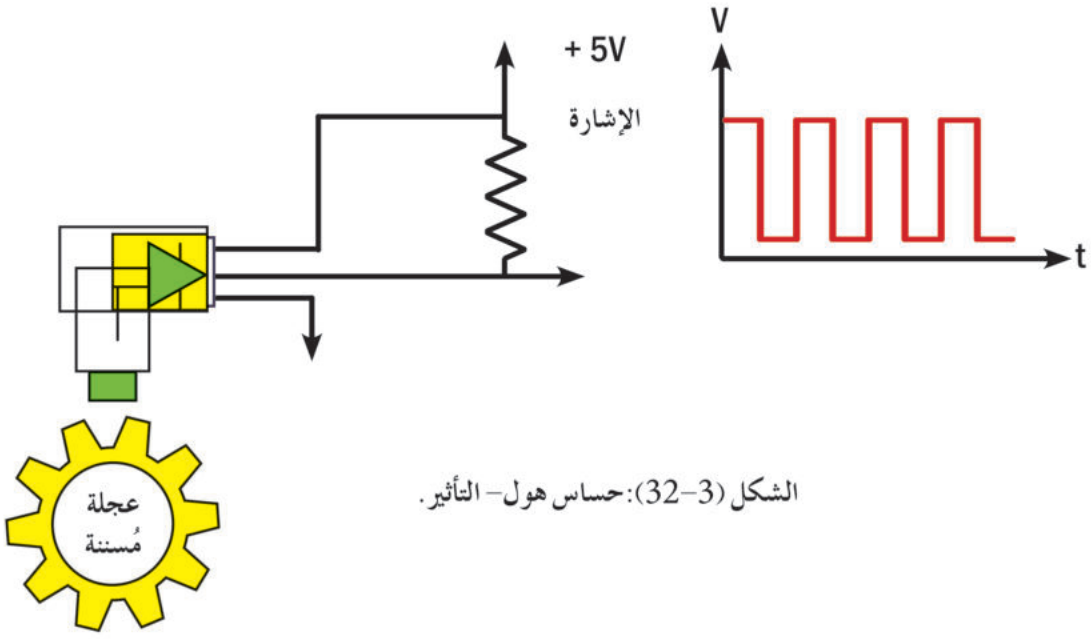
1. وحدة المُرسِل: تتكون وحدة المُرسِل في المُبيِّنات الإلكترونية من حساسات تقيس سرعة دوران المركبة وتُظهر قراءاتها نبضات كهربائية تُرسَل إلى وحدة التحكّم الإلكتروني لتُعالِج وتُظهِر سرعة المركبة على المُبيِّن في لوحة القيادة، وتأتي بصورتين، هما:

أ. حساس سرعة المركبة: يثبَّت على صندوق ناقل السرعات (الجير)، وهو قرص معدني مُسنن مُثبَّت بملف مغناطيسي، فعند دوران أسنان مُسنن المجس، فإن أسنانه تقطع خطوط المجال المغناطيسي، فتتوّلد إشارة على صورة نبضات من الجهد المتردّد تُرسَل إلى وحدة التحكم الإلكترونية لتُعالَج، ومن ثَمَّ، تحسب سرعة المركبة بوساطة تردّد الإشارة وإظهار سرعة المركبة وعرضها على السائق، كما هو مُبيِّن في الشكل (3–31).



الشكل (3–31): مبدأ عمل حساس الممانعة المغناطيسية.

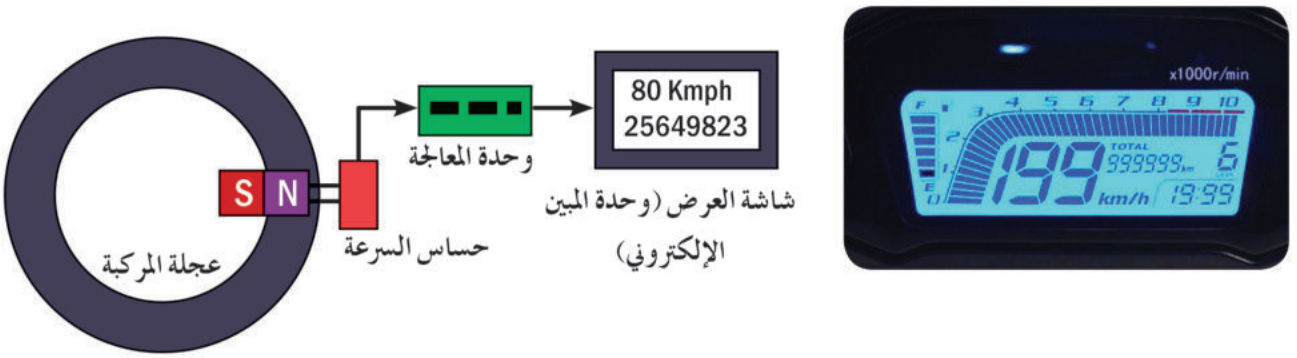
ب. الحساسات التي تعمل بمبدأ تأثير هول: يثبَّت الحساس إما على مخرج صندوق ناقل السرعات (الجير)، وإما على عجلة المركبة، ويتكون مجس السرعة من مغناطيس دائم محاط بملف كهرومغناطيسي، ويمثل الملف حول المغناطيس مولدًا حثيًّا لإشارة كهرومغناطيسية، يُميز هذا الحساس أن الإشارة الناتجة منه إشارة مُربعة، تنشأ عند مرور إحدى أسنان الحلقة المسننة قرب الحساس، فيتولد مجال مغناطيسي حثي داخل الملف، كما هو الحال في الملفات الكهرومغناطيسية فإن المجال المغناطيسي الحثي يُنشئ تيارًا حثيًّا داخل الملف، مُسبِّبًا وجود فرق جهد ذي تردد يتناسب تناسبًا طرديًّا وسرعة العجلة التي يرتبط بها الحساس، وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذا الحساس يستخدم أيضًا في أنظمة منع قفل العجلات، كما هو مُبيّن في الشكل (3–32).



الشكل (3–32): حساس هول– التأثير.

2. وحدة المُبيِّن الإلكتروني: يعتمد هذا المُبيِّن على الإشارة القادمة من وحدة التحكم الإلكتروني (**ECU**)، وتستقبل وحدة التحكم الإلكتروني الإشارة القادمة من الحساسات في وحدة الإرسال التي تكون موجات جيبية غير منتظمة وتنظمها باستخدام منظمات جهد ومحولات التناظري/رقمي (**Analog/Digital Converters**)، فتحوّل الإشارة التناظرية إلى إشارة رقمية تستخدم في حساب سرعة المركبة والمسافة المقطوعة عن طريق

