١٢

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

# كهرباءُ السَّيّارات

## (نظري وعملي)

## المسار المهني - الفرع الصِّناعِيّ

## رزمة تعليمية - غزة


فريق التّأليف:

م. شادي زيدان (منسقاً)  م. محمد أشقر  م. عبد الرحيم شلودي

م. ماهر يعقوب

# الوَحدة الأولى

## نظام إدارة المحرّك إلكترونياً
## (Electronic engine management system)

**أتأمل ثم أناقش:**

**التحكم الإلكتروني بالمحرّك يرفع من كفاءته وأدائه في مختلِف ظروف التشغيل.**

يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على **تحديد أهمية التحكم الإلكتروني بنظام إدارة المحرّك**، من خلال الآتي:

1. تحديد أهمية المجسّات الفعّالة.
2. التمييز بين أنواع المجسّات المختلِفة.
3. التمييز بين أنواع المفعّلات المختلِفة.
4. صيانة وَحدة التحكم الإلكترونية.
5. تحديد مكونات نظام الإشعال، وأهميته في نظام إدارة محرّك البِنزين.

# الكفايات

**الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع محتوياتها، وأنشطتها:**

## أولاً- الكفايات الاحترافية (الاختصاص):

القدرة على:

1. صيانة المجسّات الفعّالة، وأهميتها في نظام إدارة المحرّك.
2. التمييز بين المجسّات المختلِفة المستخدمة في المركبات.
3. التمييز بين أنواع المفعّلات المختلِفة، وعلاقتها بوَحدة التحكم.
4. التمييز بين أنواع وَحدات التحكم الإلكترونية المختلِفة.
5. أحدّد مكونات نظام الإشعال، والتعامل معها.

## ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

1. المحافظة على خصوصية الشركات، وأسرارها.
2. التعامل بمصداقية.
3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة.
4. القدرة على التواصل الفعّال.
5. القدرة على الاستماع.
6. قدرة الحصول على المعلومة من الزبون.
7. القدرة على التأمُّل الذاتي.

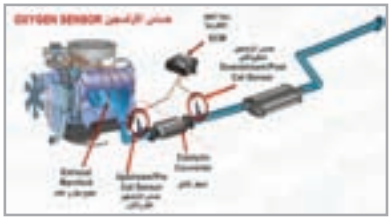
## ثالثاً- الكفايات المنهجية:

1. العمل التعاوني.
2. الحوار والمناقشة.
3. العصف الذهني (استمطار الأفكار).
4. القدرة على البحث.

## قواعد الأمن والسلامة:

1. معاينة التجهيزات باستمرار أثناء العمل.
2. استخدام عدد تحقُّق متطلبات الأمن والسلامة.
3. وضع العِدَد في المكان المخصص لها.
4. عدم استخدام العِدَد إلّا للغرض المخصص لها.
5. وجوب توفر أجهزة القياس والمعدّات اللازمة؛ لإجراء الفحوص، والاختبارات المهمّة.
6. أتأكّد من وجود المواد العازلة على الأجهزة، والعِدَد، وكسوتها بغلاف واقٍ في حالة عدم وجوده عليها.
7. الاختبار الدوري لوسائل الحماية؛ للتأكّد من صلاحِيَتها، وخلوها من الأعطال.
8. ارتداء ملابس العمل، واستخدام معدّات الوقاية الشخصية أثناءه داخل المشاغل، أو خارجها.
9. إبعاد المواد سريعة الاشتعال (الغازات، والكيماويات...، وغيرها) عن مواقع الأجهزة الكهربائية؛ خوفاً من حدوث الحرائق.
10. توفير أجهزة إطفاء الحريق، ومعدّاته المناسبة، وتوزيعها بشكل يغطي جميع أماكن العمل، وخاصة الخطرة منها.
11. عدم لبس الخواتم، والساعات، والجواهر عند العمل قرب الدوائر الكهربائية.
12. التأكّد المستمر من نظافة أرضية المشغل، وخلوها من الزيوت، والشحوم، وغيرها من المواد التي قد تسبّب ضرراً للمتدربين أثناء عملهم داخل المشغل.
13. وجوب توفير حقيبة إسعافات أولية.

# المجسّات الفعّالة



**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى مشغل كهرباء السيارات في إحدى المدارس الصناعية، طالباً تعريفه بأنواع مجسّات إدارة المحرّك، وتحديد المقصود بالمجسّات الفعّالة.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من صاحب المركبة عن: المعلومة التي يريدها بالنسبة للمجسّات، وأنواعها.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• مفهوم المجسّات الفعّالة.<br>• مجسّات إدارة المحرّك.<br>• أهم المجسّات، وأماكن تركيبها.<br>• فحص المجسّات، وتحديد صلاحِيَتها. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخططات).<br>- التكنولوجيا (مواقع إلكترونية ذات مصداقية، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (المجسّات الفعّالة).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |
| أنفّذ | - أنجز مهمة تحديد مكان تركيب المجسّات الآتية، وأفحصها، الشكل (1):<br>• مجسّ عمود المرفق.<br>• مجسّ عمود الكامات.<br>• مجسّ الطُّرُق.<br>• مجسّ الأكسجين. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أتحقّق من | - أحدّد مكان تركيب كلّ مجسّات إدارة المحرّك.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من صاحب المركبة. | - التعلم التعاوني.<br>- البحث العلمي.<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، صور لمحرّكات سيارات).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة لمحرّكات المركبات).<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، فحص المجسات الفعالة واستبدالها).<br>- أعرض ما تم انجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ مجسّ من المجسّات الفعّالة.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (المجسّات الفعّالة). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

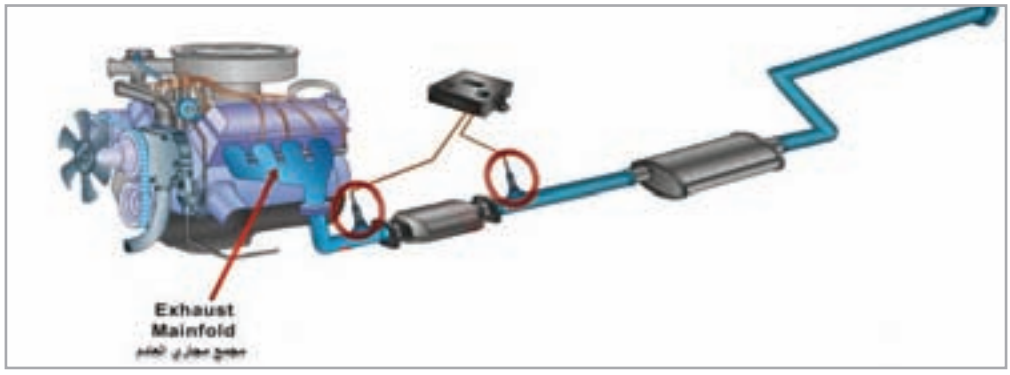
شكل (1): المجسّات الفعّالة في نظام إدارة المحرّك

**الأسئلة:**

1. ما المقصود بالمجسّات الفعّالة؟
2. أذكر عدداً من المجسّات الفعّالة المستخدمة في نظام إدارة المحرّك.

## أتعلّم:

**نشاط:** من خلال الصورة الآتية، أحدّد نوع المجسّ، وأهميته.




### المجسّات الفعّالة (active sensor):

تعمل المجسّات على مراقبة ظروف تشغيل المحرّك المختلِفة، وإرسال المعلومات على شكل إشارات كهربائية إلى وَحدة التحكم الإلكترونية، وبعض المجسّات تُصنّف تحت المجسّات الفعّالة التي تعتمد على قدرتها الذاتية في توليد الإشارات الكهربائية، ولا تحتاج إلى قدرة خارجية (فولت أو تيار)، وتعتمد الإشارة المرسلة إلى وَحدة التحكم على نوع المجسّ، ومبدأ عمله، ومن الأمثلة عليها: مجسّات السرعة، ومجسّات الأكسجين، وغيرها من المجسّات.

### 1- مجسّ سرعة دورات المحرك وموقع عمود المرفق:

يعمل هذا المجسّ على تزويد وَحدة التحكم الإلكترونية لنظام إدارة المحرّك بإشارات كهربائية تدل على سرعة دوران المحرّك، ووضعية عمود المرفق، حيث تعمل وَحدة التحكم، بناءً على هذه المعلومات، بالتحكم بزمن حقن الوقود، وتوقيت الإشعال.

يُركّب هذا المجسّ أمام حلقة مسننة مثبّتة على الحذافة (الفراويل)، أو على بكرة عمود المرفق، وَفق نوع المركبة.

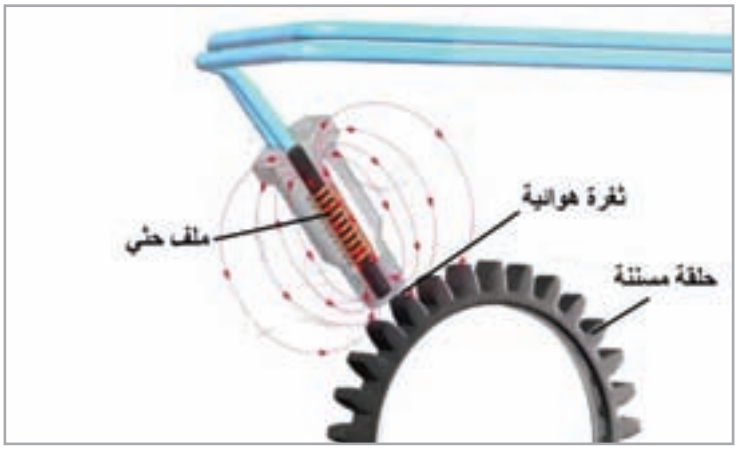
شكل(2): مجسّ سرعة المحرّك

شكل (3): مكان تركيب مجسّ سرعة دوران المحرّك

## مبدأ العمل:

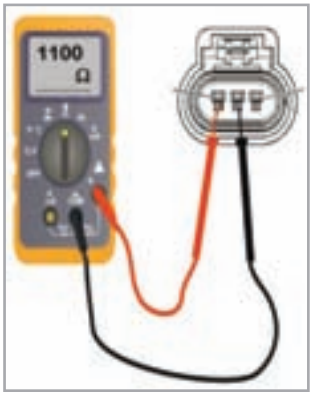
عندما تدور الحلقة المسننة المتصلة مع عمود المرفق أمام المجسّ، فإنّ الثغرة الهوائية بين أسنان الحلقة والمجسّ تتغير، فعندما يكون السن مقابل المجسّ، تتولد إشارة كهربائية ناتجة عن التغير في الفيض المغناطيسي المتشكل بالملف الحثّي للمجس، وعندما تتباعد الأسنان يؤدي إلى التغير في الإشارة الكهربائية؛ ما يجعلها إشارة متغيرة جيبية، أو مربعة، طبقاً لمبدأ العمل الذي يعتمد عليه المجسّ.

يوجد على الحلقة المسننة نقطة مرجعية، هي عبارة عن فراغ لا يحتوي على أسنان، فعند اقتراب الفراغ أمام المجسّ، لا تتشكل إشارة كهربائية واردة إلى وَحدة التحكم، وهذا يمثل وضعية مكبس الأسطوانة رقم واحد عند النقطة الميتة العليا في نهاية شوط الضغط، وبداية شوط القدرة.




شكل (4): مبدأ عمل مجسّ سرعة المحرّك

## فحص مجسّ سرعة المحرّك:




- فحص مقاومة المجسّ، باستخدام ساعة الملتميتر، حيث تتراوح القراءة من 500 إلى 1500 أوم، وقد تصل إلى 2500 أوم، أو وَفق تعليمات المنتج.

- إذا كان نوع المجسّ يعتمد مبدأ هول، ولديه ثلاث أطراف، يتمّ قياس فولتية تغذية ملف المجسّ باستخدام ساعة الملتميتر.

- استخدام لمبة الفحص (LED Tester) بفحص الإشارة الكهربائية الصادرة من المجسّ، حيث يتمّ توصيل اللمبة مع خط الإشارة، وإدارة محرّك المركبة، وملاحظة وميض اللمبة.

## 2- مجسّ موضع عمود الكامات (Cam shaft position sensor) (CPS):

شكل (5): مجسّ عمود الكامات

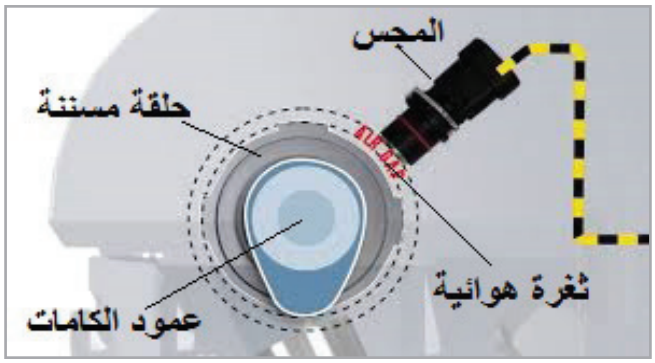
يعمل هذا المجسّ على إرسال إشارة كهربائية إلى وَحدة التحكم، تدل على وضع عمود الحدبات (الكامات)؛ لتحديد وقت فتح الصِّمامات.

يُركّب مجسّ عمود الحدبات (الكامات) أمام حلقة مسننة مثبّتة على عمود الكامات.

شكل (6): مكان تركيب مجسّ عمود الكامات

### مبدأ العمل:

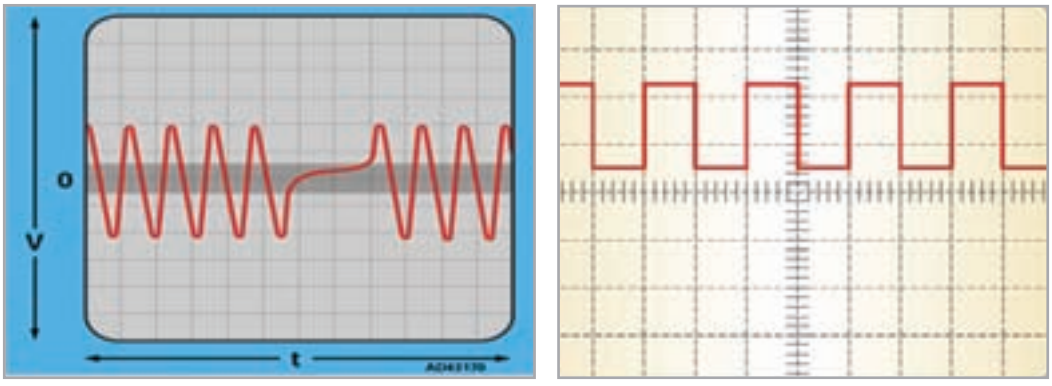
عندما يدور عمود الكامات، يولد المجسّ نبضة كهربائية ناتجة عن حركة الحلقة المسننة أمام المجسّ، وتستخدم وَحدة التحكم هذه النبضة في تحديد مكان عمود الكامات، ثمّ التحكم بعمل نظامَي الإشعال، وحقن الوقود.




شكل (7): مبدأ عمل مجسّ عمود الكامات

### شكل إشارة مجسّ سرعة دوران المحرّك، ومجسّ عمود الكامات:

تولّد مجسّات رصد سرعة الدوران، سواء لعمود المرفق، أو عمود الكامات المستخدمة في المركبات، إشارةً كهربائيةً على شكل موجة جيبية، أو موجة مربعة، طبقاً لنوع المجسّ المستخدم، ومبدأ عمله.




شكل (8): شكل إشارة مجسّات السرعة

### 3- مجسّ الطَّرْق في المحرّك (Knock sensor):

شكل (9): مجسّ الطُّرُق

يتحسس مجسّ الطُّرُق الارتجاجات الصوتية في محرّكات البنزين، حيث يرسل نبضة كهربائية إلى وَحدة التحكم التي يُستدلّ من خلالها حدوث ظاهرة الطرق في إحدى أسطوانات المحرّك، (وهي حدوث اشتعال مبكر للمزيج، ينتج عنه أصوات وإجهادات داخلية)، وعندها تعمل وَحدة التحكم على معالجة هذه الظاهرة؛ خوفاً من تلف المحرّك، من خلال التحكم بتوقيت الحقن، والإشعال.

يُركّب المجسّ مباشرة على جسم المحرّك مقابل الأسطوانة رقم ثلاثة، وغالباً ما يكون مجسّ طرق واحداً للمحرّك ذي أربع أسطوانات، وقد يُستخدم أكثر من مجسّ طرق في المحرّكات الأكثر من أربع أسطوانات.

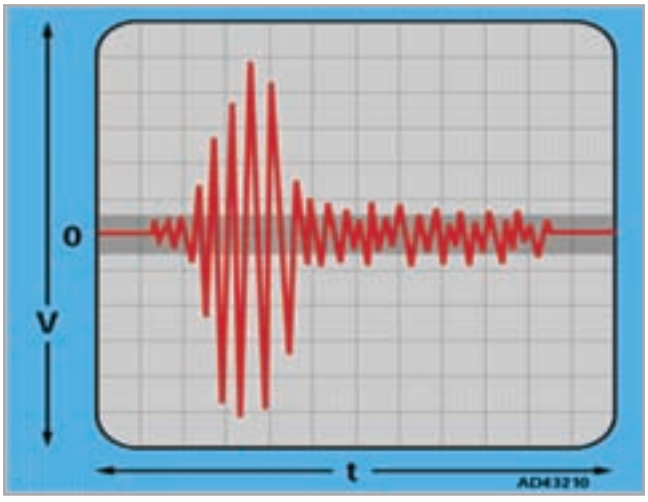
شكل (10): مكان تركيب مجسّ الطَّرْق

## مبدأ العمل:

يقوم مبدأ عمله على توليد نبضة كهربائية ناتجة عن تحسس أصوات الانفجارات الداخلية، وتتابعها في أسطوانات المحرّك، ويرسل هذه الإشارة إلى وَحدة التحكم الإلكترونية.

## شكل إشارة مجسّ الطَّرْق:

هي عبارة عن نبضات كهربائية متولّدة، ناتجة عن التغير في الأصوات المرصودة داخل أسطوانات المحرّك.




شكل (11): إشارة مجسّ الطَّرْق

## 4- مجسّ الأكسجين (oxygen sensor):

شكل (12): مجسّ الأكسجين

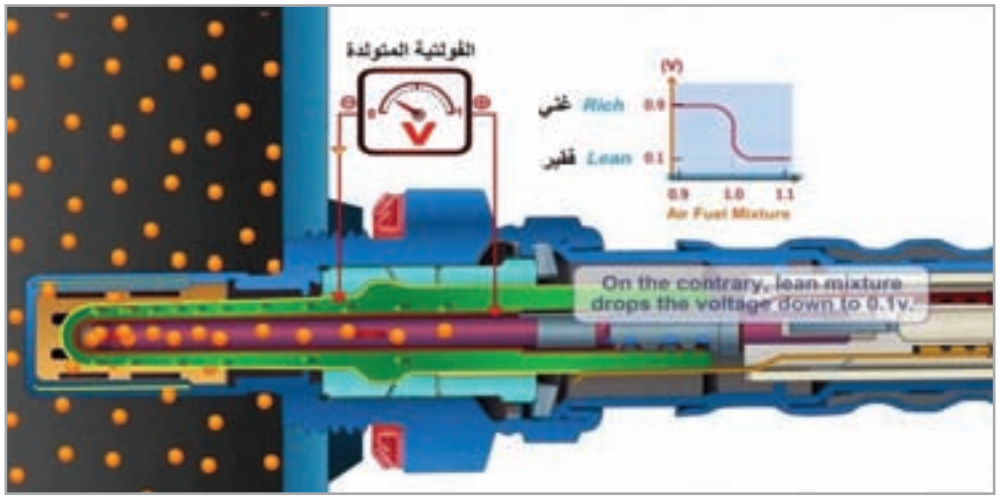
يُسمّى أيضاً مجسّ العادم، حيث يقيس كمية الأكسجين الخارجة مع غازات العادم، حيث إنّ كمية الأكسجين الناتجة في العادم تُعَدّ مؤشراً جيداً عن نسبة الهواء للوقود (غنياً، أو فقيراً).

يثبت مجسّ الأكسجين في مجاري العادم، أو مجمعها، وفي بعض أنواع المركبات، يكون أكثر من مجسّ أكسجين مثبّت على ماسورة العادم.

شكل (13): مكان تركيب مجسّ الأكسجين

### مبدأ العمل:

يكون الجزء الداخلي لمجسّ الأكسجين معرِضاً للغازات العادمة، والجزء الخارجي معرِضاً للهواء الجوي، ويُصنع قالب المجسّ من السراميك الخاص المغطى بالبلاتينيوم، القادر على إنتاج فولتية تتناسب طردياً مع فرق نسبة الأكسجين بين طرفَي السراميك عند وصولها إلى درجة حرارة معينة، ولتحسين أداء المجسّ، وإدخاله في العمل بشكل أسرع، أضيف إليه مقاومة تسخين داخل الغلاف المعدني، ويزوّد بجهد البطارية.




شكل (14): مبدأ عمل مجسّ الأكسجين

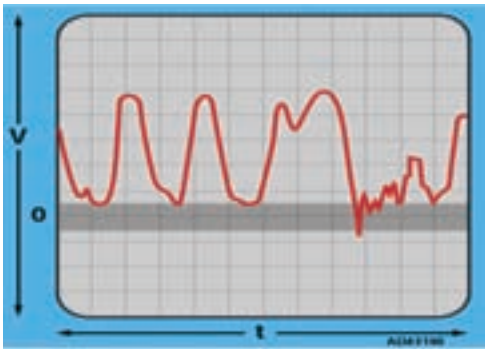
## حالات عمل مجسّ الأكسجين:

عندما يكون المجسّ بارداً، لا يُنتِج أيّ فولتية، وبالتالي يعمل المحرّك بانتظام، بناءً على المعلومات المبرمجة في وَحدة التحكم، ولكن عندما ترتفع حرارته، يعمل المجسّ على توليد جهد يتناسب مع الفرق في نسبة الأكسجين، عندها تعمل وَحدة التحكم على ضبط عمل المحرّك، وَفق الإشارة الواردة من المجسّ.

- **مزيج فقير:** يقلّل وجود كمية كبيرة من الأكسجين في غازات العادم من مقدار فرق التركيز في الأكسجين بين طرفَي قطعة السراميك، ووجود كمية قليلة من أيونات الأكسجين تؤدي إلى هبوط جهد المجسّ من (0.1 - 0.3) فولت، فتصدر وَحدة التحكم أمراً بزيادة مقدار زمن فتح البخّاخ؛ لزيادة كمية الوقود، وهكذا يحافظ المحرّك على نسبة ثابتة من الهواء والوقود.
- **مزيج غني:** وجود كمية قليلة من الأكسجين في غازات العادم تؤدي إلى وجود فرق كبير في مستوى تركيز الأكسجين على جانبَي قطعة السراميك، وتنساب أيونات الأكسجين السالبة (الإلكترونات) خلال قطعة السراميك، مولّداً جهداً مقداره حوالي (0.7 - 1) فولت، يُرسَل إلى وَحدة التحكم، وبناءً عليه، تقوم بتقليل زمن فتح البخّاخ، فيؤدي إلى تقليل كمية الوقود في المزيج.

## شكل إشارة مجسّ الأكسجين:

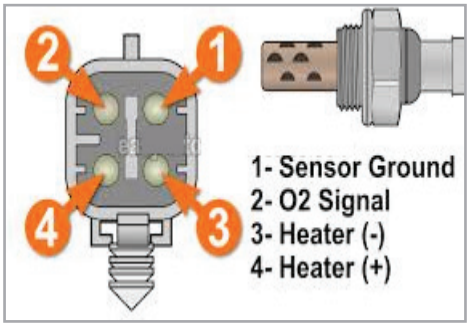
ينتج فرق جهد متغير يتراوح بين (0.1 - 0.9) فولت، تبعاً لكمية الأكسجين في الغازات العادمة.




شكل (15): إشارة مجسّ الأكسجين

## فحص مجسّ الأكسجين:

- فحص مقاومة سلك التسخين (heater) على طرفَي المجسّ، وفحص الفولتية الواصلة على طرفَي الفيشة (فولتية المصدر).
- فحص الإشارة المتولّدة، وهي فولتية متغيرة من (0 –1) فولت عند عمل المحرّك، وتقاس براسم الإشارة، أو ساعة قياس الجهد.



**الأسئلة:**

1. ما أهمية مجسّ سرعة دوران المحرّك؟
2. أحدّد مكان تركيب مجسّ الطُّرُق.
3. أشرح مبدأ عمل مجسّ الأكسجين.

# المجسّات الخاملة

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب سيارة إلى مشغل كهرباء السيارات في إحدى المدارس الصناعية، ولديه مجسّ حرارة المحرّك، طالباً تحديد أهمية هذا المجسّ، وبيان المقصود بالمجسّات الخاملة.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: المعلومة التي يردها بخصوص المجسّات وأنواعها.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• أهم المجسّات الخاملة.<br>• مجسّات الحرارة، وطرق فحصها، والتعامل معها.<br>• مجسّ قياس كمية الهواء الداخل.<br>• مجسّات الضغط، وأهميتها، وأنواعها، ومبدأ عملها.<br>• مجسّ وضعية صَمام الخنق، ومجسّ دوّاسة الوقود. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخططات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (المجسّات الخاملة).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أنفّذ | - أنجز مهمة تحديد مكان تركيب مجسّات في نظام إدارة المحرّك، وطريقة فحصها، شكل (1)، ومن أهمها:<br>• مجسّ حرارة المحرّك.<br>• مجسّ كمية الهواء الداخل.<br>• مجسّ الضغط المطلق داخل مجاري السحب.<br>• مجسّ ضغط الوقود.<br>• مجسّ وضعية صَمام الخنق.<br>• مجسّ دوّاسة الوقود. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة لمحرّكات المركبات).<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات. |
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت<br>- حاسوب. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، فحص المجسات الخاملة واستبدالها).<br>- أعرض ما تم انجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ مجسّ من المجسّات الخاملة.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (المجسّات الخاملة). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني.<br>- مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات، للمعايير، والمواصفات. |

شكل (1): بعض المجسّات الخاملة

**الأسئلة:**

1. ما الغاية من استخدام مجسّ الحرارة في المحرّك؟
2. من وجهة نظرك، ما المقصود بالمجسّات الخاملة؟

## أتعلّم:

**نشاط:** من خلال الصورة الآتية، أحدّد نوع المجسّ، وأهميته في المركبة.

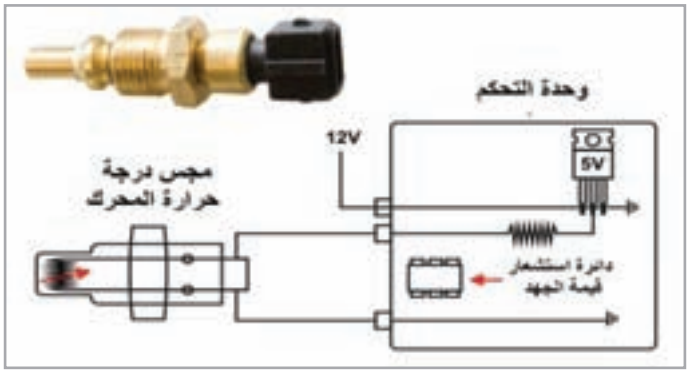
### المجسّات الخاملة (Passive sensors):

تطلق المجسّات الخاملة على المجسّات التي تعتمد على مصدر خارجي للقدرة؛ لإرسال إشارة إلى وَحدة التحكم، (حيث تقوم وَحدة التحكم بتزويدها بالفولتية المناسبة؛ لتتمكن من إكمال عملها)، وتُسمّى الفولتية المرجعية، ومن الأمثلة عليها: مجسّ درجة الحرارة، ومجسّ صَمام الخانق، وغيرها من المجسّات.

### أولاً- مجسّات الحرارة:

تُعَدّ مجسّات الحرارة من المقاومات الحرارية (thermistors) التي تتكون من مادة شبه موصلة، تتغير مقاومتها بتغير درجة الحرارة، وتقوم وَحدة التحكم الإلكترونية بإرسال جهد مرجعي مقداره 5 فولت إلى المجسّ، حيث تنخفض القيمة في أثناء مروره في المقاوم الحراري، ومن هنا تتمّ معالجة هذه القيمة داخل وَحدة التحكم الإلكترونية؛ ليتبين مقدار درجة الحرارة.

وفيما يأتي مجسّات الحرارة المستخدمة في المركبات من النوع ذي المعامل الحراري السالب (NTC)، حيث تقلّ المقاومة للمقاوم الحراري بازدياد درجة الحرارة.




شكل (2): مجسّات الحرارة

## 1 - مجسّ درجة حرارة الهواء (air temperature sensor):

شكل (3): مجسّ حرارة الهواء

يقوم مجسّ درجة حرارة الهواء بقياس درجة حرارة الهواء الداخل إلى مجمع مجاري السحب، ويُعَدّ من المجسّات الخاملة، حيث يعتمد على فولتية مرجعية قادمة من وَحدة التحكم، وتتغير الفولتية المرسلة من المجسّ، طبقاً لتغير بدرجة حرارة الهواء الداخل.

يُركّب المجسّ على مجاري السحب، أو في غطاء فلتر الهواء، وقد يُركّب ككتلة واحدة مع مجسّ كمية الهواء الداخل (MAF)، أو مجسّ الضغط داخل مجاري السحب (MAP).

شكل (4): مكان تركيب مجسّ حرارة الهواء

### مبدأ العمل:

تتغيّر مقاومة حرارية من نوع (NTC) عكسياً بتغير درجة الحرارة، ومن خلال التغير في المقاومة، تحدّد وَحدة التحكم مقدار درجة حرارة الهواء الداخل، وبما أنّ كثافة الهواء تختلف في حالتَي البارد والساخن، حيث تكون كثافة الهواء البارد أكثر من كثافته في حالة السخونة؛ ما يعني أنّه بحاجة لوقود أكثر، فإنّ مجسّ درجة حرارة الهواء يساعد وَحدة التحكم الإلكترونية على تحديد كمية الوقود المناسبة للاحتراق، بناءً على درجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرّك.

شكل (5): مبدأ عمل مجسّ حرارة الهواء

### 2 - مجسّ درجة حرارة المحرّك (engine temperature sensor):

شكل (6): مجسّ درجة حرارة المحرّك

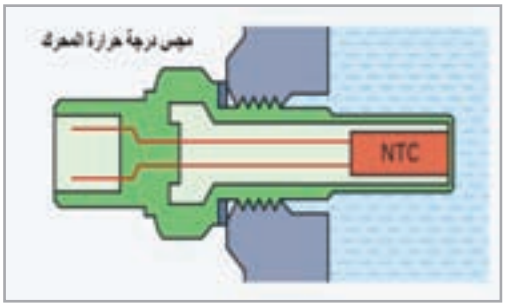
يقوم هذا المجسّ بتحديد حرارة المحرّك، من خلال قياس درجة حرارة مائع تبريد المحرّك، حيث يكون مغموساً فيه.

يُركّب مجسّ الحرارة على جسم المحرّك، مغروزاً في مجاري سائل التبريد، أو على خراطيم نقل سائل التبريد، ويُركّب في بعض المركبات على الرديتر، وقد يوجد أكثر من مجسّ لقياس حرارة المحرّك، تُركّب في أكثر من موقع؛ لرصد حرارة المحرّك في أكثر من نقطة.

شكل (7): مكان تركيب مجسّ حرارة المحرّك

### مبدأ العمل:

عندما يكون المحرّك بارداً، تكون مقاومة المجسّ عالية، وبالتالي يكون الجهد على طرفَي المجسّ مرتفعاً، وتفهم وَحدة التحكم من خلال الإشارة الواردة إليها أنّ المحرّك بارد، فعندها تعمل على التحكم بكمية الوقود بما يتناسب مع حرارة المحرّك، وعند ارتفاع درجة حرارة المحرّك، تتغير الإشارة القادمة من المجسّ إلى وَحدة التحكم، وبالتالي تعمل على تنظيم كمية الوقود بما يتناسب مع حرارة المحرّك الطبيعية.



شكل (8): مبدأ عمل مجسّ حرارة المحرّك

### فحص مجسّ حرارة المحرّك:

تُستخدم ساعة القياس الملتميتر؛ لقياس مقدار التغير بمقاومة المجسّ، طبقاً للتغيّر في درجة الحرارة، ويجب أن يكون التغير عكسياً، حيث كلّما زادت الحرارة قلّت المقاومة، ويتمّ مقارنة القيم المقاسة بتعليمات المنتج.

شكل (9): أفحص مجسّ حرارة المحرّك

### 3 - مجسّ درجة حرارة الجو (Ambient temperature sensor):

يشبه مجسّ حرارة الجو في تركيبه مجسّ درجة حرارة الهواء، إلّا أنّه يكون في الهواء الطلق؛ ليقيس درجة حرارة الجو، ويُركّب المجسّ في مقدمة المركبة؛ ليكون عرضة للهواء الخارجي.

شكل (10): مجسّ حرارة الجو الخارجي

### 4 - مجسّ درجة حرارة الوقود (fuel temperature sensor):

يعمل هذا المجسّ على قياس درجة حرارة الوقود، وهو أكثر انتشاراً في محرّكات الديزل، ويُركّب على ماسورة نقل الوقود، أو على مضخّة وقود الديزل التوزيعية.

شكل (11): مجسّ درجة حرارة الوقود

## ثانياً- مجسّات قياس تدفق الهواء:

شكل (12): مجسّ كتلة الهواء

قياس تدفق الهواء له أهمية كبيرة في نظام إدارة المحرّك، ويُعَدّ مجسّ كتلة الهواء المتدفقة للمحرّك من المجسّات الخاملة التي تعتمد على فولتية مرجعية قادمة من وَحدة التحكم.

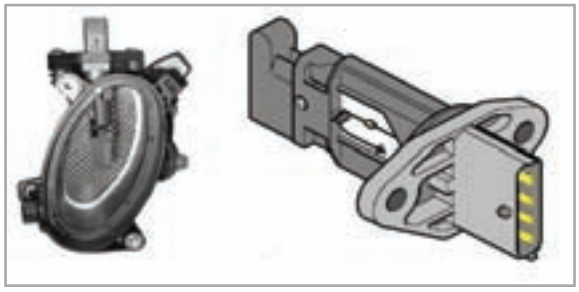
### 1 - مجسّ كتلة الهواء المتدفق إلى المحرّك (Mass air flow sensor):

شكل (13): مكان تركيب مجسّ كتلة الهواء

يُستخدم هذا المجسّ لقياس كتلة الهواء الداخل إلى المحرّك، بالإضافة إلى قياس درجة حرارة الهواء في حال كان مجسّ درجة حرارة الهواء مدمجاً مع المجسّ، ويستخدم (كمبيوتر) السيارة إشارة حساس (MAF)؛ لغرض تعديل كمية الوقود المحقون من البخّاخات وَفق نسبة الهواء الداخل إلى المحرّك عبر الحساس، ووَفق اختلاف ظروف تشغيل المحرّك.

يُركّب المجسّ على خرطوم دخول الهواء، أو بجانب فلتر الهواء، ويوجد على المجسّ إشارة سهم تشير إلى اتجاه دخول الهواء إلى المحرّك؛ لضمان تركيب المجسّ في الوضع الصحيح عند استبداله.

### مبدأ العمل:



شكل (14): مبدأ عمل مجسّ كتلة الهواء

تقوم وَحدة التحكم في المركبة بإرسال فولتية مرجعية، تكون قيمتها عادة 12 فولت في معظم السيارات، ويتمّ بذلك تسخين السلك الساخن إلى درجة محسوبة من وَحدة التحكم، وحينما يمر الهواء عبر السلك الساخن، فإنّه سوف يفقد جزءاً معيناً من حرارته، فتعمد وَحدة التحكم على المحافظة على ثبات سخونة السلك الساخن؛ لكي يعود إلى درجة السخونة المحسوبة مسبقاً، وتقوم وَحدة التحكم بحساب قيمة التيار؛ لغرض معرفة كمية الهواء الداخل إلى المحرّك عبر الحساس، وبذلك تستطيع إجراء التعديلات اللازمة؛ لضمان عمل المحرّك في مختلِف ظروف التشغيل.

## ثالثاً- مجسّات الضغط:

تُعَدّ مجسّات الضغط إحدى أنواع المجسّات الخاملة التي تعمل على قياس قيم الضغط المؤثرة عليها، التي بدورها تعمل على تغيير قيم الفولتية المرجعية الواردة من وَحدة التحكم، وإعادتها على شكل إشارة كهربائية تحسب من خلالها وَحدة التحكم قيم التغير بالضغط.

### 1 - مجسّ ضغط مجاري السحب (Manifold pressure sensor):

يقوم المجسّ على قياس مقدار الضغط في مجاري السحب، حيث يُعَدّ التغير بالضغط مؤشراً جيداً على حمل المحرّك، فالضغط المرتفع (الخلخلة قليلة) يحصل عندما يكون الحمل كبير، والقدرة عالية، وفي هذه الحالة، فإنّ المحرّك بحاجة إلى مزيد من الوقود، أمّا عندما يكون الضغط منخفضاً (مقدار الخلخلة عالٍ)، فانّ ذلك يعني أنّ الحمل قليل، والمحرّك بحاجة إلى التقليل من كمية الوقود.

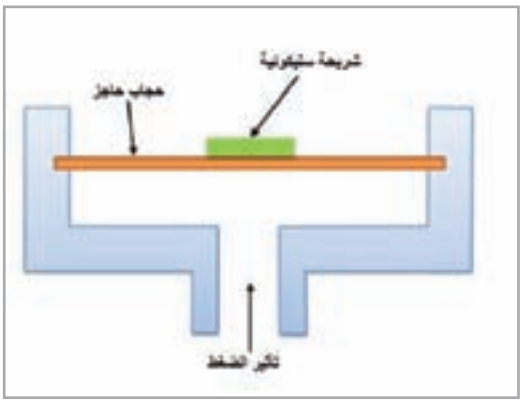
شكل (15): مجسّ الضغط داخل مجاري السحب

يُركّب المجسّ على مجاري السحب (المنافولت)، وقد يُركّب المجسّ مباشرة على مجاري السحب، أو يكون متصلاً مع مجاري السحب عن طريق أنبوب مطاطي.

شكل (16): مكان تركيب مجسّ الضغط داخل مجاري السحب

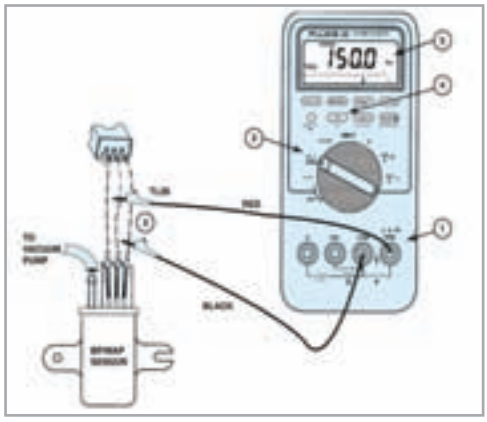
### مبدأ العمل:

يحتوي المجسّ على شريحة سليكونية تتأثر بقيم الضغط المسلّط عليها، وبالتالي تعمل على تغيير قيم الفولتية المرجعية الواردة من وَحدة التحكم، وإرسالها على شكل إشارة كهربائية، تفهم من خلالها وَحدة التحكم نسبة التغير بالضغط داخل مجاري السحب، وبالتالي تعمل على التحكم بمقدار الوقود المحقون بما يتناسب مع الحمل على المحرّك.



شكل (17): مبدأ عمل مجسّ الضغط داخل مجاري السحب

### فحص مجسّ ضغط مجاري السحب:




- تُستخدم ساعة القياس بحساب قيم التغير في الفولتية، تبعاً للتغير في قيم الضغط.
- يتمّ توصيل الساعة مع أطراف المجسّ، واختيار تدريج قياس الفولتية (DC)، واختيار قياس التردد (HZ).
- تشغيل المحرّك، ويجب أن تكون القراءة 150 HZ على السرعة الخاملة، أو وَفق تعليمات المنتج.

### 2 - مجسّ الضغط الجوي (parametric pressure sensor):

يقيس هذا المجسّ مقدار الضغط الجوي حول المحرّك، ويشبه مجسّ ضغط مجاري السحب من حيث التركيب، والعمل، إلّا أنّ فتحته تكون معرِضة للضغط الجوي بدلاً من ضغط مجاري السحب.

شكل (18): مجسّ الضغط الجوي

### 3 - مجسّ ضغط الوقود (fuel pressure sensor):

يقوم هذا المجسّ بمراقبة مقدار ضغط الوقود بماسورة، أو مجمع توزيع الوقود؛ لتحدّد وَحدة التحكم مقدار الضغط، والمحافظة على إبقائه ضمن القيم الموصى بها في أنظمة حقن الوقود المختلِفة، سواء ديزل، أو بِنزين.

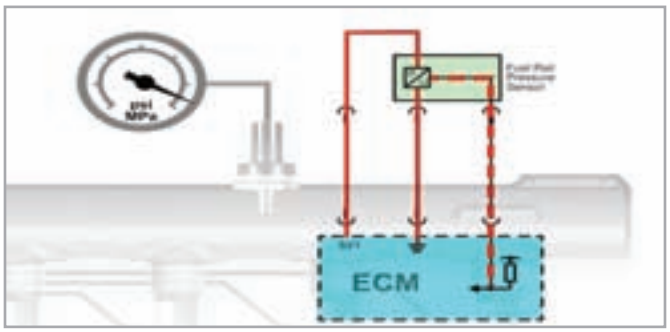
شكل (19): مجسّ ضغط الوقود

يُركّب المجسّ على ماسورة توزيع الوقود في أنظمة حقن الوقود المختلِفة.

شكل (20): مكان تركيب مجسّ ضغط الوقود

## مبدأ العمل:

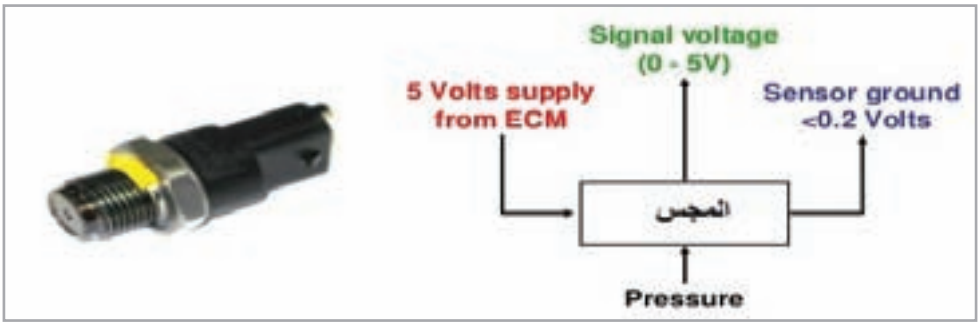
يعتمد على غشاء معدني، يؤثر على مجموعة من المقاومات المتصلة مع بعض على شكل قنطرة وينستون، فعندما تؤثر قيم ضغط الوقود على الغشاء، تتغير قيم المقاومات، وطبقاً لذللك، تتغير قيم الفولتية الواردة من وَحدة التحكم، وتُرسَل على شكل إشارة كهربائية، تفهم من خلالها قيم ضغط الوقود داخل ماسورة، أو مجمع توزيع الوقود.




شكل (21): مبدأ عمل مجسّ ضغط الوقود

## فحص مجسّ ضغط الوقود:

- قياس الفولتية المرجعية الواردة من وَحدة التحكم، وقيتمها5 فولت.
- قياس الفولتية الصادرة من المجسّ، وتتراوح من 0 –5 فولت، طبقاً لحالات تشغيل المحرّك.
- مقارنة القراءات بتعليمات الشركة الصانعة.




شكل (22): أفحص مجسّ ضغط الوقود

## رابعاً- مجسّ صَمام الخانق (throttle position sensor):

يُعرّف مجسّ صَمام الخانق بأنّه مقاومة متغيرة مجزّئة لفرق الجهد المرجعي الوارد من وَحدة التحكم، ويكون المجسّ موصولاً مع عمود صَمام الخنق؛ ليبين مقدار زاوية فتح صَمام الخانق، وإغلاقه.

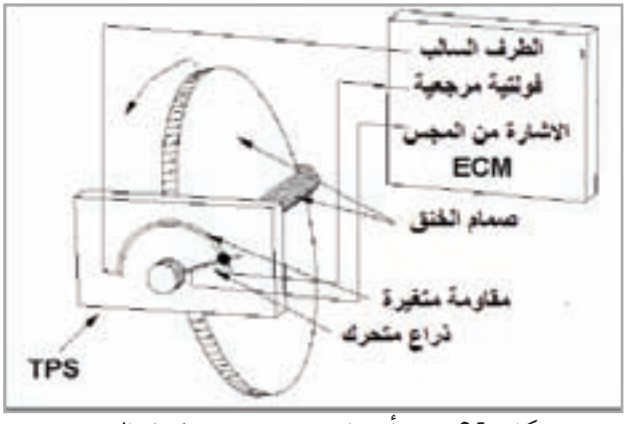
شكل (23): مجسّ وضعية صَمام الخنق

يُركّب المجسّ بجانب وَحدة صَمام الخانق المتصلة مع مجاري السحب، ويتصل المجسّ مع الصِّمام عن طريق عمود.