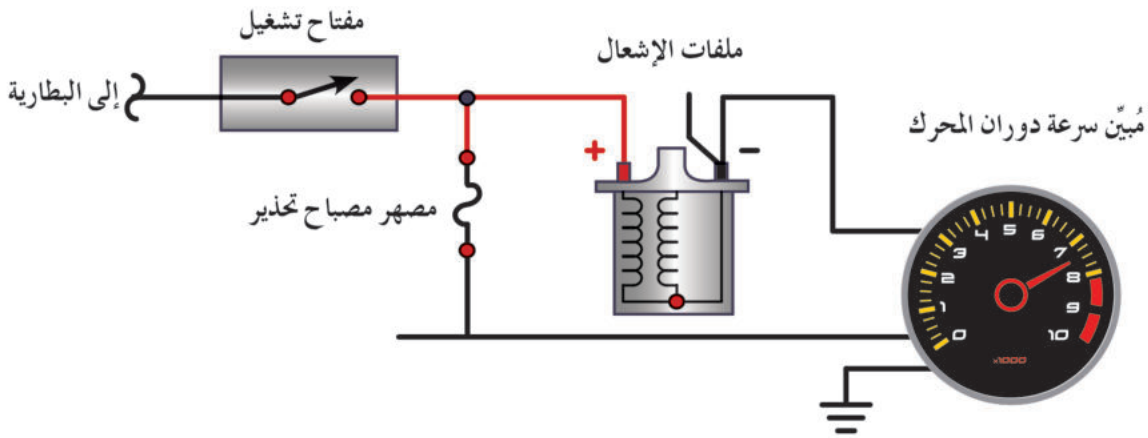
دارة إلكترونية تحتوي عدادًا (**counter**) يظهر المسافة المقطوعة على شاشة إلكترونية، انظر إلى الشكل (3–33).



الشكل (3–33): مُبيِّن السرعة الإلكتروني.

5– مُبيِّنات سرعة دوران المحرك (Tachometer)

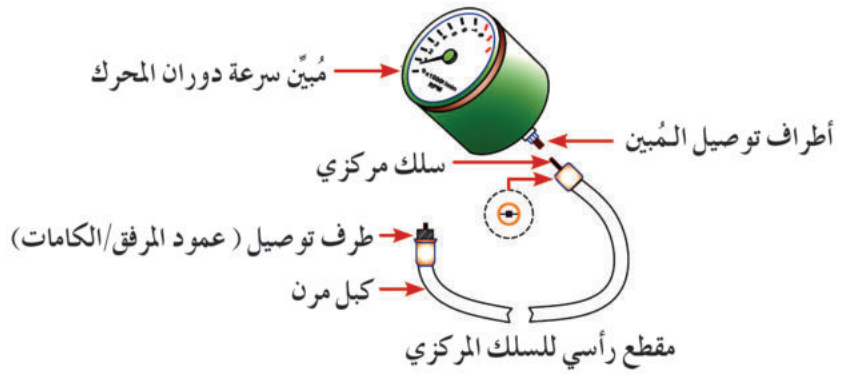
تزود المركبات بهذا المبيّن حتى يتسنى للسائق معرفة سرعة دوران المحرك، وذلك من أجل الحصول على أفضل أداء للمحرك في مختلف ظروف التشغيل.



الشكل (3–34): توصيل وحدة المرسل والمُبيِّن لقياس سرعة دوران المحرك.

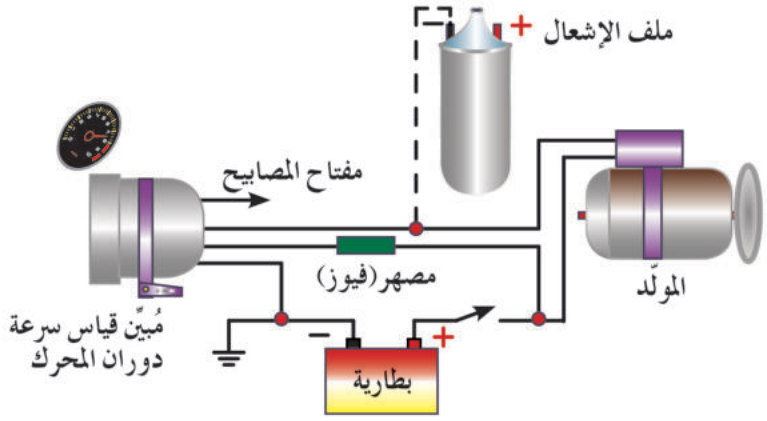
في الشكل (34)، توصيل وحدة المُرسِل والمُبيِّن لقياس سرعة دوران المحرك، وهناك أنواع عدة للمبينات، وهي:

أ – **مُبيِّن سرعة دوران المحرك الميكانيكي**: يتكون من عدة أجزاء ميكانيكية، ابتداءً بعمود المرفق، وانتهاءً إلى الـمُبيِّن، حيث تنتقل الحركة الميكانيكية من عمود المرفق إلى الـمُبيِّن بوساطة كبل مرن يستمد حركته مباشرةً من عمود المِرفق، أو من عمود الكامات (عمود موزع الشرر)، كما هو مُبيِّن في الشكل (3–35).



الشكل (3–35): وحدة الـمُبيِّن والـمُرسِل لـمُبيِّن سرعة دوران المحرك الميكانيكي.

ب – **مُبيِّن سرعة دوران المحرك الكهربائي**: في هذه الحالة تُقاس سرعة دوران المحرك كهربائيًّا عَبْرَ التيار المتوّلد في دارة شحن البطارية، أو بوساطة التيار المتقطع في ملف التشغيل (Coil)، والشكل (3–36) يُبيّن الدرة الكهربائية لهذا الـمُبيِّن.



الشكل (3–36): الـمُبيِّن الكهربائي.

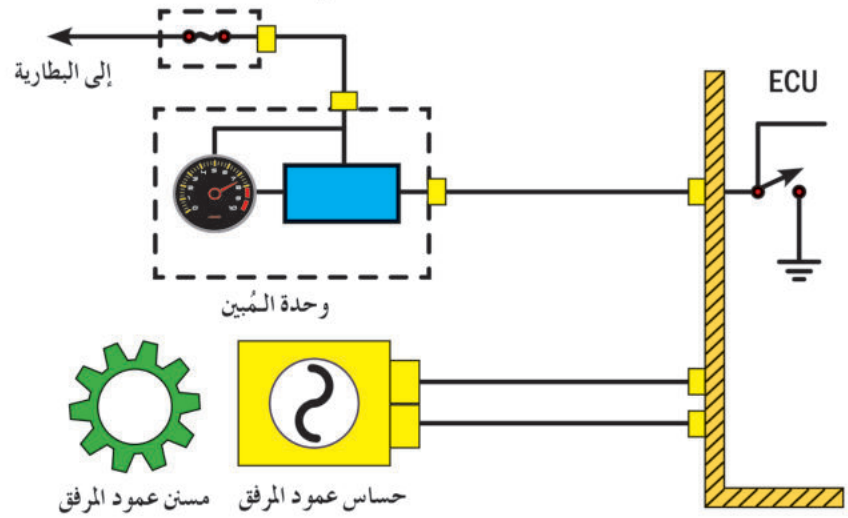
جـ- **مُبيِّن سرعة دوران المحرك الإلكتروني**، يتكون هذا الـمُبيِّن من الأجزاء الآتية:

1. حساس ممانعة مغناطيسية: يتكون من مغناطيس دائم وملف نحاسي.
2. قرص معدني (عضو دوار): يثبّت على امتداد عمود الـمِرفق في المحرك، وتوجد في مُحيطه نتوءات تُمثل كل منها النقطة الميتة العليا لكل مكبس من أسطوانات المحرك، كما في الشكل (3-37).

الشكل(3-37): حساس سرعة دوران المحرك الذي يثبّت على عمود المرفق في المحرك.