شكل (24): مكان تركيب مجسّ وضعية صَمام الخنق

### مبدأ العمل:

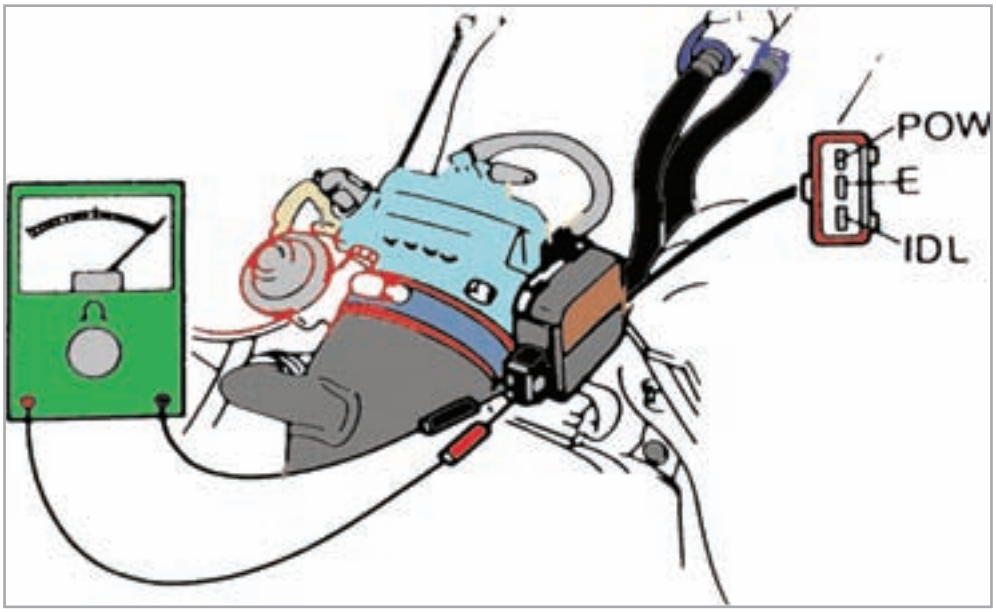
يؤثّر فتح صَمام الخانق، وإغلاقه على مقدار التغير في المقاومة المركّبة داخل المجسّ، وبالتالي تعمل على تجزئة فرق الجهد المرجعي، وإعادته إلى وَحدة التحكم، التي بدورها تحدّد مقدار زاوية فتح الصِّمام، وإغلاقه.




شكل (25): مبدأ عمل مجسّ وضعية صَمام الخنق

### فحص وضعية مجسّ صَمام الخانق:

تقاس قيم التغير في المقاومة باستخدام ساعة القياس، بما يتناسب مع فتح صَمام الخانق، وإغلاقه، ومقارنة القيم المقاسة مع تعليمات الشركة الصانعة.




شكل (26): أفحص مجسّ وضعية صَمام الخنق

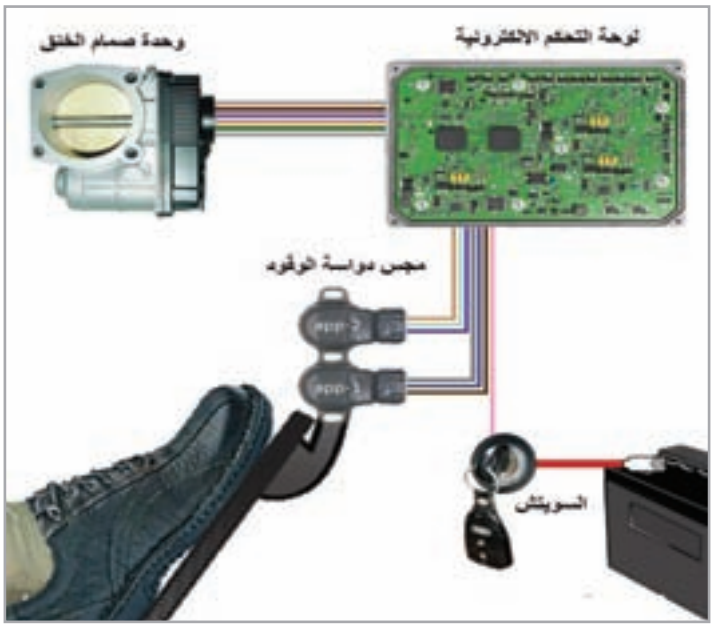
### مجسّ دوّاسة الوقود (Accelerator-Pedal position sensor):

يعمل هذا المجسّ على استشعار مقدار دوس السائق على دوّاسة الوقود، لتعمل وَحدة التحكم على فتح صَمام الخنق، وإغلاقه، بالإضافة إلى التحكم بكمية الوقود المحقون، من خلال صَمامات حقن الوقود، ويُركّب المجسّ بجانب دوّاسة الوقود.

شكل (27): مجسّ وضعية دوّاسة الوقود

### مبدأ العمل:

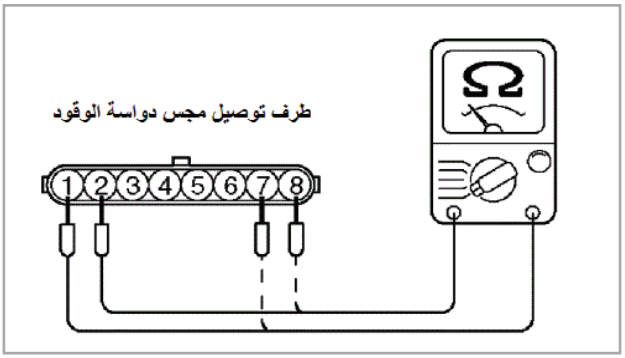
تتأثر المقاومة المتغيرة بمقدار الدوس على الدوّاسة، وتعمل على تجزئة فرق الجهد المرجعي القادمة من وَحدة التحكم، وإعادته على شكل فولتية متغيرة، تفهم من خلالها وَحدة التحكم مقدار الدوس على دوّاسة الوقود.




شكل (28): مبدأ عمل مجسّ وضعية دوّاسة الوقود

## فحص مجسّ دوّاسة الوقود:

تُستخدم ساعة القياس الملتميتر؛ لفحص قيمة التغير في مقاومة المجسّ، حيث يتمّ توصيل أطراف الساعة مع أطراف المجسّ، ومراقبة التغير بقراءة الساعة وَفق مقدار الدوس على دوّاسة الوقود، ومقارنة القراءات بتعليمات الشركة المنتجة.




شكل (29): أفحص مجسّ وضعية دوّاسة الوقود

### الأسئلة:

1. أذكر أهمية المجسّات الآتية:
   - مجسّ حرارة المحرّك، ومجسّ الضغط المطلق، ومجسّ كمية الهواء الداخل، ومجسّ دوّاسة الوقود.
2. أشرح مبدأ عمل مجسّ وضعية صَمام الخانق.
3. أحدّد مكان تركيب مجسّ حرارة المحرّك، ومجسّ حرارة الهواء الداخل.

# المفعّلات والمنفّذات

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب سيارة إلى مشغل كهرباء السيارات، ولديه صَمامات حقن وقود (بخّاخات)، قام بتغييرها في إحدى مراكز الصيانة، طالباً توضيح أهمية صَمامات الحقن لنظام إدارة المحرّك، وبيان سبب تسميتها بالمفعّلات، أو منفّذات الأوامر.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: طلبه، وأهم المعلومات التي يحتاجها عن المنفّذات، أو المفعّلات.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• أنواع المنفّذات، وأهميتها.<br>• صَمامات حقن الوقود.<br>• آلية عمل نظام تدوير الغازات العادمة.<br>• الشاحن التوربيني، وأهميته.<br>• مضخّة الوقود، وطريقة فحصها. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخططات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (المفعّلات والمنفّذات).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |
| أنفّذ | - أنجز مهمة تحديد أهمية فحص أهم المفعّلات، ومنفّذات الأوامر، وطريقتها الآتية، شكل (1): | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت<br>- قرطاسية. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • صَمامات حقن الوقود.<br>• صَمام إعادة تدوير الغازات العادمة.<br>• مضخّة الوقود.<br>• الشاحن التوربيني. | | |
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب المفعّلات والمنفّذات.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- حاسوب. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، فحص المفعّلات والمنفّذات واستبدالها).<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (المفعّلات والمنفّذات). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

شكل (1): بعض المنفّذات لمنظومة إدارة المحرّك

**الأسئلة:**

1. أناقش أهمية صَمامات حقن الوقود (البخّاخات) في المحرّكات.
2. أفسّر: تأخذ المفعّلات أوامرها من وَحدة التحكم الإلكترونية.

## أتعلّم:

**نشاط:**

أناقش الصورة الآتية، وأوضّح دلالة اتجاه الأسهم لوَحدة التحكم، وأحدّد أهم المنفّذات من العناصر الموجودة في الصورة.

### المفعّلات:

هي منفّذات الأوامر الواردة من وَحدة التحكم، التي بدورها تُتِمّ عمل نظامَي الإشعال، وحقن الوقود، بالإضافة إلى المنفّذات الأخرى المتمّمة لعمل منظومة إدارة المحرّك.

يمكن تعريف المفعّل بأنّه الأداة التي تستقبل الإشارة الكهربائية من وَحدة التحكم الإلكترونية في المحرّك، وتحويلها إلى حركة ميكانيكية، أو إشارة حرارية، أو غيرها، ومن الأمثلة على المفعّلات المستخدمة في نظام التحكم الإلكتروني للمركبات ما يأتي:

1. **المفعّل على شكل ملف لولبي (actuator type solenoid):** هو ملف كهربائي، يولّد مجالاً مغناطيسياً، يؤثّر على قلب حديدي، ويتحرك وَفق شدة التيار الكهربائي القادم من وَحدة التحكم، ويُستخدم هذا المفعّل على شكل ملف كهرومغناطيسي في مفعّلات كثيرة، أهمها صَمامات حقن الوقود (البخّاخات).
2. **المفعل على شكل مرحّل (Relay type actuator):** يكون المفعّل عبارة عن مرحّل كهربائي يعمل على إكمال عمل أحمال كهربائية تسحب تيار عالي مثل مضخّة الوقود وغيرها من الاحمال الكهربائية.
3. **المفعل على شكل محرّك كهربائي (motor type actuator):** قد يكون المفعّل عبارة عن محرّك الكهربائي، يستمد عمله بأمر من وَحدة التحكم، وذلك بتوصيله بالكهرباء، وعكس اتجاه الدوران كلّما تطلّب الوضع ذلك، ويوجد على شكلين مختلِفين، هما:
   - محرّك التيار الثابت (DC Motor).
   - محرّك التيار المتردد (Stepper motor).

## أهم المفعّلات ومنفّذات الأوامر في نظام إدارة المحرّك:

### أولاً- صَمامات حقن الوقود (البخّاخات):

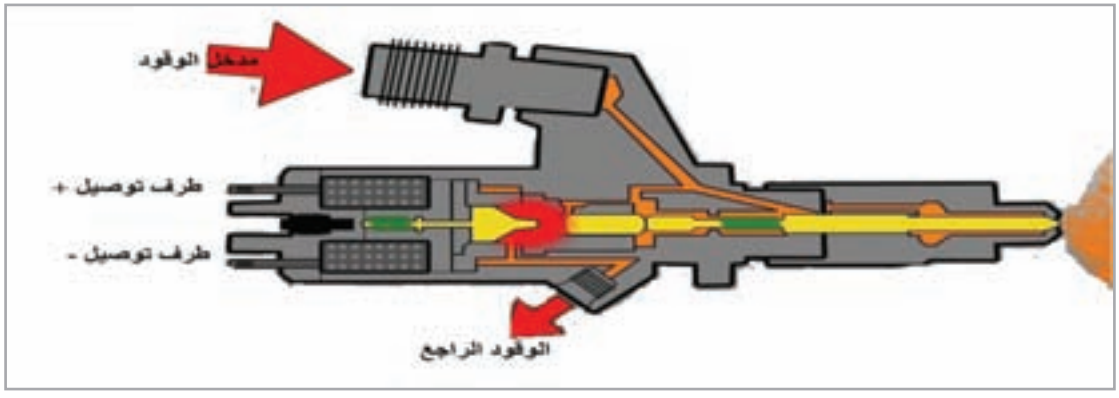
تُعَدّ صَمامات حقن الوقود من أهم منفّذات الأوامر، حيث تعمل على حقن الوقود على شكل رذاذ داخل مجمع مجاري السحب (المنفولت)، أو مباشرة داخل أسطوانة المحرّك، طبقاً لنوع الوقود، ونظام الحقن، وتعمل البخّاخات بنظام الملف الكهربائي (solenoid).

شكل (2): صَمام حقن الوقود

### مبدأ العمل:

يكون صَمام الإبرة عادة مغلقاً، وبالتالي لا يمرّ أيّ وقود من خلال الفتحة، على الرغم من ضغط الوقود في البخّاخ، وعندما تكمل وَحدة التحكم الدارة الكهربائية لصَمام الحقن، يتأثر الملف الموجود في البخّاخ، مشكّلاً مجالاً مغناطيسياً ساحباً الذراع؛ لتتغلّب قوة الجذب المغناطيسي على قوة ضغط الزنبرك، نتيجة لذلك ترتفع إبرة البخّاخ عن قاعدتها، سامحة للوقود بالخروج.

وعندما يتوقف تزويد التيار الكهربائي، ينقطع تأثير المجال المغناطيسي، وبالتالي فإنّ زنبرك الإرجاع يعيد الإبرة إلى مكانها، لتغلق فوهة البخّاخ.




شكل (3): مبدأ عمل صَمام حقن الوقود

### فحص صَمامات الحقن (البخّاخات):

قياس مقاومة البخّاخ باستخدام ساعة الملتميتر، وذلك بتوصيل أطراف الساعة مع طرفَي صَمام الحقن (البخّاخ)، وملاحظة قراءة الساعة، ويجب أن تكون (14– 16) أوم لصَمامات حقن وقود البِنزين، أو وَفق نوع الصِّمامات، ونظام الحقن، وطبقاً لتعليمات الشركة الصانعة.

شكل (4): قياس مقاومة صَمام الحقن

استخدام لمبة الفحص، وتوصيل أطرافها مع أطراف فيشة البخّاخ، وملاحظة وميض اللمبة بعد إدارة محرّك المركبة، ليتمّ فحص النبضة والإشارة التشغيلية للبخّاخ، الواردة من وَحدة التحكم.

شكل (5): فحص إشارة تشغيل صَمام الحقن

بعض صَمامات الحقن (البخّاخات) التي تعمل على فولتية عالية، كصَمامات حقن وقود الديزل التي تحتاج إلى لمبة فحص خاصة (LED Tester)؛ لفحص النبضة الكهربائية الصادرة من وَحدة التحكم.

شكل (6): استخدام لمبة LED في فحص إشارة صَمام الحقن

### ثانياً- صَمام إعادة تدوير الغازات العادمة (EGR):

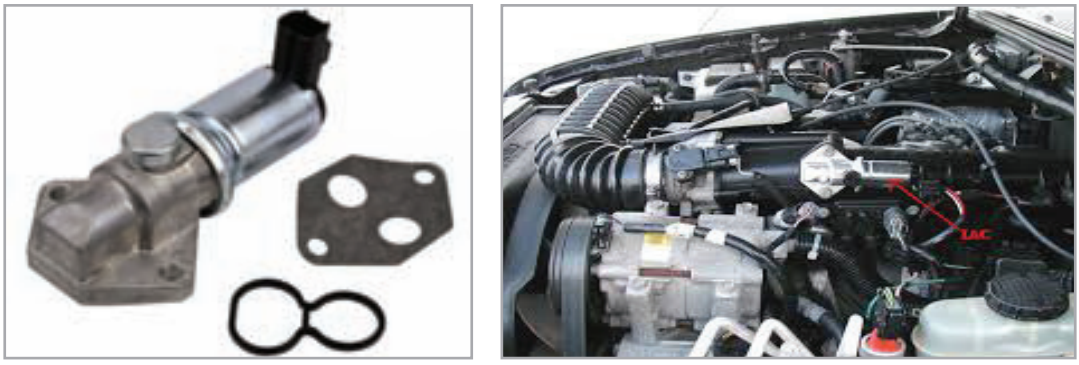
تعمل منظومة إعادة تدوير الغازات العادمة على التقليل من انبعاث الغازات السامة الملوِّثة للبيئة، وتقليل استهلاك الوقود، وذلك بترجيع كمية صغيرة من غاز العادم إلى مجاري السحب، ليتم إعادة حرقها من جديد.

شكل (7): صَمام إعادة تدوير الغازات العادمة (EGR)

يعمل صَمام EGR بأمر من وَحدة التحكم، ويعتمد مبدأ عمل المحرّك الكهربائي، حيث يُركّب على مجاري إعادة تدوير الغازات العادمة؛ ما يعمل على التحكم بكمية هذه الغازات المراد إعادتها إلى أسطوانة المحرّك؛ لحرقها من جديد.

## ثالثاً- صَمام التحكم بالسرعة الخاملة:

**السرعة الخاملة**: هي الحالة التي يعمل فيها المحرّك دون الدَّوْس على دوّاسة الوقود؛ أي أنّ صَمام الخانق مغلق، ولضمان انتظام دوران المحرّك في هذه الحالة، تزوّد بعض المحرّكات بصَمام تمرير الهواء الإضافي، متجاوزاً صَمام الخانق، ويبدأ صَمام التحكم في العمل عندما تصل زاوية الخانق إلى الصفر (مغلق تماماً)؛ حيث تقلّ سرعة المحرّك إلى أقل قيمة، والمركبة في حالة السكون.




شكل (8): صَمام التحكم بالسرعة الخاملة

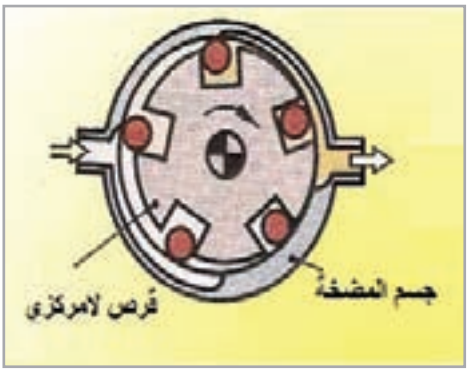
يُركّب صَمام التحكم بالسرعة الخاملة على وَحدة صَمام الخانق المثبتة في نهاية مجمع مجاري السحب (المنافولت).

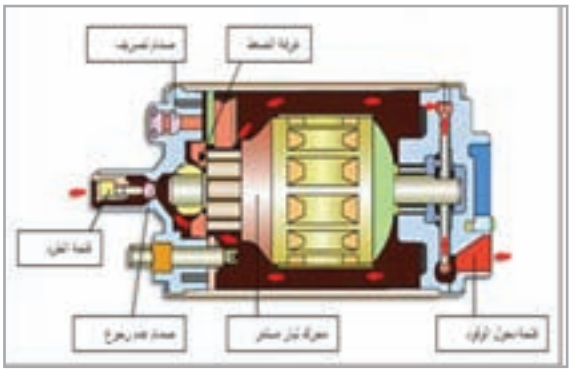
## رابعاً- مضخّة الوقود الكهربائية:

تعمل مضخّة الوقود على سحب الوقود من الخزان، وإرساله إلى ماسورة (مجمع) تزويد الوقود تحت ضغط معين وَفق نظام الحقن، وقد تكون مضخّة الوقود خارجية، وأمّا في أغلب المركبات الحديثة، فتُستخدم المضخّة الغطّاسة التي تركّب مباشرة داخل خزان الوقود.

شكل (9): مضخّة الوقود الكهربائية

والنوعُ الشائعُ استخدامُه من مضخات الوقود المضخّة ذاتُ الخلايا الدائرية، حيث تدار بوساطة محرّك كهربائي ذي مغناطيس دائم، يدير قرصاً لا مركزيّ داخل المضخّة، وعلى محيط القرص اللامركزي كريات تتحرك إلى الخارج تحت تأثير قوة الطرد المركزية التي تعمل كسدّادة محكمة، حيث ينحصر الوقود في التجاويف بين الكريات، وعندما يدور القرص اللامركزي، تتدحرج هذه الكريات حتّى تتعدى فتحة الدخول، دافعة أمامها الوقود؛ ما يزيد في ضغطه عند فتحة الخروج.



شكل (10): تركيب مضخّة الوقود اللامركزية

ومن ميزات مضخّة الوقود الكهربائية أنّها تزوّد المحرّك بأكثر ممّا يحتاجه من الوقود؛ لذا يكون ضغط النظام مرتفعاً أثناء ظروف تشغيل المحرّك المختلِفة، ومن ميزاتها أيضاً وجود صَمام عدم الرجوع؛ لمنع رجوع الوقود إلى الخزان أثناء إطفاء المحرّك، ويعمل كمقارن بين ضغط النظام وضغط المضخّة، كما يوجد صَمام أمان داخل المضخّة، يعمل على ضمان عدم زيادة الضغط إلى حدّ معين، بحيث إنّه عندما يزيد الضغط يفتح الصِّمام، ويبدأ الوقود في الدوان في دورة مغلقة داخل المضخّة، وتعمل مضخّة الوقود بمجرد فتح مفتاح التشغيل، ثمّ تنطفئ بعد 3 ثوانٍ؛ لرفع ضغط الوقود إلى الحدّ المطلوب، ثمّ تستأنف عملها بعد تشغيل المحرّك بأمر من وَحدة التحكم.

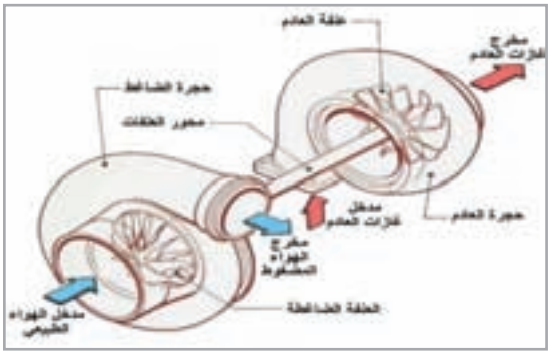
## فحص مضخّة الوقود:

- فحص الفولتية الواصلة إلى مضخّة الوقود باستخدام ساعة القياس، أو لمبة الفحص، ويجب أن تكون الفولتية مطابقة لفولتية المصدر (البطارية) عند إغلاق مفتاح التشغيل (السويتش)، أو عند إدارة محرّك المركبة.
- كما يمكن فحص مقاومة ملف المضخّة من خلال ساعة القياس، ومقارنة القراءة بتعليمات المنتج.

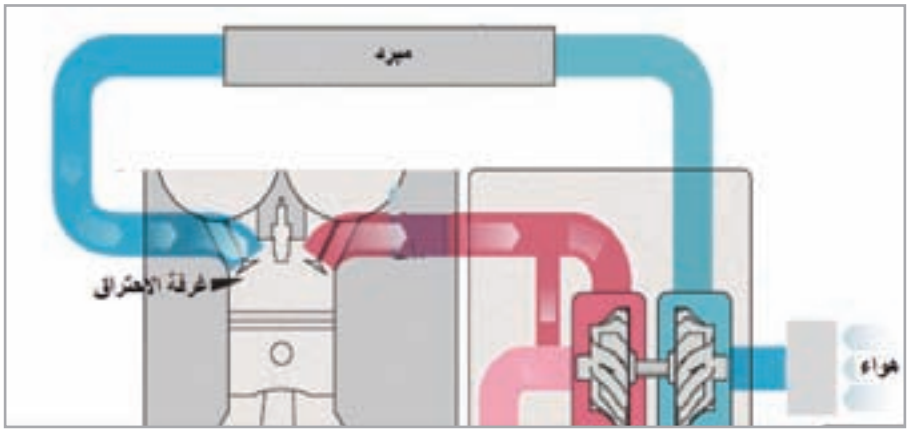
## التحكم في تشغيل نظام شحن الهواء الجبري (التيربو):

**التيربو أو الشاحن التوربيني (Turbocharger)**: هو أحد الأنظمة التي يتمّ تركيبها على السيارات؛ لزيادة كفاءة محركها، وزيادة سرعتها، فالتيربو شارجر هو ضاغطٌ، يتمّ تركيبه على مجرى الهواء الداخل إلى المحرّك؛ لزيادة ضغط الهواء، وزيادة ضغط الهواء خارج الأسطوانة يؤدي إلى زيادة سرعة الهواء الداخل إلى الأسطوانة، وكلّما زاد فارق الضغط بين نقطتين، زادت سرعة انتقال المائع (السوائل، والغازات)، وبالتالي ستزداد كمية الهواء التي تدخل إلى الأسطوانة، وتؤدي هذه الزيادة إلى توليد مزيد من الطاقة في كلّ أسطوانة على حدة أثناء شوط الاحتراق، وبالتالي ستزداد الطاقة الناتجة من المحرّك.

يعمل التيربو عن طريق غاز العادم الذي يخرج من السيارة كناتج للاحتراق، ويتمّ تركيب توربين على مخرج العادم، بحيث تعمل الغازات التي تخرج من العادم، والتي تحمل طاقةً كبيرة؛ نتيجة درجات الحرارة المرتفعة، إلى إدارة التوربين الذي يكون موصولاً مع الضاغط الذي يمرّ فيه الهواء الداخل إلى المحرّك، فيقوم الضاغط برفع ضغط الهواء، وإدخاله إلى أسطوانات المحرّك بكمية أكبر، وبالتالي تكون كمية الهواء الذي يدخل غرفة الاحتراق أكبر لتوليد طاقة أكبر من المحرّك، وبعض أنواع المركبات تستخدم مبادلاً حرارياً؛ لتبريد الهواء بعد خروجه من الضاغط، وقبل دخوله المحرّك؛ لتقليل الصفع في المحرّك، وزيادة القدرة.




شكل (11): شاحن الهواء الجبري (التيربو)




شكل (12): مبدأ عمل نظام شحن الهواء الجبري (التيربو)

### شاحن الهواء ذو الضغط العالي (Supercharger):

يقوم هذا النظام بعمل الشاحن التوربيني، من حيث رفع ضغط الهواء الداخل مجمع السحب في المحرّك، إلّا أنّ تشغيله يتمّ ميكانيكياً بوساطة السيور (القشاط)، أو التروس، والنوع الشائع الاستخدام، يستخدم السير (القشاط)؛ لنقل الحركة من عمود المرفق إلى بكرة تشغيل هذا الشاحن، ويُستخدم قابض كهرومغناطيسي؛ لتوصيل الحركة، أو فصلها من الشاحن، ومن ميزات نظام شاحن الهواء ذي الضغط العالي سرعة الاستجابة لمتطلبات ظروف التشغيل المختلِفة للمحرّك.

شكل (13): شاحن الهواء ذو الضغط العالي فائق السرعة (سوبر شارجر)

### إيجابيات التيربو، وسلبياته بالنسبة لسوبرشارجر:

الناحية الإيجابية في الشاحن التوربيني أنّه عكس الشاحن الفائق (Supercharger)، حيث يعمل على طاقة هواء العادم التي تكون ضائعةً في العادة، بينما يعمل الشاحن الفائق (سوبرشارجر) على طاقة المحرّك نفسها، فيتمّ وصله بالمحرّك، فيستهلك بذلك من طاقة المحرّك نفسه، وبالإضافة إلى ذلك، فإنّ وزن الشاحن التوربيني، وكلفته أقل من السوبرشارجر، ولكنّ بعض جوانبه السلبية هي أنّ تركيب التوربين في مجرى العادم يؤدي إلى إعاقة قليلة في جريانه، وبالتالي زيادة الضغط في أسطوانته، وحدوث نقصان قليل في طاقة المحرّك، مقارنةً بتلك التي تحدث في السوبرشارجر.

### الأسئلة:

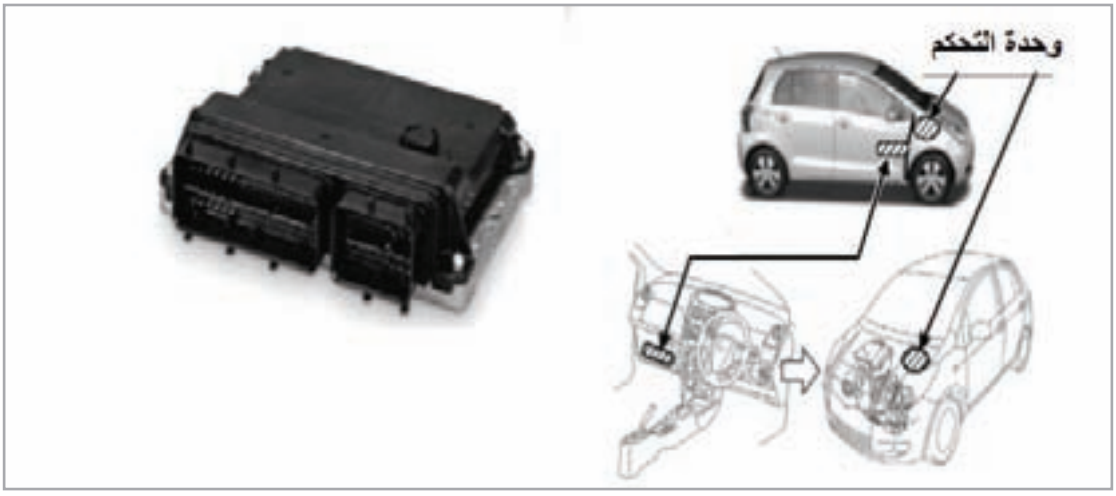
1. أشرح مبدأ عمل مضخّة الوقود.
2. ما أهمية صَمام إعادة تدوير الغازات العادمة؟
3. ما الفرق بين الشاحن التوربيني (تيربوشارجر)، والشاحن فائق السرعة (سوبرشارجر).

# وَحدة التحكم الإلكترونية

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب سيارة إلى مركز صيانة المركبات في مدينة يافا الفلسطينية، مُحضِراً مركبته الخاصة، يعاني من عدم تشغيل المركبة، وظهور كلّ الإشارات التحذيرية على ساعة التابلو، بعد أن قام بغسيل المحرّك بالماء، طالباً حلّاً للمشكلة.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: طبيعة المشكلة، وكيف حدثت.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• وَحدة التحكم الإلكترونية.<br>• مكان تركيب وَحدة التحكم.<br>• أهمية وَحدة التحكم لنظام إدارة المحرّك. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخططات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور). |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (وَحدة التحكم الإلكترونية).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت |
| أنفّذ | - أنجز مهمة تحديد مكان تركيب وَحدة التحكم، وكيفية التعامل معها، شكل (1):<br>• تحديد أطراف توصيل وَحدة التحكم.<br>• فحص الفولتية الواصلة لوَحدة التحكم.<br>• فحص أطراف التوصيل السالب. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- قرطاسية. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب وَحدة التحكم.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- حاسوب. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد أطراف وحدة التحكم الإلكترونية ومكان تركيبها وفحص الفولتية الواصلة له).<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (وَحدة التحكم الإلكترونية). | - الحوار والمناقشة.<br>- العمل التعاوني<br>- مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD<br>- جهاز حاسوب<br>- قرطاسية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |



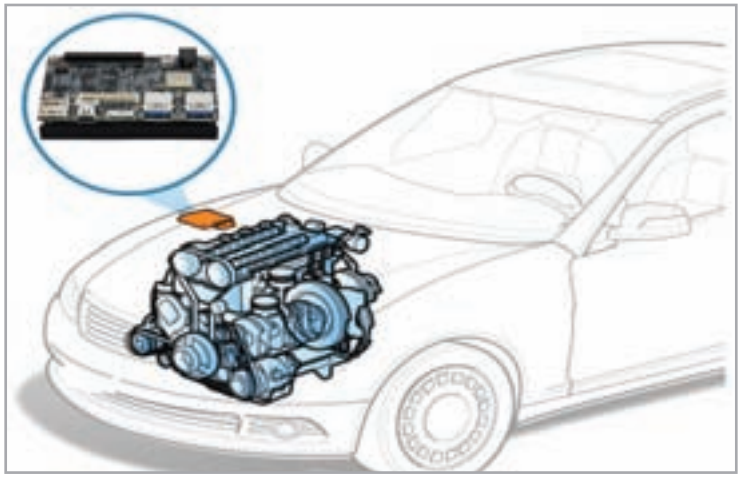

شكل (1): تحديد مكان تركيب وَحدة التحكم

**الأسئلة:**

1. ما علاقة وَحدة التحكم الإلكترونية بساعة البيانات (التابلو)؟
2. أفسّر ارتباط وَحدة التحكم الإلكترونية بنظام متكامل للحماية من السرقة.

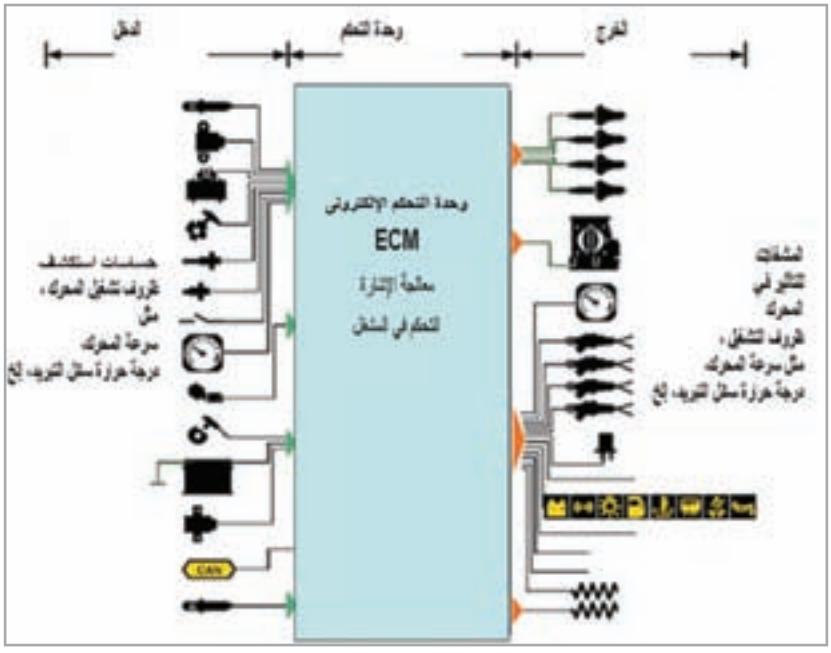
## أتعلّم:

**نشاط:** أناقش أهمية وَحدة التحكم في المركبة، ومكوناتها، ومبدأ عملها.



## وَحدة التحكم الإلكترونية (ECU):

**وَحدة التحكم الإلكترونية (ECU)**: عبارة عن منظومة من الدوائر الإلكترونية، تعمل على معالجة الإشارات الواردة من المجسّات المختلِفة في المحرّك، وتحليلها، وتحويلها إلى إشارات تشغيلية تُرسل إلى أنظمة التشغيل المختلِفة (المفعّلات) في المحرّك، ويكمن وجود وَحدة التحكم الإلكترونية في الحصول على أفضل أداء ممكن للمحرّك تحت ظروف التشغيل المختلِفة.




شكل (2): وَحدة التحكم الإلكترونية

## مزايا استخدام وَحدات التحكم الإلكترونية في السيارات الحديثة:

1. الاستجابة السريعة لظروف التشغيل المختلِفة.
2. رفع كفاءة المحرّك، وزيادة قدرته.
3. تقليل استهلاك الوقود، وانبعاث الغازات العادمة.
4. إظهار أعطال المنظومات المختلِفة المرتبطة بأداء المحرّك على تابلو المركبة.
5. تشخيص ذاتي لمنظومة المحرّك، وتخزين الأعطال التي يمكن استخراجها باستخدام أجهزة الفحص؛ ما يسهّل في اكتشاف الأعطال.

## مكان تركيب وَحدة التحكم الإلكترونية في المركبة:

تُركَّب وَحدة التحكم الإلكترونية في المركبة بشكل عامّ تحت لوحة البيانات (التابلو)؛ لحمايتها من الرطوبة، والحرارة، والاهتزازات، وقد تُركَّب في غرفة المحرّك؛ لتكون قريبة من المجسّات والمفعّلات؛ حتى يقلّل من الأسلاك، والتوصيلات الكهربائية.

شكل (3): مكان تركيب وَحدة التحكم

# نظام الإشعال الإلكتروني

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى مركز صيانة المركبات في القدس (عاصمة فلسطين)، يعاني من صعوبة في تشغيل المحرّك، وعدم انتظام دورانه، وبعد الفحص والتشخيص، تبيّن أنّ الخلل في نظام الإشعال، فطلب توضيح المشكلة، وعلاقة نظام الإشعال بأداء المحرّك.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: نوع السيارة، وسنة الإنتاج، وطراز المحرّك.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• أنواع أنظمة الإشعال.<br>• مكونات نظام الإشعال الإلكتروني.<br>• آلية عمل نظام الإشعال.<br>• فحص وصيانة نظام الإشعال. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، و مخططات ).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (نظام الإشعال الإلكتروني).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |
| أنفّذ | - أنجز مهمة فحص عناصر نظام الإشعال، ومكوناته.<br>• فك شمعات الاحتراق، وأتأكّد من صلاحِيَتها.<br>• فحص أسلاك الجهد العالي.<br>• اختبار عمل ملف الإشعال.<br>• تتبّع الدارة الكهربائية لنظام الإشعال. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات. |

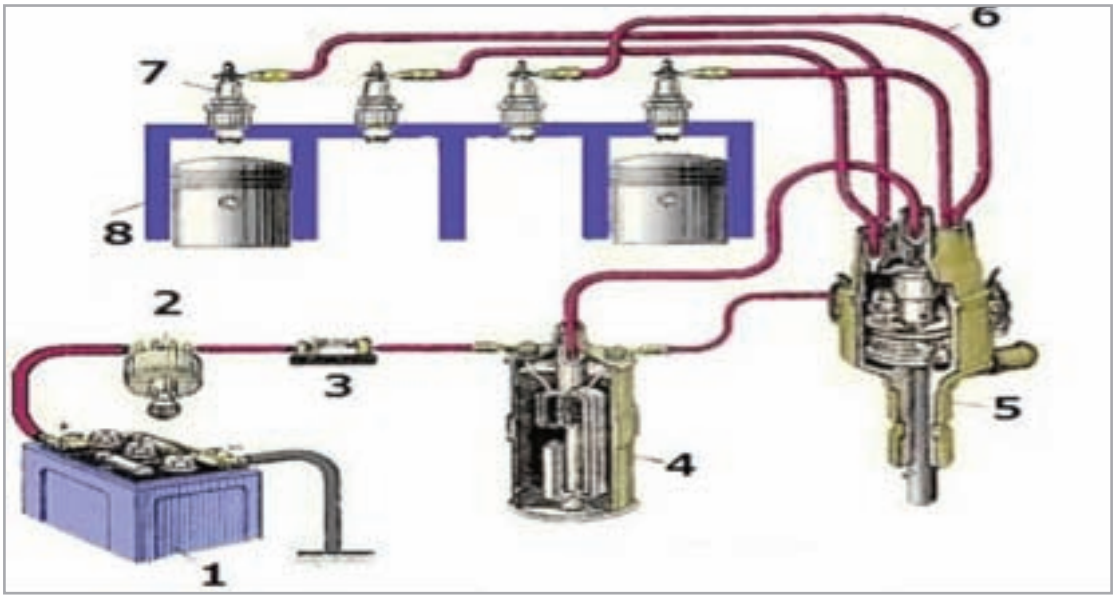
| | | | |
|---|---|---|---|
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- حاسوب. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ونوع المركبة وسنة الإنتاج، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، فحص عناصر نظام الإشعال واختبارها وتحديد مكان تركيب كل جزء).<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (نظام الإشعال الإلكتروني). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب<br>- قرطاسية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

## الأسئلة:

1. أعلّل: يُستخدم نظام الإشعال في محرّكات البِنزين، ولا يستخدم في محرّكات الديزل.
2. أفسّر: ملف الإشعال (الكويل) مضخّم للجهد الكهربائي.

## أتعلّم:

**نشاط:** ما نوع نظام الإشعال الموضّح في الصورة؟ وما مكوناته؟




يُستخدم نظام الإشعال في المحرّكات التي تعمل بوقود البِنزين، حيث يعمل على تأمين حدوث شرارة قوية قادرة على حرق المزيج من الهواء والوقود في بداية شوط القدرة داخل غرفة الاحتراق لكلّ أسطوانة من أسطوانات المحرّك.

يعمل نظام الإشعال على توفير الجهد الكهربائي القادر على تأمين تلك الشرارة، حيث يعمل على رفع جهد البطارية من 12 فولت إلى حوالي 20 ألف فولت، أو وَفق نظام الإشعال المستخدم.

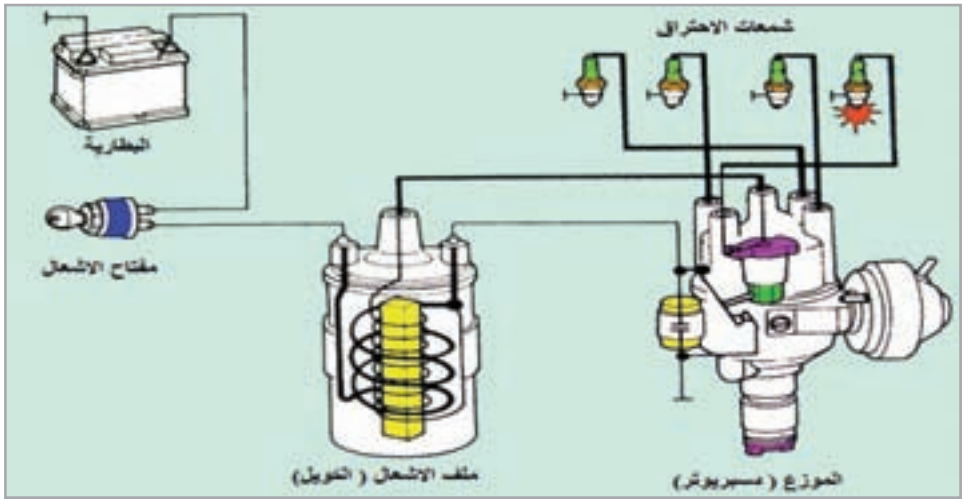
### وظائف نظام الإشعال:

1. تأمين شرارة كهربائية ذات جهد عالٍ.
2. توزيع الجهد العالي على شمعات الاحتراق، وَفق ترتيب الإشعال.
3. ضبط توقيت الإشعال بما يتناسب مع ظروف تشغيل المحرّك المختلِفة.

## تطور أنظمة الإشعال:

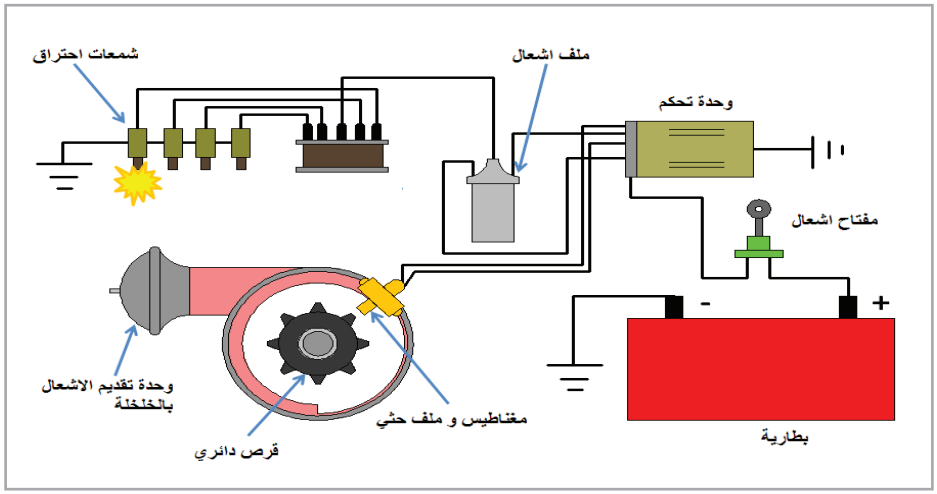
استُخدمت عديد من أنظمة الإشعال في المركبات؛ للحصول على أفضل أداء للمحرّك بمختلِف ظروف التشغيل، ونستعرض أهم أنظمة الإشعال التي استُخدمت منذ صناعة السيارات إلى أن وصلنا إلى نظام الإشعال المستخدم حالياً.

- **أولاً- نظام الإشعال العادي (الكهربائي):** استُخدم في بداية صناعة السيارات، وكان يعتمد على الموزع (الدسبريوتر) الذي يعمل على إكمال عمل ملف الإشعال (الكويل) في تضخيم الجهد الكهربائي، من خلال عملية التقطيع التي تتمّها نقاط تماس البلاتين، كما يعمل الموزع على توزيع الجهد الكهربائي إلى شمعات الاحتراق (البوجيّات)، وَفق ترتيب الإشعال.



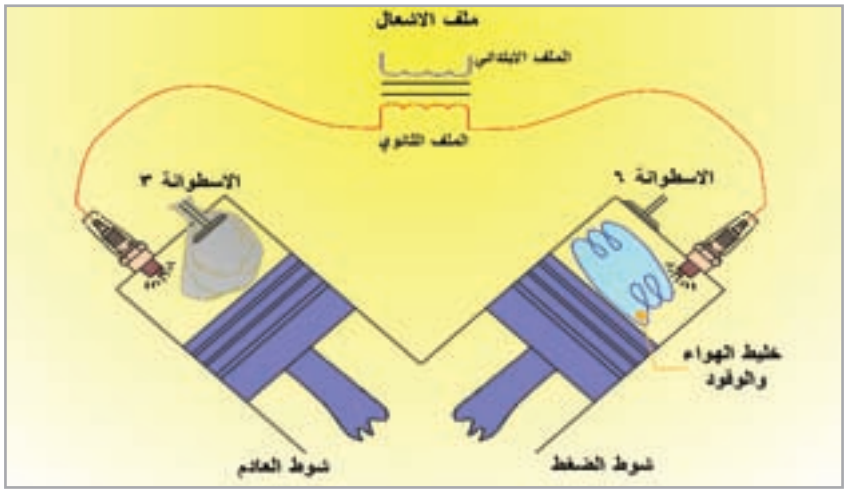

شكل (1): نظام الإشعال العادي

- **ثانياً- نظام الإشعال الإلكتروني ذو مولّد النبضات أو هول:** في هذا النوع من أنظمة الإشعال، استُبدلت نقاط التماس داخل الموزع بوَحدة تقطيع تعمل على توليد نبضة كهربائية، تُرسَل إلى وَحدة تحكم صغيرة، أضيفت إلى هذا النوع من أنظمة الإشعال، تعمل على إتمام عمل ملف الإشعال في تضخيم الجهد الكهربائي.