مبدأ عمل مُبيِّن سرعة دوران المحرك الإلكتروني

عند مرور كل نتوء في ثغرة قطبي المغناطيس، تغلق دارة خطوط المجال المغناطيسي، وبإغلاق الثغرة وفتحها، تتغير كثافة الخطوط المغناطيسية بسبب تغيُّر التدفق المغناطيسي وانقطاعه، وعليه يتغيّر جهد التيار المتولد حثيًّا في الملف بين القيمة العظمى الموجبة والصفر، والقيمة العظمى السالبة، أي بالتناوب. ومن ثَمَّ، تُرسَل هذه القيم إلى وحدة المعالجة في وحدة التحكم، ومنها إلى شاشة عرض سرعة دوران المحرك، كما هو مُبيِّن في الشكل (3-38).



الشكل (3-38):الـمُبيِّن الإلكتروني.

6 – مُبيِّنات نظام التوليد والشحن ومصابيحها

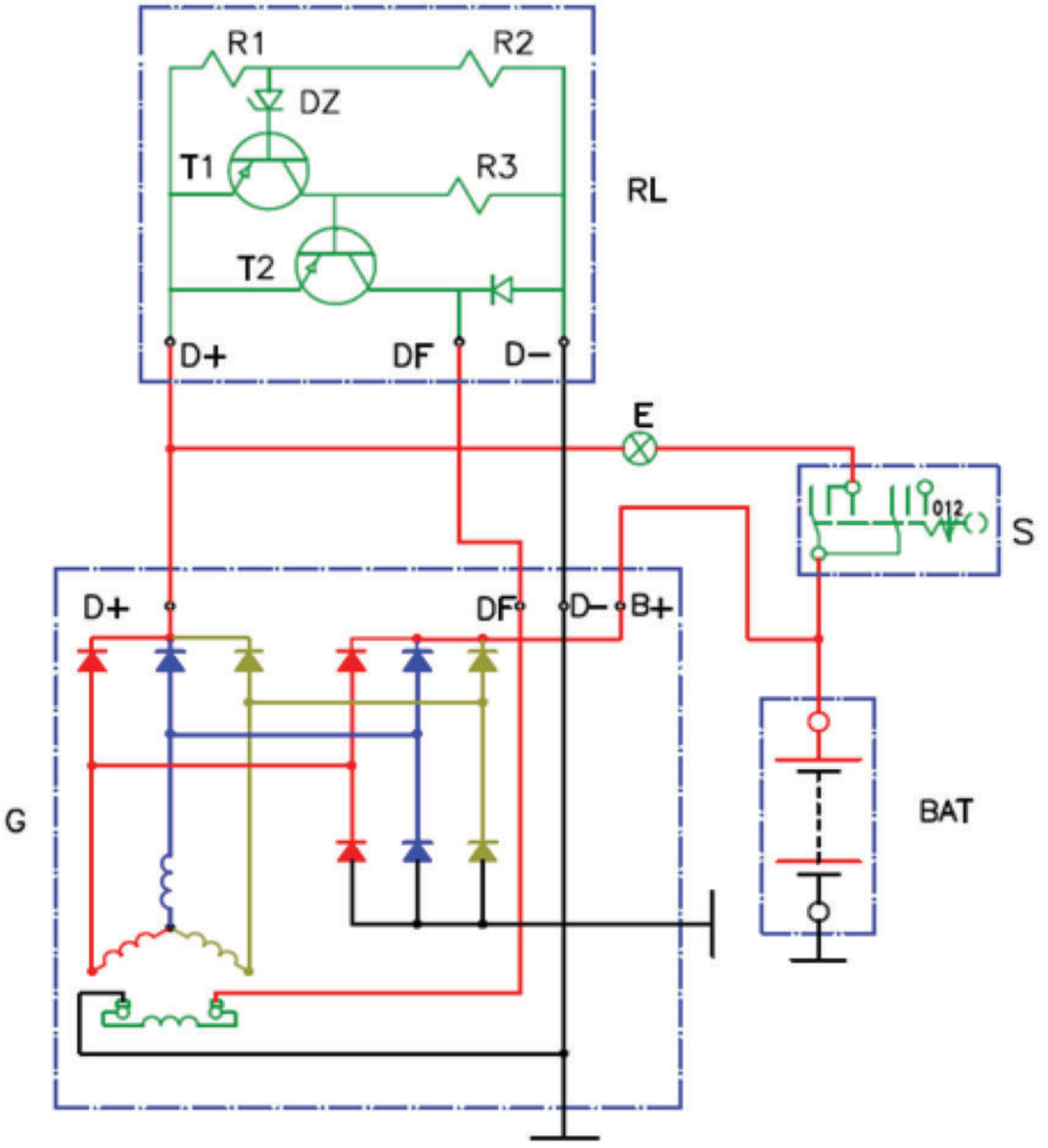
وجود نظام التوليد والشحن مهم جدًّا لاستمرار عمل البطارية في مركبات الوقود، إضافة إلى أهميتها في المركبات الهجينة، حيث وجب وجود نظام مراقبة لشحن بطاريات مركبات الوقود، ويكون هذا النظام إما عَبْر مصباح مُبيِّن للشحن أو الفولتميتر أو كليهما، أما في المركبات الهجينة، فإن النظام يمتدّ إلى عرض وضع استخدام البطاريات وكمية الشحن فيها، كما هو مُبيَّن في الشكل (3–39).

الشكل (3–39): مُبيِّن الشحن في المركبات.

- مصباح مُبيِّن الشحن: المصباح المسؤول عن التحذير نتيجة عطل في نظام التوليد والشحن، ويكون على صورة بطارية في بعض المركبات، وفي مركبات أُخرى على صورة حروف أو كلمة (**Charge**) وتعني الشحن، كما هو مُبيّن في الشكل (3–40).

الشكل (3–40): مصباح مُبيِّن الشحن.

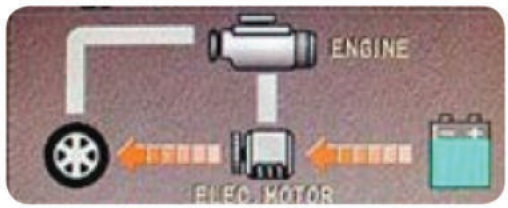
يعمل هذا المصباح بوساطة توصيله عَبْر دارة كهربائية تحتوي المولّد كهربائي ومنظم جهد إلكترونيًّا والبطارية، كما هو مُبيّن في الشكل (3–41)،حيث ينطفئ عند تشغيل محرك المركبة بسبب دارة القصر على طرفيه، أما إذا بقي مضاءً، فيدل ذلك على وجود عطل في دارة التوليد والشحن ولابد من صيانتها.



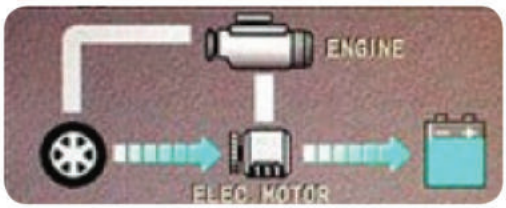
الشكل (3–41): المخطط الكهربائي لنظام التوليد والشحن.