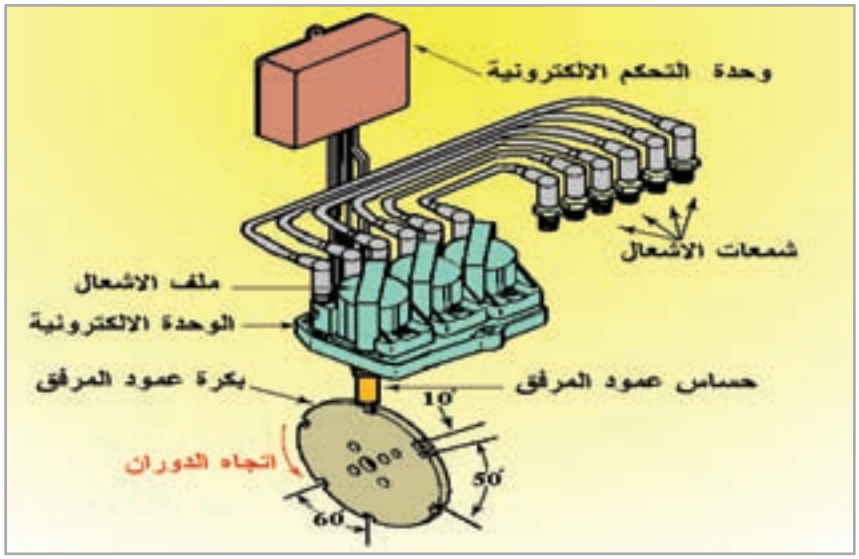

شكل (2): نظام الإشعال الإلكتروني ذو مولّد النبضات

- **ثالثاً- نظام الإشعال ثنائي الشرر:** في هذا النوع من أنظمة الإشعال، تمّ التخلص من الموزع، والاعتماد على وَحدة التحكم الرئيسة والمجسّات في إتمام عمل النظام، كما استُخدم ملف إشعال لكلّ أسطوانتين من أسطوانات المحرّك، ويعمل هذا النظام على إنتاج شرارتين في الوقت نفسه، إحداها يُستفاد منها بشكل مباشر، وتكون للأسطوانة التي ينتهي فيها شوط الضغط، أمّا الأخرى، وتُسمّى الشرارة الضائعة، يُستفاد منها بشكل جزئي وتكون للأسطوانة التي ينتهي فيها شوط العادم حيث تعمل هذه الشرارة على إعادة حرق الغازات العادمة، وبالتالي تقلّل من انبعاث الغازات العادمة.



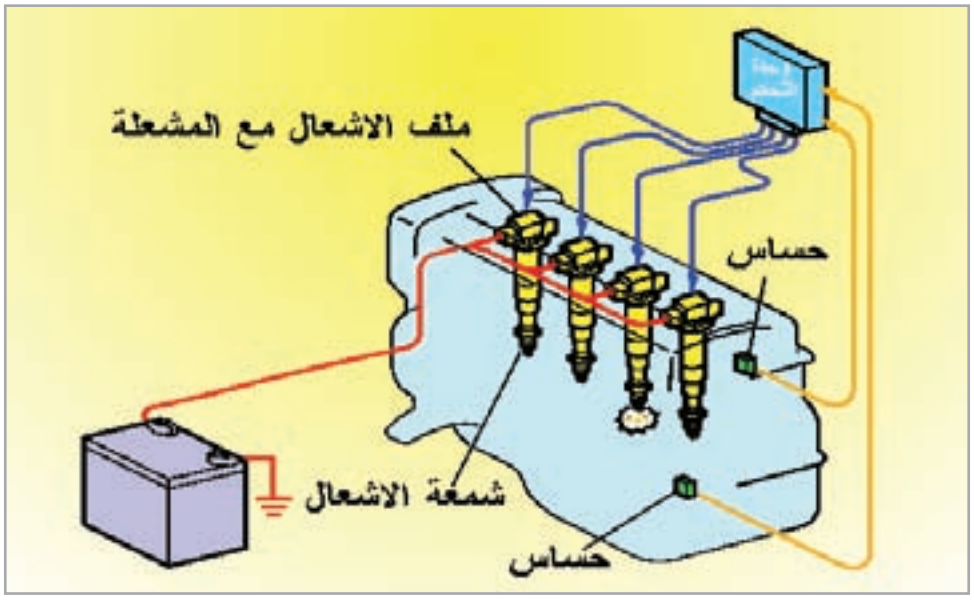

شكل (3): نظام الإشعال ثنائي الشرر

والشكل الآتي يبيّن أجزاء النظام لمحرّك ذي ستّ أسطوانات:



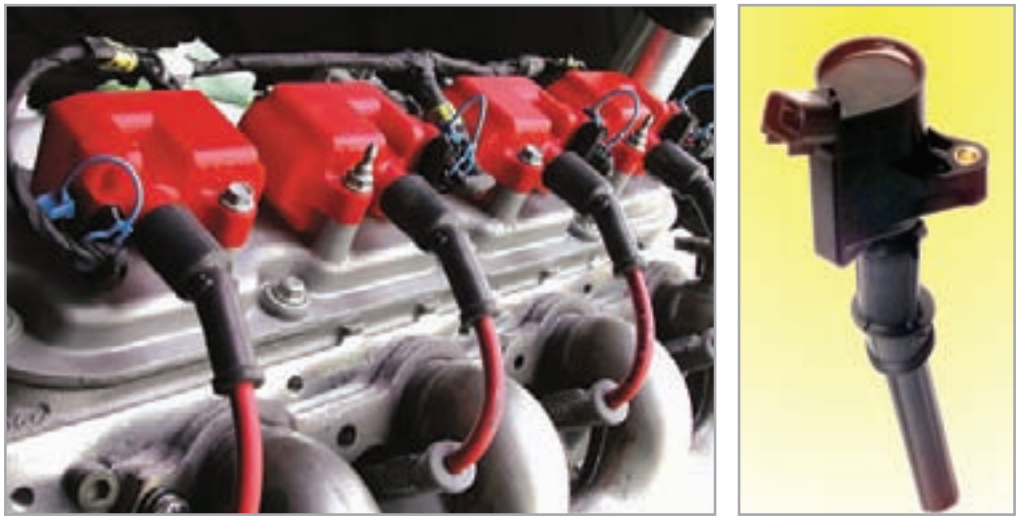

شكل (4): مكونات نظام الإشعال ثنائي الشرر

- **رابعاً- نظام الإشعال أحادي الشرر:** يُعَدّ هذا النظام أحدث أنواع أنظمة الإشعال، وهو المستخدم حالياً في السيارات، ويعتمد على وَحدة التحكم الإلكترونية، بالإضافة إلى مجسّات إدارة المحرّك، كما استُخدم ملف إشعال لكلّ أسطوانة من أسطوانات المحرّك.




شكل (5): نظام الإشعال أحادي الشرر

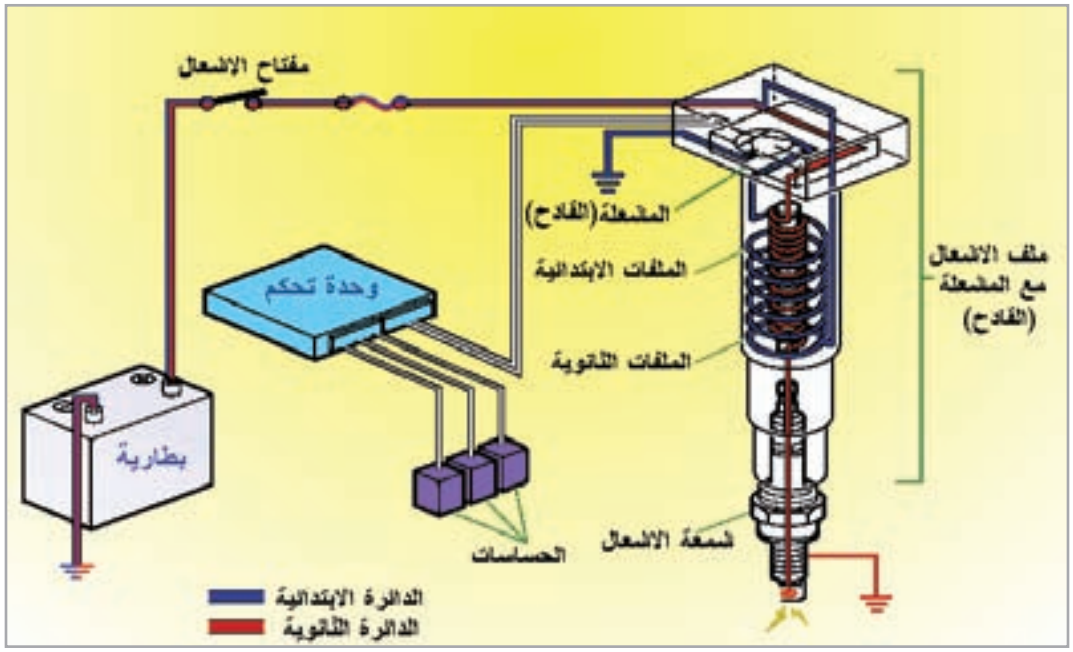
وفي بعض المركبات التي تستخدم هذا النوع من أنظمة الإشعال، استُخدمت أسلاك جهد عالٍ، تتّصل بين ملفات الإشعال وشمعات الاحتراق، أمّا في أنواع أخرى، فتمّ الاستغناء عن أسلاك الجهد العالي، وأصبحت ملفات الإشعال تُركَّب مباشرة فوق شمعات الاحتراق.



شكل (6): ملف الإشعال في نظام الإشعال أحادي الشرر

## أجزاء النظام:

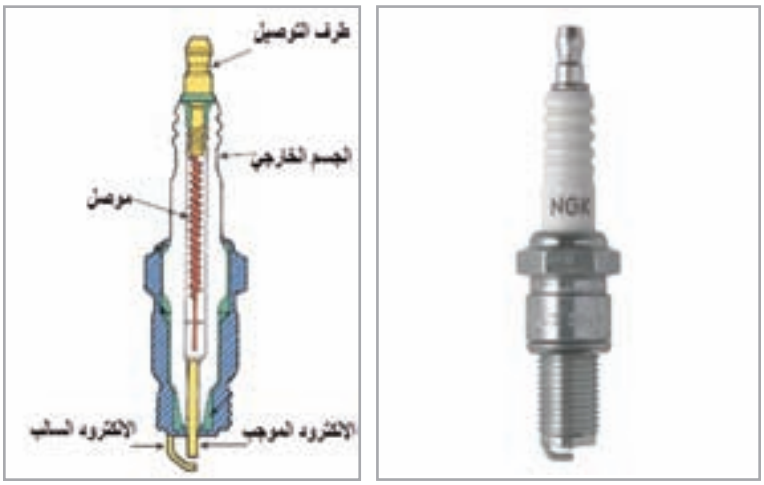
1. البطارية.
2. مفتاح الإشعال (السويتش).
3. القادح.
4. ملفات الإشعال.
5. وَحدة التحكم.
6. المجسّات، وأهمها مجسّ عمود المرفق، ومجسّ عمود الكامات.
7. شمعات الاحتراق.




شكل (7): مكونات نظام الإشعال أحادي الشرر

## أهم أجزاء النظام:

1. **القادح:** يعمل على التحكم في وصل التيار، وفصله في الملف الابتدائي لملف الإشعال، بناء على الإشارة الواردة من وَحدة التحكم.
2. **ملف الإشعال:** يعمل على رفع جهد البطارية من 12 فولت إلى جهد عالٍ أكثر من 10 كيلو فولت، ويتركّب من ملف ابتدائي وثانوي متقاربين، فعند سريان التيار في الملف الابتدائي بشكل متقطع، فإنّه يتولّد الحث المتبادل الذي يولّد الجهد العالي في الملف الثانوي، ويختلف مقدار الجهد العالي المتولّد على عدد لفّات الملف.
3. **شمعة الاحتراق:** تستقبل الجهد العالي المتولّد في ملف الإشعال، وتعمل على توليد شرارة كهربائية قادرة على إحراق المزيج داخل الأسطوانة في بداية شوط القدرة، ويقوم الجهد العالي بتوليد الشرارة الكهربائية في الفجوة الموجودة بين قطبَي شمعة الاحتراق (القطب المركزي الموجب، والقطب السالب).

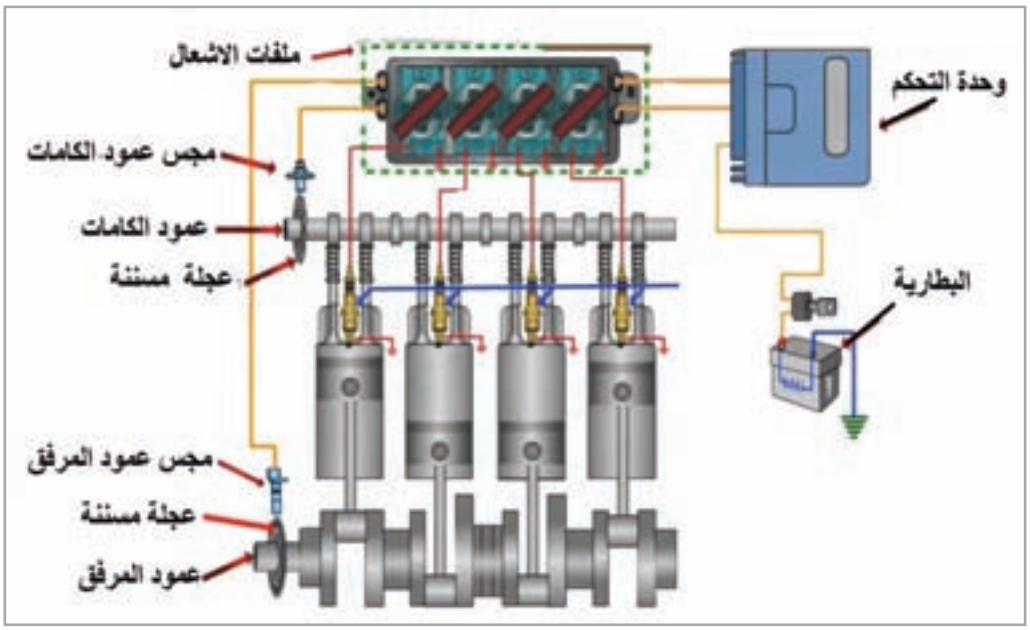



شكل (8): شمعة الاحتراق (البوجيّة)

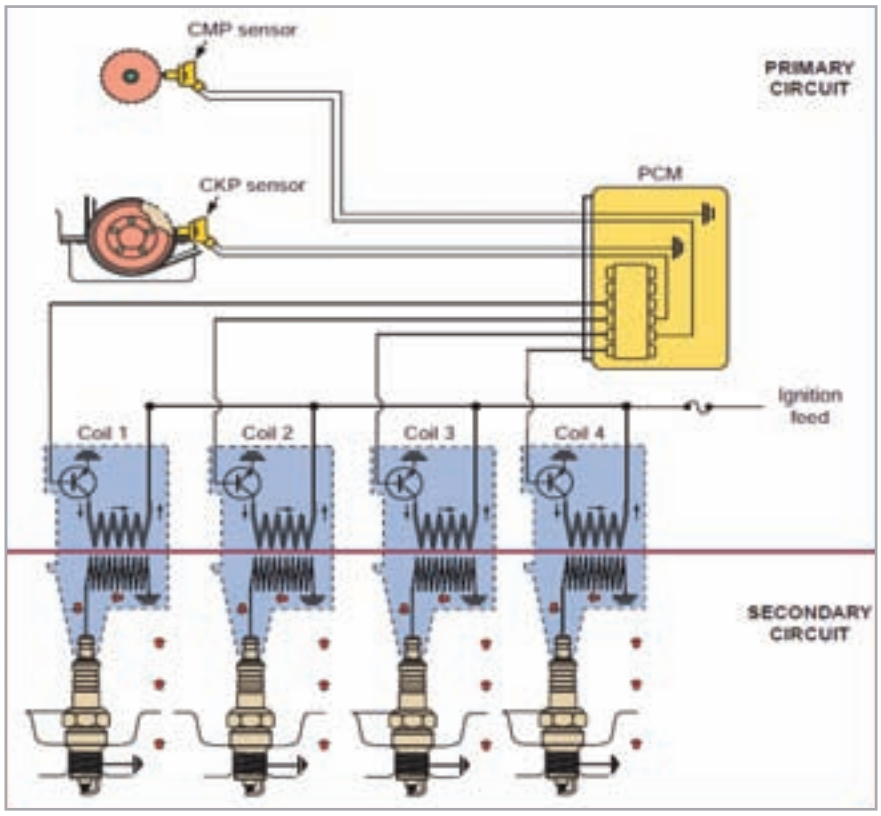
## مبدأ عمل نظام الإشعال أحادي الشرر:

يتمّ تحديد النقطة الميتة العليا من خلال مجسّ سرعة عمود المرفق، وموضعه، كما تقوم وَحدة التحكم بتحديد دورة المحرّك بشكل دقيق، من خلال عدد أسنان العجلة المسنّنة، ومجسّ عمود الكامات، بالإضافة إلى الإشارات الواردة من مجسّات إدارة المحرّك التي تحدّد حالة عمل المحرّك، وطبيعته.

وتقوم وَحدة التحكم بحساب وقت الإشعال، بناء على هذه المعلومات، ثمّ تُصدِر أمرها إلى ملف الإشعال للأسطوانة التي سيبدأ بها شوط القدرة، ليعمل ملف الإشعال على تضخيم الجهد الكهربائي، وإرساله مباشرة إلى شمعة الاحتراق، التي بدورها تعمل على تكوين شرارة قوية بين قطبيها، قادرة على حرق المزيج داخل غرفة الاحتراق.




شكل (9): مبدأ عمل نظام الإشعال أحادي الشرر

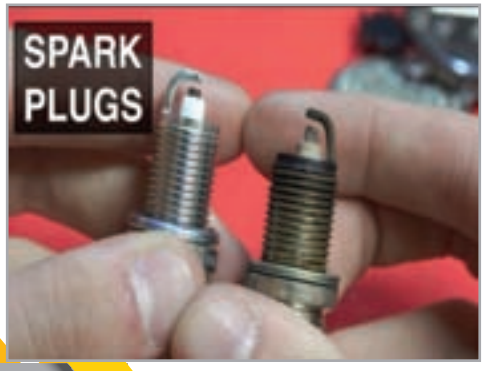



شكل (10): الدارة الابتدائية والدارة الثانوية لنظام الإشعال أحادي الشرر

## صيانة نظام الإشعال:

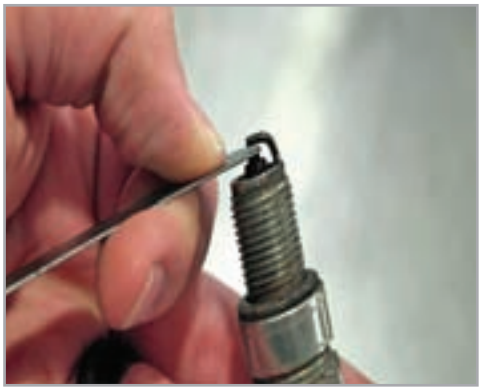
### أولاً- فك شمعات الاحتراق، وفحصها:

1. استخدام بُكس البوجيّات الخاص لفك شمعات الاحتراق، وَفق القطر الخارجي لشمعة الاحتراق.




2. مقارنة شمعة الاحتراق الجديدة قبل التركيب بشمعة الاحتراق القديمة، وأتأكّد من مطابقتها للمواصفات.

3. معايرة الخلوص بين قطبَي شمعة الاحتراق، وأتأكّد من مطابقته لتعليمات المنتج، وتستخدم أداة القياس الشفرات (فيلر كيج)؛ لضبط الخلوص.



## ثانياً- فحص أسلاك الجهد العالي:

تُستخدَم ساعة القياس؛ لقياس مقاومة أسلاك الجهد العالي، ومقارنتها بتعليمات الشركة الصانعة، (أو مقارنة قيم الأسلاك بعضها مع بعض؛ لذا يجب أن تكون جميع القراءات متقاربة، مع اختلاف بسيط؛ بسبب أطوال الأسلاك).

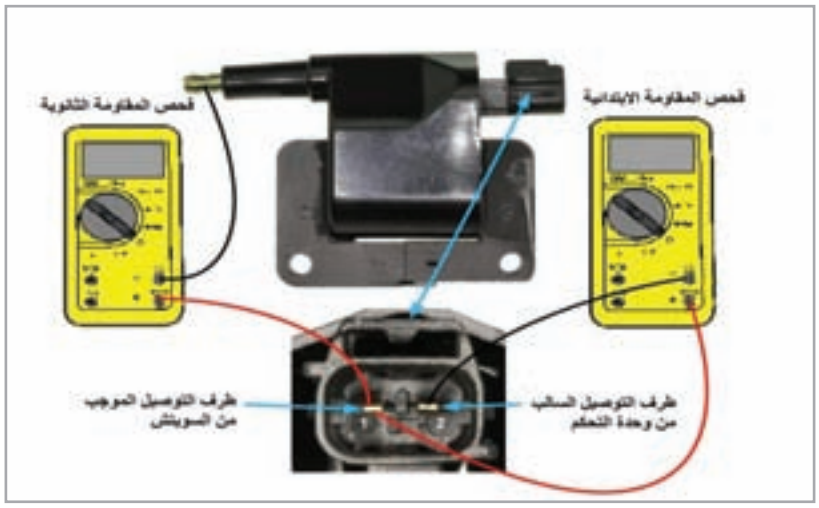
## ثالثاً- فحص وجود الشرارة، وقوّتها في نظام الإشعال:

1. توصيل ملف الإشعال، أو سلك الجهد العالي بشمعة الاحتراق، وتقريبه من جسم المركبة، ثمّ إدارة المحرّك، وملاحظة الشرارة، وقوّتها.

2. تُستخدم أداة فحص خاصة توصَل بين ملف الإشعال، أو سلك الجهد العالي من جهة، وشمعة الاحتراق من جهة أخرى، ثمّ إدارة المحرّك، وملاحظة وميض لمبة الفحص عند حدوث الشرارة.

## رابعاً- فحص ملف الإشعال (الكويل):

تُستخدَم ساعة القياس (ملتميتر)؛ لقياس مقاومة الملف الابتدائي والثانوي لملف الإشعال، كما هو موضّح بالصورة أدناه، ويجب أن تكون مقاومة الملف الابتدائي من (0.5 - 2) أوم، والثانوي من (3 - 10) كيلو أوم، أو وَفق تعليمات الشركة الصانعة.




### الأسئلة:

1. أعدّد المكونات الأساسية لنظام الإشعال ثنائي الشرر.
2. أشرح مبدأ عمل نظام الإشعال أحادي الشرر.

## أسئلة الوَحدة

**السؤال الأول:** أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. ما وظيفة المجسّات في نظام إدارة المحرّك؟

أ- ضبط عمل نظام إدارة المحرّك.
ب- مراقبة ظروف تشغيل المحرّك المختلِفة.
ج- رفع كفاءة عمل المحرّك.
د- تنفيذ أوامر وَحدة التحكم الإلكترونية.

2. أين يُركّب مجسّ قياس سرعة دوران المحرّك؟

أ- على جسم المحرّك.
ب- أمام عجلة مسننة مثبّتة على الفراويل، أو بكرة عمود المرفق.
ج- أمام مسنّن مثبّت على عمود الكامات.
د- على رأس المحرّك.

3. لماذا يُستخدم مجسّ الطُّرُق في محرّك البِنزين؟

أ- لمراقبة حركة المكبس داخل أسطوانة المحرّك.
ب- لاستشعار الحرارة داخل المحرّك.
ج- مراقبة الاصوات والاهتزازات الناتجة عن احتراق غير طبيعي داخل أسطوانة المحرّك.
د- مراقبة نسبة المزيج الداخل إلى أسطوانات المحرّك.

4. ما قيمة الفولتية المنتجة من مجسّ الأكسجين عندما يكون المزيج غنياً؟

أ- 0 - 1 فولت.
ب- 0.1 - 0.3 فولت.
ج- 0.7 - 0.9 فولت.
د- 0.5 - 0.6 فولت.

5. ما الغاية من استخدام منظومة إعادة تدوير الغازات العادمة (EGR)؟

أ- زيادة حجم أسطوانات المحرّك.
ب- رفع قدرة المحرّك.
ج- خفض انبعاث الغازات العادمة، والتقليل من استهلاك الوقود.
د- تحسين أداء المحرّك.

**السؤال الثاني:** أشرح مبدأ عمل مجسّ قياس الضغط المطلق داخل مجاري السحب.

**السؤال الثالث:** ما المقصود بمفعّلات الأوامر في نظام إدارة المحرّك؟

**السؤال الرابع:** ما وظيفة الشاحن التوربيني (التيربو) المُستخدَم في أنظمة إدارة المحرّك؟

**السؤال الخامس:** أعدّد ميزات استخدام وَحدات التحكم في السيارات.

**السؤال السادس:** ما الفرق بين نظام الإشعال أحادي الشرر، ونظام الإشعال ثنائي الشرر؟

**دراسة حالة:**

**أنفذ خطوات العمل الكامل للموقف التعليمي التعلمي.**

حضر أحد الزبائن إلى مركز صيانة المركبات، يعاني من مشكلة زيادة استهلاك مركبته للوقود، من خلال دراستي للمنهجية المتّبعة، أكتب تقريراً مفصلاً للخطوات المتّبعة في تحليل أسباب المشكلة، وحلّها.

**مشروعان:**

1. أصمّم نموذجاً لنظام إدارة المحرّك، يتضمن الأمور الآتية:
   - مجسّات إدارة المحرّك.
   - المفعّلات والمنفّذات.
   - وَحدة تحكم إلكترونية.
   - المخطط التفصيلي والكهربائي للنظام.

   مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطط المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع)

2. أكتب تقريراً مفصلاً عن إحدى المركبات العاملة في فلسطين، بما يتعلق بمنظومة الإشعال، وإدارة المحرّك المستخدمة في تلك المركبة، يتضمّن مجسّات النظام، ومنفّذاته، والمواصفات الفنية والتقنية لتلك المركبة.

   مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطط المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع)

# الوَحدة الثانية

# أنظمة حقن الوقود
# (Fuel injection system)

**أتأمل ثم أناقش:**

**أنظمة حقن الوقود هي المنظومة المسؤولة عن حقن الوقود داخل أسطوانات المحرّك؛ ليكمل عمله.**

# الكفايات

**الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع محتوياتها، وأنشطتها:**

## أولاً- الكفايات الاحترافية (الاختصاص):

القدرة على:

1. أحدّد مكونات نظام حقن وقود البِنزين المتعدّد.
2. التمييز بين أنظمة حقن وقود البِنزين الحديثة.
3. الإلمام بأنواع أنظمة حقن وقود الديزل الإلكتروني.
4. تحديد أهمية منظومة التقليل من انبعاث الغازات العادمة.

## ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

1. يحافظ على خصوصية الشركات، وأسرارها.
2. التعامل بمصداقية.
3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة.
4. القدرة على التواصل الفعّال.
5. القدرة على الاستماع.
6. قدرة الحصول على المعلومة من الزبون.
7. القدرة على التأمُّل الذاتي.

## ثالثاً- الكفايات المنهجية:

1. العمل التعاوني.
2. الحوار والمناقشة.
3. العصف الذهني (استمطار الأفكار).
4. القدرة على البحث.

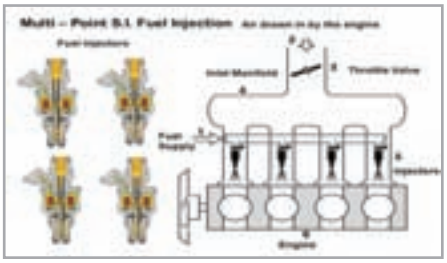
## قواعد الأمن والسلامة:

1. معاينة التجهيزات باستمرار أثناء العمل.
2. استخدام عِدَد تحقق متطلبات الأمن والسلامة.
3. وضع العِدَد في المكان المخصص لها.
4. عدم استخدام العِدَد إلّا للغرض المخصص لها.
5. يجب أن تتوفر أجهزة القياس والمعدّات اللازمة لإجراء الفحوص، والاختبارات المهمّة.
6. أتأكّد من وجود المواد العازلة على الأجهزة، والعِدَد، وكسوتها بغلاف واقٍ في حالة عدم وجوده عليها.
7. الاختبار الدوري لوسائل الحماية؛ للتأكّد من صلاحِيَتها، وخلوها من الأعطال.
8. ارتداء ملابس العمل، واستخدام معدّات الوقاية الشخصية أثناءه داخل المشاغل، أو خارجها.
9. إبعاد المواد سريعة الاشتعال (الغازات، والكيماويات، ...، وغيرها) عن مواقع الأجهزة الكهربائية؛ خوفاً من حدوث الحرائق.
10. توفير أجهزة إطفاء الحريق، ومعدّاته المناسبة، وتوزيعها بشكل يغطّي جميع أماكن العمل، وخاصة الخطرة منها.
11. عدم لبس الخواتم، والساعات، والجواهر عند العمل قرب الدوائر الكهربائية.
12. التأكّد المستمر من نظافة أرضية المشغل، وخلوها من الزيوت، والشحوم، وغيرها من المواد التي قد تسبّب ضرراً للمتدربين أثناء عملهم داخل المشغل.
13. وجوب توفير حقيبة إسعافات أولية.

## الموقف التعليمي التعلُّمي الأول

# نظام حقن وقود البِنزين ذو نقاط الحقن المتعدّد

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى إحدى مراكز صيانة السيارات، لديه مشكلة في مركبته، وبعد الفحص والتشخيص، تبيّن أنّ الخلل في منظومة حقن الوقود، فطلب تفسيراً لذلك، وبياناً لمدى تأثير منظومة الحقن على أداء المركبة.



| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع البيانات والمعلومات عن نظام حقن الوقود، ونوعه.<br>- أجمع البيانات عن:<br>• مكونات نظام حقن الوقود ذي نقاط الحقن المتعدّد.<br>• مبدأ عمل هذا النوع من أنظمة الحقن.<br>• منظّم ضغط الوقود، وأهميته في نظام الحقن. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخططات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (نظام حقن وقود البنزين).<br>- أناقش البيانات التي جمعت من المرحلة السابقة.<br>- أحدد خطوات العمل.<br>- أحدّد أدوات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أحدّد مكونات نظام الحقن.<br>- أحدّد الخطوات اللازمة في التعامل مع أنظمة الحقن. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |
| أنفّذ | - أرتدي معدّات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أحدّد عناصر نظام الحقن، ومكوناته على المركبة، أو نموذج حقن الوقود.<br>- أفحص العناصر الرئيسة المكوِّنة لنظام الحقن. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | - أختبر ضغط الوقود في نظام الحقن باتّباع الخطوات الآتية:<br>• تهيئة المركبة.<br>• استخدام ساعة قياس الضغط.<br>• توصيل الساعة مع خط تزويد الوقود لنظام الحقن.<br>• إدارة محرّك المركبة.<br>• قراءة قيم الضغط الظاهرة على الساعة.<br>• تسجيل القراءات، ومقارنتها بتعليمات المنتج. | | |
| أتحقّق من | - أحدّد مكان تركيب مكونات نظام الحقن.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ومكونات نظام حقن الوقود وأنواعه، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد عناصر نظام الحقن وفحص العناصر الرئيسية).<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من مكونات نظام الحقن.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (نظام حقن وقود البنزين). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

**الأسئلة:**

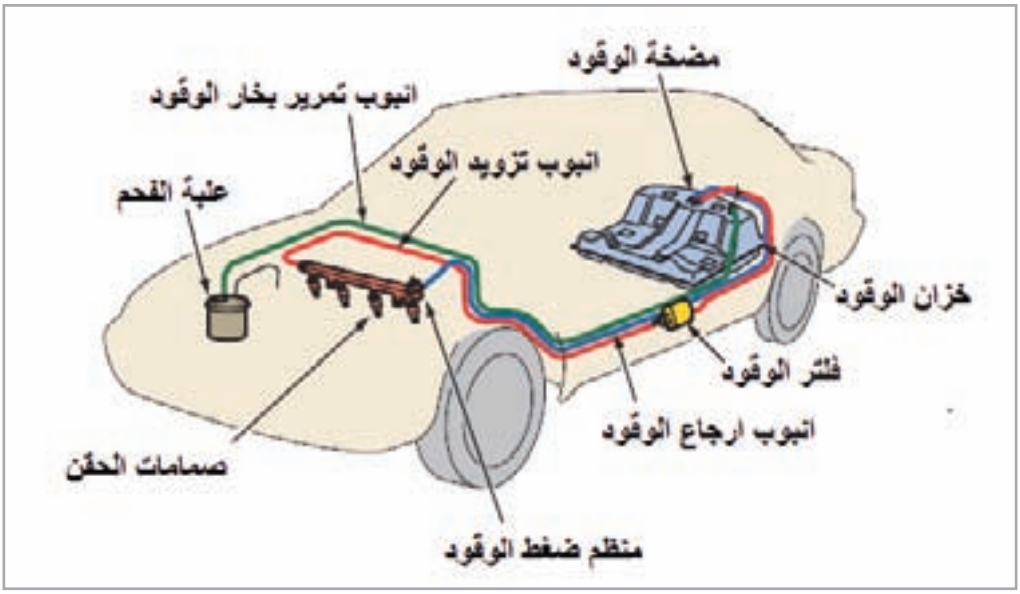
1. ما الغاية من استخدام نظام حقن الوقود في المركبات؟
2. أفسّر: من أهم مكونات نظام الحقن صَمامات حقن الوقود (البخّاخات).

## أتعلّم:

**نشاط:**

أناقش مع زملائي تطوّر أنظمة حقن الوقود منذ صناعة المركبات إلى يومنا هذا، وأستنتج مايأتي:
(هل تختلف أنظمة الحقن باختلاف نوع الوقود المستخدم)؟

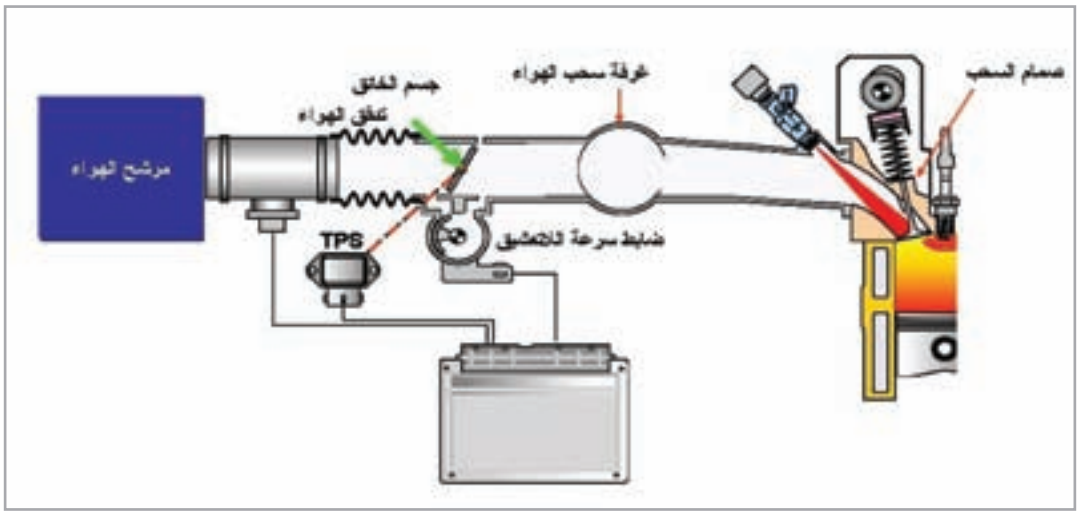
يتضمّن حقن الوقود بخّ الوقود، أو حقنه داخل مجمع سحب المحرّك؛ لتحضير مزيج من الهواء والوقود بنسبة معينة، تصل إلى 14 : 1 كنسبة وزنية، وقد تتغير هذه النسبة وَفق ظروف تشغيل المحرّك، ويعمل نظام الحقن على تهيئة المزيج؛ لإدخاله إلى أسطوانة المحرّك في بداية شوط السحب. يكمن التطور على أنظمة حقن الوقود في التحكم بكمية الوقود المحقون، والتقليل من الملوثات بالعادم، وزيادة كفاءة المحرّك، وقدرته، بالإضافة إلى سهولة عملية الصيانة والإصلاح.




شكل (1): مكونات نظام حقن الوقود

### نظام متعدّد نقاط حقن الوقود (Multi-point fuel injection) (MPFI):

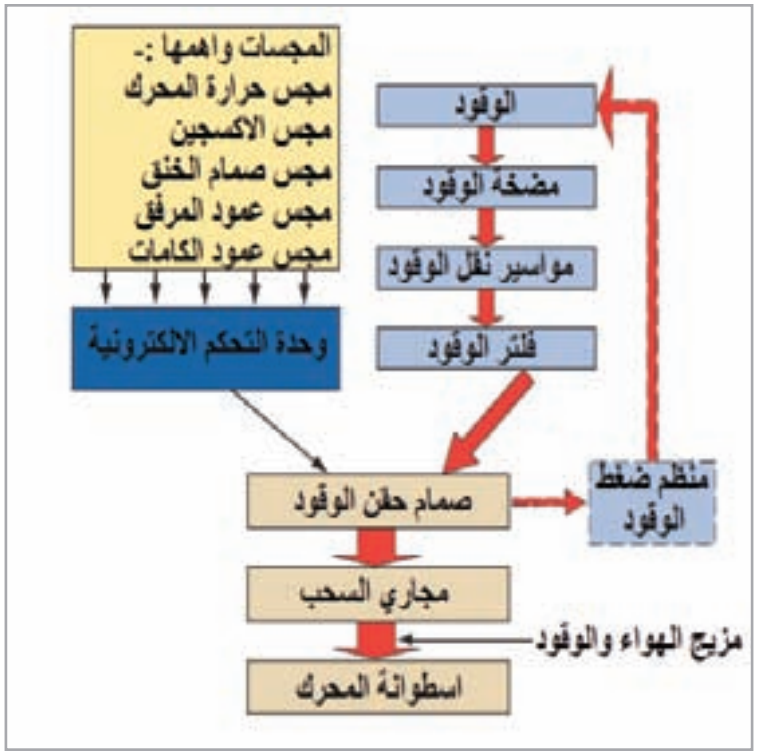
يُعرف هذا النظام أيضاً بحقن وقود متعدّد الفتحات (Multi-port fuel injection)، أو حقن وقود بالتتابع (sequential fuel injection)، وفي هذا النظام، يتمّ حقن الوقود في مجاري السحب قبل صَمام السحب، فإمّا أن يكون بالترتيب (sequential) الذي يكون فيه الحقن بالتزامن مع كلّ شوط سحب لكلّ أسطوانة، أو يكون بالمجموع (batched) الذي يكون الحقن لجميع الأسطوانات، ومن دون توافق مع شوط السحب لأيّ أسطوانة من أسطوانات المحرّك، أو يكون في الوقت نفسه (simultaneous) الذي يكون فيه الحقن في الوقت نفسه لجميع الأسطوانات.




شكل (2): نظام حقن الوقود ذو نقاط الحقن المتعدّدة

**نشاط:** أكتب بحثاً عن أنواع المركبات العاملة في فلسطين، التي تَستخدم هذا النوع من أنظمة حقن الوقود.

## أولاً- مكونات نظام حقن الوقود:

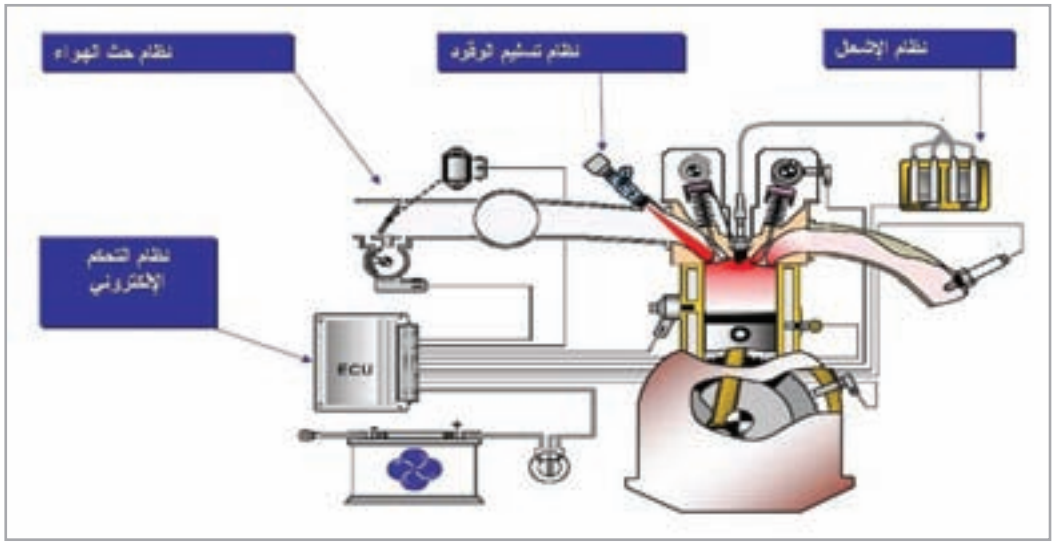



شكل (3): مكونات نظام حقن الوقود

## 1 - وحدة التحكم:

### مبدأ العمل:

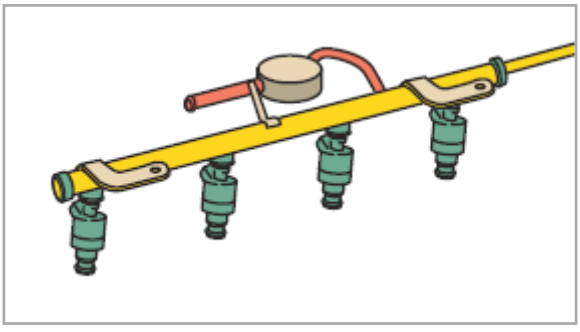
تقوم وَحدة التحكم في النظام باستقبال المعلومات المتعلقة بظروف تشغيل المحرّك، كسرعة المحرّك، ووضع عمود المرفق، بالإضافة إلى مقدار انسياب الهواء داخل مجمع السحب، ودرجة حرارة سائل التبريد، ووضع الخانق، ودرجة الحرارة الهواء الداخل للمحرّك، وبناءً على هذه المعلومات، تقوم وَحدة التحكم بتزويد صَمامات الحقن بالوقود تحت ضغط ثابت من مضخّة الوقود، كما تعمل على إرسال إشارة كهربائية إلى صَمامات الحقن؛ لتعمل على بخّ الوقود على شكل رذاذ داخل مجاري السحب، وقبل صَمام السحب لكلّ أسطوانة من أسطوانات المحرّك.




شكل (4): مبدأ عمل نظام حقن الوقود

## 2 - ماسورة توزيع الوقود:

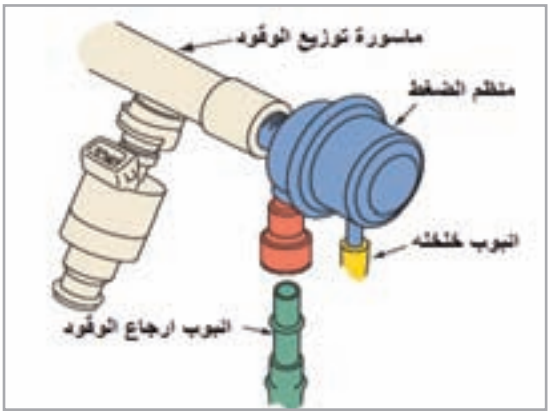
يتمّ تثبيت صَمامات الحقن (البخّاخات) عليها، وتعمل على تخزين الوقود، وتوزيعه على صَمامات الحقن بالكمية والضغط المناسبين، ويُركّب في نهاية ماسورة توزيع الوقود منظّم ضغط الوقود؛ للمحافظة على إبقاء ضغط الوقود داخل الماسورة ضمن قيمة معينة، حوالي 3 بار، أو وَفق نوع نظام الحقن.



شكل (5): ماسورة توزيع الوقود

### 3- منظّم ضغط الوقود:

يحافظ هذا المنظّم على بقاء ضغط الوقود داخل ماسورة توزيع الوقود ضمن قيمة ثابتة، وفي حالة ارتفاع الضغط عن الحدّ المسموح به في النظام، يعمل المنظّم على فتح خطّ إرجاع الوقود إلى خزّان الوقود؛ ليتمّ خفض ضغط الوقود، وإرجاعه إلى قيمته الثابتة، وتستخدم بعض أنظمة حقن الوقود منظّماً ميكانيكياً، وفي أنواع أخرى، منظّماً كهربائياً يعمل بأمر من وَحدة التحكم الإلكترونية، وفي هذه الحالة، لا بدّ من وجود مجسّ لقياس ضغط الوقود داخل ماسورة توزيع الوقود.




شكل (6): منظّم ضغط الوقود

### ثانياً- أختبار ضغط الوقود في نظام الحقن:

1. تحضير ساعة القياس، والتوصيلات الخاصة، وَفق المركبة المراد أختبر ضغط الوقود لها.

2. توصيل ساعة الضغط مع خط تغذية نظام الحقن القادم من مضخّة الوقود إلى صَمامات الحقن، وبعض أنظمة الحقن تزوّد بطرف توصيل خاصّ لاختبار الضغط.

3. بعد توصيل ساعة الضغط، يتمّ إدارة محرّك المركبة، وملاحظة قراءة الساعة، ومقارنتها بتعليمات المنتج.

**الأسئلة:**

1. ما وظيفة ماسورة توزيع الوقود؟
2. أعدّد المكونات الرئيسة لنظام حقن الوقود ذي نقاط الحقن المتعدّد.