مُبيِّن حالة الشحن والتفريغ للمركبات الهجينة

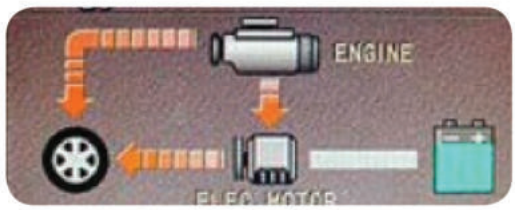
في المركبات الهجينة، يعمل محرك الوقود مُعتمِدًا في عمله جزئيًّا أو كليًّا على محرك كهربائي يتغذى من بطاريات قلوية، تمتلك دورة شحن وتفريغ عميقة، تتناسب وطبيعة عملها، ولبيان حالة البطاريات، دعت الحاجة إلى وجود مُبيِّن يُظهر للسائق حالة شحنها وتفريغها، ونسبة استغلالها في لحظة القيادة أو الوقوف التام، كما هو مُبيّن في الشكل (3–42).



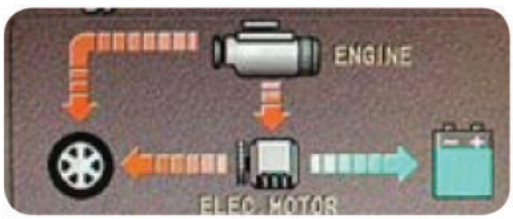
البطارية مغذية للحركة.



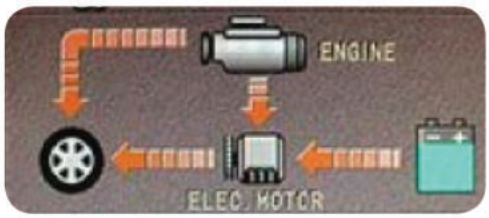
في حالة شحن البطارية.



البطارية تغذي الحركة، وتشحن.



البطارية تغذي الحركة ويُشحن من المحرك.



البطارية تغذي الحركة بالتزامن مع محرك الاحتراق الداخلي .

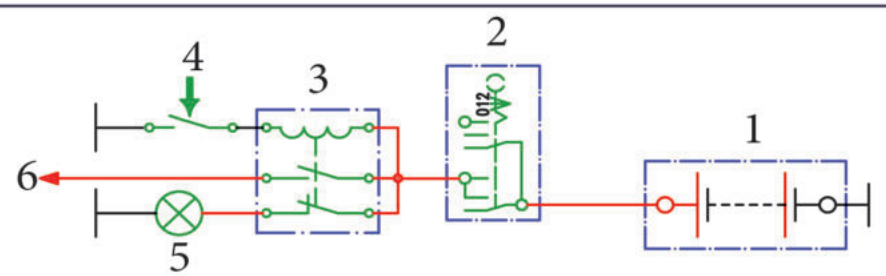
الشكل (3–42): حالات بيان المراكم القلوية في المركبات الهجينة.

7 – مصباح التحذير الخاص بربط حزام الأمان

يُعدّ حزام الأمان من إضافات السلامة الضرورية لحماية السائق والركاب في أثناء سير المركبة، والحاجة الملحة إلى وجود مصباح يُذكّر السائق بضرورة التزام تثبيت حزام الأمان؛ حفاظًا على سلامته، وأن النظام يجعل المركبة لا تعمل إلا عند ارتداء حزام الأمان.

مبدأ عمل مصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان

عند وضع مفتاح التشغيل على وضع (**ON**)، فإن التيار الكهربائي يسري من البطارية عبر مفتاح التشغيل إلى ملف المرحل وملامسه، وإذا لم يكن حزام الأمان في موضعه، فإن التيار يسري عبر التلامس المغلق في المرحل إلى مصباح التحذير، فيضيء على لوحة القيادة مُحذِّرًا السائق، ولا يسري التيار عبر الملامس المفتوح في المرحل إلى دارة تشغيل محرك الاحتراق الداخلي للمركبة، أما عند وضع مفتاح حزام الأمان في موضعه، فإن الدارة الكهربائية لملف المرحل تكتمل مع الأرضي، ما يؤدي إلى تكون مجال مغناطيسي يعمل عكس وضعية تلامسات المرحل، مُطفئًا مصباح التحذير وموصلًا التيار إلى دارة تشغيل محرك الاحتراق الداخلي، انظر إلى الشكل (3–43)، الذي يبين الدارة الكهربائية لمصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان.



1 – بطارية 2 – مفتاح تشغيل 3 – مرحل 4 – مفتاح موضع حزام الأمان 5 – مصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان
6 – إلى دارة تشغيل محرك الاحتراق الداخلي للمركبة

الشكل (3–43): الدارة الكهربائية لمصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان.

فكر

- أين يسري التيار الكهربائي عند عدم توصيل حزام الأمان؟

ابحث في الإنترنت عن أحدث أنواع أنظمة البيان والتحذير المستخدمة في المركبات الحديثة، ثم اكتب تقريرًا عنها موضحًا بالصور.

التمارين العملية

التمرين الثالث

فَكّ وحدة المُرسِل لـمُبيِّن مستوى الوقود واستبدالها.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفُكَّ وحدة المُرسِل لـمُبيِّن مستوى الوقود وتستبدلها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – صندوق عُدَد يدوية. 3 – مصباح إنارة مُتنقل.	1 – كُتيِّب الصيانة الخاص بالمركبة. 2 – وحدة مُرسِل لـمُبيِّن مستوى الوقود.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2 – أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3 – حدّد موضع وحدة الإرسال لـمُبيِّن مستوى الوقود، كما في الشكل (1)،	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
في بعض المركبات تكون أسفل مقعد الركاب الخلفي.	
4 – فُكَّ وحدة المُرسِل، كما في الشكل (2)	الشكل (2)
5 – تَعرّف أجزاء وحدة المُرسِل، كما في الشكل (3).	الشكل (3)
6 – ركّب مانع التسريب (جلدة) على وحدة المُرسِل المراد استبدالها، كما في الشكل (4).	الشكل (4)
7 – ركّب وحدة المُرسِل الجديدة عكس خطوات فكها، كما في الشكل (5) وثبتها مُستعملًا حلقة التثبيت الخاصة بها.	الشكل (5)
8 – صِل الوصلة الكهربائية لوحدة المُرسِل، كما في الشكل (7).	الشكل (6)
9 – وصِّل خراطيم الوقود.	

الأنشطة العملية

- تتبّع الوصلات الكهربائية بين وحدتي المُرسِل والمُبيِّن لبيان مستوى الوقود في المركبة.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أطفئ محرك المركبة.			
2	أحدد موضع وحدة المُرسِل لمُبيِّن مستوى الوقود.			
3	أفك وحدة المُرسِل.			
4	أتعرّف أجزاء وحدة المُرسِل.			
5	أستبدل وحدة المُرسِل.			
6	أعيد توصيل الوصلات الميكانيكية والكهربائية.			
7	أتأكد أن مُبيِّن مستوى الوقود يعمل بصوره جيدة.			

التمارين العملية

التمرين الرابع

فحص أجزاء الدارة الكهربائية لنظام مُبيِّن مستوى الوقود.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تفحص أجزاء نظام مُبيِّن مستوى الوقود.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – آفوميتر.

2 – وحدة إرسال مُبيِّن مستوى الوقود.

3 – وحدة المستقبل لمبين مستوى الوقود.