# أنظمة حقن وقود البِنزين الحديثة

**وصف الموقف التعليمي:** توجّه مدير شركة القدس إلى معرِض للسيارات؛ من أجل شراء سيارة، وفي أثناء تجوّله فيه، شاهد سياراتٍ مكتوباً عليها في الخلف GDI –TSI، فطلب من موظف المعرِض توضيح معنى تلك الرموز، وعلاقتها بمحرّك المركبة، وميزات كلّ منها.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع البيانات والمعلومات من الزبون عن الاستفسارات التي لديه.<br>- أجمع البيانات عن:<br>• الرموز المسجّلة على المركبة.<br>• أنظمة حقن الوقود المختلِفة.<br>• أهم ميزات أنظمة حقن وقود البِنزين المتطورة. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، و مخططا ت ) .<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (أنظمة حقن وقود البِنزين الحديثة).<br>- أحدد خطوات العمل.<br>- أحدّد أدوات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أوفّر مركبة، أو نموذج مثبّت عليها نظام حقن الوقود المباشر (GDI).<br>- أوفّر مركبة، أو نموذج لنظام الحقن TSI.<br>- أوفّر الموارد والمعدّات المطلوبة. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أنفّذ | - أرتدي معدّات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أحدّد مكونات نظام الحقن المباشر GDI.<br>- أتتبّع مبدأ عمل نظام حقن الوقود المباشر.<br>- أحدّد مكونات نظام الحقن TSI.<br>- أتتبّع مبدأ عمل نظام الحقن TSI.<br>- أقارن بين أنظمة حقن وقود البِنزين المتطورة والحديثة.<br>- أحدّد مكونات التيربو شارجر.<br>- أفحص عناصر أنظمة حقن وقود البِنزين الحديثة، ومكوناتها، واختبار تلك العناصر.<br>- أوثّق النتائج التي حصلت عليها. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - ملابس العمل.<br>- ساعة قياس ملتميتر<br>- محرك، أو نموذج تعليمي لنظامَي الحقن GDI وTSI.<br>- برامج معلومات.<br>- أوراق، وأقلام. |
| أتحقّق من | - أدوات الصحة والسلامة المهنية.<br>- خطوات فحص مكونات أنظمة حقن الوقود.<br>- أحدّد الفروقات بين نظامَي الحقن GDI، وTSI.<br>- آلية عمل نظام زيادة ضغط الهواء (turbocharger). | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات. |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ومكونات نظام حقن الوقود وأنواعه، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد عناصر نظام الحقن وفحص العناصر الرئيسية).<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أكتب ما تمّ تنفيذه بصورة مقبولة وموجزة.<br>- أعدّ تقريراً بآلية التنفيذ، ونتائج الفحص.<br>- أفتح ملف بالحالة (أنظمة حقن وقود البِنزين الحديثة). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

## الأسئلة:

1. ما علاقة الرموز المسجّلة على خلفية المركبة في محرّك المركبة؟
2. هل محرّكات المركبات التي تعمل بوقود البِنزين تعتمد أنظمة حقن الوقود نفسها؟
3. ما الهدف من تطوير أنظمة حقن الوقود في المركبات؟

## أتعلّم:

**نشاط:** من خلال الصورة الآتية، ما دلالة الرموز المسجّلة على المركبات؟

### نظام الحقن المباشر (Gasoline Direct Injection) (GDI):

يُستخدَم هذا النوع من أنظمة الحقن في بعض أنظمة إدارة محرّك البِنزين، حيث يتمّ حقن الوقود ذي الضغط العالي مباشرة داخل الأسطوانات، وهذا النوع من أنظمة الحقن تستخدمه عديد من شركات صناعة السيارات، وبأسماء مختلِفة، والأكثر شيوعاً هو نظام الحقن المباشر للبِنزين (GDI).

شكل (1): نظام حقن الوقود المباشر

## صَمام حقن الوقود:

شكل (2): صَمام حقن الوقود

يتمّ حقن الوقود قبل إغلاق صَمام السحب، أو بعده، اعتماداً على وضع التشغيل، ويتمّ إجراء التعديلات وَفقاً للمدخلات، وأهمها مجسَّا كمية الهواء الداخل، وحرارته (MAF) و(IAT).

ويتمّ استخدام صَمام الحقن ذي الملف اللولبي في معظم أنظمة الحقن المباشر (direct injection)، وفي بعض أنظمة الحقن، يتمّ استخدام صَمامات الحقن الكهروضغطية؛ لما لها من استجابة أسرع بكثير من صَمامات الحقن ذات الملف اللولبي.

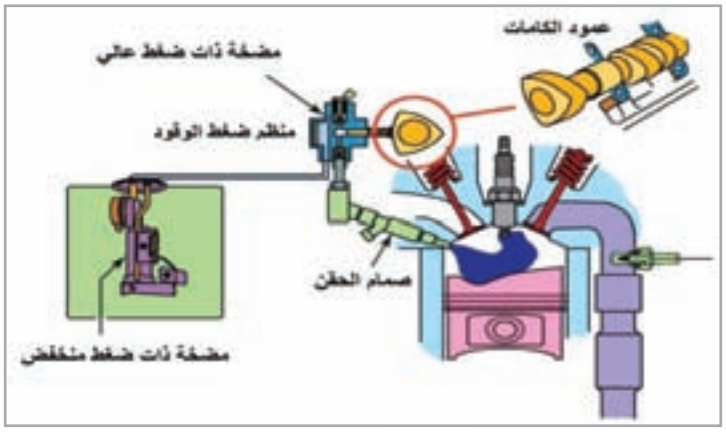
وفي أنظمة الحقن المباشر (GDI)، يمكن حقن الوقود في أيّ وقت، وليس فقط عندما يكون صَمام السحب مفتوحاً، ولمنع الحرارة داخل الأسطوانة من إشعال الوقود في صَمام الحقن، يتمّ تصميم صَمام الحقن، حيث يُغلَق بشكل تامّ بعد رشّ الوقود، كما يجب أن يعمل صَمام الحقن على رشّ الوقود بضغط أعلى بكثير ممّا هو عليه في الأسطوانة، وإذا لم يحدث هذا، فإنّ الوقود لا يدخل داخل الأسطوانة؛ بسبب تأثير ضغط الأسطوانة على ضغط صَمام الحقن؛ ما يمنع من دخوله للأسطوانة.

## مضخّة وقود عالية الضغط:

يتمّ نقل البِنزين من خزّان الوقود إلى المحرّك بالطريقة التقليدية، عن طريق مضخّة كهربائية في الخزّان، ويتمّ تسليم الوقود إلى مضخّة ميكانيكية ذات ضغط عالٍ من (33 إلى 130 بار)، وتستمدّ المضخّة حركتها من عمود الحدبات (الكامات).

تُنظّم وَحدة تحكم الضغط (PCM) في مواسير الوقود، استناداً إلى الإشارة الواردة من مجسّ ضغط الوقود، وعن طريق منظّم الضغط الذي يقع على ماسورة توزيع الوقود، أو على مضخّة الضغط العالي، ويتمّ تنظيم الضغط من خلال التحكم في كمية الوقود التي تدخل مضخّة الضغط العالي، أو عن طريق تغيير فعّالية ضخّ المضخّة.

ويمكن لمحرّكات (GDI) أن تعمل في أعلى نسب للضغط، دون الحاجة إلى استخدام بِنزين ذي رقم أوكتان عالٍ (high Octane)، ويتميّز هذا النوع من المحرّكات بزيادة القدرة، وعزم الدوران دون استهلاك مزيد من الوقود.




شكل (3): مضخّة الوقود عالية الضغط

## مزايا نظام الحقن المباشر (GDI)، بالمقارنة مع أنظمة الحقن الأخرى:

1. زيادة كفاءة الوقود.
2. زيادة قدرة المحرّك.
3. زيادة في كفاءة المحرّك الحجمي.
4. خفض الفاقد الحراري للمحرّك.
5. تقليل انبعاثات الغازات العادمة.

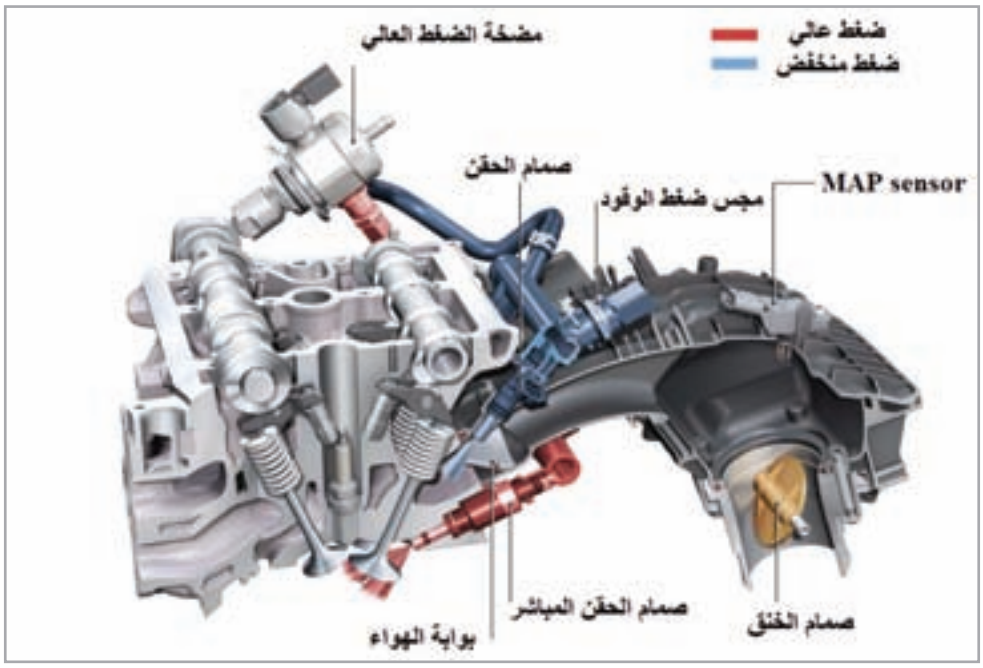
وفي أنظمة الحقن المباشرة، قد تصل نسبة الهواء إلى الوقود (60:1)؛ ما يعمل على تخفيض كبير في استهلاك الوقود، وبالمحصّلة تخفيض انبعاثات العادم أيضاً.

## نظام الحقن الذي يجمع نظامَي الحقن المتعدّد والمباشر (FSI – GDI):

تستخدم بعض المحرّكات مزيجاً من الحقن المباشر، وغير المباشر، حيث إنّ كلّ أسطوانة لديها اثنان من صَمامات الحقن: واحد في مجاري السحب، والآخر مباشرة في الأسطوانة، وكلتا المجموعتين تعمل عن طريق حقن الوقود بالطريقة نفسها التي يعمل بها النظامان، وتعمل وَحدة التحكم (PCM) على إيقاف أحد صَمامات الحقن، عندما لا تكون هناك حاجة إليه، فعندما يكون المحرّك بارداً، أو يعمل بسرعة منخفضة إلى متوسطة، فإنّ نظامَي الحقن يعملان، أمّا في السرعات العالية للمحرّك، والأحمال الثقيلة فقط، فالحقن المباشر هو المُستخدَم.

وتتحكّم وَحدة التحكم (PCM) في حجم الحقن، وتوقيته لصَمامي الحقن، وَفقاً لحمولة المحرّك، ومقدار تدفُّق الهواء الداخل، ودرجة الحرارة، وغيرها من المدخلات، وفي هذا النظام، يُستفاد من فوائد كلّ نوع من نظامَي الحقن، والهدف من استخدام هذا النوع من أنظمة الحقن هو تحسين الأداء، وخفض استهلاك الوقود، وانبعاثات الغازات العادمة في مختلِف ظروف تشغيل المحرّك.

وتسلّم مضخّةُ الوقودِ منخفضةِ الضغطِ في الخزّان الوقودَ إلى كلّ نظام من نظامَي الحقن، وفي نظام الحقن المباشر، يتمّ رفع ضغط الوقود بمضخّة الضغط العالي المتحكّم بها بوساطة عمود الحدبات، أمّا مقدار حقن الوقود، فتتحكّم بهما وَحدة التحكم، من خلال صَمامي الحقن، وتعمل وَحدة التحكّم على التحكّم بضغط النظامين، من خلال منظّم الضغط، ووَفق المدخلات الواردة من مجسّ ضغط الوقود.

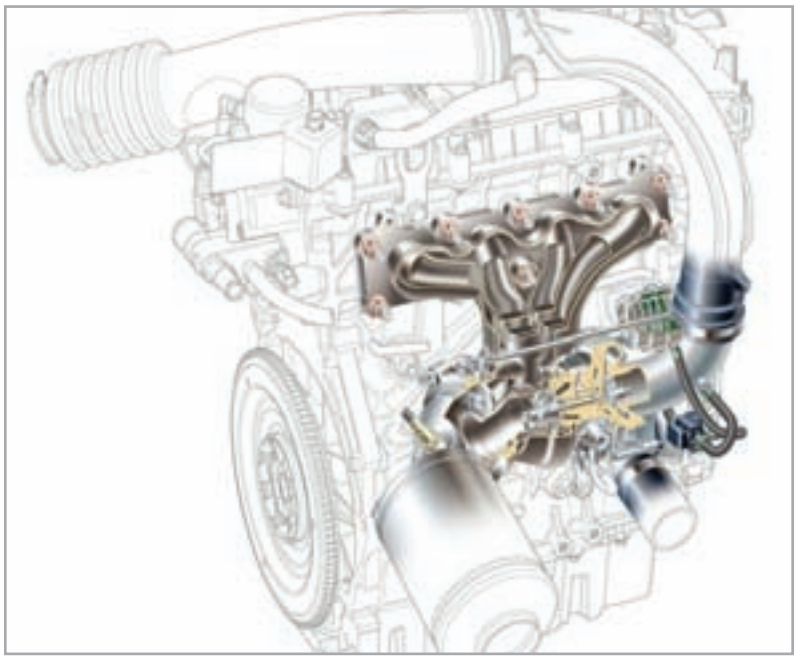



شكل (4): نظام الحقن المتعدّد والمباشر

## نظام الحقن ذو نظام زيادة ضغط الهواء- التيربو (TSI) (Turbo stratified injection)

محرّك TSI هو رمز للجيل الجديد من المحرّكات الاقتصادية التي توفّر استهلاك الوقود، وتعطى أداءً رياضياً، وهذا النوع من المحرّكات يعتمد على زيادة الضغط القسري باستخدام التيربو (turbo)، وتعمل تقنية الحقن TSI على زيادة عزم الدوران، وقوة المحرّكات التي تعمل بوقود البِنزين؛ ما يجعلها أكثر اقتصادية بنسبة 15%، وأقلّ انبعاثات للغازات العادمة.

يُعَدّ المحرّك ذو نظام الحقن TSI ذو السَّعة الحجمية 1400 سم$^3$، بقوة 140 حصاناً معادلاً لمحرّك 1800 سم$^3$، وأقلّ ما نسبته 20% من استهلاك الوقود، مقارنة بالمحرّك السابق، كما أنّ المحرّك TSI بقوة 140 حصاناً يستهلك وقوداً، ويصدر غازات كمحرّك لا يتعدى 80 حصاناً، ويرجع ذلك إلى أنّ TSI هو أول محرّك يعمل بالبِنزين، ويتكوّن من التيربو (turbocharger)، وسوبر شارجر (supercharger) معاً، حيث إنّ السوبر شارجر (supercharger) يعمل على توفير عزم عند السرعات المنخفضة، والتيربو (turbocharger) يوفّر العزم عند السرعات العالية، ويستطيع محرّك TSI أن يولّد 80% من العزم عند 1250rpm.



شكل (5): نظام الحقن المُزوَّد بمنظومة زيادة شحن الهواء (التيربو)

## مزايا محرّكات TFSI:

1. أفضل توزيع للوقود، وشحنه داخل غرفة الاحتراق.
2. نسب ضغط عالية، وزيادة في قدرة المحرّك.
3. زيادة كفاءة احتراق الوقود.

**TSI:** هي تقنية رائدة لمحرّكات البِنزين، وتعمل بالطاقة العالية، وتستخدم كمية أقلّ من الوقود، وتمزج تكنولوجيا TSI، أفضل مزايا نظام الحقن FSI، ونظام الحقن المباشر؛ لإعطاء قدرة ممتازة في القيادة، واقتصاد في الوقود، وتسارع فوري في الأداء، وخاصة في حالات التجاوز؛ ما يجعلها أكثر أماناً، ويعتمد هذا النوع من أنظمة الحقن على إضافة شاحن توربيني (turbocharger) يستمد حركته من اندفاع الغازات العادمة، ويستمد شاحن فائق السرعة (supercharger) حركته من عمود المرفق لمحرّك المركبة، واستُخدم هذا النوع من أنظمة الحقن في السيارات الصغيرة؛ لتقليل الانبعاثات، والحصول على قوة أكبر، ويتمّ استخدام الشاحن التوربيني عادة في سيارات الركّاب؛ للحصول على طاقة أكبر مع سَعة حجمية أقل للمحرّك.

شكل (6): التيربو والسوبرشارجر

**نشاط:**

1. أقارن بين أنظمة حقن الوقود المستخدمة في محرّكات البِنزين للمركبات العاملة في فلسطين.
2. أكتب بحثاً مفصلاً عن أنواع المركبات التي تعمل بوقود البِنزين، مزوّدة بالشاحن التوربيني (turbocharger)، والشاحن الفائق السرعة (supercharger)، وأحدّد مزايا كلّ نوع منهما.

**الأسئلة:**

1. أعدّد مزايا نظام الحقن TFSI.
2. ما وظيفة مضخّة الوقود عالية الضغط في نظام الحقن المباشر؟

# نظام حقن وقود الديزل ذو المجمع المشترك (common rail)

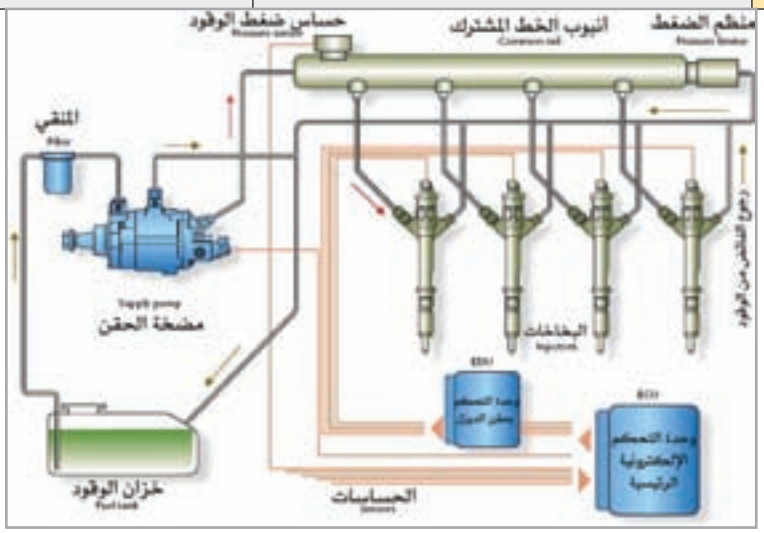
## الموقف التعليمي التعلُّمي الرابع

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب سيارة إلى ورشة صيانة المركبات يشتكي من ضعف في سحب سيارته التي تعمل بوقود الديزل.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: نوع السيارة، وسنة الإنتاج، وطراز المحرّك.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• أنظمة حقن وقود الديزل المختلِفة.<br>• نظام الحقن باستخدام المجمع المشترك.<br>• آلية عمل البخّاخات.<br>• مجسّات النظام.<br>• منظّمات ضغط الوقود.<br>• وسائل الحماية التي تلزم لحمايتي، وحماية الغير. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخططات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات (Auto Data) |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (نظام حقن وقود الديزل ذو المجمع المشترك (common rail)).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data)<br>- الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور لمحرّكات سيارات، البيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

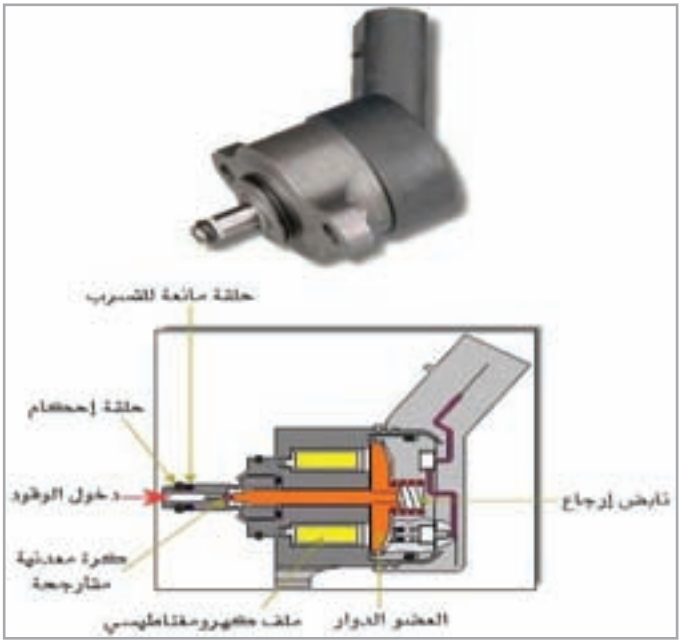
| | | | |
|---|---|---|---|
| أنفّذ | - أرسم مخططات لنظام حقن الوقود ذي المجمع المشترك.<br>- أنجز مهمة فحص نظام حقن الوقود ذي المجمع المشترك، وَفقاً للآتي، وبالاستعانة بالشكل (1):<br>• تحديد أجزاء النظام.<br>• تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>• فحص حسّاس ضغط الوقود، كما مر سابقاً، الشكل (2).<br>• فحص منظّم ضغط الوقود، الشكل (3).<br>• فحص ماسورة تجميع الوقود (الخط المشترك)، الشكل (4). | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، صور لمحرّكات سيارات، البيانات التي جُمِعَت)<br>- الإنترنت (مواقع خاصة لمحرّكات المركبات) |
| أتحقّق من | - أحدّد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور لمحرّكات سيارات).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة لمحرّكات المركبات).<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ومكونات نظام حقن وقود الديزل وأنواعه ومنظمات ضغط الوقود، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد عناصر نظام الحقن وفحص العناصر الرئيسية وفحص مجسات النظام وماسورة تجميع الوقود).<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (نظام حقن وقود الديزل ذو المجمع المشترك (common rail)). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني.<br>- مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

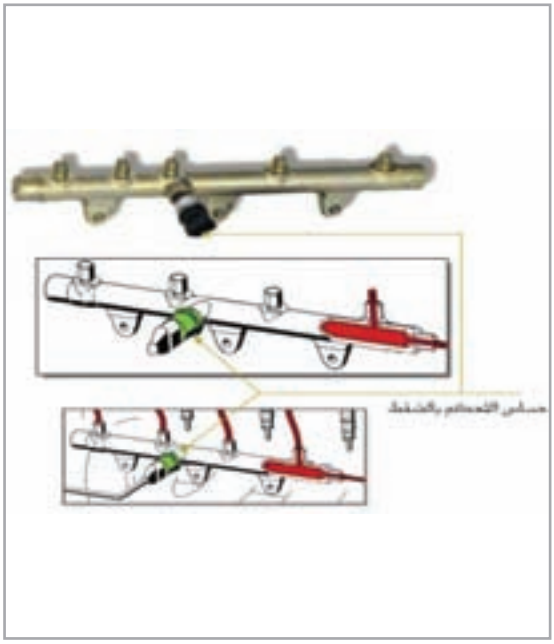



الشكل (1): أجزاء منظومة حقن وقود الديزل (Common Rail)

الشكل (2): حسّاس ضغط الوقود




الشكل (3): منظّم ضغط الوقود وأجزاؤه الداخلية



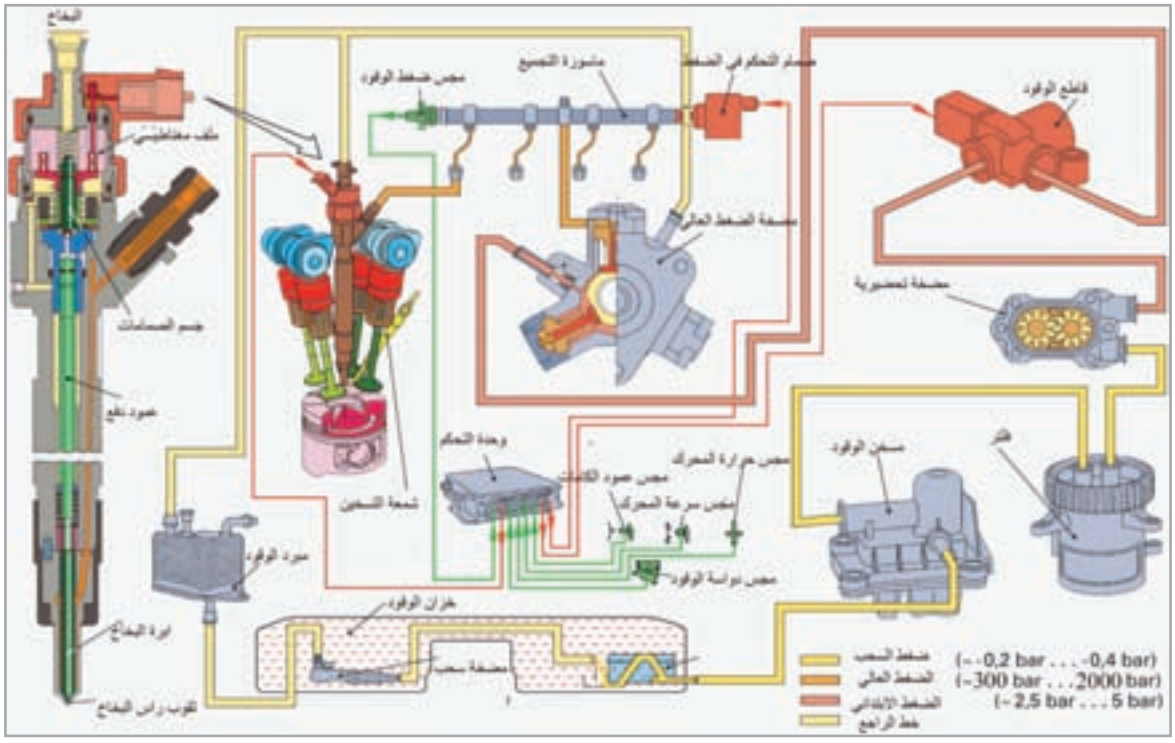
الشكل (4): ماسورة تجميع الوقود (الخط المشترك)

**الأسئلة:**

1. أذكر فوائد نظام حقن الوقود الإلكتروني.
2. أبيّن ميزات نظام حقن الوقود الإلكتروني، مقارنة بنظام حقن الوقود الميكانيكي.
3. أعدّد أجزاء نظام حقن الوقود الإلكتروني في محرّكات الديزل.

**أتعلّم:**

**نشاط:** بالاستعانة بالشكل الآتي، أذكر أجزاء نظام حقن وقود الديزل الإلكتروني ذي المجمع المشترك.




## نظام الحقن ذو الأنبوب المشترك (Common rail):

يُعَدّ نظام حقن وقود الديزل ذو المجمع المشترك (common rail) من أحدث الأنظمة الحالية في حقن وقود الديزل، حيث تمّ تداوله في الأسواق لأول مرة عام 1996، وقد لاقى هذا النظام انتشاراً كبيراً، وأصبحت معظم الشركات تعتمد هذا النظام؛ لكفاءته العالية، وبساطة تصميمه.

## أولاً- وظيفة النظام:

1. تزويد المحرّك بالوقود.
2. توليد الضغط العالي اللازم لحقن الوقود، وتوزيع الوقود على الأسطوانات.
3. حقن الوقود داخل الأسطوانات بالكمية المناسبة، والوقت المناسب.

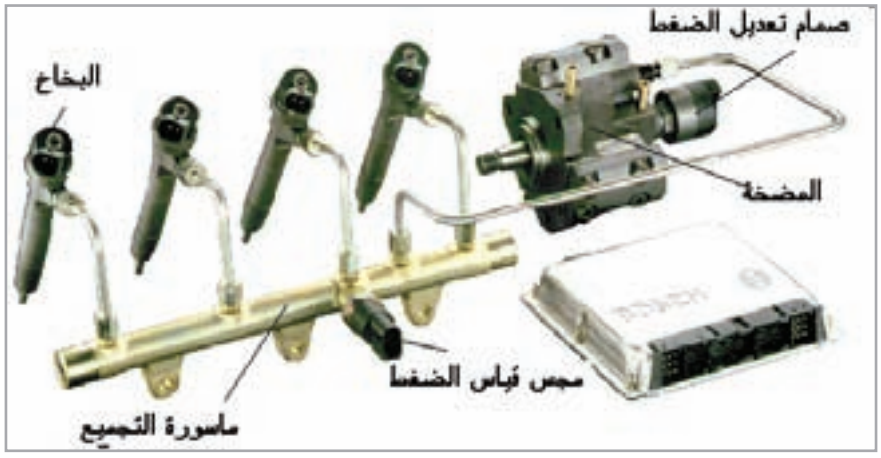
## ثانياً- ميزات النظام:

1. استهلاك أقل للوقود؛ لاعتماده نظام الحقن المباشر.
2. قدرة أكبر للمحرّك.
3. غازات عادم أقلّ.
4. نعومة في المحرّك، وسلاسة فيه.
5. عمره طويل.
6. لا يحتاج إلى تصميم خاص للمحرّك، حيث يمكن تطبيقه على المحرّكات التقليدية.

## ثالثاً- الأجزاء الرئيسة للنظام:

يبيّن الشكل (5) الآتي نظام الحقن ذا الأنبوب المشترك، ويتكون من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1. مضخّة الوقود ذات الضغط العالي (High -pressure pump).
2. ماسورة التجميع (High- pressure accumulator) (rail).
3. صَمام التحكّم في ضغط الوقود (Pressure control valve).
4. مجسّ قياس ضغط الوقود داخل ماسورة التجميع (Rail pressure sensor).
5. بخّاخات الوقود (Fuel injector).
6. وَحدة التحكّم الإلكترونية والمجسّات (Electronic control unit & sensors).

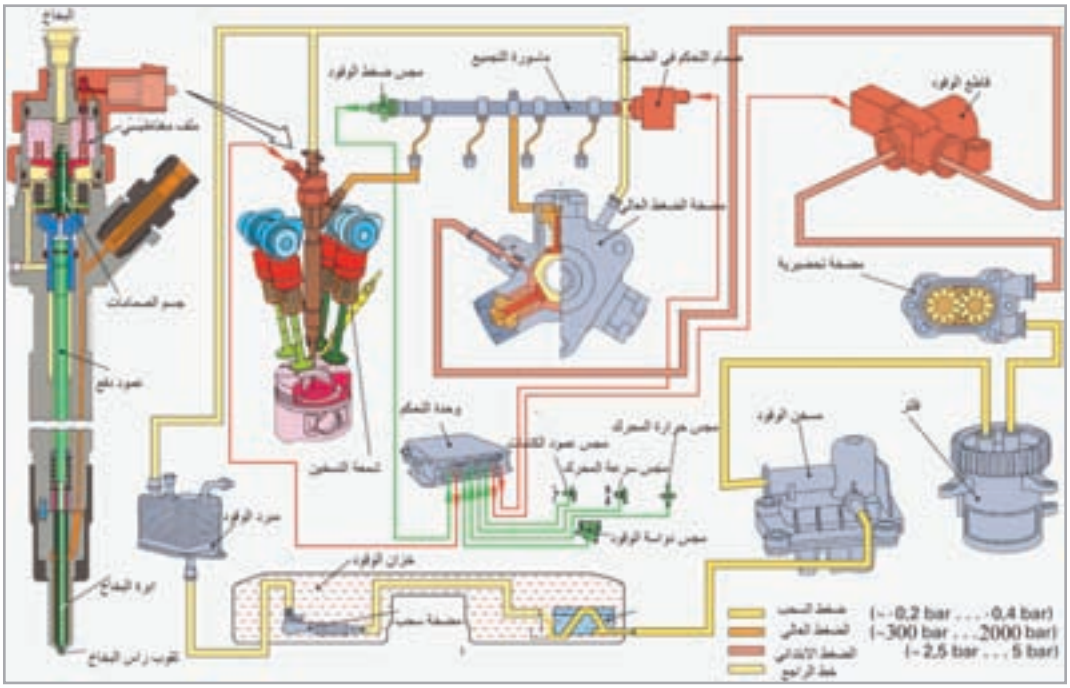



شكل (5): نظام الحقن ذو الأنبوب المشترك

## رابعاً- مبدأ عمل النظام:

يبيّن الشكل (6) الآتي مخطّط نظام الحقن ذي الأنبوب المشترك، ويقوم مبدأ عمل النظام على وجود ضغط دائم في ماسورة التجميع، يصل إلى أكثر من 2000 بار، وهذا الضغط موزَّع بالتساوي على البخّاخات، حيث تقوم البخّاخات بحقن الوقود داخل غرفة الاحتراق (الحقن المباشر)، عن طريق إشارة كهربائية من وَحدة التحكّم، ويتمّ تحديد كمية الوقود، وترتيب الحقن بوساطة المجسّات التي تجمع معلومات عن وضع المركبة، وترسلها إلى وَحدة التحكّم التي تحدّد بداية حقن الوقود (كمية الوقود)، ونهايته، وترتيب الحقن، ويمكن تقسيم عمل النظام إلى أجزاء، هي:

1. دائرة تزويد الوقود الابتدائية.
2. دائرة الضغط العالي.
3. بخّاخات الوقود.
4. وَحدة التحكّم الإلكترونية والمجسّات.

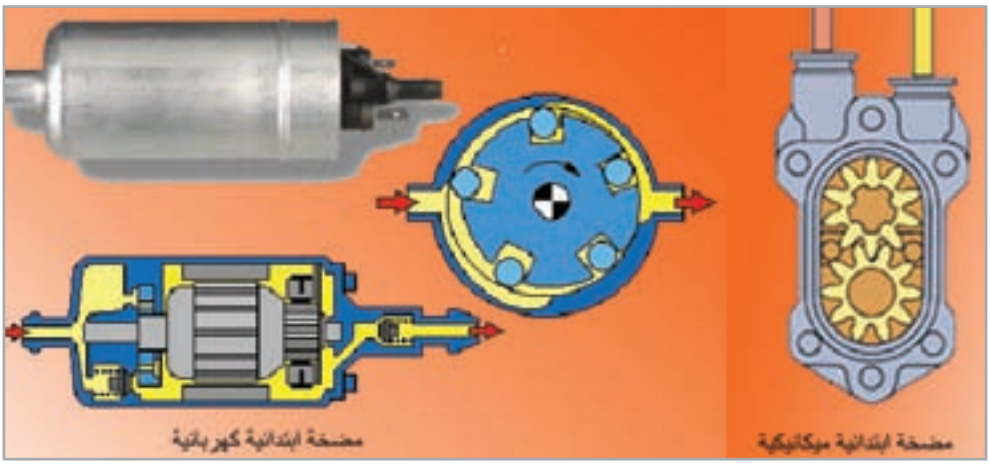


شكل (6): مخطط نظام الحقن ذي الأنبوب المشترك

### 1. دائرة تزويد الوقود الابتدائية (Low pressure circuit):

تتكوّن دائرة تزويد الوقود الابتدائية ممّا يأتي:

أ- مضخّة الوقود الابتدائية (Pre supply pump): يبيّن الشكل (7) الآتي المضخّة الابتدائية، وهذه المضخّة تعمل كهربائياً، ووظيفتها إيصال الوقود من خزّان الوقود إلى المضخّة الرئيسة، وعادة ما تكون داخل خزّان الوقود، وهي تشبه المضخّة الموجودة في محرّكات البِنزين، ويمكن أيضاً استخدام أنواع أخرى بديلة، مثل مضخات التروس (gear pump).



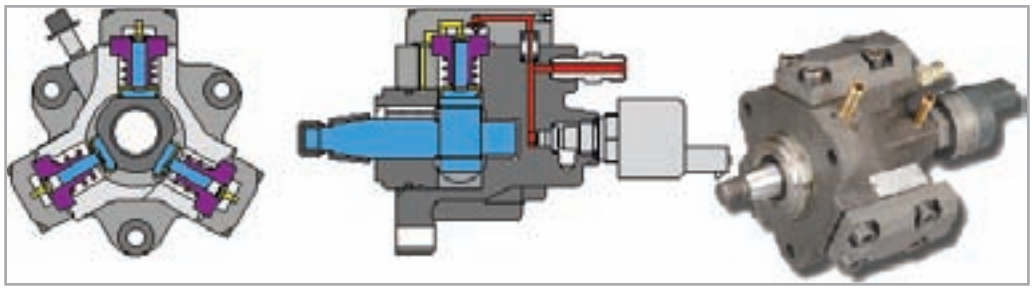

ب- فلتر الوقود: وظيفته تصفية الوقود من الشوائب، وعادة ما يحتوي على دفّايات؛ لتدفئة الوقود عند بداية تشغيل المركبة.

ج- أنابيب توصيل الوقود: تربط بين المضخّة الابتدائية، والمضخّة الرئيسة، وفلتر الوقود.

### 2. دائرة الضغط العالي (High- pressure circuit):

تتكون دائرة الضغط العالي ممّا يأتي:

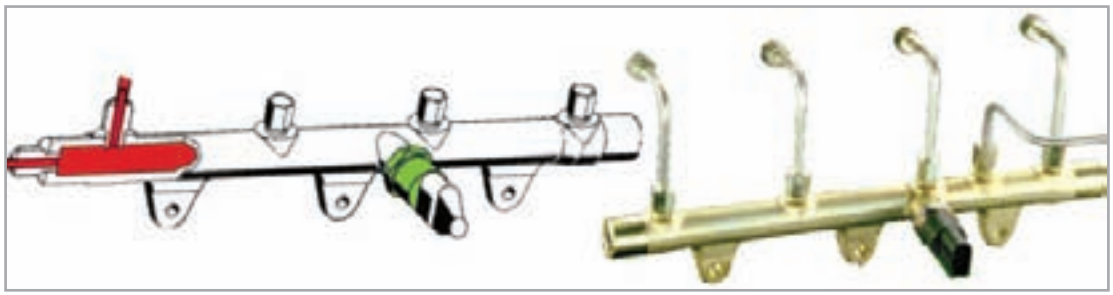
أ- مضخّة الوقود الرئيسة (high pressure pump): يبيّن الشكل (8) الآتي مضخّة الوقود الرئيسة، حيث تقوم هذه المضخّة بتوليد ضغط يصل إلى حوالي 1350 بار (في المركبات الصغيرة)، وتعمل ميكانيكياً عن طريق اتصالها بالمحرّك، ويدور عمود المضخّة بنصف عدد دورات المحرّك. ولا يوجد للمضخّة أيّ علاقة بتوقيت حقن الوقود، أو توزيعه على الأسطوانات.



شكل (8): مضخّة الوقود الرئيسة

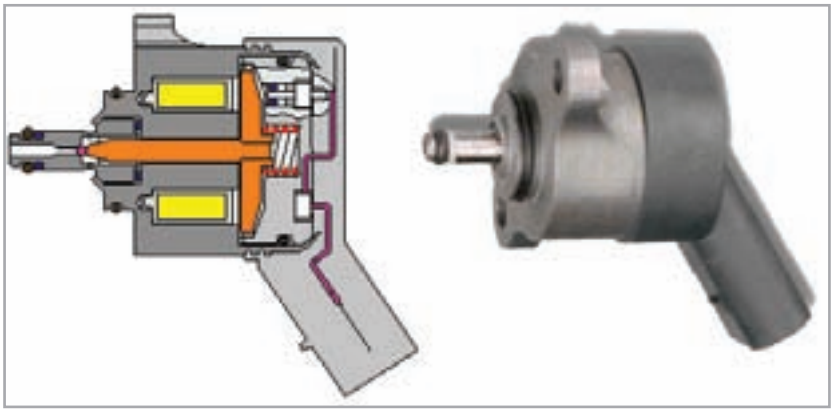
ب- ماسورة التجميع: تقوم بتخزين الضغط القادم من المضخّة، وتوزعه بالتساوي على البخّاخات، وهي مصممة لتتحمل ضغوطاً عالية.

ج- مجسّ قياس ضغط الوقود داخل ماسورة التجميع (sensor Rail pressure): يعمل هذا الجزء على قياس الضغط داخل ماسورة التجميع، بشكل مستمر، ويرسل ذلك على شكل إشارة كهربائية إلى وَحدة التحكّم الإلكترونية.



شكل (9): ماسورة التجميع ومجسّ قياس الضغط

د- صَمام التحكّم في ضغط الوقود (Pressure control valve): يبيّن الشكل (10) الآتي صَمام التحكّم في ضغط الوقود، ويقوم هذا الصِّمام بالحفاظ على الضغط المناسب داخل دائرة الضغط العالي، ويعمل عن طريق إشارة كهربائية تصله من وَحدة التحكّم. فعند زيادة الضغط عن القيمة المطلوبة، يقوم مجسّ قياس الضغط بإعطاء معلومة إلى وَحدة التحكّم بأنّ هناك زيادة في الضغط، فتقوم وَحدة التحكّم بإرسال إشارة إلى صَمام التحكّم في الضغط الذي يقوم بالسماح بإرجاع الوقود إلى خزّان الوقود، وبالتالي يقلّ الضغط، حيث تتكرّر عملية قياس الضغط، وتعديله بشكل مستمر، وَفق وضع المركبة.

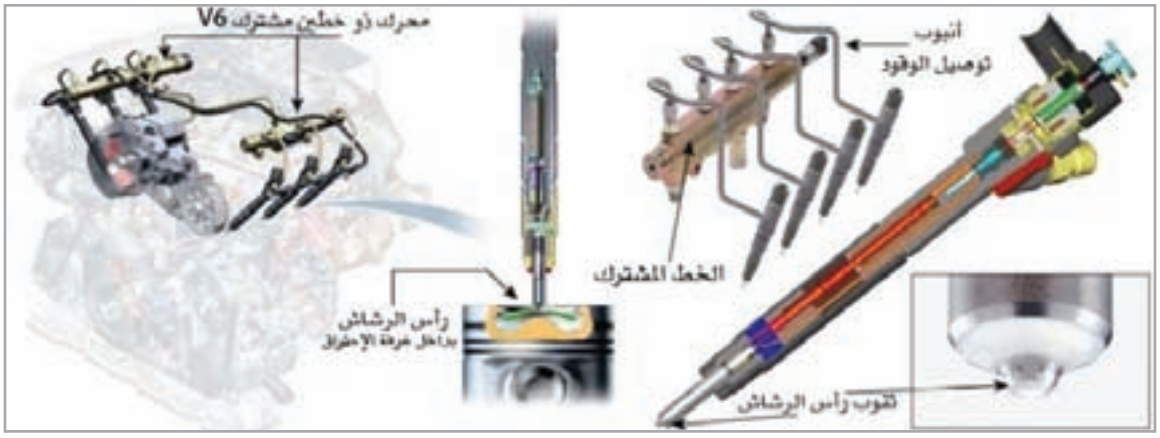


شكل (10): صَمام التحكّم في ضغط الوقود

3. **بخّاخات الوقود (Fuel injectors):** يبيّن الشكل (11) الآتي بخّاخات الوقود، حيث تقوم تلك البخّاخات بحقن الوقود داخل غرفة الاحتراق (الحقن المباشر) بضغط عالٍ، وعلى شكل رذاذ، ويعمل البخّاخ عن طريق إشارة كهربائية تصله من وَحدة التحكّم الإلكترونية، حيث يوجد (solenoid) كهربائي داخل البخّاخ، فعند وصول الإشارة الكهربائية من وَحدة التحكّم، يبدأ الـ (solenoid) بالعمل، مكوّناً مجالاً مغناطيسياً يسمح بسحب إبرة البخّاخ، وبالتالي تبدأ عملية حقن الوقود. ويعمل البخّاخ على جهد مقداره حوالي 70 فولت، على عكس بخّاخات البِنزين التي تزوّد بجهد لا يزيد عن 12 فولت.

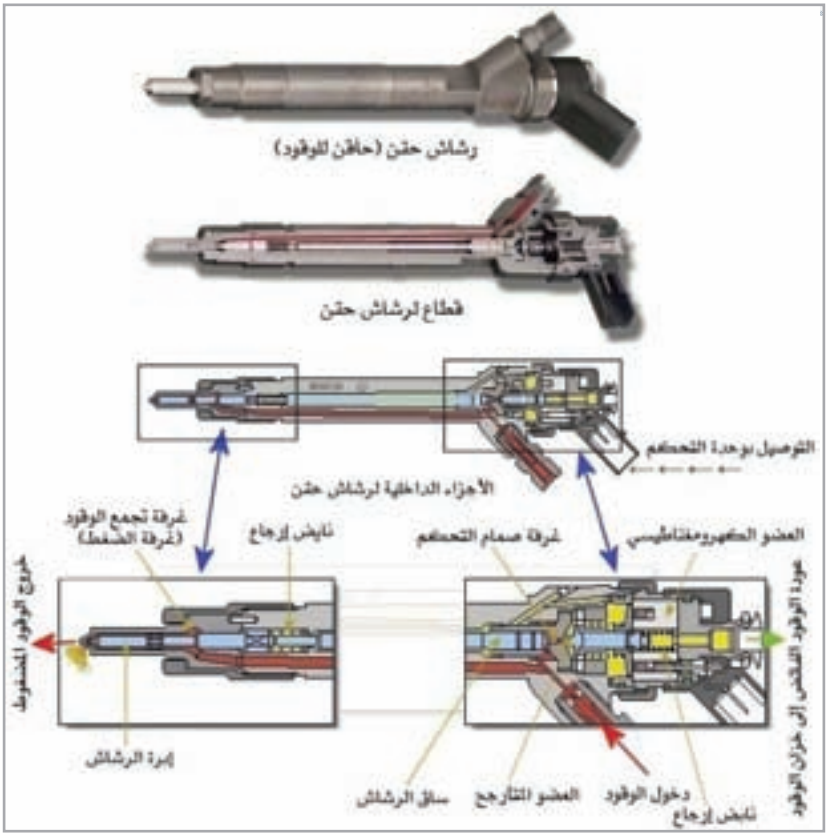
تتمّ عملية حقن الوقود على مرحلتين، المرحلة الأولى تكون قبل الحقن الأساسي بفترة قصيرة جداً، حيث يتمّ حقن كمية قليلة داخل الأسطوانة، فتشتعل، وتعمل على تسخين غرفة الاحتراق؛ ما يوفّر ظروفاً مثالية لحقن الوقود الأساسي، وبعدها تبدأ المرحلة الثانية التي يتمّ فيها حقن الوقود، ويُسمّى ذلك (pilot injection)، ومن ميزات

هذه المرحلة تقليل الضجيج في المحرّك، والتقليل من غازات أكسيد النيتروجين (NOX). ومن الجدير بالذكر أنّه في الدول التي فيها رقابة صارمة على غازات العادم، يتمّ استعمال الـ (post injection)، حيث يتمّ البخّ على ثلاث مراحل.