المواد الأولية

– أسلاك.

خطوات الأداء

1 – أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.

2– أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.

3– مُعتمِدًا على التمرين السابق، فُكَّ وحدة المُرسِل لمُبيِّن مستوى الوقود.

4 – ضع الآفوميتر على تدريج المقاومة، ثم افحص المقاومة المتغيرة في وحدة المُرسِل، كما في الشكل (1)، من ثَمَّ،

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

خطوات الأداء

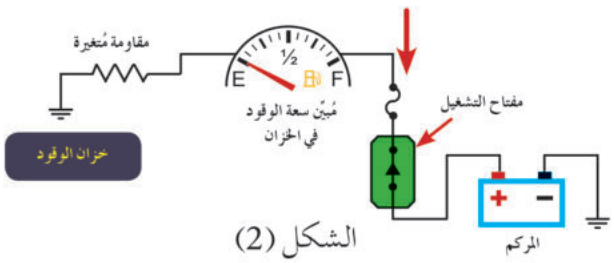
حرِّك الذراع مُتأكِّدًا من تغيير قيمة المقاومة بناءً على التغير الذي تصنعه.

5 – افحص الجهد الداخل إلى وحدة المُبيِّن باستعمال الآفوميتر، كما في الشكل (2).

6 – افحص مصباح تحذير مستوى الوقود باستعمال تدريج المقاومة على الآفوميتر، كما في الشكل(3).

7 – افحص حساس قرب نفاذ الوقود، وتأكد من صلاحيته، كما في الشكل (4).

الرسم التوضيحي



الشكل (2)

الشكل (3)

الشكل (4)

الأنشطة العملية

- افحص خطوط التوصيل بين وحدة المُرسِل والمُبيِّن للتأكد من أن النظام يعمل بصورة جيدة مُستعمِلًا الأوميتر.
- افحص حساس قرب انتهاء الوقود وتأكد أنه يعمل بصورة جيدة.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أفحص المقاومة المتغيرة في وحدة المُرسِل.			
2	أفحص الجهد الداخل إلى وحدة المُرسِل.			
3	أفحص مصباح تحذير انخفاض مستوى الوقود.			
4	أفحص حساس قرب نفاد الوقود.			

التمارين العملية

التمرين الخامس

تحديد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن درجة حرارة المحرك، وفحصها واستبدال التالف منها.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن درجة حرارة المحرك، وتفحصها وتستبدل التالف منها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- صندوق عُدَّة.	- أسلاك.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	 الشكل (1)
2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.	 الشكل (2)
3- حدّد موضع وحدة الإرسال لمُبيِّن حرارة المحرك، كما في الشكل (1).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

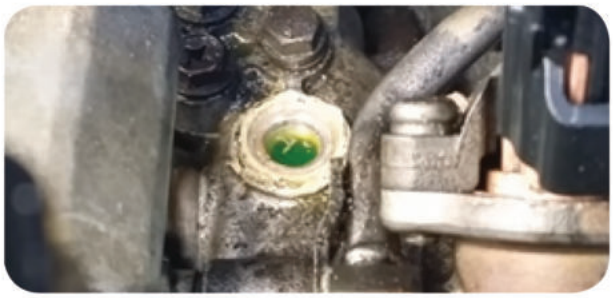
4- افحص وحدة الإرسال لمُبيِّن درجة حرارة المحرك باستعمال جهاز الأوميتر، كما في الشكل (2)، إذا لم تعمل بالصورة الصحيحة، استبدلها كما في الخطوات الآتية:

أ - فُكَّ وحدة المُرسِل، كما في الشكل (3).

ب- ركّب وحدة المُرسِل الجديدة عكس خطوات فكها، كما في الشكل (4) وثبتها بحلقة التثبيت الخاصة بها.

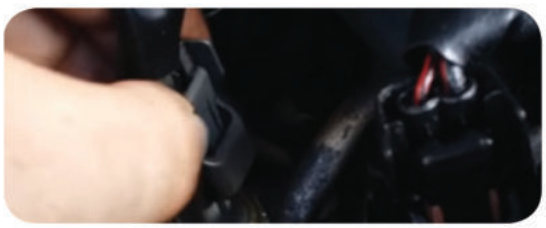
جـ - وصِّل الوصلة الكهربائية لوحدة المُرسل، كما في الشكل (5).

5 - افحص حساس درجة الحرارة لدارة مصباح مُبيِّن ارتفاع درجة الحرارة، وتحقق من صلاحيته، كما في الشكل (6).



الشكل (3)

الشكل (4)



الشكل (5)

الشكل (6)

الأنشطة العملية

- تتبع الوصلات الكهربائية بين وحدة الـمُرسِل ووحدة المُبيِّن لمُبيِّن درجة حرارة المحرك.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أطفئ المركبة،وإنتظار المحرك حتى يبرد.			
2	أحدد موضع وحدة الـمُرسِل لمُبيِّن حرارة المحرك.			
3	أفك وحدة الـمُرسِل.			
4	أتعرّف وحدة الـمُرسِل.			
5	أستبدل وحدة الـمُرسِل.			
6	أعيد توصيل الوصلات الميكانيكية والكهربائية.			
7	أتأكد من أن المُبيِّن يعمل بصورة جيدة.			

التمارين العملية

التمرين السادس

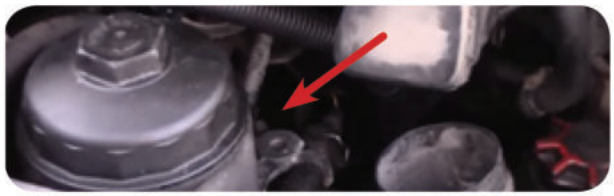
تحديد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لمُبيِّن ضغط الزيت وفحصها واستبدال التالف منها.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن ضغط الزيت، وتفحصها وتستبدل التالف منها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – مركبة. 2 – صندوق عُدَد يدوية. 3 – مصباح إنارة مُتنقل.	– كُتيِّب الصيانة الخاص بالمركبة.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1– أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	 الشكل (1)
2– أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.	 الشكل (2)
3–حدِّد موضع وحدة الإرسال لمُبيِّن ضغط زيت المحرك، كما في الشكل (1).	
4– افحص وحدة المرسل وتأكد من صلاحيتها بجهاز الأوميتر، كما في الشكل (2) واستبدلها عند تلفها.	 الشكل (3)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5- فُكَّ الوصلة الكهربائية، كما في الشكل (3).

6- فُكَّ وحدة المرسل، كما في الشكل (4).

7- تأكد قبل التركيب أن وحدة المُرسِل الجديدة مطابقة للقديمة، كما في الشكل (5).

8- ركّب وحدة المُرسِل الجديدة عكس خطوات فكها، كما في الشكل (6) وثبتها بحلقة التثبيت الخاصة بها.

9 - وصِّل الوصلة الكهربائية لوحدة المُرسِل كما في الشكل (7).

10 - افحص مُبيِّن ضغط الزيت ومصباح التحذير على لوحة البيان بجهاز الأوميتر وتأكد من صلاحيتهما كما في الشكل (8).

الشكل (4)

الشكل (5)

الشكل (6)

الشكل (7)

الشكل (8)

الأنشطة العملية

- تتبع الوصلات الكهربائية بين وحدة الـمُرسِل ووحدة المُبيِّن لمُبيِّن ضغط الزيت.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أطفئ المركبة.			
2	أحدد موضع وحدة الـمُرسِل لـمُبيِّن ضغط الزيت.			
3	أفك وحدة الـمُرسِل.			
4	أتعرّف وحدة الـمُرسِل.			
5	أستبدال وحدة الـمُرسِل.			
6	أعيد توصيل الوصلات الميكانيكية والكهربائية.			
7	أتأكد من أن الـمُبيِّن يعمل بصورة جيدة.			

التمارين العملية

التمرين السابع

تحديد مواضع عناصر نظام مُبيِّن سرعة المركبة الميكانيكي والإلكتروني.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد مواضع عناصر نظام مُبيِّن سرعة المركبة الميكانيكي والإلكتروني وتستبدل التالف منها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1- مركبة. 2- صندوق عُدَد يدوية. 3- مصباح إنارة مُتنقل.	- كُتيِّب الصيانة الخاص بالمركبة.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما. 2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية. 3- فُكَّ لوحة المُبيِّنات، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – حدِّد موضع تركيب الكبل المرن على مُبيِّن سُرعة المركبة، كما في الشكل (2).	الشكل (2)
5 – حدِّد موضع مُبيِّن مقدار المسافة المقطوعة الميكانيكي، كما في الشكل (3)، أما إذا كان مُبيِّن المسافة المقطوعة إلكترونيًّا، فسيبدو كما هو في الشكل (4).	الشكل (3) الشكل (4)
6 – حدِّد موضع أزرار التحكم في تدوير خانات المسافة المقطوعة، كما في الشكل (5).	الشكل (5)
7 – حدِّد موضع وحدة المُرسِل الإلكتروني، كما في الشكل (6).	الشكل (6)
8 – تعرّف وحدة المُرسِل الإلكتروني، كما في الشكل (7).	الشكل (7)

التمارين العملية

التمرين الثامن

تحديد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن سرعة دوران المحرك الإلكتروني وفحصها.

يُتوقّع منك بعد تنفيذ التمرين أن:

- تُحدّد مواضع عناصر الدارة الكهربائية لـمُبيِّن سرعة دوران المحرك الإلكتروني وتفحصها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – نموذج مركبة. 2 – جهاز آفوميتر. 3 – جهاز عرض الإشارة (Oscilloscope).	– أسلاك.

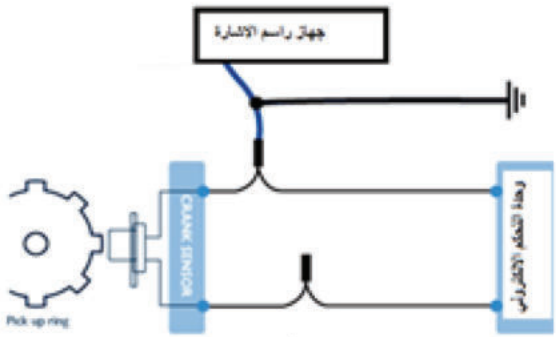
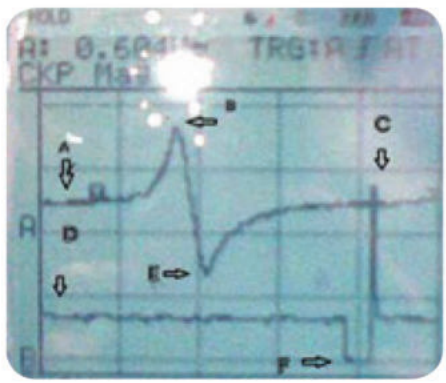
الأنشطة العملية

- تتبع الوصلات الكهربائية بين وحدة الـمُرسِل ووحدة مُبيِّن سرعة المركبة الإلكتروني.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أستبدل وحدة الـمُرسِل.			
2	أعيد توصيل الوصلات الميكانيكية والكهربائية.			
3	أتأكد من أن الـمُبيِّن يعمل بشكل جيدًا.			
4	أتعرّف وحدة الـمُرسِل.			
5	أستبدل وحدة الـمُرسِل.			
6	أعيد توصيل الوصلات الميكانيكية والكهربائية.			
7	أتأكد من أن الـمُبيِّن يعمل بصورة جيدة.			

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1- أعدّ خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، مراعيًا شروط السلامة والصحة المهنية وقوانينهما.	الشكل (1)
2- أمّن منطقة العمل جيدًا، مُتأكِّدًا من خلو منطقة العمل من أية خطورة مهنية.	الشكل (2)
3- حدِّد موضع حساس مُبيِّن سرعة دوران المحرك وهو غالبًا ما يقع بين المحرك وناقل الحركة، كما في الشكل (1).	 الشكل (3)
4- حدد موضع مبين سرعة المركبة الإلكتروني على لوحة القيادة، كما في الشكل (2).	
5- وصِّل جهاز راسم الإشارة بالحساس، كما في الشكل (3).	
6- شغل المركبة دقائق معدودات، ثم راقب الإشارة الصادرة عن الحساس، كما في الشكل (4). إذا صدرت إشارة مختلفة عن الموجودة في الشكل، فاستبدل الحساس ثم أعد الفحص.	 الشكل (4)

الأنشطة العملية

- استبدل حساس مُبيِّن سرعة دوران المحرك لمركبة أُخرى، تحت إشراف المعلم.

التقويم الذاتي

دوّن خطوات العمل التي نفذتها عَبْرَ التمرين في المشغل، مُحدِّدًا مستوى الأداء لكل من الخطوات التي نفذتها في أثناء التمرين، وَفْقًا للجدول الآتي:

الرقم	خطوات العمل	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أحدد موضع حساس مُبيِّن سرعة دوران المحرك.			
2	أفحص البطارية.			
3	أوصل جهاز راسم الإشارة على الحساس.			
4	أشغل المركبة.			
5	أراقب الإشارة الصادرة عن الحساس.			

الأعطال العملية

أعطال مُبيِّنات درجة الحرارة

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المُبيِّن عن العمل	قصر أو خلل في الدارة الكهربائية.	تفقد المصهر وأسلاك الدارة الكهربائية وتصليحها.
	تلف وحدة المُرسِل.	استبدال وحدة المُرسِل.
	تلف وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المُبيِّن.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ضعف أو قطع في التوصيلات الكهربائية لوحدة المُبيِّن.	تفقد جميع الوصلات جميعها ونقاط التوصيل في الدارة الكهربائية وإجراء الصيانة العامة اللازمة لها.
	عطل في الملفات في وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المبين.
	عطل في وحدة المُرسِل.	استبدال وحدة المرسل.
مصباح التحذير لدرجة الحرارة لا يعمل	ضعف التوصيلات الكهربائية للمصباح.	تفقد التوصيلات الكهربائية للمصباح وتصليحها.
	تعطل المصباح.	استبدال المصباح.
	تلف وحدة المرسل.	استبدال وحدة المرسل.