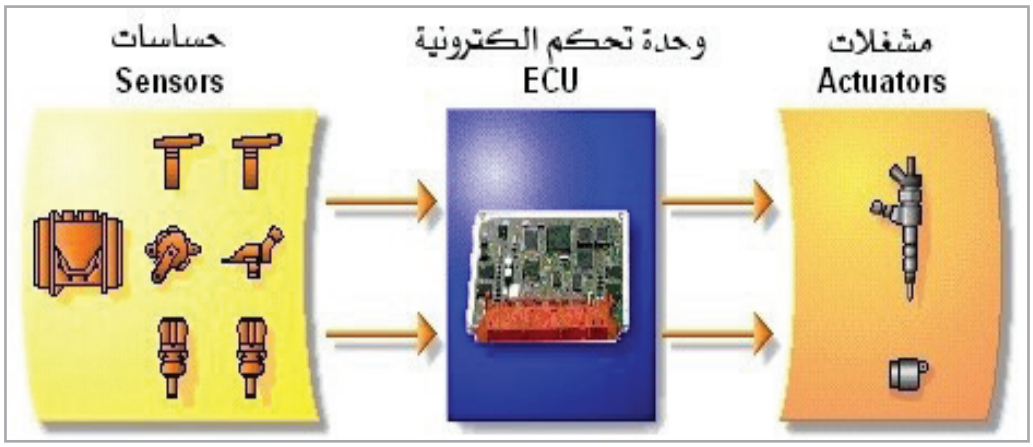

شكل (11): بخّاخات الوقود

والشكل الآتي يبيّن الشكل الخارجي، والأجزاء الداخلية للبخّاخ (رشّاش الحقن):



### 4. وَحدة التحكّم الإلكترونية والمجسّات (Control unit & sensors):

يبيّن الشكل (12) الآتي وَحدة التحكّم الإلكترونية، وتقوم هذه الوَحدة باستقبال المعلومات عن طريق المجسّات (sensors)، ثمّ تقوم بإجراء حسابات لهذه المعلومات، ومقارنة لها، وبعد ذلك تُرسَل النتيجة إلى منفّذات الحركة المختلِفة (actuators)، مثل البخّاخات، وصَمام تعديل الضغط، وصَمام إعادة تدوير الغازات (EGR).




والأشكال الآتية تبيّن جميع أجزاء نظام حقن الوقود ذي المجمع المشترك بأشكالها الفعلية على محرّك المركبة:

1. منقّي (فلتر الوقود):

2. مضخّة الضغط العالي:

3. أنبوب الخط المشترك:

4. الرشّاشات (البخّاخات):

**الأسئلة:**

1. أعدّد وظائف نظام حقن الوقود ذي المجمع المشترك في محرّكات الديزل.
2. ما ميزات نظام حقن الوقود الإلكتروني؟
3. ما وظائف كلّ من: صَمام التحكّم في ضغط الوقود، ومجسّ قياس ضغط الوقود؟
4. أشرح طريقة عمل الرشّاشات (البخّاخات).
5. ما وظائف وَحدة التحكّم الإلكترونية؟

# الوَحدة الثالثة

# برامج المعلومات وأجهزة الفحص والتشخيص

## (Automotive Information Program And Diagnostic Equipment)

**أتأمل ثم أناقش:**

**برامج المعلومات، وأجهزة الفحص السبيل الأفضل لتشخيص أعطال المركبات.**

يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على **توظيف برامج المعلومات، وأجهزة الفحص المختلِفة في تشخيص أعطال المركبات**، من خلال الآتي:

1. استخدام برامج الصيانة كمصدر للمعلومات التقنية والفنّية للمركبة.
2. استخدام برنامج (Auto Data).
3. التمييز بين أنواع أجهزة الفحص والتشخيص المختلِفة.
4. استخدام أجهزة الفحص في تحديد مشاكل المركبة المختلِفة.

# الكفايات

**الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع محتوياتها، وأنشطتها:**

## أولاً- الكفايات الاحترافية (الاختصاص):

القدرة على:

1. تحديد أهمية برامج المعلومات المختلِفة.
2. استخدام برنامج المعلومات (Auto Data).
3. التمييز بين أنواع أجهزة الفحص والتشخيص المختلِفة.
4. تتبُّع الخطوات الصحيحة في توصيل أجهزة فحص المركبة.
5. استخدام أجهزة الفحص والتشخيص في تحديد أعطال المركبة.

## ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

1. المحافظة على خصوصية الشركات، وأسرارها.
2. التعامل بمصداقية.
3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة.
4. القدرة على التواصل الفعّال.
5. القدرة على الاستماع.
6. قدرة الحصول على المعلومة من الزبون.
7. القدرة على التأمُّل الذاتي.

## ثالثاً- الكفايات المنهجية:

1. العمل التعاوني.
2. الحوار والمناقشة.
3. العصف الذهني (استمطار الأفكار).
4. القدرة على البحث.

## قواعد الأمن والسلامة:

1. معاينة التجهيزات باستمرار أثناء العمل.
2. استخدام عدد تحقّق متطلبات الأمن والسلامة.
3. وضع العِدَد في المكان المخصص لها.
4. عدم استخدام العِدَد إلّا للغرض المخصص لها.
5. يجب أن تتوفّر أجهزة القياس والمعدّات اللازمة؛ لإجراء الفحوص والاختبارات المهمّة.
6. أتأكّد من وجود المواد العازلة على الأجهزة والعِدَد، وكسوتها بغلاف واقٍ في حالة عدم وجوده عليها.
7. الاختبار الدوري لوسائل الحماية؛ للتأكّد من صلاحِيَتها، وخلوها من الأعطال.
8. ارتداء ملابس العمل، واستخدام معدّات الوقاية الشخصية أثناءه داخل المشاغل، أو خارجها.
9. إبعاد المواد سريعة الاشتعال (الغازات، والكيماويات...، وغيرها) عن مواقع الأجهزة الكهربائية؛ خوفاً من حدوث الحرائق.
10. توفير أجهزة إطفاء الحريق، ومعدّاته المناسبة، وتوزيعها بشكل يغطي جميع أماكن العمل، وخاصة الخطرة منها.
11. عدم لبس الخواتم، والساعات، والجواهر عند العمل قرب الدوائر الكهربائية.
12. التأكّد المستمر من نظافة أرضية المشغل، وخلوها من الزيوت، والشحوم، وغيرها من المواد التي قد تسبّب ضرراً للمتدربين أثناء عملهم داخل المشغل.
13. وجوب توفير حقيبة إسعافات أولية.

# برنامج المعلومات (Auto Data)

**وصف الموقف التعليمي:** توجّه صاحب مركبة إلى مركز الخدمة والصيانة؛ لإجراء عملية الصيانة الدورية من غيار فلاتر، وزيت. طلب منه الفنّي المختصّ دفتر المركبة المسجَّل فيه مواعيد الغيار، ونوع الزيت، فلم يجده، فقام الفنّي بالبحث في برامج المعلومات؛ لاستخراج نوع الزيت، وأمور الصيانة الضرورية.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع البيانات والمعلومات عن: الصيانة الدورية، وأهم المعلومات التي أحتاجها.<br>- أجمع البيانات عن:<br>• برامج الصيانة، وما تحتويه من معلومات.<br>• برنامج (Auto Data). | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، و مخطّطا ت ) .<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (تحديد برامج المعلومات، وطرق استخدامها).<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أحدّد أدوات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أوفّر جهاز (كمبيوتر) مثبّت عليه برنامج المعلومات (Auto Data).<br>- أحدّد المعلومات اللازم استخراجها من البرنامج. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |
| أنفّذ | - أرتدي معدّات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أشغل برنامج (Auto Data).<br>- أدخل إلى البرنامج، وأعرّف المركبة المراد استخراج المعلومات لها.<br>- أستخرج المعلومات من البرنامج.<br>- أسجّل المعلومات التي حصلت عليها. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات. |

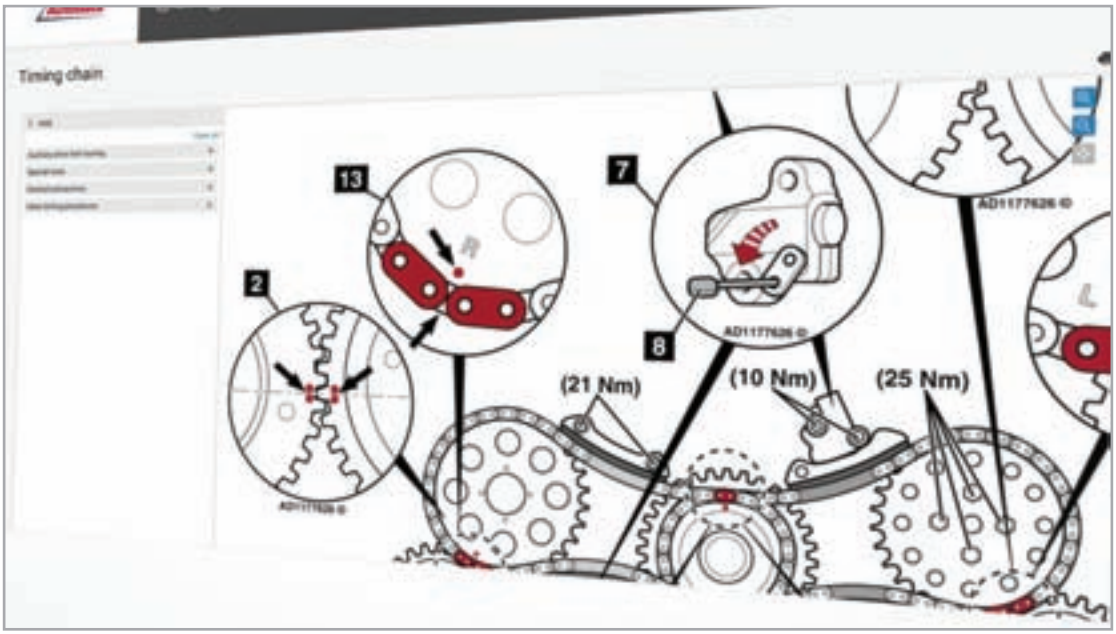
| | | | |
|---|---|---|---|
| أتحقّق من | - أحدّد مكان تركيب كلّ مجسّات إدارة المحرّك.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت.<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة أنواع برامج المعلومات، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تشغيل برنامج المعلومات واستخراج المعلومات وتسجيلها.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ مجسّ من المجسّات الفعّالة.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (تحديد برامج المعلومات، وطرق استخدامها). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

## الأسئلة:

1. أناقش: يحتاج الفنّي لبرامج المعلومات في مراكز خدمة المركبات، وصيانتها.
2. ما المعلومات التي يمكن الحصول عليها من برنامج المعلومات (Auto Data)؟
3. هل برامج المعلومات تشمل جميع أنواع المركبات، أم أنّ هناك برامجَ خاصّة لمركبات معينة؟

## أتعلّم:

**نشاط:** من خلال الصورة أدناه، أبيّن أهمية المعلومات المستخرجة من برنامج (Auto Data):



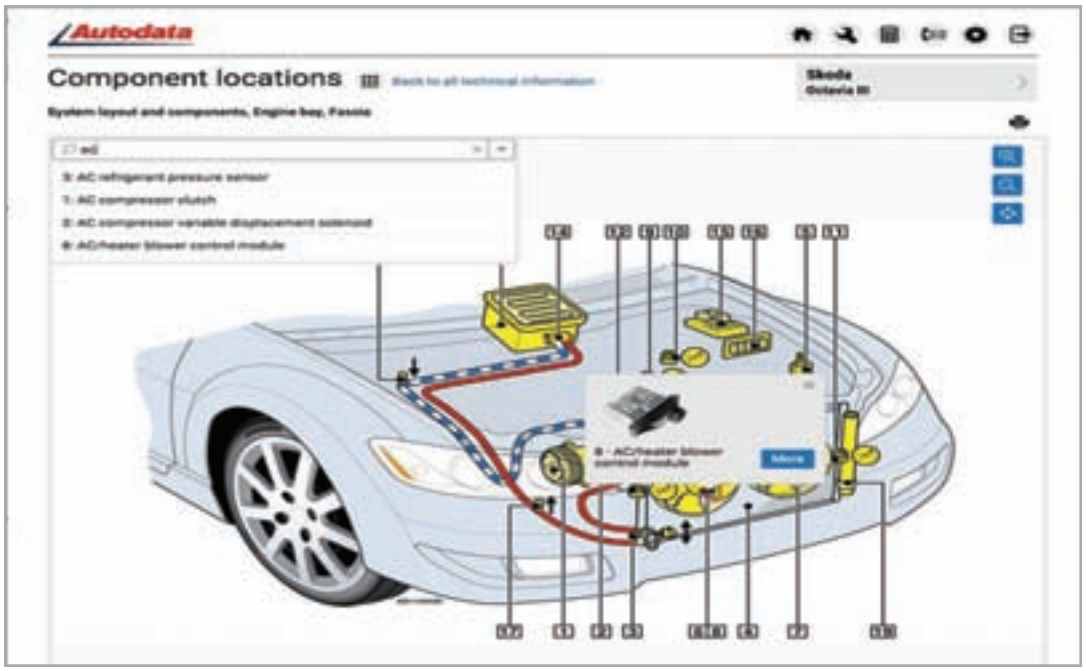

قديماً كانت الأنظمة في المركبات قليلة ومتشابهة، واليوم أصبحت بعض المركبات تحتوي على أكثر من 50 نظام تحكّم مختلِف، حيث كانت الكتب والنشرات تمثّل مصدر المعلومات الأساسي، إلّا أنّ حجم المعلومات أصبح بحاجة إلى عشرات الآلاف من الكتب، فكان لا بدّ من دخول الحاسوب، ليحل مكان الكتاب، وبالتالي أصبحت جميع الشركات تعتمد البرامج المتخصصة التي تُشغَّل بوساطة الحاسوب؛ لسهولة الوصول إلى المعلومات، وسرعتها، ومع تطور التكنولوجيا، توجّهت الشركات إلى جعل جميع المعلومات الخاصة بالمركبات متاحة على شبكة الإنترنت.

### برامج المعلومات الخاصة بالشركات:

تصمِّم الشركات الصانعة للمركبات مجموعة من البرامج التقنية؛ لتسهيل عملية الخدمة والصيانة التي تقدّمها مراكز الخدمة المختلِفة، ومن الأمثلة على ذلك: برنامج WIS لسيارات المرسيدس، وبرنامج Elsa لمجموعة فوكس فاجن VW، وغيرها من البرامج.

## برامج المعلومات العامة

إنّ البرامج السابقة هي برامج خاصة بشركة معينة، وتشمل نوعاً محدّداً من المركبات، أما بالنسبة للبرامج العامة، فتشمل معظم المركبات، ومن أهم هذه البرامج (برنامج Auto Data) الذي يعطي المعلومات التقنية، والخرائط الكهربائية، وغيرها.




شكل (1): برنامج المعلومات (Auto Data)

**نشاط:**
من خلال زيارة مركز صيانة المركبات، أعدّ تقريراً عن برامج المعلومات المتوفرة في المركز، وأهميتها في خدمة المركبات.

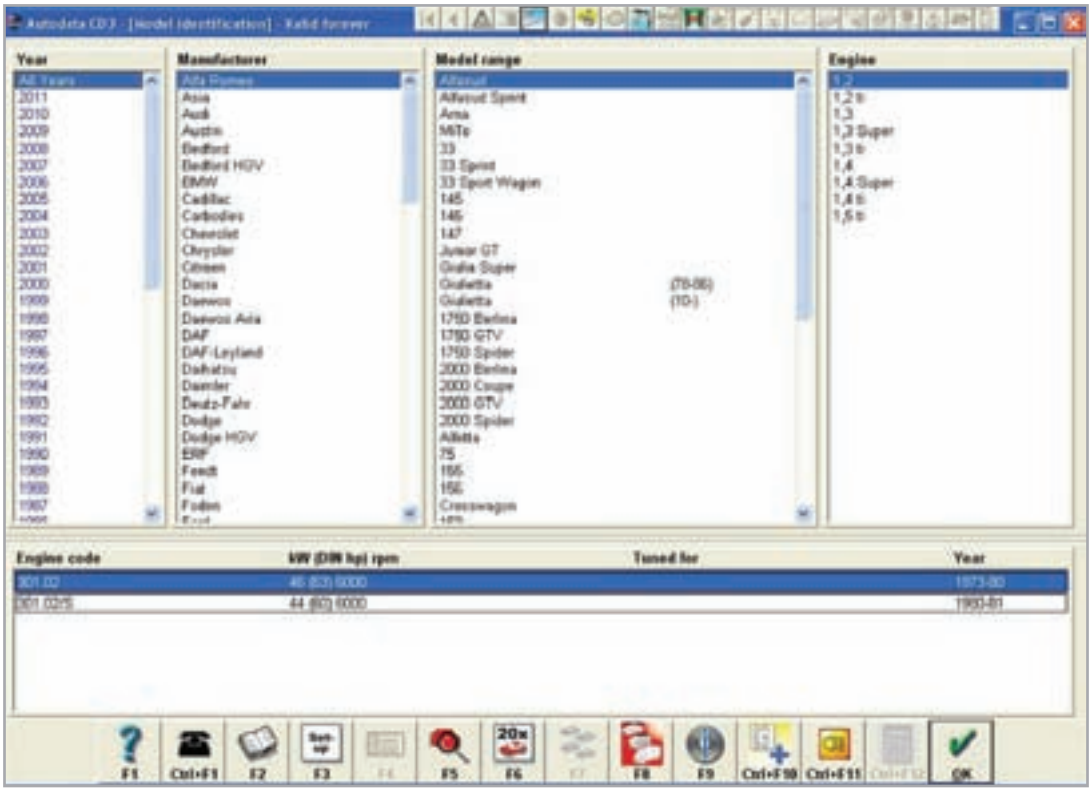
## طريقة التعامل مع برامج المعلومات:

تتشابه برامج المعلومات بطرق التعامل معها، وطبيعة المعلومات التي يمكن الحصول عليها، ومن هذه البرامج برنامج (Auto data) الشائع استخدامه في فلسطين، وما ينطبق عليه يمكن تطبيقه على البرامج الأخرى بسهولة.

## أولاً- المكوّنات الرئيسة لبرنامج (Auto Data):

1. **واجهة البرنامج**: الواجهة الرئيسة التي يتمّ من خلالها اختيار نوع المركبة المطلوبة، وتحديدها من سنة الإنتاج، والشركة الصانعة، والطراز، بالإضافة إلى حجم المحرّك، ونوع الوقود، ويجب أن تكون هذه المعلومات دقيقة، ومطابقة للمركبة التي أبحث عن معلومات تقنية وفنية لها.

كما تحتوي الواجهة الرئيسة على مجموعة من الأيقونات، ومفاتيح البحث؛ لتسهيل الدخول إلى البرنامج، والتعامل مع صفحاته المختلِفة.




شكل (2): واجهة البرنامج الرئيسة

2. **نوافذ المعلومات:** مجموعة من النوافذ، تحتوي كلّ نافذة منها على نوافذ فرعية، يمكن من خلالها الحصول على المعلومات المطلوبة. وبعد تعريف المركبة، يتمّ الدخول إلى هذه الصفحة. وفي بعض الحالات، ألاحظ نوافذ مكتوبة بخطّ خفيف غير واضح، وهذا يدلّ على عدم إمكانية الدخول على تلك الصفحة؛ لعدم وجود معلومات في داخلها.

شكل (3): نوافذ المعلومات

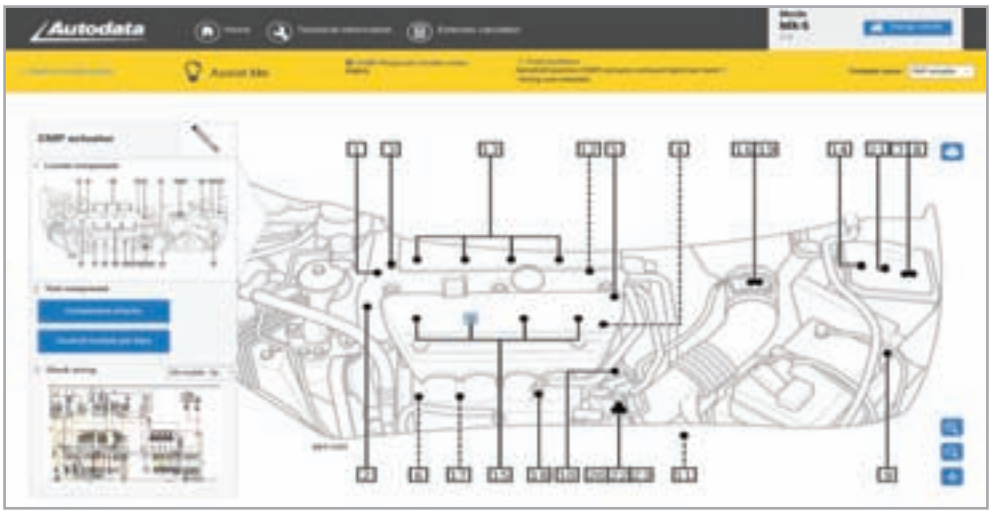
**نشاط:** من خلال التعامل مع برنامج المعلومات (Auto Data)، أستخرج محتويات الصفحات والنوافذ.

3. **نافذة المعلومات التقنية (Technical Data):** من أهم المعلومات التي توفرها هذه النافذة تحديد نوع شمعات الإشعال للمركبة، وتحديد نوعية الزيت المناسبة، وكميته، وتحديد عزم الشدّ لرأس المحرّك، وغيرها من المعلومات.

تُعَدّ صفحة نافذة المعلومات التقنية ذات أهمية كبيرة لجميع الفنّيين العاملين في خدمة المركبات، وصيانتها؛ من ميكانيك، وكهرباء، أو خدمات الصيانة الدورية.

شكل (4): نافذة المعلومات التقنية

4. **نافذة تحديد مواقع القطع، وعناصر أنظمة المركبة المختلِفة (Component location):** من خلال هذه الصفحة، يمكن تحديد أمكنة تركيب القطع المختلِفة، مع التوضيح بالصور، مثل المصهرات، والمجسّات، ووَحدات التحكّم الإلكترونية، وتُعَدّ خاصية تحديد مكان تركيب القطع ذات أهمية كبيرة لدى الفنّيين العاملين في مراكز خدمة المركبات؛ ما توفّر الجهد والوقت في التعامل مع هذه القطع من فحص، واستبدال.



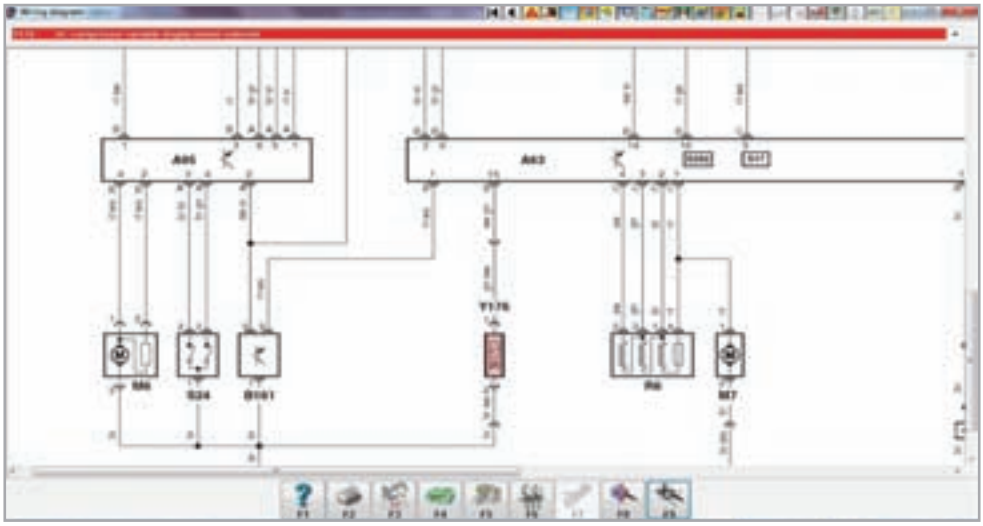

شكل (5): تحديد موقع القطع

5. **المخطّطات والخرائط الكهربائية:** تحتوي السيارات الحديثة على عدد كبير من الأسلاك الكهربائية، والتوصيلات، وكلّ نظام في المركبة له خريطة كهربائية خاصة به، وتشترك جميع المخطّطات، وتتصل بعضها مع بعض بطريقة، أو بأخرى؛ لذا يحتاج الفنّي إلى خبرة عملية مناسبة بطريقة قراءة هذه المخطّطات؛ للتوصّل إلى الأعطال الموجودة في التوصيلات.

## ثانياً- الرموز الأساسية في الخرائط الكهربائية:

هناك بعض الرموز الكهربائية الأساسية ولتي تكون ثابتة لجميع المركبات، هي:

- 30: تغذية موجب مباشر من البطارية.
- 31: طرف التوصيل السالب.
- 15: تغذية موجب من خلال مفتاح التشغيل (السويتش).



شكل (6): المخطّطات الكهربائية

هناك عديد من الرموز والأرقام المدعومة مع المخطّطات الكهربائية؛ للتسهيل على الفنّي في التعامل مع تلك المخطّطات، وقراءتها، وفهمها.

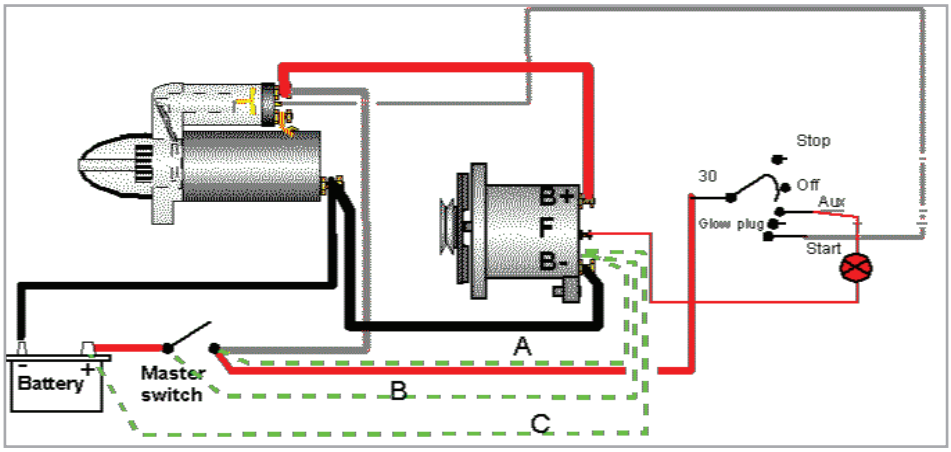
## ثالثاً- تفسير الألوان في المخطّطات الكهربائية :

الجدول في الأسفل يوضّح تفسير الألوان في الخرائط الكهربائية، حيث إنّ لكل سلك لوناً أساسياً، وقد يكون لكلّ سلك ألوان فرعية أخرى.

| | | | |
|---|---|---|---|
| el: cream كريم | br: brown بنّي | bl: blue أزرق | og: orange برتقالي |
| gr: grey رمادي | gn: green أخضر | vi: vilot بنفسجي | sw: black أسود |
| rt: red أحمر | rbr: maroon أحمر داكن | hbl: light blue أزرق فاتح | |

**نشاطان:**

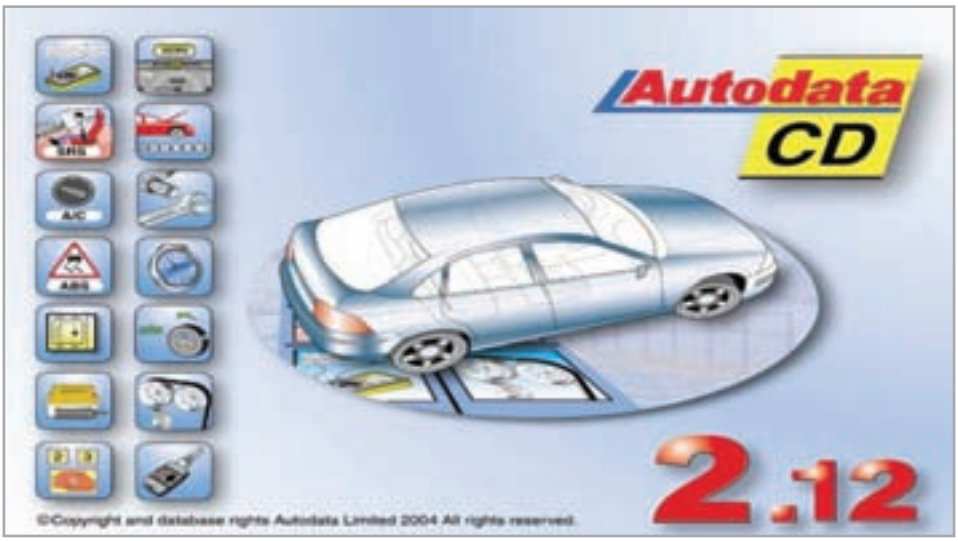
1. أبحث عن مجموعة من المخطّطات الكهربائية لبعض أنظمة السيارة، وأحلّلها، وأقرؤها.
2. من خلال الصورة أدناه، أبيّن النظام الذي يمثّله هذا المخطّط الكهربائي:




## رابعاً- نوافذ البرنامج الإضافية:

يمكن لعديد من المعلومات المتعلقة بتقنيات السيارات الحديثة الحصول عليها من برنامج (Auto Data)، ومنها أمور الصيانة الدورية، وبرمجة المفاتيح، بالإضافة إلى صفحة فحص عناصر إدارة المحرّك، وتحليل كود الأعطال التي تظهر على أجهزة الفحص، والخرائط الكهربائية لأنظمة السيارة المختلِفة، كما يحتوي البرنامج على صفحات خاصة تحتوي على معلومات تخص أنظمة محدّدة في المركبة، مثل نظام منع قفل العجلات (ABS)، ونظام وسائد الهواء، وغيرها من الأنظمة.

ومن عيوب برامج المعلومات العامة، ومنها برنامج (Auto Data) عدم تغطيته لجميع المركبات بشكل كامل.




شكل (7): نوافذ البرنامج الإضافية

**الأسئلة:**

1. ما الفرق بين برامج المعلومات العامة، والبرامج الخاصة؟
2. أعدّد أهم ما يحتويه برنامج (Auto Data) من صفحات، ومعلومات.

# أجهزة الفحص والتشخيص

**وصف الموقف التعليمي:** توجّه صاحب كراج لخدمة المركبات، وصيانتها لإحدى شركات بيع أجهزة الفحص والتشخيص، طالباً شراء جهاز فحص بمواصفات عالية، وسعر مناسب.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - إجمع بيانات من صاحب الكراج: نوع الجهاز، نوع السيارة، طراز المحرك.<br>- أجمع البيانات عن:<br>• أجهزة فحص السيارات، وأنواعها.<br>• ميزات أجهزة الفحص والتشخيص.<br>• أهمية استخدام أجهزة الفحص والتشخيص في تحديد مشاكل السيارات. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - توثيق استلام المركبة.<br>- جهاز حاسوب. موصول بالإنترنت.<br>- جهاز فحص وتشخيص.<br>- كتيّبات الصيانة خاصة بالمركبات.<br>- زيارات ميدانية.<br>- معارض.<br>- مصادر علمية موثوقة. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (أنواع أجهزة الفحص، وميزاتها).<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أوفّر أجهزة فحص وتشخيص مختلِفة.<br>- أوفّر الموارد المطلوبة.<br>- أعد جدول زمني. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - جهاز حاسوب. موصول بجهاز عرض.<br>- كتالوجات.<br>- أجهزة فحص وتشخيص.<br>- أوراق، وأقلام. |
| أنفّذ | - أعرض مجموعة من أجهزة الفحص والتشخيص.<br>- أقارن بين أجهزة الفحص المختلِفة.<br>- أحدّد ميزات كلّ نوع من أجهزة الفحص والتشخيص المتوفرة.<br>- أشتري جهاز الفحص المناسب. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - جهاز فحص وتشخيص متكامل.<br>- جهاز (كمبيوتر) مثبّت عليه برنامج فحص ومزوَّد بوصلة الفحص والتشخيص.<br>- أوراق، وأقلام. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أتحقّق من | - عمل مقارنة بين أجهزة الفحص المختلِفة<br>- أوثّق أهم ميزات أجهزة الفحص المختلِفة. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - برامج صيانة مركبات.<br>- عمل قائمة بأجهزة الفحص المختلِفة.<br>- كتيّبات برامج، وأجهزة الفحص المختلِفة.<br>- كتالوجات خاصة بالمركبات.<br>- أوراق، وأقلام |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ونوع المركبة والجهاز وطراز المحرك، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، المقارنة بين أجهزة الفحص المختلفة وتحديد مميزات كل نوع.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ مجسّ من المجسّات الفعّالة.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (أنواع أجهزة الفحص، وميزاتها). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز حاسوب.<br>- جهاز عرض.<br>- برامج وملفات توثيقية.<br>- برامج صيانة مركبات.<br>- أفلام وثائقية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

## الأسئلة:

1. أفسّر: يصبح جهاز الحاسوب، أو اللاب توب جهاز فحص للسيارات.
2. أناقش: جميع أجهزة الفحص شاملة لكلّ السيارات، أم أنّ هناك أجهزة خاصة لشركات سيارات معينة؟
3. ما أهمية توفّر جهاز الفحص والتشخيص في مراكز وكراجات خدمة السيارات، وصيانتها؟

## أتعلّم:

**نشاط:** من خلال الصور الآتية، أبيّن أجهزة الفحص والتشخيص الظاهرة:

**الغاية من استخدام أجهزة الفحص والتشخيص تكمن فيما يأتي:**

1. قراءة الأخطاء المخزّنة في ذاكرة وَحدات التحكّم (Reading Fault Codes).
2. إعادة برمجة (مسح (الأخطاء من وَحدة التحكّم (Delete Fault Codes).
3. قراءة البيانات الحية (Reading Live Data).
4. تفعيل منفّذات الأوامر (Actuating Actuators).
5. إعادة برمجة الأنظمة (Recording and Adaptation).

## أنواع أجهزة الفحص والتشخيص:

1. **أجهزة فحص وتشخيص خاصة بنوع معين من المركبات**، تتميّز بتعاملها الشامل مع جميع أنظمة المركبة، ومن الأمثلة على ذلك جهاز VAG المخصّص لفحص السيارات الألمانية (سكودا، وسيات، وفولكسفاغن، أودي).

شكل (1): أجهزة الفحص الخاصة

2. **أجهزة عامة تفحص أنواعاً أكثر من المركبات،** وكانت هذه الأجهزة تزوّد بعديد من وصلات الفحص؛ لتتوافق مع المركبات التي يمكن أن يفحصها الجهاز، ولكن حديثاً، وبعد توحيد وصلة الفحص بين جميع أنواع المركبات، أصبح الجهاز يحتوي على وصلة فحص واحدة.

شكل (2): أجهزة فحص عامة

**يندرج تحت النوعين السابقين نوعان آخران من الأجهزة، هما:**

1. أجهزة خاصة أو عامة متكاملة، وهذه الأجهزة عبارة عن جهاز مع وصلة الفحص، مزوَّد بالبرنامج الخاص بفحص السيارات، ويكون مدعوماً من الشركة الصانعة للجهاز، وهناك أنواع عديدة من هذه الأجهزة، قد تكون معدَّة لفحص نوع معين من المركبات، أو أجهزة عامة لمختلِف أنواع المركبات.

شكل (3): أجهزة فحص متكاملة

2. أجهزة خاصة، أو عامة عبارة عن وصلة فحص مزوَّدة ببرنامج الفحص (سوفت وير)، يمكن تحميله على أجهزة الحاسوب، أو اللاب توب، وأجهزة المحمول الحديثة، ويعيب هذا النوع من الأجهزة وجود مشاكل في تحميل برنامج الفحص، أو عدم توافق برنامج الفحص مع جهاز الحاسوب المتوفر لدى مركز الصيانة، وعملت شركات صناعة تلك الأجهزة لتفادي هذه المشكلة، إمكانية بيع وصلة الفحص مع جهاز لاب توب، أو آي باد مضاف عليها برنامج الفحص.

شكل (4): أجهزة فحص منفصلة (فيشة فحص وبرنامج)

**نشاط:**

أزور أحد مراكز خدمة المركبات، وصيانتها في مدينتي، وأكتب بحثاً عن أنواع أجهزة الفحص والتشخيص التي يستخدمها، وميزات كلّ نوع منها.

**الأسئلة:**

1. ما الغاية من استخدام أجهزة الفحص والتشخيص؟
2. ما التصنيفات التي تُصنّف بها أجهزة الفحص والتشخيص؟

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى مركز خدمة السيارات، وصيانتها، ولديه مشكلة في ظهور ضوء على شكل محرّك على لوحة البيانات (الساعات)، طالباً حلّاً للمشكلة.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع البيانات من صاحب المركبة عن: تاريخ المشكلة في المركبة، نوع المركبة، طراز المحرك.<br>- أجمع البيانات عن:<br>• أهمية أجهزة الفحص والتشخيص في تحديد سبب المشكلة.<br>• طرق أوصل جهاز الفحص والتشخيص بالمركبة.<br>• طريق استخدام أجهزة الفحص والتشخيص المختلِفة. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - توثيق استلام المركبة.<br>- جهاز حاسوب. موصول بالإنترنت.<br>- جهاز فحص وتشخيص.<br>- كتيّبات الصيانة خاصة بالمركبات.<br>- زيارات ميدانية.<br>- معارض.<br>- مصادر علمية موثوقة.<br>- أوراق، وأقلام. |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (تحديد أهمية استخدام جهاز الفحص والتشخيص).<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أحدّد أدوات الصحة والسلامة المهنية.<br>- الاطّلاع على رخصة المركبة.<br>- أوفّر جهاز فحص وتشخيص مع الوصلات الخاصة. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - جهاز حاسوب. موصول بجهاز عرض.<br>- كتالوجات.<br>- جهاز فحص وتشخيص.<br>- جهاز تصوير.<br>- أوراق، وأقلام.<br>- رخصة المركبة. |
| أنفّذ | - أرتدي معدّات الصحة والسلامة المهنية<br>- أهيّئ المركبة المراد فحصها.<br>- أوصل جهاز الفحص مع المركبة.<br>- أشغّل جهاز الفحص، وأعرّف المركبة.<br>- أحدّد النظام المراد الدخول عليه. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - ملابس العمل.<br>- مركبة عاملة، أو نموذج لمركبة.<br>- جهاز فحص وتشخيص.<br>- أوراق، وأقلام. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | - أتعامل مع جهاز الفحص من قراءة الأخطاء ومسحها.<br>- أدخل إلى صفحة البيانات الحية و قراءتها.<br>- أفعّل المنفّذات لأنظمة السيارة المختلِفة. | | |
| أتحقّق من | - أتأكّد من أدوات الصحة والسلامة المهنية.<br>- أتأكّد من صحة توصيل الجهاز مع المركبة.<br>- أتتبع الخطوات الصحيحة في التعامل مع أجهزة الفحص والتشخيص.<br>- أتحقّق من النتائج التي حصلت عليها. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - برامج صيانة مركبات.<br>- عمل قائمة حلول للمشكلة.<br>- كتالوجات خاصة بالمركبات.<br>- أوراق، وأقلام |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ونوع المركبة والجهاز وطراز المحرك وتاريخ المشكلة، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، توصيل جهاز الفحص مع المركبة وتشغيل جهاز الفحص وقراءة الأخطاء ومسحها.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ مجسّ من المجسّات الفعّالة.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (تحديد أهمية استخدام جهاز الفحص والتشخيص). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز حاسوب..<br>- جهاز عرض.<br>- برامج صيانة مركبات.<br>- أفلام وثائقية. |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

**الأسئلة:**

1. أناقش: يمكن لأجهزة الفحص والتشخيص تحديد مشكلة المركبة.
2. أفسّر كيفية انتقال المعلومات من المركبة إلى أجهزة الفحص والتشخيص.
3. هل أجهزة الفحص والتشخيص فقط تحدّد سبب العطل في المركبة، ومكانها؟ أوضّح ذلك.

## أتعلّم:

**نشاط:** أحدّد مكان وصلة الفحص (الفيشة) في المركبات الشائعة استخدامها، والعاملة في فلسطين.

يتمّ أوصل جهاز الفحص مع السيارة بوساطة وصلة (فيشة) خاصة تركّب على المركبة، ويكون موقع الوصلة مختلِفاً من مركبة لأخرى، وقديماً كان يوجد لكلّ مركبة فيشة خاصة بها، أمّا حديثاً، فتم توحيد شكل الفيشة (OBD).

### أولاً- خطوات استخدام جهاز الفحص والتشخيص:

1. **تحديد مكان فيشة الفحص:** يختلف مكان وجود الفيشة من مركبة إلى أخرى، ويمكن تحديد موقعها، بالاستعانة ببرامج المعلومات، وبعض التطبيقات التي يمكن تحميلها على الجهاز المحمول، وتوجد هذه الفيشة في أغلب المركبات أسفل لوحة القيادة (التابلو).

شكل (1): تحديد مكان فيشة الفحص

2. **أوصل جهاز الفحص والتشخيص مع المركبة:** تتصل بعض الأجهزة (الفيشة أو الوصلة) مع الجهاز بوساطة كابل توصيل، أمّا الأجهزة الأخرى والحديثة، فأصبحت تزوَّد بوصلة فحص (فيشة) منفصلة عن الجهاز، ويتمّ تبادل المعلومات من خلال خاصية (wi-fi – Bluetooth).

شكل (2): أوصل جهاز الفحص مع المركبة

3. **وضع مفتاح التشغيل (السويتش)** على وضعية التشغيل (ON) قبل التعامل مع جهاز الفحص والتشخيص.

شكل (3): وضع مفتاح التشغيل على وضع ON

**نشاط:**

أبيّن أهمية أن يكون مفتاح تشغيل المركبة (السويتش) في وضعية التشغيل (ON) قبل التعامل مع جهاز الفحص والتشخيص.

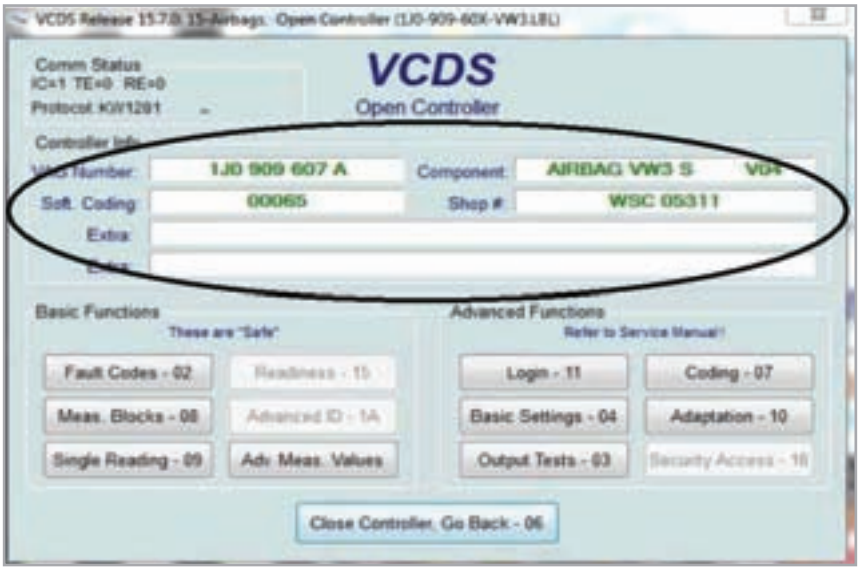
4. **الدخول إلى صفحة الجهاز الرئيسة:** تحتوي على عديد من التطبيقات، وَفق خاصية الجهاز، ومن أهمها الدخول إلى خاصية الفحص اليدوي، أو التلقائي، وبعض الأجهزة تحتاج إلى تعريف شامل للمركبة؛ ليتمكّن الجهاز من التعامل معها، أمّا الأجهزة الأخرى، فيمكن الاكتفاء بإدخال رقم هيكل المركبة (الشاصي)، وهناك أجهزة تستطيع الدخول إلى أنظمة المركبة تلقائياً دون الحاجة إلى تحديد نوع المركبة.

شكل (4): الدخول إلى الصفحة الرئيسة

## ثانياً- الصفحات والخدمات الرئيسة في أجهزة الفحص والتشخيص:

### 1. هُويّة وَحدة التحكّم، ونوعها:

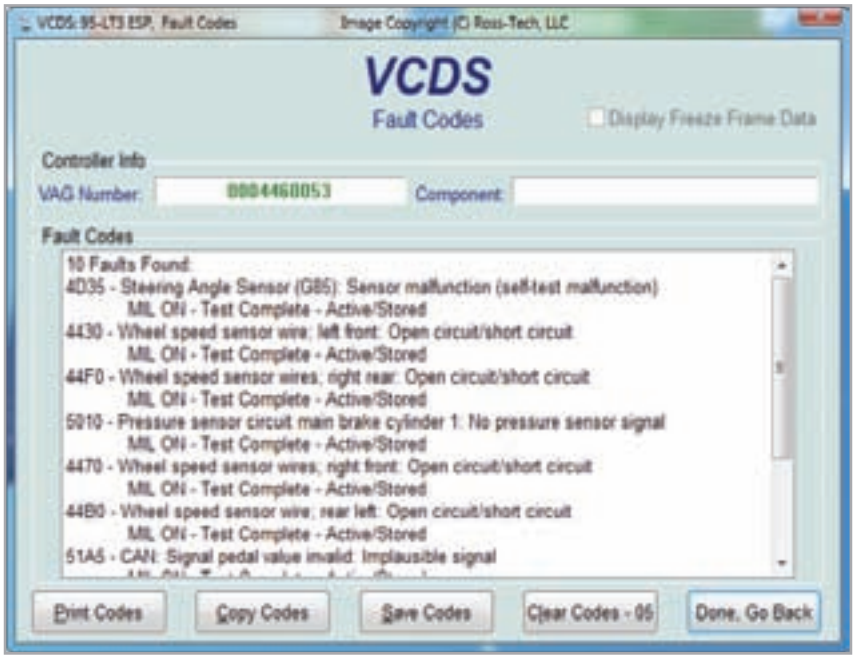
يتمّ التّعرّف إلى هُويّة وَحدة التحكّم المراد قراءتها من خلال جهاز الفحص والتشخيص، من خلال قراءة معلومات وَحدة التحكّم من الوَحدة نفسها. وتكمن أهمية معرفة هُويّة وَحدة التحكّم، ونوعها، في إجراءات الفحص والصيانة، والبرمجة، أو تبديل وَحدة التحكّم إذا كانت تالفة بوَحدة أخرى من المواصفات الفنّية نفسها.