أعطال مُبيِّنات الشحن والتفريغ

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المُبيِّن عن العمل	فصل أو تماس في الدارة الكهربائية. عُطل في وحدة المبين.	تفقد التوصيلات الكهربائية وصيانتها. استبدال وحدة المُبيِّن.
قراءة المؤشر غير صحيحة	عُطل في دارة التوليد. فُقدان في التوصيلات الكهربائية من المركم. عُطل في المُبيِّن.	تفقد دارة التوليد والشحن وصيانته. تفقد التوصيلات الكهربائية من البطارية وصيانتها. استبدال المُبيِّن.
توقف المصباح عن العمل	حدوث فصل في الدارة الكهربائية. تعطل المصباح.	تفقد الأسلاك الكهربائية وصيانتها. تغيير المصباح.
استمرار إضاءة المصباح	حدوث تماس في الدارة الكهربائية. حدوث عطل في دارة التوليد	تفقد الأسلاك الكهربائية وصيانتها. تفقد دارة التوليد وصيانتها.

أعطال مُبيِّن سرعة المركبة

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف المُبيِّن الميكانيكي عن العمل	فصل في الكبل المرن.	تثبيت الكبل المرن أو استبداله.
	تلف في وحدة المُرسِل.	تغيير وحدة المُرسِل.
	تلف وحدة المستقبل.	تغيير وحدة المستقبل.
قراءة المُبيِّن غير صحيحة	ارتخاء وحدة المُرسِل.	تفقد وحدة المُرسِل وصيانتها وتثبيتها.
	ارتخاء الكبل المرن.	تفقد الكبل المرن وتثبيته جيدًا.
توقف المُبيِّن الإلكتروني عن العمل	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وصيانتها.
	تلف وحدة المُرسِل.	استبدال وحدة المرسل.
	تلف وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المبين.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ارتخاء الوصلات الكهربائية أو اتساخها.	تنظيف المرابط وشد الوصلات الكهربائية.
	ارتخاء وحدة المُرسِل.	تفقد وحدة المُرسِل وتثبيتها جيدًا.
	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة.

أعطال مُبيِّن ضغط زيت المحرك

العطل	السبب	طرائق التصليح
توقف مصباح التحذير الخاص بضغط زيت المحرك عن العمل	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وتصليحها.
	تلف التلامسات داخل حساس مصباح تحذير ضغط الزيت .	استبدال الحساس.
	تلف مصباح تحذير ضغط الزيت.	استبدال مصباح التحذير.
مصباح ضغط زيت المحرك يضيء باستمرار	حدوث مشكلة في التلامسات في وحدة المرسل.	استبدال وحدة المرسل.

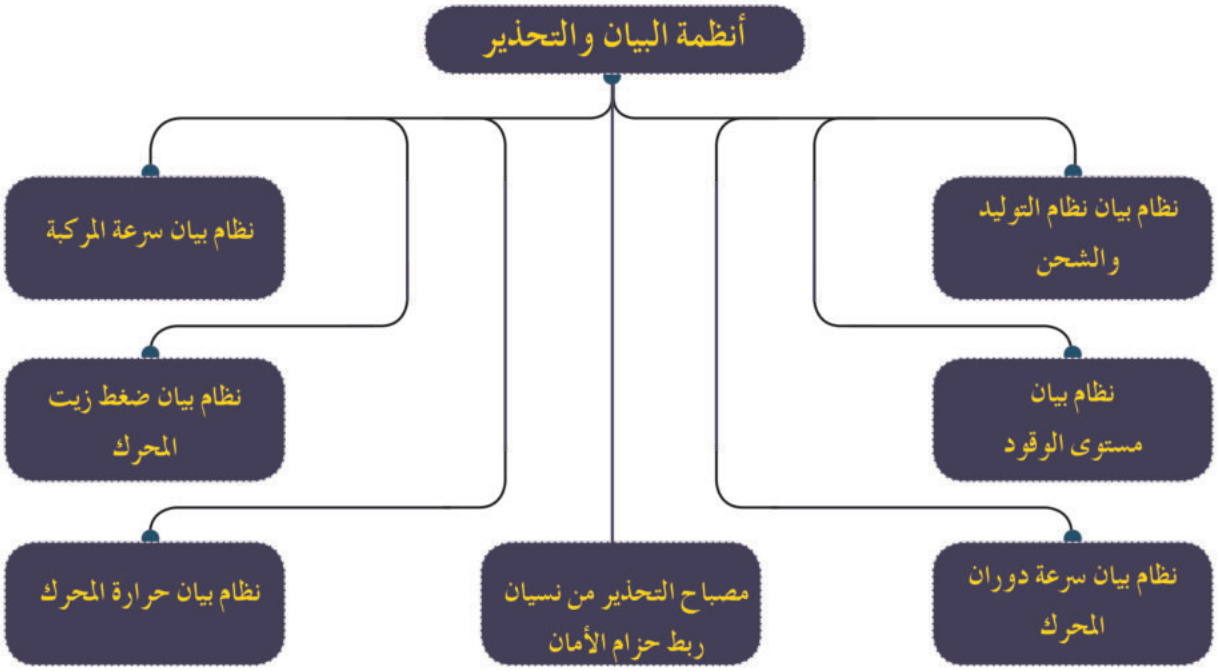
أعطال مُبيِّن سرعة دوران المحرك

العطل	السبب	طرائق الإصلاح
توقف المُبيِّن الميكانيكي عن العمل	تلف وحدة المُرسِل.	تغيير وحدة المُرسِل.
	خروج الكبل المرن من موضعه.	إعادة توصيل الكبل المرن.
	قطع في الكبل المرن.	تغيير الكبل المرن.
	تلف وحدة المُبيِّن.	تغيير وحدة المُبيِّن.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ارتخاء وحدة المُرسِل.	تفقد وحدة المُرسِل وصيانتها.
	ارتخاء الكبل المرن.	تفقد الكبل المرن وتثبيته جيدًا.
توقف المُبيِّن الإلكتروني عن العمل	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وإجراء الصيانة اللازمة.
	تلف وحدة المُرسِل.	استبدال وحدة المرسل.
	تلف وحدة المُبيِّن.	استبدال وحدة المبين.
قراءة المؤشر غير صحيحة	ارتخاء الوصلات الكهربائية أو اتساخها.	تنظيف المرابط وشد الوصلات الكهربائية.
	ارتخاء وحدة المُرسِل.	تفقد وحدة المُرسِل وتثبيتها.
	قصر أو فصل في الدارة الكهربائية.	تفقد الأسلاك الكهربائية في الدارة وصيانتها.

أعطال الدارة الكهربائية لمصباح التحذير من نسيان ربط حزام الأمان

العطل	السبب	طرائق التصليح
إضاءة مصباح حزام الأمان بصورة مستمرة	ارتخاء الوصلات الكهربائية.	تنظيف المرابط وشد الوصلات الكهربائية.
	تماس في دارة المصباح.	تفقد الوصلات الكهربائية للنظام وتصليحها.
	خلل في نقطة ارتباط حزام الأمان تجعل الدارة دائمًا مغلقة.	تصليح الخلل في نقطة ارتباط حزام الأمان أو استبدال الجزء التالف منه.
عدم إضاءة مصباح حزام الأمان	تلف نقاط التلامس في لسان حزام الأمان.	تفقد لسان حزام الأمان أو استبدال الجزء التالف منه.
	تلف في المصباح.	استبدال المصباح.
	حدوث خلل في نقطة ارتباط حزام الأمان تجعل الدارة دائمًا مفتوحة.	تصليح نقطة ارتباط حزام الأمان أو استبدالها
	تلف المرحل	استبدال المرحل

الخرائط المفاهيمية



أسئلة الدرس النظرية

القياس والتقويم

★★★★

1 – اذكر وظيفة كل من:

أ – مُبيِّن تيار الشحن:

ب– الـمُرسِلات:

جـ– مُبيِّن سرعة دوران المحرك:

2 – فسر الحالتين الآتيتين:

أ – ظهور علامة ساخن (**H**) على تدريج مُبيِّن درجة الحرارة باستمرار.

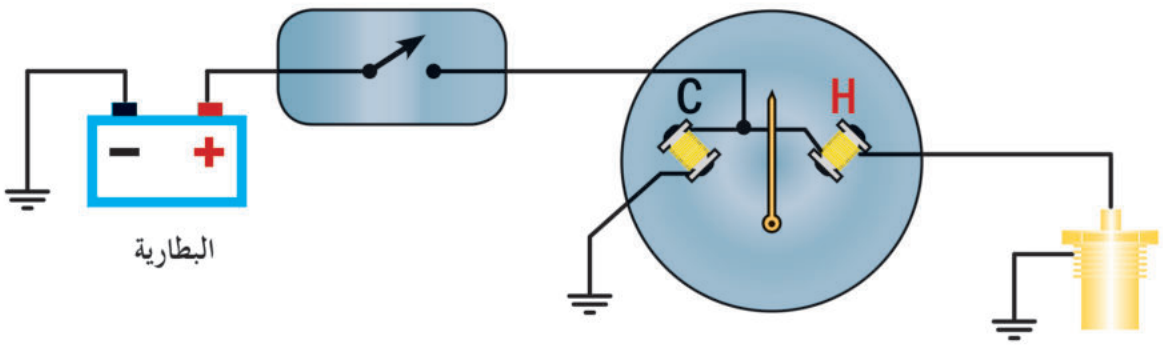
ب – وجود الحجاب الحاجز في مُبيِّن ضغط الزيت.

3 – اشرح مبدأ عمل النظامين الآتيين:

أ – مُبيِّن ضغط الزيت ذو الملفين.

ب – مُبيِّن سرعة المركبة الميكانيكي.

4 – تأمل الشكل الآتي، ثم أجب ما يليه:



أ – ماذا يمثل هذا النظام؟

ب– اشرح مبدأ عمله.

مسرد المصطلحات

Acceleration System	نظام التسريع (التعجيل)
Air Cooling System	نظام التبريد الهوائي
Ammeter	جهاز قياس التيار
Battery	بطارية
Battery Voltage	فولتية البطارية
Cable	كبل
Cam Shaft	عمود الحدبات
Carburetor	المغذي
Charging Circuit	دارة الشحن
Charging Indicator	مُبيِّن الشحن
Cold Start Operating System	نظام التشغيل البارد
Compression Stroke	شوط الضغط
Connecting Rod	ذراع التوصيل
Coolant Temperature	درجة حرارة سائل التبريد
Coolant Temperature Sensor	مجس درجة حرارة سائل التبريد
Cooling Fan	مروحة التبريد
Cooling System	نظام التبريد
Crank Shaft	عمود المرفق
Crankshaft Position Sensor	مجس عمود المرفق
Cylinder Block	كتلة الأسطوانة
Cylinder Head	رأس المحرك
Dashboard	لوحة العدّادات (التابلو)
Deflection	انحراف
Diagram	مخطط
Electronic Control Unit	وحدة التحكم الإلكترونية

Empty	فارغ
Engine Coolant	سائل تبريد المحرك
Engine Coolant Temperature Gague	عدّاد درجة حرارة تبريد المحرك
Engine Oil	زيت المحرك
Engine Tachometer	مقياس سرعة دوران المحرك (تاكوميتر)
Exhaust Stroke	شوط العادم
Fan	مروحة
Fan Belt	سير المروحة
Fins	زعانف
Flywheel	الحذافة
Fuel Gauge	مقياس الوقود (عدّاد الوقود)
Fuel Pipeline	أنابيب الوقود
Fuel Tank	خزان الوقود
Fuel Filter	مصفي الوقود
Fuse	مصهر (فيوز)
Generation And Charging System	نظام التوليد والشحن
Generator Indicator Light	ضوء مؤشر المولّد
Heat	حرارة
Heater	ملف حراري
High-Speed System	نظام السرعة الكبيرة
Idling Speed	نظام السرعة الحرة
Ignition Coil	ملف الإشعال
Ignition Key	مفتاح الإشعال
Indicator	مؤشر
Injectors	البخاخات
Instrument Cluster	مجموعة لوحة القيادة

Intake Stroke	شوط السحب
Internal Combustion Engine	محرك الاحتراق الداخلي
Knock Sensor	مجس الطرق
Lubrication System	نظام التزييت
Manifold Absolute Pressure	مجس الضغط المطلق
Mechanical Fuel Pump	مضخة الوقود الميكانيكية
Mechanical Type Tachometer	مقياس السرعة الميكانيكي
Meter	عدّاد
Meter Panel	لوحة العدّادات
Odometer	عدّاد المسافات المقطوعة (عدّاد المسافات)
Oil Filter	مرشح الزيت
Oil Pan	وعاء الزيت
Oil Pressure Indicator Light	ضوء مؤشر ضغط الزيت
Oil Pressure Warning Own	التحذير من نقصان ضغط الزيت
Oil Pump	مضخة الزيت
Oil Stick	مقياس مستوى الزيت
Oil Strainer	مصفاة الزيت
Operation Swith	مفتاح التشغيل
Over Lap	فترة الأرجحة
Oxygen Sensor	مجس الأكسجين
Parking Sensor System	نظام مجسات اصطفاف المركبات
Piston	المكبس
Positive Terminal	الطرف الموجب (+)
Power Stroke	شوط القدرة
Pressure Regulator	منظّم الضغط
Radiator	المشع

Radiator Cap	غطاء المشع
Regulator	منظّم
Reservoir	خزان
Resistor	مقاومة
Revolution per minute (RPM)	دورة في الدقيقة
Safety	أمان
Seat Belt	حزام أمان
Seat Belt Reminder Light	ضوء منبه حزام الأمان
Seat Belt Tatch Plate	حزام الأمان اللساني
Seat Belt Unfastened	حزام الأمان غير مستخدم
Signal	إشارة
Skid	انزلاق
Speed Meter	عدّاد السرعة
Speed Signal	إشارة السرعة
Switch	مفتاح
Techometer	مقياس السرعة (تاكومتر)
Temperature	درجة الحرارة
Temperature Gauge	مقياس الحرارة
Temperature Variation	تغيّر درجات الحرارة
Thermostat	المنظّم الحراري
Throttle Body	جسم الخانق
Throttle Position Sensor	مجس وضع قرص الخانق
Throttle Valve	صمام الخانق
Transmission	ناقل حركة
Transmission Case	صندوق ناقل الحركة
Transmitting Gear	تروس ناقل الحركة

Turn	دوران
Unfasten	فكّ الحزام
Vehicle	مركبة
Voltage Regulator	منظّم فولتية
Warning Light	ضوء تحذير
Water Cooling System	نظام التبريد المائي
Water Hoses	الخراطيم
Water Jacket	جيوب التبريد
Water Pump	مضخة الماء

تم بحمد اللّٰہ تعالی