شكل (5): هُويّة وَحدة التحكّم

## 2. قراءة الأخطاء:

يتمّ قراءة الأخطاء المخزنة داخل ذاكرة وَحدة التحكّم في حال كون مفتاح الإشعال مغلقاً (OFF) ؛ للتعرّف إلى أسباب الخلل في ذلك النظام، ويُستدلّ على الأخطاء المخزّنة في وَحدة التحكّم بوساطة أرقام أخطاء تظهر على شاشة جهاز الفحص، وتختلف أخطاء وَحدة التحكّم بالمحرّك عن أخطاء وَحدة التحكّم بناقل الحركة الأوتوماتيكي؛ أي أنّ كلّ وَحدة تحكّم لها رموز وأرقام أخطاء خاصة بها.



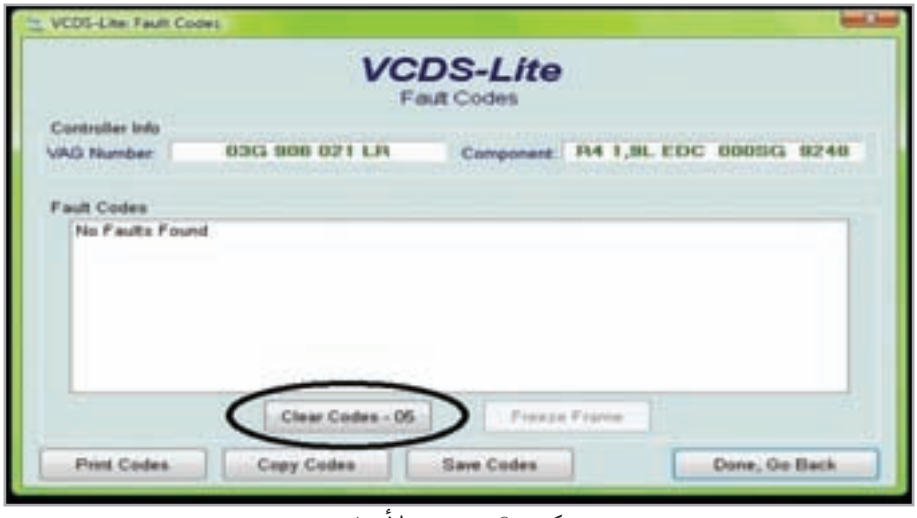

شكل (6): قراءة الأخطاء

### 3. نظام ترقيم رموز أخطاء نظام (OBD2):

شكل (7): نظام ترقيم رموز الأخطاء

### 4. برمجة الأخطاء، ومسحها:

يتمّ مسح الأخطاء بعد طباعتها، أو تسجيلها بوساطة جهاز الفحص، وتشغيل النظام الذي يتمّ فحصه بالطريقة المناسبة والصحيحة، كتشغيل المحرّك لمدة من الزمن، أو قيادة المركبة لمسافة معينة، ثمّ إعادة الفحص مرّة أخرى؛ للتأكّد من أنّ الخطأ الذي تمّ فحصة ليس خطأ عابراً، وفي حال ظهور الخطأ مرة أخرى، يتمّ أتأكّد منه، وإجراء الإصلاح والبرمجة اللازمة؛ لضمان أنّ النظام يعمل بصورة صحيحة، وفي بعض الأحيان، يتمّ فحص الأنظمة، ولكن لا يظهر وجود أيّ أخطاء مخزّنة في ذاكرة وَحدة التحكّم؛ أي أنّ النظام لا يعمل بشكل سليم؛ لذلك يتمّ اللجوء إلى قراءة البيانات الحية، أو تفعيل المنفّذات.




شكل (8): مسح الأخطاء

### 5. قراءة البيانات الحية:

قراءة البيانات الحية مهمة؛ لتحديد تصرّف المجسّات، وعملها بالشكل الصحيح، ومراقبة الأوامر، والشبكات الكهربائية، ووَحدات التحكّم لحظة بلحظة.

إنّ البيانات الحية هي تحليل دقيق لحالة المجسّات، ومعرفة قيم تلك القراءات في تلك اللحظة، والتغيرات الفيزيائية التي تطرأ عليها، وبالتالي الميكانيكية التي تتحوّل من خلال هذه المجسّات إلى إشارات كهربائية، يتمّ قراءتها، وفهمها في إجراء التشخيص، ويجب قراءة قيم البيانات الحية، ومطابقتها للمرجعية الصحيحة في ظروف الفحص الصحيحة.

تعطينا بعض أجهزة الفحص القيم الحالية والقيم المرجعية، ومع التطور في برامج فحص السيارات، يمكن قراءة أشكال إشارات كثير من المجسّات، ومنفّذات الأوامر، من خلال أجهزة الفحص، ولا توجد حاجة لاستخدام جهاز راسم الذبذبات كجهاز منفصل ومخصص فقط في قراءة أشكال الإشارات.

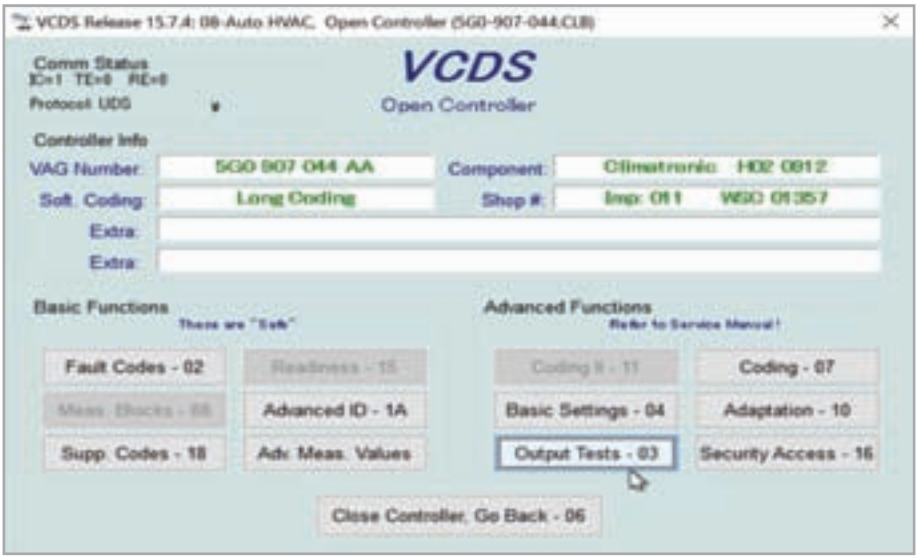
شكل (9): قراءة البيانات الحية

**نشاط:**

أستنبط أهمّ قيم البيانات الحية التي تحتاجها عند استخدام جهاز الفحص والتشخيص؛ لتحديد حالة نظام التوليد والشحن، وحالة البطارية في المركبة.

### 6. تفعيل المنفّذات:

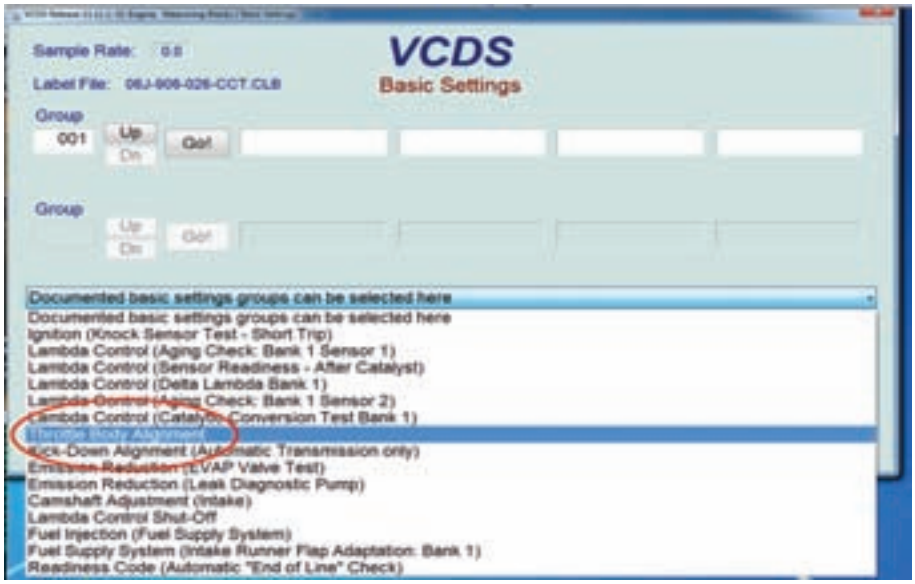
تفعيل العناصر ومنفّذات الأوامر تُستخدم؛ للتأكّد من سلامة المنفّذات، ومكوّنات أنظمة المركبة المختلِفة، ويتمّ من خلال أجهزة الفحص والتشخيص التي تدعم إجراء مثل تلك الفحوصات، وتعتمد على وَحدات التحكّم المختلِفة التي تكون لها قابلية لإجراء تلك التفعيلات، ومن تلك العناصر مثلاً صَمامات الحقن (البخّاخات)، ولوحة عدّادات القيادة، وغيرها من العناصر والمنفّذات.




شكل (10): تفعيل المنفّذات

### 7. البرمجة وضبط قيم أنظمة المركبة:

عند استبدال بعض القطع، أو القيام بأعمال الصيانة اللازمة لأنظمة المركبة المختلِفة، تحتاج إلى إعادة ضبط وتهيئة للتوائم مع وَحدة التحكّم الإلكترونية، وتُستخدم أجهزة الفحص والتشخيص للقيام بهذه المهمة، من خلال الدخول إلى النظام، واختيار (Basic setting)، أو (Adaptation)، وتتبّع الخطوات المطلوبة وَفق جهاز الفحص.

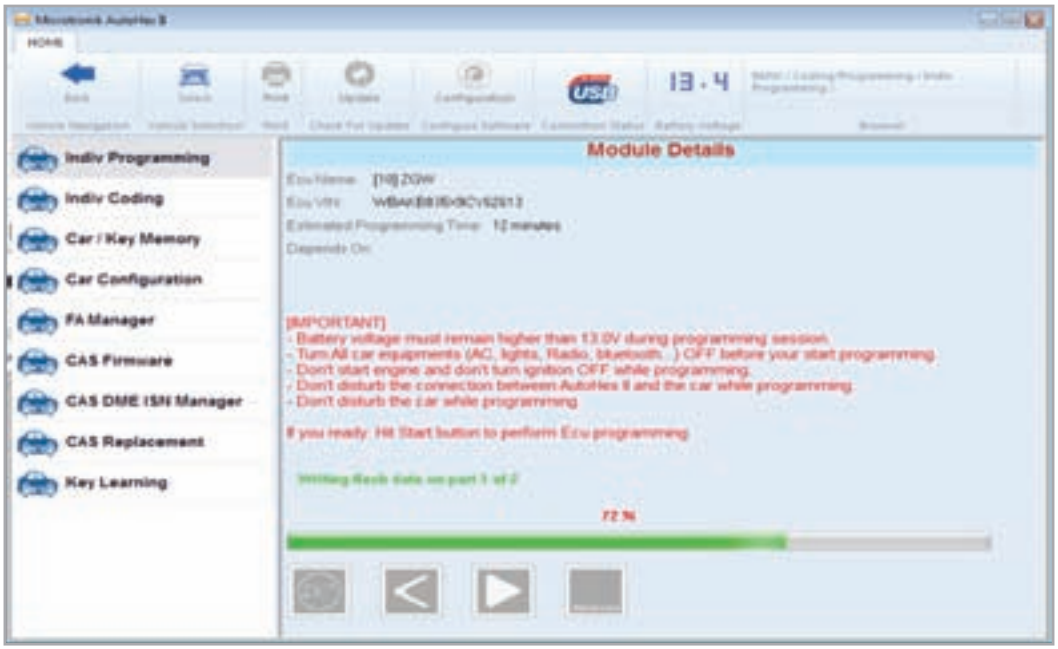



شكل (11): برمجة وضبط القيم

**نشاط:** أعدّد الخطوات المتّبعة عند إجراء ضبط لصَمام الخنق، من خلال جهاز الفحص والتشخيص.

### 8. التعديل على برمجة لوحة التحكّم:

تتمّ عملية إعادة برمجة برنامج وَحدات التحكّم، وإعادته إلى القيم الأصلية بعد فترة طويلة من استخدام المركبة، أو إجراء صيانة دورية معينة، أو تبديل قطع أنظمة المركبة، أو أنظمتها، أو موائمتها؛ لكي تتكيّف مع وَحدات التحكّم، وتتلاءم معها، ويلزم أحياناً إدخال أرقام معينة (رقم الكود)، أو برنامج محدّث من شركات صناعة السيارات؛ لكي تتمّ إعادة القيم الموجودة إلى القيم الأصلية التي تمّ برمجة وَحدة التحكّم بها عند إنتاج المركبة.




شكل (12): التعديل على برمجة وَحدة التحكّم

### 9. أجهزة البرمجة:

عملت شركات صناعة أجهزة الفحص والتشخيص على إنتاج أجهزة خاصة، تقوم بعملية البرمجة، وضبط وَحدات التحكّم، وتتعامل مع البرنامج الداخلي المخزّن في وَحدة التحكّم، أو ما يُسمّى (سوفت وير).

**نشاط:** أبحث عن أهمّ أجهزة البرمجة والتعديل المستخدمة في مراكز صيانة السيارات، وأحدّد ميزات كلّ منها.

تتمّ عملية البرمجة والتعديل على برنامج وَحدة التحكّم، بتوصيل الجهاز الخاص بعملية البرمجة مع المركبة عن طريق فيشة الفحص (OBD)، ثمّ الدخول إلى الجهاز، وتعريف المركبة، والدخول إلى لوحة التحكّم، وتتم العملية بالخطوات الآتية:

1. قراءة الملف المخزَّن على لوحة التحكّم، وتخزينه.
2. القيام بالتعديل المطلوب على البرنامج، مثل عمل تحديث، أو إجراء الإلغاء لإحدى أنظمة المركبة، مثل (EGR).
3. إعادة كتابة الملف الجديد المعدّل على لوحة التحكّم.

بعض أجهزة البرمجة، وبعض لوحات التحكّم، لا يمكن التعديل على ملفاتها المخزّنة عن طريق فيشة الفحص، وللقيام بهذا الإجراء، لا بدّ من فكّ لوحة التحكّم وفصلها عن المركبة، وتوصيلها مع الجهاز بوساطة وصلات خاصة؛ لتتمّ قراءة الملف، وتعديله، وإعادة تخزينه على لوحة التحكّم.

شكل (13): توصيل خارجي لوَحدة التحكّم مع جهاز البرمجة

**الأسئلة:**

1. أعدّد الخطوات المتّبعة عند استخدام أجهزة الفحص والتشخيص.
2. ما المقصود بالبرمجة وضبط قيم أنظمة المركبة؟

## أسئلة الوَحدة

**السؤال الأول:** أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. ما الغاية من استخدام برامج المعلومات التقنية والفنّية للمركبة؟

أ- زيادة مبيعاتها.

ب- التسهيل على الفنّي في صيانتها، والتعامل مع أنظمتها المختلِفة.

ج- رفع كفاءتها.

د- التحسين من جودتها.

2. ما أهمية الواجهة الرئيسة لأيّ برنامج معلومات؟

أ- زيادة مبيعات تلك البرامج.

ب- تحسين مظهر البرنامج.

ج- تحديد المعلومة المراد الحصول عليها من خلال التعريف الدقيق للمركبة.

د- سهولة التنقل بين صفحات البرنامج.

3. لماذا تزوَّد المخطّطات الكهربائية بمجموعة من الأرقام والرموز؟

أ- للتمييز بين المخطّطات الكهربائية.

ب- للتسهيل على الفنّيين التعامل مع تلك المخطّطات، وقراءتها.

ج- للترتيب بين مكوّنات المخطّط، وعناصره.

د- لإعطاء جمالية لتلك المخطّطات.

4. كيف تكون وضعية مفتاح التشغيل (السويتش) عند التعامل مع جهاز الفحص والتشخيص؟

أ- ON ب- OFF

ج- ACC د- وضعية بدء الحركة.

5. ما الغاية من تحديد هُويّة وَحدة التحكّم في أجهزة الفحص والتشخيص؟

أ- قراءة الأخطاء المخزّنة في ذاكرة وَحدة التحكّم.

ب- مسح الأخطاء.

ج- تفعيل منفّذات الأوامر.

د- معرفة هُويّة وَحدة التحكّم، ونظامها، وبرنامجها؛ لأهداف الفحص والصيانة، والبرمجة.

**السؤال الثاني:** متى ألجأ إلى عملية التعديل على برمجة لوحة التحكّم؟

**السؤال الثالث:** ما الغاية من استخدام أجهزة الفحص والتشخيص؟

**السؤال الرابع:** ماذا تعني الرموز الآتية، والمستخدمة في المخطّطات الكهربائية للمركبات:
30، 31، 15؟

**السؤال الخامس:** ما الفرق بين أجهزة الفحص الذاتية وأجهزة الفحص الموصولة بالحاسوب؟

**دراسة حالة:**

**أنفذ خطوات العمل الكامل للموقف التعليمي التعلمي.**

حضر أحد الزبائن إلى مركز صيانة المركبات يعاني من مشكلة زيادة استهلاك مركبته للوقود، من خلال دراستي للمنهجية المتّبعة، أكتب تقريراً مفصلاً للخطوات المتّبعة في تحليل أسباب المشكلة، وحلّها.

**مشروعان:**

1. باستخدام إحدى برامج المعلومات، أستخرج المعلومات التقنية والفنّية الآتية لسيارة سكودا فابيا، موديل 2013، وطراز محرّكها CGGB، وسَعَته 1400cc، ويعمل بوقود البِنزين:
   - نوع زيت المحرّك، بالإضافة إلى الكمية باللترات.
   - مواصفات شمعات الاحتراق.
   - القياسات الفنّية للدرمّات، والعجلات.
   - مكان فيشة الفحص.
   - مقدار شدّ براغي رأس المحرّك.

   مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطط المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع)

2. أكتب تقريراً مفصلاً عن إحدى أجهزة الفحص الموجودة في مشغلي، أو المتوفرة في أقرب كراج لصيانة السيارات، حيث يشمل التقرير اسم الجهاز، والمواصفات الفنّية والتقنية، بالإضافة إلى عدد المركبات التي يفحصها، وأهم ما يحتويه من صفحات، وإمكانات للفحص، والبرمجة.

   مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطط المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع)

# الوَحدة الخامسة

# أنظمة الحماية والرقابة في المركبات
# (Vehicle protection and control systems)

**أتأمل ثم أناقش:**

**هناك عديد من الأنظمة التي تساعد السائق على القيادة، هذه الأنظمة تعتمد على عدّة تقنيات مختلِفة؛ لرصد حركة السيارة نفسها، وتمييزها، وحركة السيارات، أو الاجسام حولها، حتّى حركة الركّاب داخلها.**

# لوحة البيان والتحذير

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى ورشة كهرباء السيارات يشتكي من ظهور بعض لمبات التحذير على لوحة البيانات والتحذير.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: نوع السيارة، وسنة الإنتاج.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• لوحات البيان والتحذير.<br>• مكوّنات لوحة البيان.<br>• آلية التعامل مع لوحات البيان الحديثة. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخطّطات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (لوحة البيان والتحذير).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، والبيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أنفّذ | - معاينة لوحة البيان، وتحديد المبينات، ومصابيح التحذير التي تحتويها.<br>- أنجز مهمة فكّ لوحة البيان عن المركبة، وإعادة تركيبها:<br>• تحديد مكوّنات لوحة البيان.<br>• فحص لوحة البيان، باستخدام جهاز (scanner).<br>• فحص التوصيلات الكهربائية، والأسلاك. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، والبيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة بالسيارات)<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور للنظام).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة بالسيارات)<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة نوع المركبة وسنة الإنتاج وطراز المحرك، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد مكونات لوحة البيان وفحصها وفحص التوصيلات الكهربائية.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (لوحة البيان والتحذير). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

**الأسئلة:**

1. ما أهمية أنظمة البيان والتحذير في السيارة؟
2. أذكر المبينات الرئيسة في لوحة البيان والتحذير.

## أتعلّم:

**نشاط:** بالاستعانة بالشكل الآتي، أقارن بين الرمز ومعناه، من خلال رَقْم الرمز على لوحة البيان والتحذير في السيارة:

| الرقم | المعنى | الرقم | المعنى | الرقم | المعنى | الرقم | المعنى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | إشارات الضباب الأمامية | ١٧ | الضغط دوسة (القابض) للقتال | ٣٣ | مساحات الضباب | ٤٩ | مؤشر تحذير نظام فرامل ABS |
| ٢ | مؤشر تحذير نظام التوجيه الهيدروليكي | ١٨ | اضغط دوسة الفرامل | ٣٤ | مؤشر الخدمة والصيانة | ٥٠ | تحذير: فلتر البنزين |
| ٣ | إشارات الضباب الخلفية | ١٩ | تحذير: فلر نظام التوجيه | ٣٥ | نظام تحريك الأنوار (يمين- يسار) | ٥١ | تحذير: أحد أبواب السيارة مفتوح |
| ٤ | كمية ماء مساحات الزجاج منخفضة | ٢٠ | النور العالي | ٣٦ | نظام تحريك الأنوار (أعلى-أسفل) | ٥٢ | تحذير: غطاء المحرك (الكبوت) مفتوح |
| ٥ | مؤشر تحذير العضلات (القصاص) | ٢١ | مؤشر ضغط الإطارات | ٣٧ | تحذير: الجناح الخلفي | ٥٣ | تحذير: مستوى الوقود منخفض |
| ٦ | سُبَّت السرعة في حالة تشغيل | ٢٢ | مؤشر الأنوار الجانبية | ٣٨ | تحذير: السقف المتحرك | ٥٤ | تحذير: الجير الأتوماتيك |
| ٧ | مؤشر الانعطاف (يمين / يسار) | ٢٣ | عطل في الأنوار الخارجية | ٣٩ | لمبة الوسادة الهوائية (الإيربق) | ٥٥ | مؤشر تحديد السرعة القصوى |
| ٨ | هساس الظهر والنور | ٢٤ | تحذير: لمبة الفرامل | ٤٠ | تحذير: فرامل اليد | ٥٦ | مؤشر المساعدات |
| ٩ | وشعة قصل الشتاء | ٢٥ | تحذير: فلتر الديزل | ٤١ | تحذير: ماء في فلتر الوقود | ٥٧ | ضغط الزيت منخفض |
| ١٠ | سين المعلومات | ٢٦ | تحذير: ربط المطهرة للمساعدة | ٤٢ | لمبة تعطيل الإيربق | ٥٨ | مؤشر مانع تتبع الزجاج الأمامي |
| ١١ | تحذير: شمعة التسخين لسيارات الديزل | ٢٧ | تحذير: نظام التعليق بالهواء (الهيدروليك) | ٤٣ | العطل ميكانيكية | ٥٩ | مؤشر الصندوق الخلفي (الشنطة) مفتوح |
| ١٢ | تحذير: من التصفيح | ٢٨ | تحذير: نظام سير السيارات | ٤٤ | لمبة الكشافات | ٦٠ | نظام الاستقرار متوقف |
| ١٣ | تحذير: مؤشر مفتاح التشغيل | ٢٩ | تحذير: الدخول الخلفي (الكتابيت) | ٤٥ | فلتر الهواء متسخ | ٦١ | هساس الظهر |
| ١٤ | المفتاح غير موجود بالسيارة للسيارات المزودة بالبصمة | ٣٠ | هزاء الأمان | ٤٦ | مؤشر الجهاة الأقتصادية | ٦٢ | مؤشر فحص المحرك والجيروبوس |
| ١٥ | بكارية مفتاح البصمة الشهية | ٣١ | لمبة فرامل اليد / البريك | ٤٧ | النظام المسك لتزويل السرعات | ٦٣ | مؤشر مانع تتبع الزجاج الخلفي |
| ١٦ | تحذير: مؤشر الصيانة للسيارات المزودة بالرادار | ٣٢ | تحذير البطارية / الدينمو | ٤٨ | مؤشر تحذير حرارة المحرك | ٦٤ | نظام تشغيل مسحات الزجاج الأتوماتيك |

الشكل (1): معاني رموز لوحة البيان والتحذير للسيارة

أنظمة البيانات والتحذير في السيارة من الأنظمة الضرورية والمهمّة؛ نظراً لما تقوم به من بيان (إظهار) حالة عمل محرّك السيارة، والأنظمة الأخرى، أو التحذير من حدوث خلل، أو حالة غير طبيعية في المحرّك، أو الأنظمة الأخرى، ليبقى السائق على اطّلاع تامّ بالتشغيل الصحيح للمحرّك، والأنظمة المختلِفة في السيارة.

ويتكوّن أيّ نظام من أنظمة البيانات والتحذير من عنصرين، هما: جهاز البيان، أو التحذير، وعنصر الإحسّاس. ويتمّ تركيب جهاز البيان، أو التحذير على لوحة الأجهزة أمام السائق، ويُركّب عنصر الإحسّاس على محرّك السيارة، أو على الجزء المراد مراقبته.

## أولاً- مكوّنات لوحة البيان والتحذير:

تتكون لوحة البيان والتحذير من المؤشرات، وإشارات التحذير، ومصابيحه الآتية، كما في الشكل (2):

1. مبين مستوى الوقود في الخزّان.
2. مبين مستوى زيت المحرّك، وضغطه.
3. مبين، أو مؤشر نظام التوليد، والشحن، والبطارية.
4. مبين، ومصباح درجة حرارة المحرّك.
5. مبين سرعة السيارة، والمسافة المقطوعة
6. مبين سرعة دوران المحرّك.
7. مصباح تحذير مستوى زيت الفرامل، وحالة الفرامل، والفرامل اليدوية.
8. مصابيح أنظمة السلامة، مثل نظام منع قفل الفرامل، والمخدّات الهوائية.
9. مصباح نظام منع السرقة.
10. مصابيح الإنارة، والانعطاف.
11. مصابيح حالة إغلاق الأبواب، وخزانة السيارة.
12. مصابيح الوقت، والحرارة، والأنظمة الإضافية، ومبيناتها.

الشكل (2): مكوّنات لوحة البيان والتحذير

## ثانياً- طريقة عمل دوائر لوحة البيان:

**عندما يدير السائق مفتاح التشغيل الرئيس إلى وضع (ON)، فإنّ مصابيح المراقبة الآتية ستضيء، وهي:**

1. مصباح التحذير من عدم وجود ضغط زيت في المحرّك، ويتوقف عن الإنارة بعد أن يعمل المحرّك، ويتشكل ضغط زيت في المحرّك، يتغلب على نقاط التوصيل في مفتاح مراقبة ضغط الزيت، وإذا أضاء المصباح، والمحرّك يدور بسرعة التباطؤ، فإنّه يدلّ على خلل في نظام التزييت، عندها يجب إيقاف المحرّك فوراً، وفحص مستوى الزيت، وفلتره، ودارة النظام.

الشكل (3): لمبة تحذير ضغط الزيت، ومجسّ ضغط الزيت

2. مصباح مراقبة دائرة الشحن من المولّد، ويتوقف بعد عمل المحرّك، وارتفاع الجهد في دائرة الشحن.

الشكل (3): لمبة بيان الشحن والمولّد (الدينمو)

3. مصباح مراقبة الفرامل اليدوية يبقى مضيئاً حتّى يحرّر السائق الفرامل اليدوية، ويراقب هذا المصباح مستوى الزيت، فإذا كان مستوى زيت الفرامل منخفضاً، وقام السائق بتحرير الفرملة اليدوية، فإنّ المصباح لا ينطفئ، حتّى يُضاف زيت إلى خزّان زيت الفرامل، يكون كافياً لتطفوَ العوامة التي تقطع دائرة المصباح من عندها.

الشكل (4): لمبة بيانات عمل الفرامل اليدوية

4. المصابيح الآتية تضيء، ولا تنطفئ إلّا إذا أُعطيت أمر توقّف من وَحدات التحكّم الخاصة بها، هي:
   - مصباح مراقبة سلامة عمل نظام منع قفل الفرملة.
   - مصباح مراقبة سلامة عمل نظام وسائد الهواء.

تعمل مصابيح أنظمة السلامة عند إدارة مفتاح التشغيل لحظياً، وتنطفئ إذا كانت هذه الأنظمة تعمل بشكل سليم، وفي حال وجود خلل في النظام، فإنّ مصباحه يضيء بشكل مستمر، وفي هذه الحالة، فإنّ النظام بحاجة إلى فحص بأجهزة الفحص والتشخيص، وكذلك مصابيح تحذير أحزمة الأمان؛ لتنبيه السائق بضرورة ربط الأحزمة للسائق، والركّاب.

الشكل (5): لمبات التحذير من تعطُّل أنظمة السلامة

5. المصابيح الآتية تدخل للعمل إذا شُغّلت دارتها، وهي مخصصة للتنبيه:
   - مصباح التنبيه عند تشغيل دائرة الإنارة الأمامية.
   - مصابيح الإنارة والانعطاف (الغمّازات).

الشكل (6): لمبات بيان عمل أنظمة الإنارة

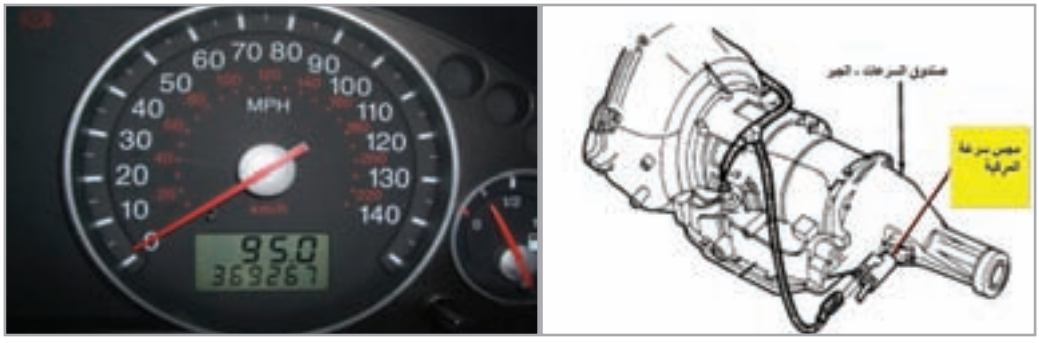
6. مصباح التحذير الدالّ على زيادة درجة حرارة المحرّك، ويعمل مبين، أو مصباح حرارة المحرّك بالدرجات المئوية، أو الفهرنهايت عند تدوير مفتاح التشغيل، ليعطيَ مقدار حرارة وسيط التبريد في المحرّك؛ لتمكين السائق من قيادة السيارة بظروف قياده آمنة، ويجب أن تبقى حرارة المحرّك ضمن مستوى التشغيل الطبيعية، وحدوده؛ أي من 85 إلى 95 درجة مئوية.

الشكل (7): لمبة التحذير من ارتفاع الحرارة، ومبين درجة الحرارة

7. دارة مقياس الوقود في الخزّان: عند تدوير مفتاح التشغيل، يظهر مؤشر بيان مستوى الوقود مباشرة، وكمية الوقود الموجودة في الخزّان، إمّا رقْمياً باللترات، أو بالجالون، أو بنسبة امتلاء الخزّان، كما يوجد مصباح تنبيه؛ لتحذير السائق من قُرب نفاد كمية الوقود. ويَستنبط إشارته من عوّامة الوقود المركّبة داخل الخزّان.

الشكل (8): عوامة الوقود، ومبين مستوى الوقود

8. يوجد في لوحة البيانات عدّاد السرعة، ومقياس المسافة، ويعمل هذا المبين بعد تشغيل المحرّك، وقيادة السيارة على الطريق، حيث يعطي مقدار سرعة السيارة اللحظية بالكم/ ساعة، أو بالميل/ ساعة، وكذلك مقدار المسافة التي قطعتها بالكيلو متر، وبالميل، ويتوقف المؤشّر عند توقّف السيارة، إلّا أنّ عدّاد المسافة المقطوعة لا يمكن تغييره، بل يدلّ على مجمل المسافة التي قطعتها السيارة، وهناك بعض الأنظمة مزوَّده بعدّاد يُسمّى عدّاد مسافة الرحلة، ويمكن ضبطه؛ لقياس مسافة معينة، يريد السائق أن يسجّلها لأغراض الصيانة، أو السفر.



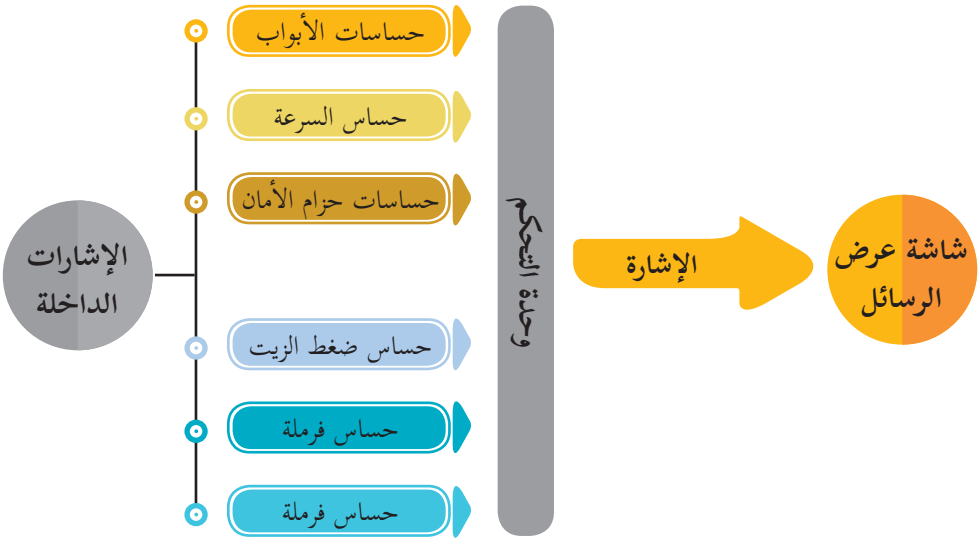

الشكل (9): مجسّ سرعة المركبة، ومبين السرعة

** لتمكين السائق من مراقبة لوحة البيانات ليلاً، رُكِبَت مصابيح إنارة داخلية في لوحة البيانات، تعمل مع دائرة الإنارة.

## ثالثاً- مبينات رسائل التحذير الصوتية والمكتوبة:

هي عبارة عن تنبيه للسائق لبعض الأمور المهمة التي تؤثّر على سلامة المركبة، والسائق، عن طريق إصدار إشارات صوتية تحدّد بعض المشاكل، مثل عدم غلق الأبواب، أو عدم ربط أحزمة الأمان لسائق المركبة، والركّاب، أو زيادة في سرعة المركبة عن السرعة المسموح بها.

كما تمّ تطوير هذه الإشارات الصوتية إلى إشارات مكتوبة، تحدّد المشكلة بشكل أدقّ وأوضح، يتمّ عرضها على شاشة أمام سائق المركبة، مع إحداث صوت نغمة تحذيرية، وتختلف الإشارات التحذيرية وَفق نوع المركبة، وتصميم الشركة الصانعة، وفي حال حدوث أكثر من مشكلة، يتمّ عرض الرسائل على الشاشة بشكل متتالٍ.




الشكل (10): مخطّط الرسائل التحذيرية المكتوبة

الشكل (11): رسائل تحذيرية مكتوبة تشير إلى أنّ باب السائق، وباب الراكب غير مغلقين

وممّا سبق، يتّضح أنّ دارات لوحات المبينات والتحذير هي مجمع؛ لمراقبة عمل أنظمة السيارة المختلِفة، وبالتالي، فإنّ فحص أعطال الأنظمة المختلِفة، وتشخيصها، يتمّ عبر هذه اللوحات، وأنّ فحص هذه اللوحات، وتصليحها، يتمّ باستخدام أجهزة الفحص والتشخيص، بالطريقة الآتية:

1. اختيار نوع السيارة التي يتمّ فحصها.
2. اختيار النظام المراد فحصه، وهو في هذه الحالة (Instrument Cluster).
3. قراءة الأخطاء المخزّنة في ذاكرة وَحدة التحكّم.
4. تدوين الأخطاء المخزّنة في ذاكرة وَحدة التحكّم، أو طباعتها؛ من أجل أن تكون مرجعية للفحص التالي، أو عند إعادة الفحص مرة أخرى.
5. مسح الأخطاء.
6. قراءة البيانات الحية، ومقارنة قيمها مع تعليمات المنتج، أو بالقيم الفعلية المتوفرة.
7. تشغيل المبينات والمصابيح بوساطة أوامر التشغيل في جهاز الفحص، وملاحظة أيّ من المبينات، أو المصابيح التي لا تستجيب لأوامر التشغيل، أو تستجيب بصوره غير صحيحة.

بعد إجراء عملية الفحص السابقة، ومعرفة أيّ مبين أو مصباح فيه عطب، يتمّ تبديله، وإعادة الفحص مرة أخرى، وفي بعض الحالات، تكون وحده التحكّم في لوحة المبينات تالفة، وعندئذٍ يجب تبديل لوحة المبينات كاملة، وفي هذه الحالة، يلزم اتخاذ إجراءات فنية خاصة باستخدام جهاز الفحص والتشخيص للقيام بذلك، وهي كما يأتي:

1. أوصل جهاز الفحص بوصلة الفحص الخاصة في السيارة.
2. اختيار نظام لوحة المبينات (Instrument Cluster).
3. قراءة هُويّة اللوحة بوساطة الجهاز من خيار هُويّة وَحدة تحكّم لوحة البيانات.
4. تخزين هذه البيانات؛ من أجل تزويد اللوحة الجديدة بها، وكذلك لطلب لوحة بالمواصفات نفسها.
5. تركيب اللوحة الجديدة مكانها.
6. إعادة إدخال البيانات المخزّنة بوساطة برنامج الجهاز، أو أيّ برنامج آخر قد أحتاجه لذلك.
7. تعريف بقية الأنظمة على اللوحة الجديدة؛ لكي تعمل بصورة صحيحة.

**الأسئلة:**

1. أذكر مكوّنات لوحة المبينات الحديثة.
2. أشرح طريقة فحص لوحة المبينات الحديثة، وتشخيصها.

# أنظمة الفرامل الإلكترونية (ABS-TCS-ESP)

**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى ورشة صيانة المركبات يشكو من مشكلة في نظام الفرامل، حيث لاحظ نقصاً في التّأثير الفعّال على الفرامل، على الرغم من وجود زيت كافٍ في خزّان الزّيت، كما أنّه يسمع أصواتاً صادرة من العجلات عند عملية الفرملة.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: نوع السيارة، وسنة الإنتاج، وطراز المحرّك.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• أنظمة الفرامل الإلكترونية (ABS-TCS-ESP).<br>• آلية عمل (ABS-TCS-ESP).<br>• مجسّات النظام.<br>• وسائل الحماية التي تلزم لحمايتي، وحماية الغير.<br>• أجزاء نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخطّطات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (أنظمة الفرامل الإلكترونية).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، والبيانات التي جُمِعَت)<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أنفّذ | - رسم مخطّطات لنظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة.<br>- أنجز مهمة فحص نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة، وَفقاً للآتي، وبالاستعانة بالشكل (1):<br>• تحديد أجزاء النظام.<br>• تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>• أفحص مجسّات سرعة العجلات، الشكل (3).<br>• فحص النظام من الأعطال باستخدام جهاز (scanner).<br>• فحص التوصيلات الكهربائية، والأسلاك للنظام.<br>• فحص التوصيلات الهيدروليكية للنظام. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، والبيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة بالسيارات)<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة).<br>- الإنترنت (مواقع خاصة بالسيارات).<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ونوع المركبة وسنة الإنتاج وطراز المحرك، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد مكونات أنظمة الفرامل الإلكترونية وفحص التوصيلات الكهربائية وفحص النظام باستخدام أجهزة الفحص والتشخيص.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (أنظمة الفرامل الإلكترونية). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

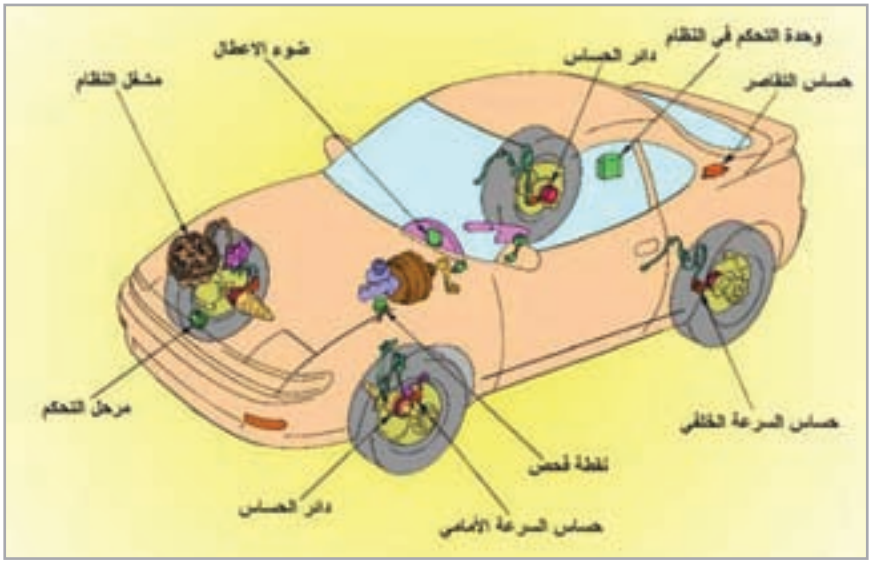
**الأسئلة:**

1. ما وظائف المراقبة والأمان لنظام (ABS)؟
2. ما العناصر التي تشملها آلية التشغيل لنظام التحكّم بالجر (TSC)؟
3. ما السمات التي يجب أن يتصف بها نظام الاتزان الإلكتروني (ESP)؟

## أتعلّم:

**أنشطة:**

1. عند استعمال الفرامل بنظام الـ (ABS) أثناء الفرملة الاضطرارية، فإنّ دوّاسة الفرامل تتذبذب، أفسّر ذلك.
2. باستخدام برنامج الأوتوداتا، أقرأ بيانات الدارة الكهربائية لنظام منع قفل العجلات (ABS)، ونظام الاتزان الإلكتروني (ESP)، وَفق نموذج المركبة المتوفّر في المشغل.
3. بالاستعانة بالشكل الآتي، أعدّد أجزاء نظام الـ (ABS):




الشكل (1): أجزاء نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (ABS)

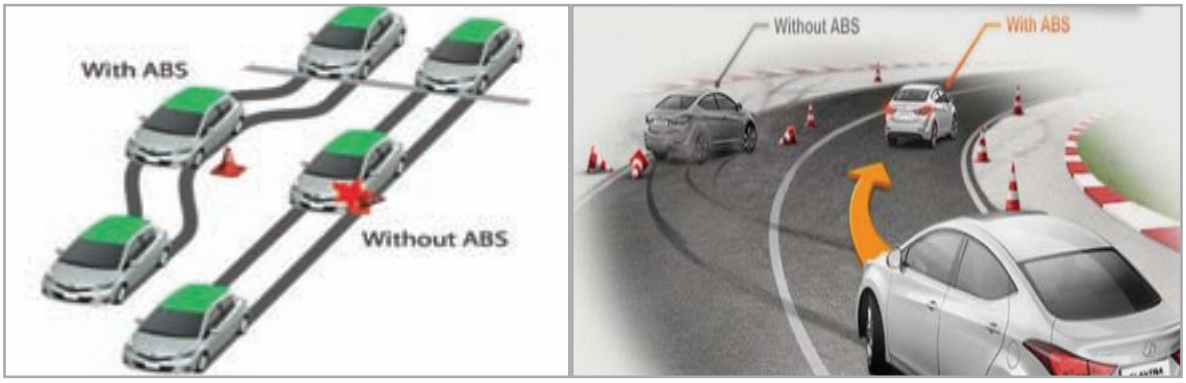
## أولاً- نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (Anti-Lock Braking System) (ABS):

**مقدمة:**

أدّت الدراسات المستمرة على أنظمة الفرملة إلى ظهور أنظمة عملية فعّالة، قادرة على إنجاز تخفيض مثالي في السرعة، حتى لو كانت معدلات السرعة عالية. وتستطيع هذه الأنظمة أن تقدّم فرملة سريعة وفعّالة عند ظروف التشغيل العادية، وعند الظروف الحرجة التي يمكن مواجهتها، مثل:

1. أسطح الطرق الرطبة والمنزلقة.
2. ردّ الفعل المرتبك للسائق.
3. الأخطاء التي التي يرتكبها السائقون الآخرون، أو المُشاة.

قد تؤدي الظروف الطارئة إلى قفل عجلات المركبة عند الفرملة؛ ما يؤدي إلى انزلاقها، وفقدان السيطرة عليها، ومشكلة قفل عجلات المركبة أثناء الفرملة، والتأثيرات اللاحقة لها؛ من زيادة مسافة التوقف، والنقص في قدرة السائق على التحكّم في التوجيه، معروفة منذ زمن طويل، كما في الشكل (2) الآتي:




الشكل (2): تأثير نظام (ABS) على قدرة السائق للسيطرة على المركبة

وقد تمّ تطوير أنظمة ميكانيكية؛ لمنع قفل العجلات في الطائرات، ثمّ جُرّبت في بعض أنواع السيارات، لكن ثبت أنّها غالية ومعقدة. وبعد التقدم الهائل في تكنولوجيا الإلكترونيات، تمّ تطوير نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (Anti-Lock Brake System) (ABS).

### وصف النظام:

يُستخدم هذا النظام بالتوازي والتزامن مع نظام الفرملة العادي، خصوصاً أثناء ظروف الفرملة الاضطرارية، ويتمّ تركيب مجسّات سرعة ترصد سرعة دوران العجلات، ويُستخدم مجسّ منفصل لكلّ عجل أمامي، بينما يُستخدم مجسّ واحد لرصد سرعة العجلين الخلفيين، وفي بعض الأنظمة، يوجَد مجسّ واحد لكلّ عجل خلفي. ويتكون مجسّ السرعة من قلب مغناطيسي، وملف، يكون مثبّتاً أمام عضو دائري مسنّن، بحيث تكون المسافة بينهما محدّدة، تُسمّى الثغرة الهوائية.

عندما يدور العضو الدائري المسنّن يغيّر المجال المغناطيسي للمجسّ، وبالتالي يُنتِج جهداً متردداً ناتجاً عن الحثّ الكهرومغناطيسي، وتردّد هذا الجهد يتغيّر وَفق سرعة تغيّر المجال المغناطيسي، وترسل مجسّات سرعة العجلات

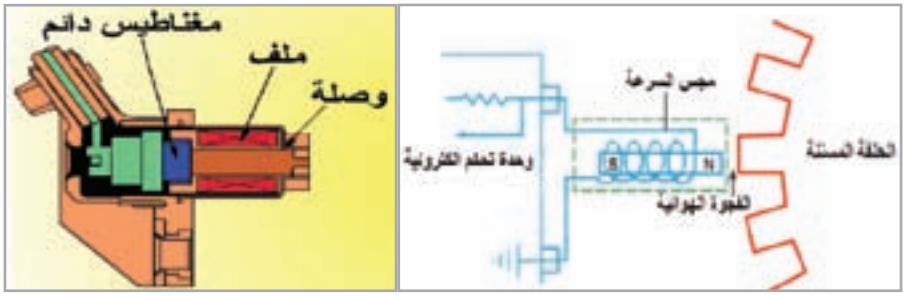
الإشارات الكهربائية إلى وَحدة التحكّم الإلكترونية (ECU) التي تستطيع أن تحدّد بشكل دقيق فيما إذا كان العجل يتسارع أم يتباطأ بالنسبة إلى قيمة مرجعية، وترسل وَحدة التحكّم الإلكترونية التعليمات إلى مجمع التحكّم الهيدروليكي (Hydraulic Modulator) الذي يحتوي على ملفين لولبيين، أو ثلاثة، أو أربعة، وكلّ ملف لولبي يتحكّم في صَمام هيدروليكي عن طريق التحكّم في تشغيل صَمام الدخول، وصَمام الخروج، ويعمل بشكل مستقلّ عن باقي الملفات، وتتحكّم الأوضاع المختلِفة الثلاثة لكلّ صَمام هيدروليكي في ضغط الفرملة للعجل المناظر.

## فؤاد نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (ABS):

1. الحصول على توازن أكبر للمركبة.
2. تحسين القدرة على التحكّم بنظام التوجيه.
3. تقليل مسافة التوقف.

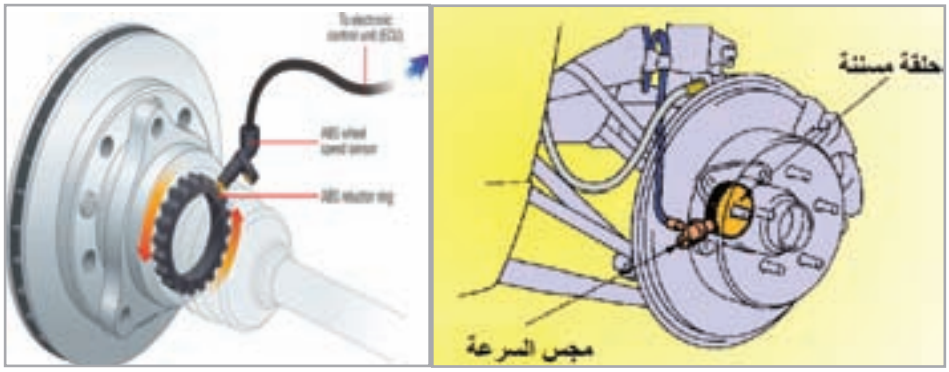
## أجزاء نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (ABS):

1. **مجسّات سرعة العجلات (wheel-speed sensors):** يتكون مجسّ السرعة من طرف حديدي متّصل مع مغناطيس دائم، محاط بملف كهرومغناطيسي، كما في الشكل (3) الآتي:




الشكل (3): مجسّ سرعة العجل

ويكون المجسّ مثبّتاً بشكل مباشر أمام حلْقة مسنّنة متّصلة مع العجل، مع الأخذ بعين الاعتبار وجود خلوص (فجوات هوائية) بينهما، وَفق تعليمات الشركة الصانعة، وقد يكون مثبّتاً في منطقة الترس التفاضلي في المركبات التي تحتوي على مجسّ واحد للعجلات الخلفية، كما في الشكل (4) الآتي:




الشكل (4): موقع تثبيت مجسّ السرعة أمام الحلْقة المسنّنة

2. **وَحدة التحكّم الإلكترونية (Electronic Control Unit) (ECU):** هي وَحدة متكاملة ومعقدة نسبياً، تحتوي على عديد من الدارات المتكاملة، وقد تكون مركّبة بشكل منفصل، أو مندمجة مع وَحدة التحكّم في الضغط الهيدروليكي، كما في الشكل (5) الآتي:

الشكل (5): وَحدة التحكّم الإلكترونية لنظام (ABS)

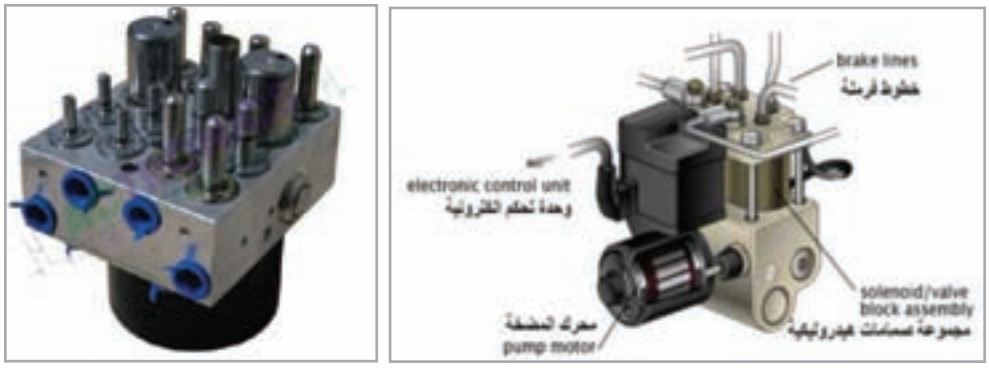
## الأجزاء الرئيسة لوَحدة التحكّم الإلكترونية:

1. **دارة الإدخال (Input circuit):** وفيها يتمّ تنقية الإشارات الكهربائية القادمة من مجسّات السرعة، وتكبيرها، كما أنّها تحوّل الجهد الجيبي المتغيّر الناتج من مجسّات السرعة إلى إشارات على شكل موجات مستطيلة.
2. **التحكّم الرقْمي (Digital Controller):** يحتوي على معالج حسابي منطقي، وفيه يتمّ تحويل إشارات الموجات المستطيلة إلى قيم رقْمية، تمثّل الأساس في حساب متغيّرات التحكّم من انزلاق العجلات، أو تباطئها، أو تسارعها، ويستجيب نظام التحكّم الرقْمي لهذه المتغيّرات، ويُصدِر مجموعة من الأوامر الرقْمية.
3. **دارة الإخراج (Output Circuit):** وفيها يتمّ تحويل الأوامر الرقْمية إلى تيارات، بوساطة منظّمات تيار، وترانزستورات قدرة، وهذه التيارات تتحكّم في ملفات صَمامات الفرملة الهيدروليكية، ومحرّك مضخّة الإرجاع.
4. **المراقبة والأمان (Monitor and Safety):** يقوم هذا القسم بإجراء فحص ذاتي لكلّ وظائف نظام منع قفل العجلات، ومقارنتها مع البرنامج المخزّن، وفي حالة أنَّ جزءاً أو قطعة من النظام، ولا يعمل بشكل مرضٍ، فإنّه يتمّ وقف النظام عن العمل، ويضيء مصباح؛ ليحذّر السائق من أنَّ نظام منع قفل العجلات لا يعمل، كما في الشكل (7) الآتي:

شكل (7): لمبة تحذير نظام (ABS)

## وَحدة التحكّم في الضغط الهيدروليكي :(Hydraulic Pressure Modulator)

تنفذ وَحدة التحكّم الهيدروليكية الأوامر القادمة من وَحدة التحكّم الإلكترونية (ECU) بوساطة صَمامات لولبية تتحكّم بشكل تلقائي بمستويات ضغط الفرامل، وتشكّل عمليةَ الوصل الهيدروليكي بين أسطوانة الفرملة الرئيسة وأسطوانات فرامل العجلات، كما في الشكل (8) الآتي:



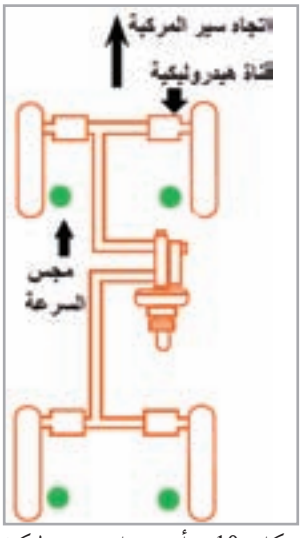

شكل (8): وَحدة التحكّم في الضغط الهيدروليكي لنظام (ABS)

## الأجزاء الرئيسة لوَحدة التحكّم الهيدروليكي:

1. **المركم (Accumulator):** يمتصّ بشكل مؤقّت تدفق مائع الفرملة الذي يتمّ تفريغه خلال مرحلة تقليل الضغط.
2. **مضخّة الإرجاع (Return Pump):** في مرحلة تقليل ضغط فرملة العجل، تقوم المضخّة بإرجاع مائع الفرملة من المركم إلى أسطوانة الفرملة الرئيسة، ويتمّ تشغيل المضخّة بوساطة محرّك كهربائي.
3. **الصِّمامات الهيدروليكية (hydraulic valve):** يتكوّن كلّ صَمام هيدروليكي من ملف لولبي وثلاث فتحات، ويوجد لكلّ صَمام ثلاثة أوضاع تشغيل، تجعل بالإمكان التحكّم بعلاقة ضغط أسطوانة الفرملة الرئيسة، وأسطوانة فرملة العجل المناظر للصِّمام الهيدروليكي.

## مجسّات نظام منع قفل العجلات، وقنواته:

تُستخدم قناتان، أو ثلاث، أو أربع في التحكّم الهيدروليكي، ويمكن استخدام مجسّين، أو ثلاثة مجسّات سرعة، أو أربعة في تراكيب مختلِفة؛ أي أنّ التصنيف يكون وَفق عدد القنوات، وعدد المجسّات، وأشهر نوع هو الذي يتكوّن من أربع قنوات هيدروليكية، وأربعة مجسّات سرعة، كما هو مبين بالشكل (10) الآتي:

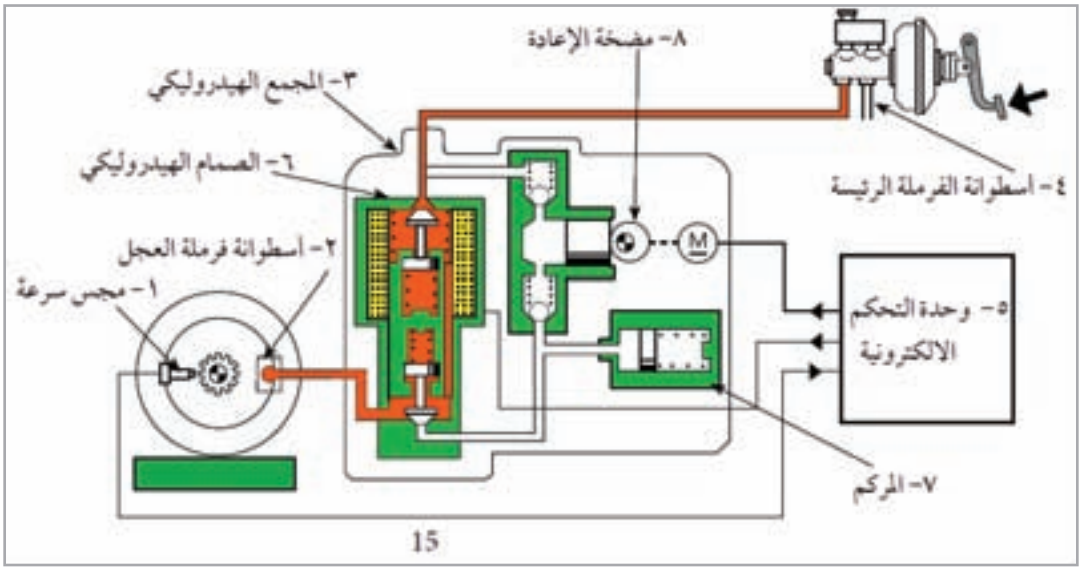



شكل (10): أربع قنوات هيدروليكية وأربعة مجسّات سرعة

**آلية العمل:**

- **أولاً- في أثناء الفرملة العادية (نظام الـ ABS لا يعمل):** عند الاستخدام العادي للفرامل، لا يعمل نظام الـ (ABS)، ووَحدة التحكّم الإلكترونية لا ترسل أيّ تيار كهربائي إلى الملف المغناطيسي للصِّمام الهيدروليكي ذي الأوضاع الثلاثة، المضغوط إلى الأسفل بوساطة النابض (الزنبرك).
- **ثانياً- أثناء الفرملة الاضطرارية (فرامل الطوارئ) (نظام الـ ABS يعمل):** عندما تقطع أسنان الحلْقة طرف مجسّ السرعة، فإنّ قوة خطوط المجال المغناطيسي تتغير؛ ما يؤدي إلى تولّد إشارات جهد متغيّر في ملف المجسّ، والجهد الناتج يتناسب مع سرعة العجل. ويتمّ إرسال إشارات مجسّات السرعة إلى وَحدة التحكّم الإلكترونية (ECU)، وعندما يكون هناك عجل، أو أكثر على وشك حدوث قفل فيه، فإنّ وَحدة التحكّم الإلكترونية تتعرّف إلى ذلك عن طريق الإشارات الواردة من مجسّات السرعة. وتستجيب وَحدة التحكّم الإلكترونية بإرسالها إشارات كهربائية إلى صَمامات ملفات لولبية تتحكّم بالضغط في كلّ فرملة، وتكون هذه الصِّمامات في مجمع هيدروليكي، يتحكّم بضغط الفرامل، ويعدّلها، واستجابة ملفات هذه الصِّمامات سريعة، وقد تصل إلى عدة مرات في الثانية الواحدة، تبعاً للتغيّر في السرعات الدورانية لعجلات المركبة، هذه الاستجابة تتمثّل إمّا في المحافظة على ضغط الفرملة على عجل معيّن، أو إنقاصه، أو زيادته، ويتمثّل ذلك في ثلاث مراحل، هي:

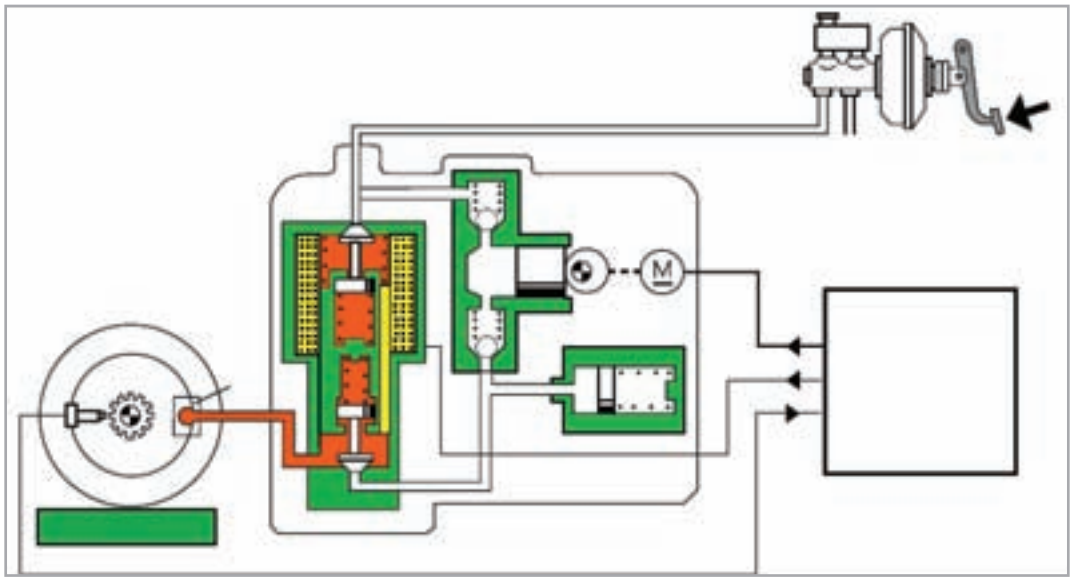
1. مرحلة بناء الضغط (Pressure build-up phase): فيها لا تغذّي وَحدة التحكّم الإلكترونية الملف اللولبي بالتيار الكهربائي، ويكون صَمام الدخول مفتوحاً؛ ما يجعل ضغط فرملة الأسطوانة الرئيسة مسلَطاً على أسطوانة فرملة العجل بشكل مباشر، كما هو مبيّن في الشكل (11) الآتي:




شكل (11): مرحلة بناء الضغط

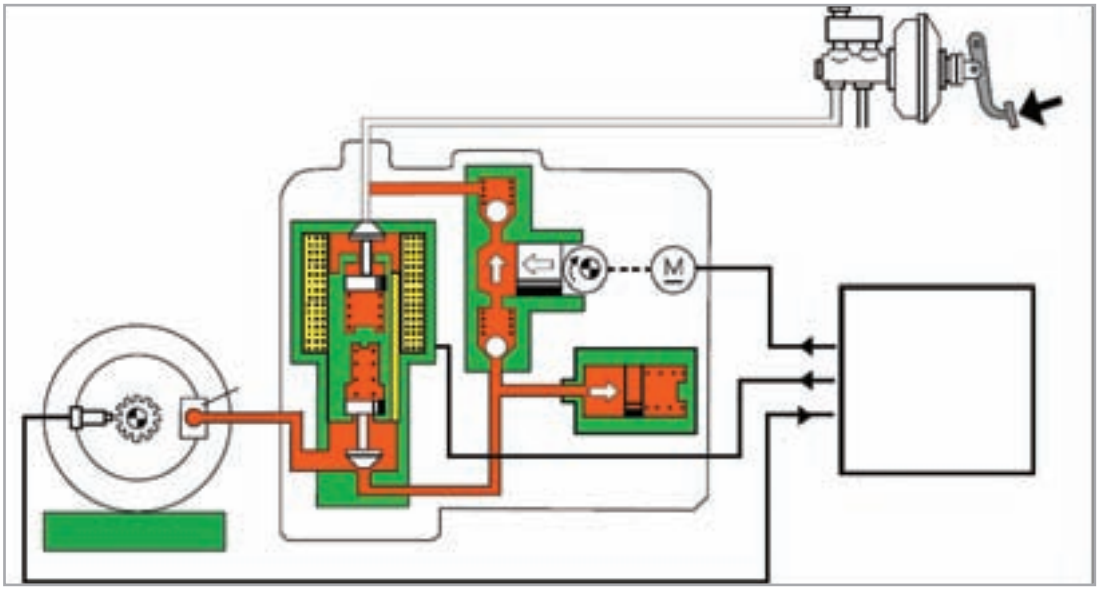
2. مرحلة الضغط الثابت (Constant pressure phase): فيها تغذّي وَحدة التحكّم الإلكترونية الملف اللوبي بحوالي 50% من القيمة القصوى للتيار، ويكون صَماما الدخول والخروج مغلقين؛ ما يؤدي إلى فصل أسطوانة فرملة العجل عن أسطوانة الفرملة الرئيسة، وكذلك عن الخط الراجع، ويترتب على هذا الفصل حفظ ضغط

الفرملة على العجل، بحيث يظلّ عند مستوى ثابت، حتّى لو تمّ زيادة ضغط الفرملة الرئيسة، كما هو مبيّن في الشكل (12) الآتي:




شكل (12): مرحلة الضغط الثابت

3. مرحلة تخفيض الضغط (Pressure reduction phase): فيها تغذّي وَحدة التحكّم الإلكترونية الملف اللولبي بالقيمة القصوى للتيار، ويكون صَمام الدخول مغلقاً؛ لمنع زيادة ضغط الفرملة على العجل، بينما يكون صَمام الخروج مفتوحاً؛ ما يسمح بتوصيل فرملة العجل مع الخط الراجع، حيث يتمّ إرجاع جزء من مائع الفرملة الهيدروليكي إلى الأسطوانة الرئيسة، بوساطة مضخّة الإرجاع الموجودة في المجمع الهيدروليكي، ويسبّب إرجاع جزء من المائع الهيدروليكي هبوطَ الضغط على فرملة العجل؛ ما يؤدي إلى دوران العجل، كما في الشكل (13) الآتي:



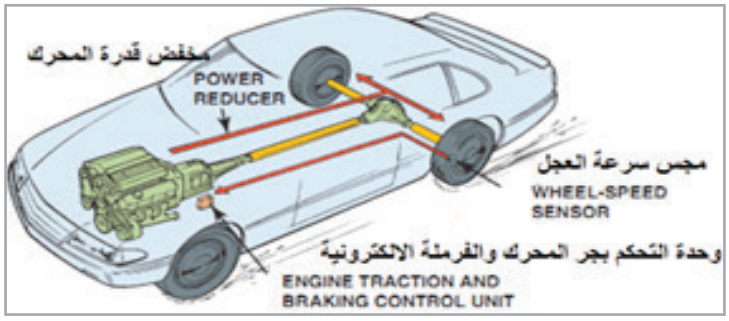

شكل (13): مرحلة تخفيض الضغط

## ثانياً- نظام التحكّم بالسحب (الجرّ) (Traction Control System) (TCS):

يمكن أن يكون نظام الجرّ منفصلاً، أو جزءاً من نظام برنامج الاتزان الإلكتروني (ESP). ويسمح نظام الجرّ لنظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (ABS) بالتحكّم بدوران العجل أثناء التسارع، عندما تفقد إطارات عجلات المركبة الجرّ خلال التسارع؛ (أي تدور حول محاورها دون تحرّك للسيارة)، وفي هذه الحالة يكون انزلاق العجلات موجباً.

### آلية عمل نظام التحكّم بالسحب (الجرّ) (TCS):

تُبنى طريقة العمل على تقليل قدرة خرج محرّك السيارة، أو تطبيق الفرملة على عجل، أو أكثر، عن طريق وَحدة إلكترونية، تقوم بتقليل سرعة دوران المحرّك، وتطبيق الفرملة إلى الحد الذي يؤدي إلى انطلاق المركبة دون أن تنزلق العجلات على الطريق، كما في الشكل (14) الآتي:




الشكل (14) التحكّم بقدرة خرج المحرّك

### أجزاء نظام التحكّم بالسحب (الجرّ) (TCS):

يستخدم نظام التحكّم بالجرّ مجسّات السرعة لنظام (ABS) نفسها، ولكنَّه يحتاج إلى برمجة إضافية في وَحدة التحكّم؛ من أجل أن يراقب النظام سرعات العجلات باستمرار، وليس فقط عند الفرملة.

### إشارات الإدخال لوَحدة التحكّم بنظام الجر (TCS) في حالة حدوث فقد للجرّ في المركبة:

1. مجسّ وضعية (زاوية) جسم الخانق (TPS) (Throttle Position Sensor): هذا المجسّ يبيّن وضعية الجسم الخانق الذي يتحكّم به السائق عن طريق دوّاسة الوقود.
2. مجسّات سرعة العجلات: تراقب وَحدة التحكّم مجسّات السرعة الأربعة؛ فإذا دار عجل بسرعة أكبر من العجلات الأخرى، فهذا يدلّ على أنَّ إطار العجل ينزلق، ويفقد إمكانية الجرّ.
3. مجسّ سرعة المحرّك (RPM) (Engine Speed): يتمّ تزويد هذه المعلومات من وَحدة التحكّم في المحرّك، وتشير إلى سرعة المحرّك.
4. مفتاح مدى نقل الحركة (Transmission Range Switch): يحدّد هذا المفتاح مسنّن نقل الحركة الذي اختاره السائق، لتقوم وَحدة التحكّم بالمحرّك بإجراء التعديل المناسب.

## آلية التشغيل لنظام التحكّم بالسحب (الجرّ (TCS)):

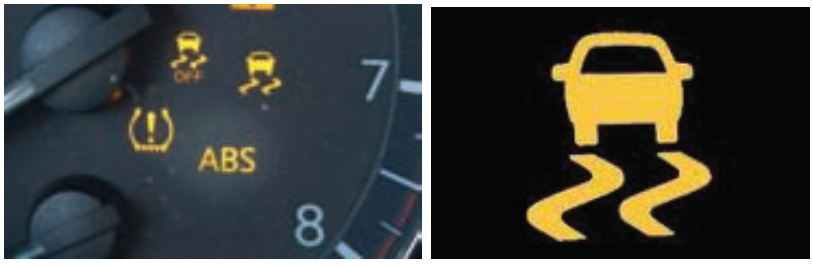
تشمل آلية التشغيل لنظام الجرّ عنصراً أو أكثر من عناصر الإخراج الآتية:

1. تأخير توقيت الإشعال؛ لتقليل عزم المحرّك.
2. تقليل فترة زمن حقن البخّاخات؛ لتقليل الوقود المزوّد لأسطوانات المحرّك؛ ما يؤدي إلى تقليل عزم المحرّك.
3. إزاحة النقل الأوتوماتيكي إلى غيار أعلى؛ ما يؤدي إلى تقليل العزم المسلط على العجلات المتحركة.
4. تقليل كمية الهواء، إذا كان المحرّك مُجهَّزاً بنظام تحكّم إلكتروني في جسم الخانق (Electronic Throttle Control)؛ لأنّ تقليل الهواء الداخل يقلّل من عزم المحرّك.

معظم أنظمة التحكّم بالجرّ فيها قابلية لتقليل انزلاق العجل الموجب عند كلّ سرعات المركبة، وتستخدم تخفيض التسارع، وتقليل قدرة المحرّك؛ للحدّ من الانزلاق قبل تطبيق الفرملة على العجل الذي يدور بشكل مغزلي. هذه الأفعال تساعد في تقليل إمكانية ارتفاع حرارة الفرامل إذا كانت المركبة تسير على طريق فيه انجماد، أو مغطّى بالثلج.

## لمبة تحذير نظام التحكّم بالسحب (الجر (TCS)):

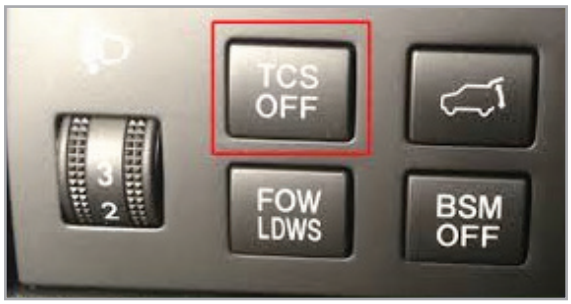
يوجد مصباح يضيء؛ للتحذير في حالة وجود خلل في النظام، ويدلّ وميض المصباح عند بداية التشغيل على قيام النظام بالفحص الذاتي. ويسبّب مصباح التحكّم بالجرّ، ويُسمّى مصباح نقص الجرّ، أو فقده على اللوحة سوءَ فهم لكثير من السائقين، فعندما يضيء المصباح، أو يضيء بشكل متقطّع أثناء السير، فإنّ هذا يشير إلى أنّ حالة نقص في الجرّ قد رُصِدت، وأنّ نظام التحكّم بالجرّ يعمل؛ لاستعادة الجر، وهذا لا يعني بالضرورة حدوث الإضاءة، بل يعني وجود (TCS)، أمّا إذا استمرّ مصباح تحذير نظام (ABS) عطل، ولكن إذا أضاء مصباح نظام عطل، كما في الشكل (15) الآتي:




شكل (15): لمبة تحذير نظام التحكّم بالسحب (الجرّ) (TCS)

## مفتاح إبطال تفعيل نظام التحكّم بالسحب (الجرّ) (TCS):

تزوّد عادة السيارات المزوّدة بنظام (TCS) بمفتاح تعطيل النظام، عندما تفشل السيارة في الانطلاق عندما يكون الطريق مغطى بطبقة شديدة الانزلاق؛ كأن تكون مغطاة بطبقة عميقة من الجليد أو الثلج ، فانزلاق العجلات في هذه الحالة يساعد على إزالة هذه الطبقة، لتشقّ السيارة طريقها، ثمّ يتمّ إعادة تشغيل النظام مرة أخرى، ويوجد عادةً لمبة إشارة، تُظهر فيما إذا كان النظام فعّالاً أم لا، كما في الشكل (16) الآتي:




الشكل (16): مفتاح إبطال تفعيل نظام التحكّم بالسحب (الجرّ) (TCS)

## ثالثاً- برنامج الاتزان الإلكتروني (Electronic Stability Program) (ESP):

هو نظام صُمّم لمساعدة السائقين على إبقاء السيطرة على مركباتهم في الظروف التي تبدأ فيها المركبة بفقد السيطرة، فحفظ المركبة على الطريق يمنع الاصطدامات الناتجة عن خروج المركبة عن مسارها التي تمثّل الحالات المؤدية إلى معظم حوادث السير.

### وظيفة نظام الاتزان الإلكتروني (ESP):

وظيفة النظام الأساسية هي المساعدة في ثبات المركبة في مسارها، ومنعها من الانحراف في حالة استعمال الفرامل للتوقف المفاجئ، أو للدخول في المنحنيات الحادّة، أو لتفادي الاصطدام، كما في الشكل (17) الآتي:

الشكل (17): ثبات المركبة في مسارها، وتفاديها من الاصطدام

ويتمّ ذلك بطريقة إلكترونية بوساطة مجمع صَمامات هيدروليكية كاملة، دون الاعتماد على قدرة السائق الذي قد يكون غير منتبه، أو غير ماهر في القيادة. ويستفيد النظام في ذلك من الأنظمة السابقة له، وبشكل أساسي من نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة (ABS)، ونظام التحكّم في السحب (الجرّ) (TCS)، كما في الشكل (18) الآتي:

شكل (18): المجمع الهيدروليكي لنظام (ESP)

## سمات نظام الاتزان الإلكتروني (ESP):

1. يساعد في الاتزان الاتجاهي للمركبة، عن طريق التحكّم في فرملة كلّ عجل بشكل منفرد؛ لإعادة المركبة إلى الاتجاه المقصود.
2. يستعمل مجسّات تحدّد متى لا تكون المركبة تحت السيطرة.
3. يستخدم مجسّ وضعية عجلة القيادة؛(Steering Wheel Position Sensor)؛ ليحدّد الاتجاه المقصود للسائق.
4. يعمل عند كلّ السرعات، فيما عدا السرعات المنخفضة التي يكون فيها احتمال فقد السيطرة قليلاً. ويسلط (يطبق) نظام التحكّم الإلكتروني في الاتزان (ESP) فرملة منفردة على العجلات؛ لجعل المركبة تحت السيطرة في الحالات الآتية:

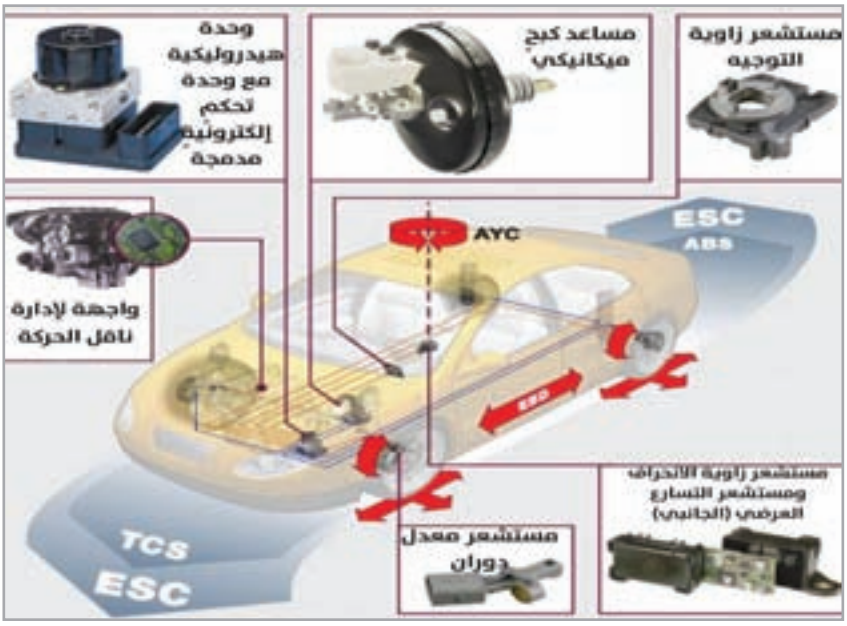
- حالة تعدّي انحراف التوجيه (Over Steering): في هذه الحالة، فإمّا أن تنحى مؤخرة المركبة لتتحرك إلى الخارج، أو تصبح غير محكمة ومتقلقلة (Loose)، مسببة دورانها دون سيطرة. وإذا تمّ رصد هذه الحالة عند الانعطاف يساراً، فإنّ نظام (ESP) سيطبّق فرملة على العجل الأمامي الأيمن؛ لإعادة المركبة، وجعلها تحت السيطرة، كما في الشكل (19) الآتي:

الشكل (19): تأثير تعدّي انحراف التوجيه لسيارة على المركبة

- نقص انحراف التوجيه (Under steering): في هذه الحالة تنحى مقدمة السيارة للاستمرار في التقدم بشكل مستقيم عند الانعطاف، ويقال عن المركبة في هذه الحالة: إنها محكمة، ومشدودة (Tight)، فإذا تمّ رصد هذه الحالة خلال الانعطاف إلى اليمين، فإنّ نظام (ESP) سيطبّق فرملة على العجل الخلفي الأيمن؛ لإعادة المركبة، وجعلها تحت السيطرة، كما في الشكل (20) الآتي:

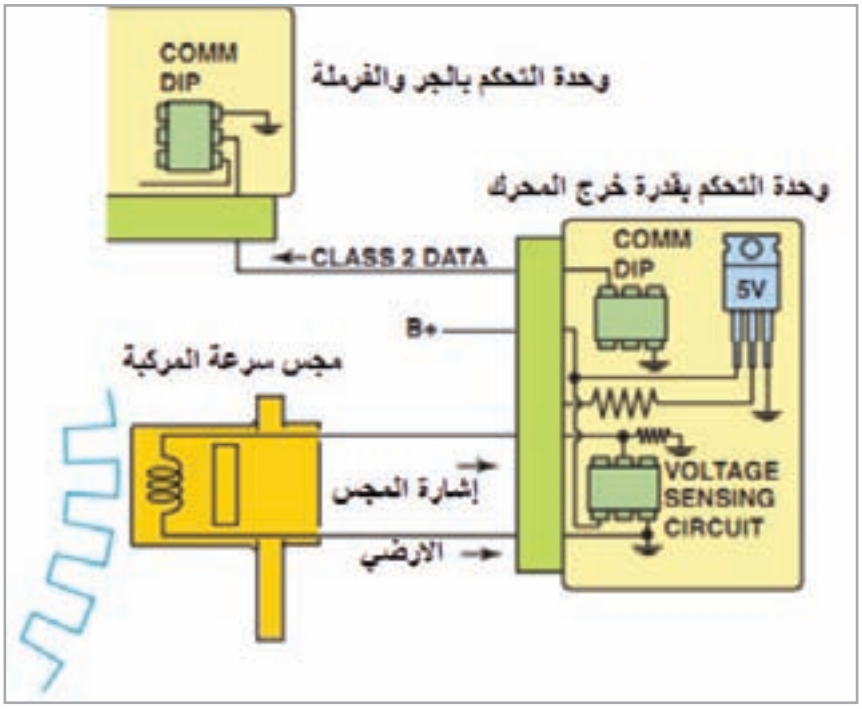
شكل (20): تأثير تعدّي انحراف التوجيه لسيارة على المركبة

## أجزاء نظام الاتزان الإلكتروني (ESP):




شكل (21): أجزاء نظام الاتزان الإلكتروني (ESP)

1. **مجسّ سرعة المركبة (Vehicle Speed Sensor) (VSS):** هو مجسّ مغناطيسي، يولِّد إشارات تماثلية، يزداد ترددها بزيادة السرعة، ويُستخدم بوساطة وَحدة التحكّم الإلكتروني بالفرملة (Electronic Brake Control Modul) (EBCM)؛ للمساعدة في التحكّم بنظام التعليق، كما في الشكل (22) الآتي:

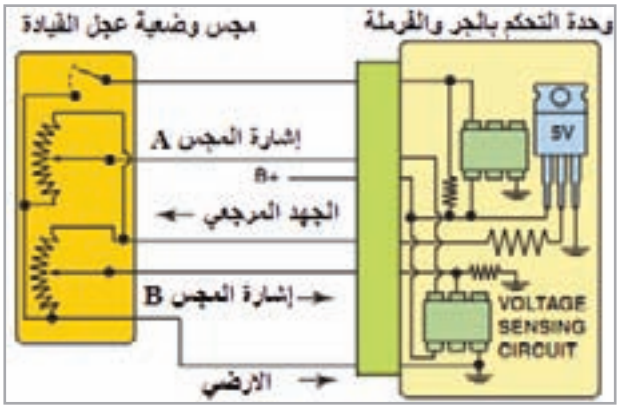



شكل (22): مجسّ سرعة المركبة

**2. مجسّ وضعية عجلة القيادة (Steering Wheel Position Sensor):**

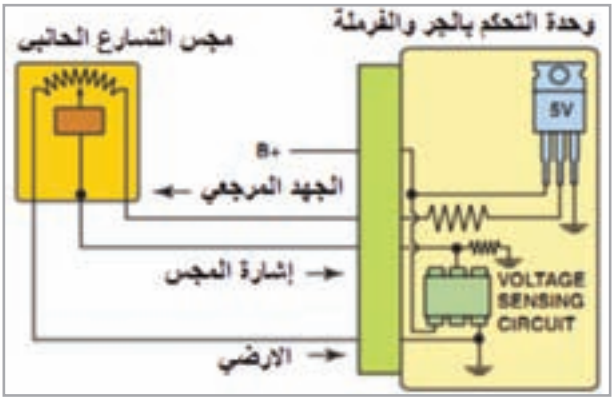
شكل (22): موقع مجسّ وضعية عجلة القيادة

وظيفة هذا المجسّ هي تزويد وَحدة التحكّم الإلكترونية بإشارات ترتبط بوضعية عجلة القيادة، وسرعتها، واتجاهها، كما في الشكل (23) الآتي:




شكل (23): توصيل مجسّ وضعية عجلة القيادة مع وَحدة التحكّم

**3. مجسّ التسارع الجانبي (Lateral Acceleration Sensor):** وظيفة هذا المجسّ تزويد وَحدة التحكّم بتغذية راجعة تتعلّق بقوى انعطاف المركبة للزاوية، ويُسمّى هذا المجسّ أيضاً مجسّ (G)، كما في الشكل (24) الآتي:




شكل (24): توصيل مجسّ التسارع الجانبي مع وَحدة التحكّم

يمثّل الحرف (G) قوة الجاذبية الأرضية (Gravity)، فمثلاً: عندما تدخل السيارة منعطفاً، فإنّ المجسّ يعطي معلومات عن مدى الصعوبة التي تنعطف فيها المركبة. ويمكن أن يكون هذا المجسّ منفرداً، أو مرتبطاً بمجسّ انتقال الكتلة، وعادة ما يكون هذا المجسّ مركّباً في حجرة المسافر الجالس بجانب السائق، أو تحت الكرسي الأمامي، أو لوحة التحكّم المركزية، أو رفّ صندوق الأمتعة الخلفية.

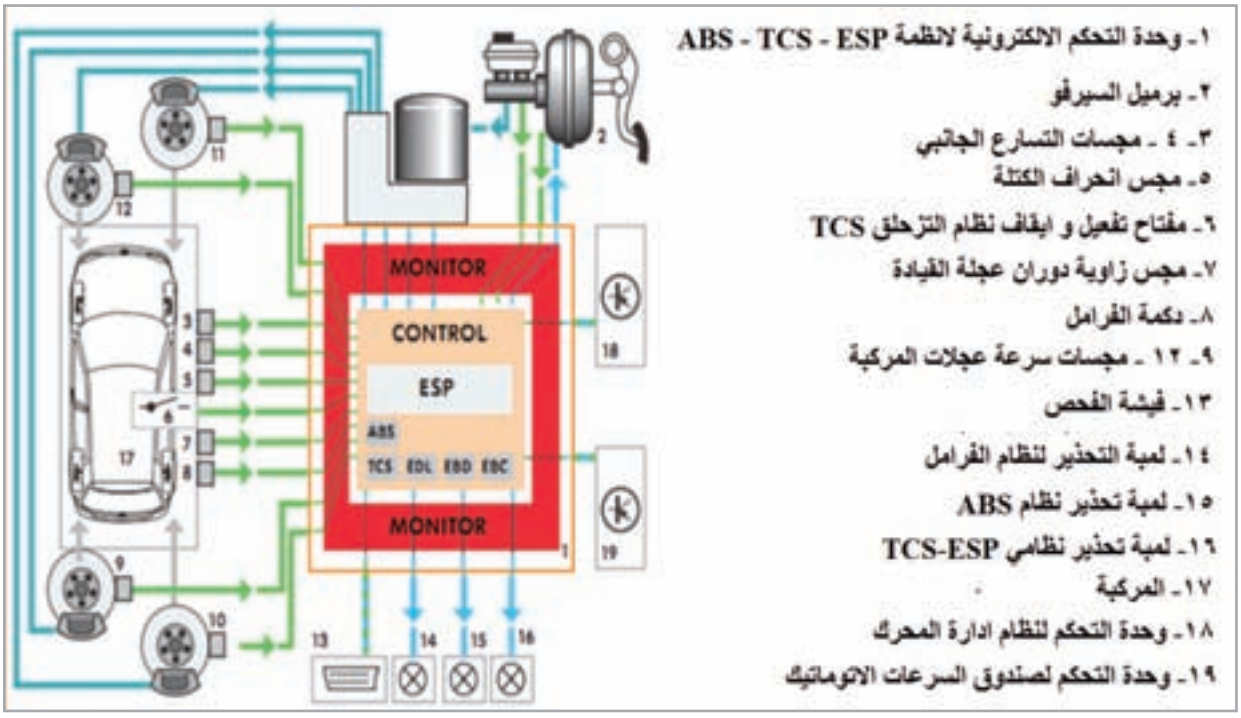
شكل (25): مجسّ التسارع الجانبي (Lateral Acceleration Sensor)

4. **مجسّ انتقال (انحراف) الكتلة (Yaw rate Sensor Cluster):** يعطي هذا المجسّ معلومات لوَحدة التحكّم بالفرملة. هذه المعلومات تُستخدم لتحديد انحراف المركبة عن الاتجاه المقصود للسائق. ويمكن أن يكون هذا المجسّ منفصلاً، أو مرتبطاً مع مجسّ التسارع الجانبي، ويكون مركبًّا في حجرة المسافر تحت المقعد الأمامي، أو وَحدة التحكّم المركزية، أو رفّ صندوق الأمتعة الخلفي، كما في الشكل (26) الآتي:

شكل (26): مجسّ انتقال (انحراف) الكتلة (Yaw rate Sensor Cluster)

وَحدة التحكّم الإلكترونية الشاملة (Integrated Electronic Controller): تتحكّم وَحدة التحكّم الإلكترونية الشاملة

بعدّة أنظمة، لها علاقة بحفظ اتّزان المركبة، والسيطرة عليها، خصوصاً على أنظمة ESP / TCS / ABS، كما في الشكل (27) الآتي:




شكل (27): وَحدة التحكّم الإلكترونية الشاملة وتوصيلاتها

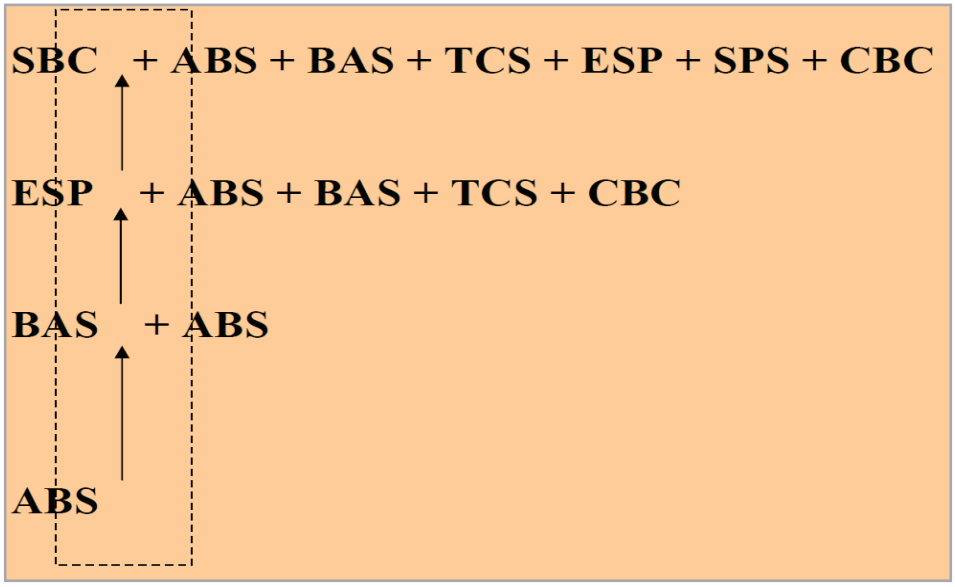
## آلية عمل نظام الاتزان الإلكتروني (ESP):

عند دخول المركبة في منعطف حادّ، يقوم السائق باستخدام الفرامل؛ للتقليل من سرعة المركبة؛ لتمكينها من دخول المنعطف، ففي المركبات التي لا تستخدم نظام (ESP)، فإنّ العجلات الداخلية تتوقف بسرعة، بالمقارنة مع العجلات الخارجية، وخاصة العجلة الداخلية الخلفية؛ لأنّ حمل المركبة يكون أقلّ ما يمكن على هذه العجلة، وتوقفها السريع يجعلها محور ارتكاز للمركبة؛ ما يسبّب التفاف المركبة على نفسها، وخروجها من الطريق الذي قد يسبّب اصطدام المركبة، أو انقلابها. أمّا مع نظام (ESP)، فإنّ الوَحدة الإلكترونية تستقبل إشارات المجسّات المختلِفة، وهي:

1. إشارات مجسّات السرعة؛ لقياس سرعة العجل، ومعرفة التغيّر في سرعة كلّ عجل على حدة؛ لتوزيع قوة الفرملة، وَفق سرعة كلّ عجل؛ لضبط سرعة العجلات بعضها مع بعض.
2. إشارة مجسّ زاوية عجلة التوجيه؛ لمعرفة مقدار تحريك السائق للمقود، وبالتالي مقدار الانعطاف؛ لزيادة قوة الفرملة، وتقليل قوة الدفع في حال كان الانعطاف قوياً.
3. إشارة مجسّ التسارع الجانبي؛ لتحديد اتجاه كتلة المركبة؛ لاستشعار ميل المركبة إلى الانحراف، واتجاهه، ومقداره؛ ليمكن تلافيه قبل حدوثه.
4. إشارة مجسّ الكتلة؛ لتحديد اتجاه انتقال حمل السيارة على العجلات الأربع؛ لتحديد العجلات التي يتركّز عليها حمل المركبة؛ لتوزيع قوة الفرملة، وَفق مقدار التحميل على كلّ عجل.

وبعد استقبال كلّ هذه الإشارات المتواصلة من المجسّات، يقوم النظام أولاً بضبط قوة الفرملة بوساطة نظام الفرملة المساعدة (BAS)، ثمّ يقوم بتقليل قوة الدفع بوساطة نظام (TCS)، ثمّ يقوم بتركيز قوة الفرملة على العجلة الخلفية الداخلية؛ لجعلها محور ارتكاز للمركبة، يجبرها على الالتفاف عليها، وبالتالي، تستطيع الدخول في المنحنى الحادّ، ولكنّ هذا الالتفاف إذا استمرّ، فإنّه سيؤدي إلى خروج المركبة عن مسارها، لذلك فإنّه إذا ما وصلت المركبة إلى الحد الكافي من الالتفاف، فإنّ النظام يقوم بتثبيت المركبة في مسارها الجديد، وذلك بتركيز الفرملة على العجلة الأمامية الخارجية؛ لإيقاف الالتفاف السابق، إلى أن تستقرّ في مسارها الجديد. من هنا يتبيّن أنّ المركبة لا يمكن أن تدخل في مثل هذا المنعطف الحادّ، وبهذه السرعة العالية، دون وجود هذا النظام، وكذلك فإنّ المركبة المزوَّدة بهذا النظام، يمكنها المناورة بسهولة، وأمان في حال تعرضها، وبشكل مفاجئ، لعائق في الطريق، مثل: دخول مركبة أخرى بشكل فجائي إلى الطريق من طريق جانبي، فإنّ هذا النظام يوزّع حمل الفرملة على العجلات بشكل إلكتروني؛ لتثبيت المركبة في مسارها أثناء المناورة، ومنعها من الانحراف، أو الانزلاق، وكذلك فإنّ هذا النظام يساعد السائق على تجاوز العوائق المفاجئة بسهولة، ودون جهد كبير منه، بفضل مساعدة نظام (ESP).

## ملخّص الأنظمة الحديثة للفرامل، وترتيبها وَفق تطورها:




شكل (28): ملخّص الأنظمة الحديثة للفرامل، وترتيبها وَفق تطورها

## احتياطات السلامة والأمان التي يجب مراعاتها عند عمل الصيانة لأنظمة الفرامل الحديثة:

بسبب طبيعة النظام، فإنّ مجموعة من الاحتياطات يجب أن تراعى عند القيام بأعمال صيانة المركبات المزوَّدة بهذا النظام، وتصليحها، ومن هذه الاحتياطات ما يأتي:

- أتأكّد من أنّ مفتاح التشغيل في وضع الفصل عند وصل وَحدة التحكّم الإلكترونية (ECU)، أو فصلها، أو أيّ قطعة من نظام منع قفل العجلات.

- أتأكّد من أنّ جميع التوصيلات الكهربائية في وضع تلامس جيد، وخصوصاً البطارية، ووَحدة التحكّم الإلكترونية، وتوصيلات المجمع الهيدروليكي.
- عدم توصيل جهد كهربائي (12 فولت) مباشرة لملفات الصِّمامات الهيدروليكية لفترة تزيد عن عدة ثوانٍ في المرة الواحدة، وإذا ترك مصدر الجهد موصولاً لفترة طويلة، فإنّ الملفات ستسحب تياراً زائداً يمكن أن يسبّب لها التلف.
- التأكّد دائماً من أن جميع توصيلات الأرضي نظيفة، وموصولة بشكل جيد.
- عدم توصيل أيّ سلك مع الأرضي؛ لفحص وجود جهد كهربائي.
- عدم توصيل أجهزة القياس المتعدّدة الأغراض، والفولتمتر، والأوم ميتر، أو فصلها، عندما يكون مفتاح التشغيل موصلاً.
- أتأكّد من أن جهد البطارية يتراوح بين 11.5 و13.5 فولت قبل القيام بإجراء أيّ فحص.
- عدم تشغيل المحرّك باستعمال مصدر جهد يتعدى 12 فولت، مثل الشاحن السريع 16 فولت، أو عن طريق توصيل بطاريتين على التوالي، حيث يكون الجهد 24 فولت.
- عدم فصل البطارية أثناء عمل المحرّك.
- عدم توصيل قطبية البطارية بشكل عكسي.
- عدم تعريض وَحدة التحكّم الإلكترونية لدرجة حرارة عالية.
- فصل وَحدة التحكّم الإلكترونية قبل القيام بأعمال لحام كهربائي في السيارة.
- عدم استخدام أجهزة مسح الأخطاء أثناء قيادة السيارة.

**الأسئلة:**

1. أشرح المراحل التي تحدث في الصِّمامات الهيدروليكية أثناء تشغيل نظام منع قفل العجلات أثناء الفرملة.
2. أذكر سبعة من احتياطات السلامة التي يجب مراعاتها عند القيام بأعمال صيانة المركبات المزوَّدة بأنظمة الفرامل الإلكترونية، وتصليحها.
3. ما وظائف دائرة الإدخال في وَحدة التحكّم الإلكترونية لنظام (ABS)؟
4. أعدّد الأجزاء الرئيسة لوَحدة التحكّم الهيدروليكية.
5. أذكر أجزاء نظام الاتزان الإلكتروني (ESP).
6. أشرح آلية عمل نظام الاتزان الإلكتروني (ESP).
7. ما إشارات الإدخال لوَحدة التحكّم بنظام الجرّ (TCS) في حالة حدوث فقد للجرّ في المركبة؟

## أسئلة الوَحدة

**السؤال الأول:** أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. ما المقصود بنظام منع التشغيل (الإيموبلايزر)؟
   أ- منظومة تحكّم بعمل المركبة.
   ب- منظومة إدارة أنظمة المحرّك.
   ج- منظومة رفع كفاءة عمل المحرّك.
   د- منظومة حماية المركبة من السرقات، ومنع تشغيل المركبة إلّا بمفتاحها الخاص.

2. كيف يعمل جهاز القفل المركزي الإلكتروهوائي؟
   أ- تعمل وَحدة التحكّم على تشغيل محرّك كهربائي يعمل على تفعيل وَحدة القفل المركزي.  ب- تعمل وَحدة
   ب- التحكّم على تشغيل مفتاح مغناطيسي متّصل بوَحدة القفل المركزي.
   ج- تعمل وَحدة التحكّم على التشغيل نابض كهربائي متّصل مع وَحدة القفل المركزي.
   د- تعمل الوَحدة المزوَّدة بضاغط هواء على تفعيل وَحدة القفل المركزي.

3. كم الزمن الكلّي المستغرَق لانطلاق وسائد الهواء، ومشدّات أحزمة الأمان من لحظة بدء الحادث حتى انتهائه؟
   أ- 40 ميلي ثانية.  ب- 100 ميلي ثانية.
   ج- 150 ميلي ثانية.  د- 200 ميلي ثانية.

4. مِمَّ يتكوّن مجسّ سرعة العجلات؟
   أ- من ملف متّصل مع طرف معدني.
   ب- من صفيحة شبه موصلة متّصلة مع قلب معدني.
   ج- من طرف حديدي متّصل مع مغناطيس دائم، محاط بملف كهرومغناطيسي.
   د- من ملف كهرومغناطيسي.

5. ما أهمية مجسّ انتقال الكتلة في نظام (ESP)؟
   أ- يرسل معلومات لوَحدة التحكّم عن سرعة العجلات.
   ب- يرسل معلومات لوَحدة التحكّم عن مقدار تسارع المركبة.
   ج- يرسل معلومات لوَحدة التحكّم عن مقدار وزن المركبة.
   د- يرسل معلومات لوَحدة التحكّم عن مقدار زاوية انحراف المركبة عن الاتجاه المقصود للسائق.

**السؤال الثاني:** أعدّد أهم المبينات التي تحتويها لوحة البيانات في المركبة.

**السؤال الثالث:** أذكر خمسة من قواعد السلامة التي يجب اتّباعها عند التعامل مع منظومة وسائد الهواء، ومشدّات أحزمة الأمان في المركبة.

**السؤال الرابع:** ما فوائد نظام منع قفل العجلات (ABS) في أثناء عملية الفرملة؟

**السؤال الخامس:** ما السمات الأساسية التي يتحلّى بها نظام الاتّزان الإلكتروني (ESP)؟

**السؤال السادس:** أشرح مرحلة بناء الضغط في منظومة منع قفل العجلات (ABS).

**دراسة حالة:**

**أنفذ خطوات العمل الكامل للموقف التعليمي التعلمي.**

حضر أحد الزبائن إلى إحدى المدارس الصناعية، لديه مشكلة ظهور ضوء مرموز بعلامة (ABS)، طالباً توضيح سبب المشكلة، وإمكانية الحل، أتّبعُ الاستراتيجية المنهجية المتّبعة في تلبية طلب الزبون.

**مشروع:**

أكتب تقريراً مفصلاً عن إحدى أنظمة السلامة المستخدمة في إحدى المركبات العاملة في فلسطين، من حيث المكوّنات، والميزات، وآلية العمل.

مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطط المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع)

# الوَحدة السادسة

# الأنظمة المساعدة والترفيهية (Assistive and entertainment systems)

**أتأمل ثم أناقش:**

**السيارات الذكية.. رفاهية أقرب للخيال!**

# نظام مسح الزجاج

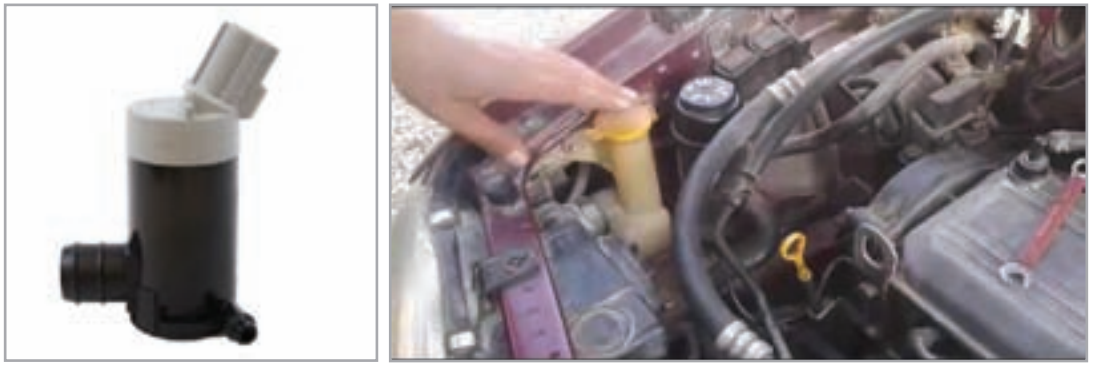
**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى ورشة صيانة المركبات في مدينة الخليل يشتكي من عطل في نظام ماسحات الزجاج الأمامي.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: نوع السيارة، وسنة الإنتاج، وطراز المحرّك.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• محرّكات ماسحات الزجاج.<br>• التوصيلات الكهربائية لنظام الماسحات.<br>• الآلية الميكانيكية، والكهربائية لنظام ماسحات الزجاج.<br>• أماكن تركيب ماسحات الزجاج في المركبة.<br>• أنواع ماسحات الزجاج المطاطية.<br>• وسائل الحماية التي تلزم لحمايتي، وحماية الغير. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخطّطات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (نظام مسح الزجاج).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لانجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور سيارات توضّح مكان تركيب أنظمة مسح الزجاج، والبيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أُنفّذ | - رسم مخطّطات لنظام الماسحات بالسيارة.<br>- أنجز مهمة فحص نظام مسح الزجاج.<br>• تحديد أجزاء النظام.<br>• تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام، الشكل (1).<br>• تحديد مكان تركيب قربة ماء المسّاحات مع محرّك رش المياه، الشكل (2).<br>• أماكن تركيب ماسحات الزجاج، واستبدالها، الشكل (3).<br>• تحديد مكان تركيب محرّك المسّاحات، وإجراء الصيانة اللازمة، الشكل (4).<br>• تحديد مكان تركيب مفتاح الماسحات، وفكّه، وإجراء الصيانة اللازمة، الشكل (5). | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور محرّكات ماسحات زجاج السيارات، والبيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت (مواقع ذات مصداقية).<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور سيارات توضّح مكان تركيب أنظمة مسح الزجاج).<br>- الإنترنت (مواقع ذات مصداقية).<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ونوع المركبة وسنة الإنتاج وطراز المحرك، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد مكونات نظام مسح الزجاج ومكان تركيب أجزاء النظام وفحص الأجزاء الكهربائية والميكانيكية.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (نظام مسح الزجاج). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة.<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

شكل (1): نظام مسح الزجاج



شكل (2): مكان تركيب قربة ماء المسّاحات مع محرّك الرّشّ

شكل (3): أماكن تركيب ماسحات الزجاج

شكل (4): فك محرّك المسّاحات، وإجراء الصيانة اللازمة

شكل (5): تحديد مكان تركيب المفتاح، وإجراء الصيانة اللازمة

**الأسئلة:**

1. ما أهمية نظام مسح الزجاج في المركبة.
2. عدد المكونات الاساسية لمنظومة مسح الزجاج.

**أتعلّم:**

**أنشطة:**

الشكل أدناه يمثّل مرآة المنتصف في السيارة، ما الذي يظهر على المرآة؟

## نظام مسح الزجاج

كانت تعمل أول ماسحة زجاج سيارة (Windshield Wiper) بطريقة يدوية، بتحريك ذراع داخل السيارة للأمام والخلف، وفي يومنا هذا، نستخدم ماسحات زجاج كهربية، تقوم بالحفاظ على نظافة الزجاج أثناء القيادة، وجعل الرؤية واضحة، وخصوصاً عند سقوط المطر.

تُستخدم ماسحة الزجاج في أنواع السيارات الكبيرة والصغيرة كافّة، وفي بعض السيارات توجد على المصابيح الأمامية، وعلى زجاج السيارة الخلفي، وتُثبّت على نوافذ الطائرات، وعلى المكوك الفضائي أيضاً.

تحتوي ماسحة الزجاج على تقنيتين ميكانيكيتين تعملان معا لتقوم الماسحة بعملها المطلوب منها، من خلال حركتها المنتظمة والمتكررة على زجاج السيارة.

**وهاتان التقنيتين هما:**

1. المحرّك الكهربائي (electric motor)، وترس خاص يُسمّى (worm gear)؛ أي ترس الدودة الذي يزوّد الماسحة بطاقة الحركة.
2. ذراع توصيل يقوم بتحويل الحركة الدورانية الناتجة عن المحرّك الكهربائي إلى حركة انتقالية للماسحة للأمام، والخلف.

## أولاً- أجزاء نظام مسح الزجاج:

### 1 - المحرّك والترس (Motor and Gear):

تحتاج الماسحة عند حركتها على زجاج السيارة إلى قوة كبيرة لتجعلها تتحرك بقوة ذهاباً، وإياباً؛ لتمسح زجاج السيارة. ولكي تحصل الماسحة على هذه القوة، يتمّ الاعتماد على ترس الدودة (worm gear) المثبّت على المحرّك الكهربائي، كما في الشكل (1) الآتي:

شكل (1): المحرّك الكهربائي مع الترس

يعمل ترس الدودة على مضاعفة الازدواج الناتج عن المحرّك الكهربائي بقيمة تصل إلى 50 مرة، هذا بالإضافة إلى أنّه يقوم أيضاً بتقليل سرعة حركة المحرّك بـ 50 مرة أيضاً، وبتوصيل ترس الدودة مع الذراع المتّصل مع الماسحات؛ ليحركها ذهاباً، وإياباً على زجاج السيارة.

وفي داخل المحرّك والترس، يوجد دائرة إلكترونية تحتوي على مجسّات حسّاسة، تقوم برصد موضع الماسحة بالنسبة لزجاج السيارة. فعندما نقوم بإيقاف الماسحة في أيّ لحظة، فإنّ هذه المجسّات الحسّاسة تحافظ على استمرار التيار الكهربائي، حتى تصل الماسحة إلى أدنى موضع لها على زجاج السيارة، وتتوقف عندها؛ حتى لا تقف الماسحة في منتصف الزجاج الأمامي؛ ما يعيق الرؤية، وقد يسبب في حوادث خطيرة، ولهذا فإنّ هذه الدائرة الإلكترونية تقوم بإيقاف الماسحة عند أدنى مستوى لها في أيّ لحظة تقوم فيها بإيقافها يدوياً.

## 2 - ذراع التوصيل (Linkage):

عبارة عن قطعة معدنية قصيرة تُسمّى الحدبة (cam)، مثبّتة على عمود ترس الدودة، وتدور في حركة دورانية مستمرة مع دوران المحرّك. ويتصل بالحدبة ساق طويل، وعند دوران الحدبة، فإنّها تحرّك الساق الطويل للأمام، والخلف. وبحركة الساق الطويل، فإنّها تحرّك أيضاً قطعتين معدنيتين مثبّت عليهما شفرات الماسحة المتّصلة مع الساق الطويل؛ ما يسمح بحركة شفرات الماسحة على زجاج السيارة، كما في الشكل (2) الآتي:

شكل (2): ذراع التوصيل

## 3 - شفرات الماسحة (Wiper Blades):

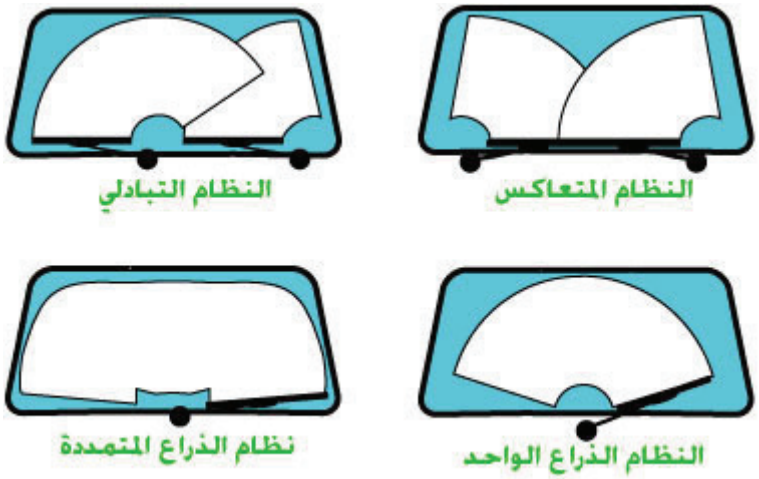
شفرات الماسحة هي تلك الشفرات التي نقوم باستبدالها كلّ فترة من الزمن، وتحتوي على قطع جلدية تقوم بإزالة الماء عن زجاج السيارة، ومن المفترض أن تعمل هذه الشفرات 1.5 مليون مسحة قبل استبدالها، ويمكن زيادة فترة عمرها بتنظيفها باستمرار من الأوساخ والأتربة التي قد تكون علقت فيها، وأتأكّد من سلامة المماسك السّتّة، أو الثمانية التي تثبّت القطعة الجلدية بالماسحة التي تقوم بتوزيع الضغط بشكل متساوٍ على طول الماسحة.

ويبيّن الشكل (3) الآتي مماسك شفرة الماسحة الجلدية، ووظيفتها توزيع الضغط بانتظام على طول الماسحة في أثناء حركتها على الزجاج:

شكل (3): مماسك الماسحات

### 4 - نقاط الارتكاز (Pivot Points):

تتشابه معظم السيارات في تصميم ماسحات الزجاج، حيث تظهر على شكل ماسحتين تتحركان بعضهما مع بعض؛ لتنظيف السطح الخارجي لزجاج السيارة الأمامي. وتثبّت كلّ مسّاحة على نقطة ارتكاز الأولى التي تكون قريبة من السائق، والثانية في الوسط تقريباً، ويوضّح الشكل (4) الآتي طريقة حركة مختلِف أنواع ماسحات الزجاج:



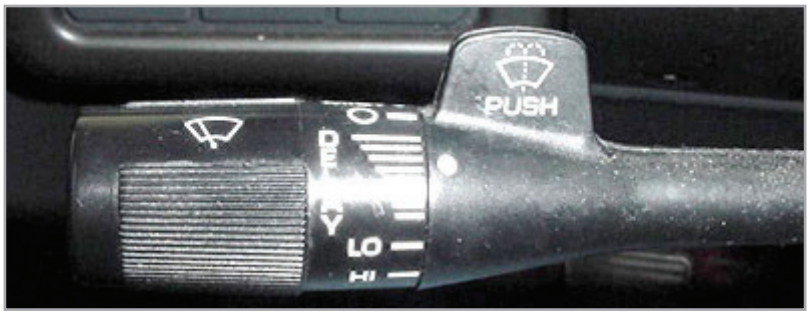

شكل (4): نقاط الارتكاز

وفي بعض التصاميم، تكون هناك ماسحة واحدة مثبّتة على نقطة ارتكاز في المنتصف، وفي أثناء حركة الماسحة، تتمدّد في حركة منتظمة، وتقصر؛ لتغطي أكبر مِساحة ممكنة من زجاج السيارة، ويظهر ذلك في الشكل (4) أعلاه.

## ثانياً- التحكّم بالماسحة (Wiper Controls):

يمكن التحكّم في سرعة معظم أنواع الماسحات في السيارات، إمّا بالزيادة، أو النقصان، علماً أنّ سرعة المحرّك لا تتغير، إنّما فقط يكون التحكّم في فترة ثبات الماسحة بين كلّ مسحة وأخرى، وكلّما قلّت المدة الزمنية لتوقُّف الماسحة، تكون سرعتها أكبر، وإذا كانت الفترة الزمنية للتوقف كبيرة، كانت سرعة الماسحة قليلة. وفي أنظمة الماسحات الحديثة،

يوجد 10 درجات مختلِفة للتحكّم في سرعة الماسحة، بالإضافة إلى السرعة العادية، والسرعة العالية، كما يظهر في الشكل (5) الآتي ذراع التحكّم بالماسحة المجاورة لمقود السيارة:




شكل (5): ذراع التحكّم بالماسحات

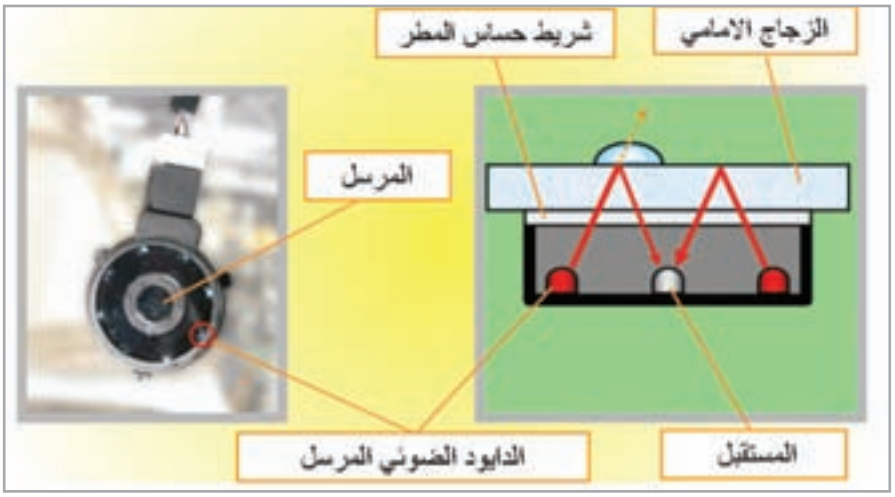
## ثالثاً- مجسّات المطر (Rain-sensing Wipers):

قامت بعض الشركات بتوفير أنظمة إلكترونية تعتمد على مجسّات، تستطيع أن تلتقط الاهتزازات الناتجة عن ارتطام قطرات المطر بزجاج السيارة، وبناء على ذلك، تقوم بتشغيل الماسحات أوتوماتيكياً، وتتحكّم بسرعتها بالدرجة المناسبة لشدة هطول المطر، ولكنّ هذه الأنظمة لم تُثْبِت فعّاليتها، وكان لها كثير من المشاكل.

أمّا في الوقت الحالي، فتنتج بعض الشركات أنظمة حديثة تعتمد على مجسّات ضوئية؛ لتحديد نسبة الرطوبة في الجوّ، وكذلك مجسّات حسّاسة للمطر، وتُثبّت هذه المجسّات داخل السيارة، وبجوار المرآة المركزية فيها، المستخدمة للرؤية خلفها.

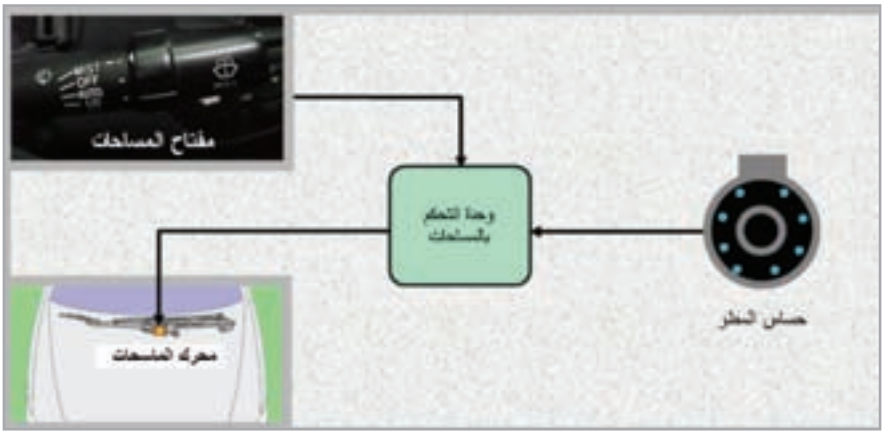
ويعتمد هذا المجسّ على الأشعة تحت الحمراء التي تنطلق من المجسّ على الزجاج الأمامي للسيارة بزاوية 45 درجة؛ فإذا كان الجوّ جافّاً، فإنّ معظم الضوء سينعكس إلى المجسّ مرة أخرى، ولكن إذا كان هناك قطرات مطر على الزجاج، فإنّ الضوء ينعكس في مختلِف الاتجاهات؛ أي يتشتّت؛ وهذا يعني شدة الضوء المنعكس ستكون أقلّ، وبذلك فإنّ المجسّ يقوم بتشغيل الماسحات وَفق شدة الضوء الذي تمّ رصده، والذي يتناسب مع مقدار قطرات المطر على زجاج السيارة، وإذا قلّت قطرات المطر، فإنّ سرعة الماسحة تقلّ، وهكذا.

والأشكال الآتية توضّح مكان تركيب مجسّ المطر، وآلية عمله:




شكل (6): مكان تركيب مجسّ المطر، وآلية عمله

ويبيّن الشكل (7) الآتي مخطّط النظام السابق:




شكل (7): مخطّط نظام مجسّ المطر

## رابعاً- طريقة عمل ماسحات الزجاج:

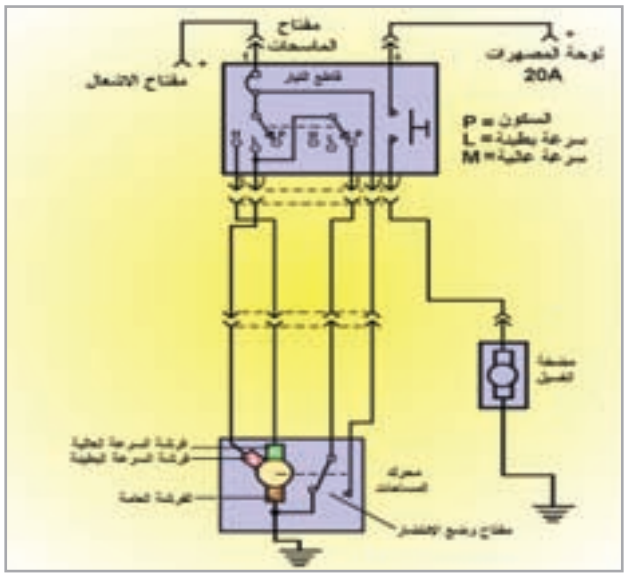
يبيّن الشكل الآتي نظام ماسحات زجاج بسرعتين؛ حيث يتضح من هذا النظام ثلاثة أوضاع لمفتاح تشغيل الماسحة، هي:

P: وضع السكون، أو (0).

L: سرعة الدوران المنخفضة، أو (1).

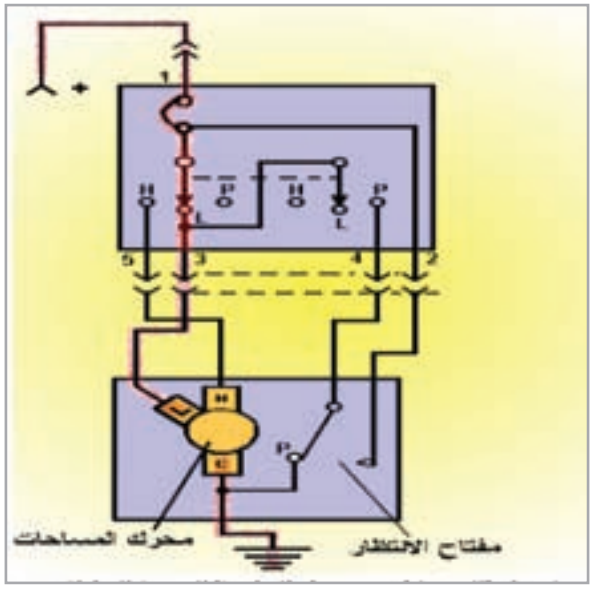
H: سرعة الدوران العالية، أو (2).

كما أنّ هذا النظام مزوَّد بمفتاح انتظار من محرّك الماسحة، ومفتاح الانتظار نفسه، فيه وضعان، كما هو مبيّن في الشكل (8)؛ حيث يسمح مفتاح الانتظار هذا للماسحة أن تعود تلقائياً إلى وضعها الأصلي، حتى لو تمّ فصل المحرّك قبل أن تتمّ الماسحة دورتها كاملة، ويُسمّى هذا النوع من الماسحات الماسحةَ ذات وضع الانتظار.




شكل (8): نظام ماسحات زجاج بسرعتين

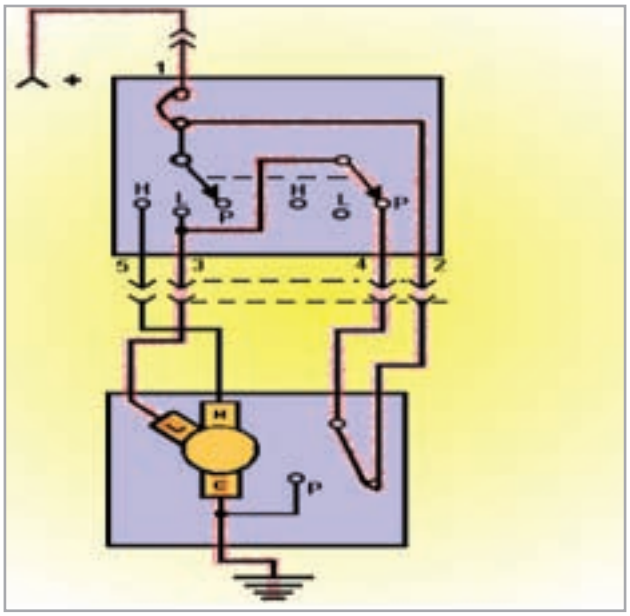
ويبيّن الشكل (9) الآتي مسار التيار أثناء السرعة البطيئة للمحرّك؛ حيث يسري التيار خلال ملامسات مفتاح الماسحة، ثمّ إلى فرشة السرعة البطيئة، ثمّ إلى الفرشة العامة (C)، ومنها إلى الأرضي، أمّا بالنسبة للسرعة العالية، فإنّ التيار سيسري خلال فرشة السرعة العالية (H)، ومنها إلى الفرشة العامة (C)، ومنها إلى الأرضي.




شكل (9): مسار التيار في السرعة البطيئة

وعند إدارة مفتاح الماسحة إلى وضع الانتظار، أو وضع السكون (OFF)، فإنّه لا يسري أيّ تيار خلال مفتاح الانتظار، كما هو موضّح في الشكل (8) أعلاه، ولكن إذا حدث أن تمّ إدارة مفتاح الماسحة إلى وضع السكون، بينما كانت الماسحة في منتصف دورتها مثلاً، أو في غير وضع الانتظار، فإنّ التيار سيسري خلال مفتاح وضع الانتظار، ومنه إلى فرشة السرعة البطيئة (L)، ويستمر المحرّك في الدوران، حتى تصل الماسحة إلى وضع الانتظار، وهنا فإنّ مفتاح

وضع الانتظار سيتحرك إلى الملامس (P)، ويتوقف سريان التيار، ويتحقق هذا بفضل أنّ مفتاح الانتظار يتحرك بين موضعيه مرة لكلّ دورة من دورات محرّك الماسحة، ويبيّن شكل (10) الآتي ما يحدث في هذه الحالات:




شكل (10): مسار التيار في وضع الانتظار

**الأسئلة:**

1. أشرح -مع الرسم- مسار التيار في السرعة البطيئة، وفي وضع الانتظار.
2. أشرح آلية عمل مجسّات المطر في السيارة.
3. أين يتمّ تركيب مجسّات المطر؟

# نظام رفع الزجاج كهربائياً

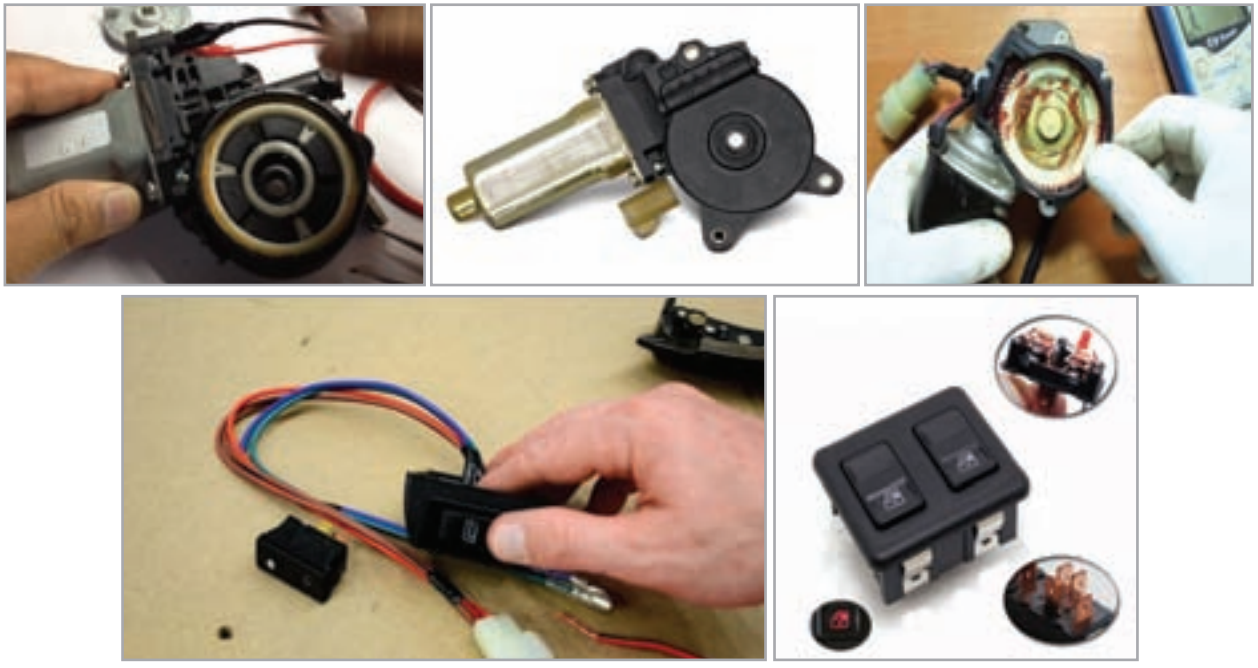
**وصف الموقف التعليمي:** حضر صاحب مركبة إلى ورشة صيانة المركبات يشتكي من عطل في نظام رفع الزجاج الكهربائي.

| العمل الكامل | | | |
|---|---|---|---|
| خطوات العمل | وصف الموقف الصفي | المنهجية (استراتيجية التعلم) | الموارد وَفق الموقف الصفي |
| أجمع البيانات، وأحلّلها | - أجمع بيانات من الزبون عن: نوع السيارة، وسنة الإنتاج، وطراز المحرّك.<br>- أجمع بيانات عن:<br>• محرّكات رفع الزجاج.<br>• التوصيلات الكهربائية لنظام رفع الزجاج كهربائياً.<br>• الآلية الميكانيكية والكهربائية لنظام رفع الزجاج.<br>• أماكن تركيب محرّكات رفع الزجاج في المركبة.<br>• أنواع مفاتيح رفع الزجاج.<br>• وسائل الحماية التي تلزم لحمايتي، وحماية الغير. | - التعلم التعاوني.<br>- الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي. | - وثائق (طلب الزبون، وجداول، ونشرات، ومخطّطات).<br>- التكنولوجيا (الإنترنت، وأنماط بصرية، وفيديو، وصور).<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أخطّط، وأقرّر | - أصنّف البيانات (نظام رفع الزجاج كهربائياً).<br>- أناقش البيانات التي جُمِعَت من المرحلة السابقة.<br>- أحدّد خطوات العمل.<br>- أُعِدُّ جدولاً زمنياً؛ لإنجاز المهمة.<br>- أحسب الكميات اللازمة لإنجاز المهمة.<br>- أحدّد العِدَد، والأدوات، والوثائق اللازمة في التنفيذ. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور سيارات توضّح مكان تركيب أنظمة رفع الزجاج، والبيانات التي جُمِعَت).<br>- الإنترنت.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| أنفّذ | - رسم مخطّطات لنظام رفع الزجاج بالسيارة.<br>- أنجز مهمة فحص نظام رفع الزجاج:<br>• تحديد أجزاء النظام.<br>• تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام، شكل (1).<br>• تفكيك النظام إلى أجزاء، شكل (2).<br>• فحص الأجزاء الكهربائية للنظام، مثل المحرّك، والمفاتيح، شكل (3). | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور محرّكات رفع زجاج السيارات، والبيانات التي جُمِعَت)<br>- الإنترنت (مواقع ذات مصداقية).<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أتحقّق من | - تحديد مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام.<br>- أعيد العِدَد والأدوات إلى مكانها.<br>- أنظّف موقع العمل.<br>- أطابق المواصفات مع البيانات التي جُمِعَت من الزبون. | - التعلم التعاوني.<br>- العصف الذهني (استمطار الأفكار).<br>- الحوار والمناقشة. | - الوثائق (كتالوجات بيانات المركبة، وصور سيارات توضّح مكان تركيب أنظمة رفع الزجاج)<br>- الإنترنت (مواقع ذات مصداقية).<br>- حاسوب.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أوثّق، وأقدّم | - أوثّق (طبيعة المشكلة والأعطال وأعمال الصيانة السابقة ونوع المركبة وسنة الإنتاج وطراز المحرك، خطة العمل وقائمة الأعطال والأدوات والأجهزة، تحديد مكونات نظام رفع الزجاج كهربائياً ومكان تركيب أجزاء النظام وفحص الأجزاء الكهربائية.<br>- أنشئ جدولاً بمكان تركيب كلّ عنصر من عناصر النظام.<br>- أعرض ما تم إنجازه.<br>- أقدّم تقريراً عمّا أُنجِز.<br>- أفتح ملفاً بالحالة (نظام رفع الزجاج كهربائياً). | - الحوار والمناقشة.<br>- التعلم التعاوني/ مجموعات ثنائية. | - جهاز عرض LCD.<br>- جهاز حاسوب.<br>- قرطاسية.<br>- برامج المعلومات (Auto Data). |
| أقوّم | - رضا الزبون عن إنجاز المهمة<br>- أطابق المواصفات مع بيانات الزبون. | - الحوار والمناقشة.<br>- البحث العلمي/ أدوات التقويم الأصيل. | - نماذج التقويم.<br>- طلب الزبون.<br>- كتالوجات، ونشرات للمعايير، والمواصفات. |

شكل (1): مكان تركيب كلّ جزء من أجزاء النظام

شكل (2): أجزاء النظام



شكل (3): فحص المحرّك الكهربائي، ومفاتيح النظام

## الأسئلة:

1. أعّدد أجزاء نظام رفع الزجاج الكهربائي.
2. ما الهدف من اسخدام نظام رفع الزجاج كهربائياً في المركبة.

## أتعلّم:

**أنشطة:** بالاستعانة بالشكل المجاور، ما الخطوات الصحيحة لفكّ نظام رفع الزجاج، وإعادة تركيبه؟

## نظام رفع الزجاج كهربائياً:

يُعَدّ نظام رفع الزجاج كهربائياً من أنظمة الرفاهية في المركبة التي ساعدت سائقي السيارات، والمسافرين بشكل كبير، ووفّرت الوقت والجهد في عملية رفع زجاج نوافذ المركبة، وخفضه.

يستخدم رافع الزجاج الكهربائي محرّكات كهربائية صغيرة؛ لرفع زجاج نوافذ المركبة، وخفضه، ويبيّن الشكل الآتي تركيب أحد هذه الأنظمة:

## أولاً- مكونات نظام رفع الزجاج كهربائياً:

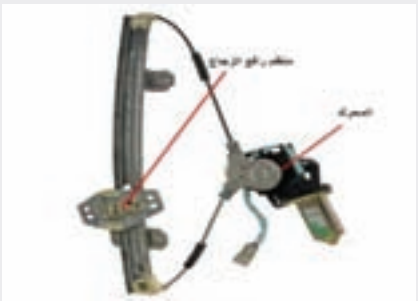
**ويتكوّن النظام ممّا يأتي:**

1. مفتاح رفع الزجاج:

2. المحرّكات الكهربائية، ويمكن عكس حركتها:

3. صندوق تروس رفع الزجاج:

4. منظّم رافع الزجاج، وهو ترس وذراع؛ لإزاحة النافذة لأعلى، وأسفل:



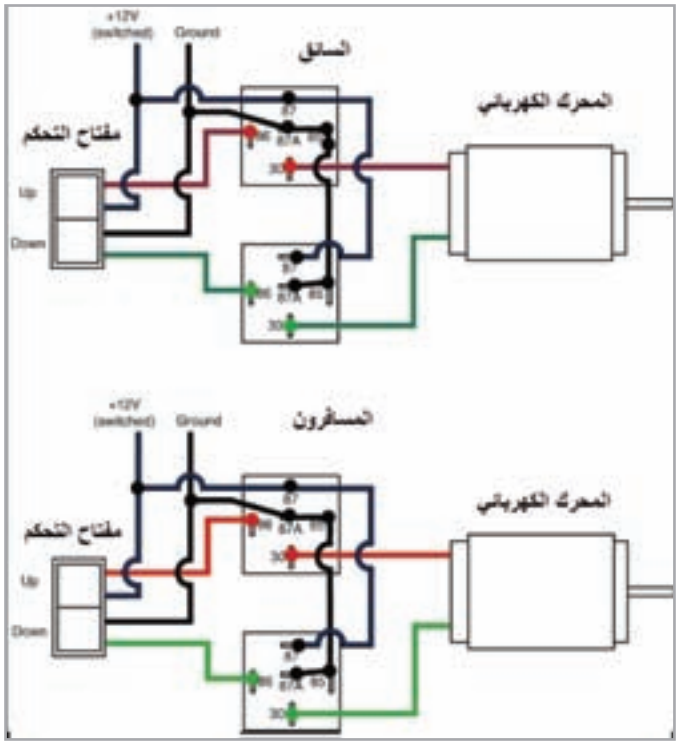
5. توصيلات المحرّكات الكهربائية:

**6. قاطع التلامس:** يقوم بحماية المحرّكات الكهربائية في حالة ترك المفتاح في وضع التشغيل، على الرغم من أنّ النافذة قد انتهت من مشوارها.

## ثانياً- طريقة العمل:

من المعلوم أنّه يكون هناك تيار فقط عند تشغيل مفتاح الإشعال، كما يوجد فيوز (منصهر)؛ لحماية دائرة الرافع من حدوث دائرة قصر، أو سحب تيار زائد، وعندما يضغط سائق المركبة على مفتاح تشغيل رافع الزجاج، فإنّه يسري تيار إلى أحد المحرّكات الكهربائية، ويقوم عضو استنتاج المحرّك بتشغيل ترس دوري، هذا الترس يشغّل ترساً آخر في صندوق تروس الروافع، وتتمّ حركة الزجاج، وعند الضغط على مفتاح تشغيل الزجاج في اتجاه مخالف، فإنّ التيار المارّ للمحرّك يتمّ انعكاسه، ويسبّب دوران عضو الاستنتاج في اتجاه معاكس، وبالتالي يسبّب حركة الزجاج في اتجاه معاكس للاتجاه الأول، وتشتمل معظم أنظمة رفع الزجاج الكهربائي على وسيلة تحكّم مركزية، تسمح فقط لسائق المركبة التحكّم برفع زجاج النوافذ كهربائياً، أو خفضها، وهنا يجب ملاحظة أنّ كلّ مفتاح رافع زجاج كهربائي يتمّ توصيله على التوالي مع مفتاح التحكّم المركزي الموجود بجوار سائق المركبة، وبالتالي فإنّ التيار الكهربائي المتّجه من المحرّك الكهربائي إلى الأرضي يجب أن يمرّ خلال هذا المفتاح.

والشكل الآتي يمثّل المخطّط الكهربائي لأحد أنظمة رفع الزجاج الكهربائي:




### الأسئلة:

1. أعدّد أجزاء نظام رفع الزجاج.
2. أشرح وظيفة قاطع التلامس.