# المحاضرة الرابعة والخامسة

## الأجهزة المساعدة لتشغيل المحرك

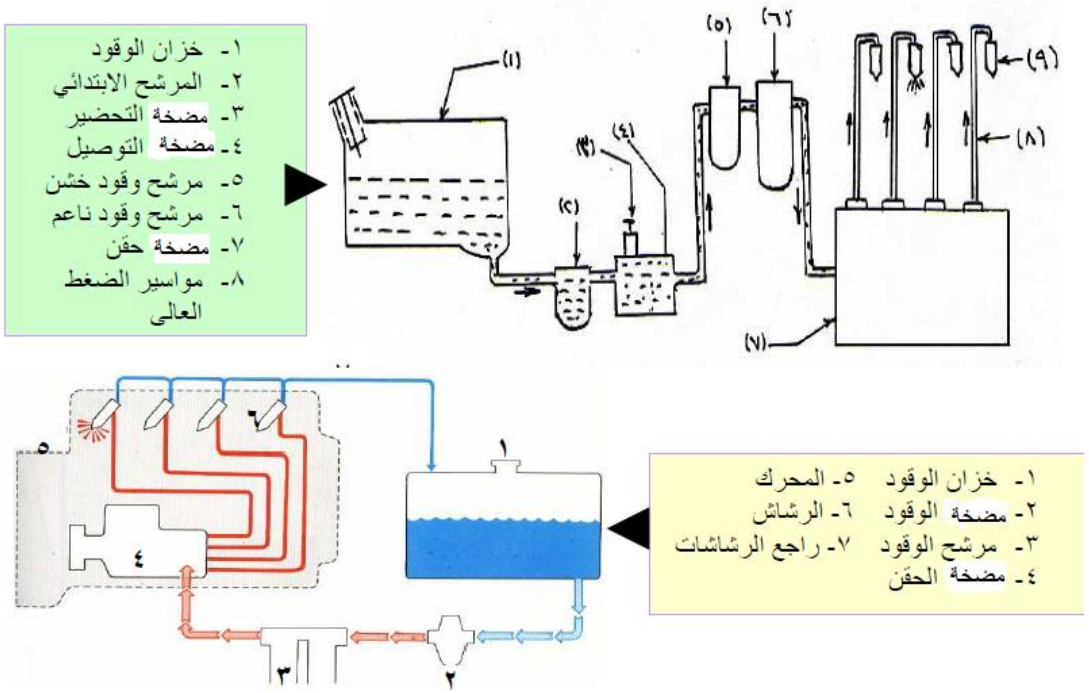
**توجد أجهزة لازمة لتشغيل المحرك هذه الأجهزة هي:**

١- جهاز الوقود
٢- جهاز ترشيح الهواء
**٣-** جهاز التبريد
٤- جهاز التزييت
٥- جهاز بدء تقويم المحرك
٦- جهاز العادم

## أولا : جهاز الوقود

### فكرة عمل جهاز الوقود (دورة الوقود):

يسحب الوقود من الخزان بواسطة مضخة التوصيل (الوقود) فيمر قبل دخوله إلى هذه على مرشح ابتدائي ثم تدفعه المضخة إلى مضخة حقن مارا بالمرشحات الثانوية ( الخشن والناعم) ثم تقوم مضخة الحقن بدفع الوقود بالكمية المطلوبة (المعايرة) تحت ضغط عالي إلى الرشاشات والتي تقوم بتذرية الوقود داخل غرف الاحتراق بالمحرك في نهاية شوط الضغط. والراجع من الرشاشات أو من مضخة الحقن يعود إلى مضخة الوقود (التوصيل) أو إلى الخزان . ويوضح شكل ( 1 ) رسم تخطيطي مبسط لدورة الوقود فى محركات الاشتعال بالضغط (محركات الديزل) و كذلك يوضح أجهزة الوقود بالجرارات الحديثة.




الشكل (١) : دورة عمل الوقود

## مكونات جهاز الوقود :

يتكون جهاز الوقود بمحركات الاشتعال بالضغط كما بالرسم الأول من شكل ( 1 ) من المكونات التالية:

١- **خزان الوقود :** ويوضع بداخله الوقود

٢- **المرشح الابتدائي للوقود** : ووظيفته تنقية الوقود من الشوائب قبل دخوله إلى مضخة التوصيل

٣- **مضخة التوصيل :** وتقوم بسحب الوقود من خزان الوقود وضخه إلى**مضخة** الحقن مارا بالمرشحات وقد يركب مع مضخة التوصيل كباس يسمى **مضخة التحضير** ( كرجة) أنظر شكل ( 2 ) تقوم بتفريغ مواسير الوقود من أي فقاعات هواء تتواجد به .

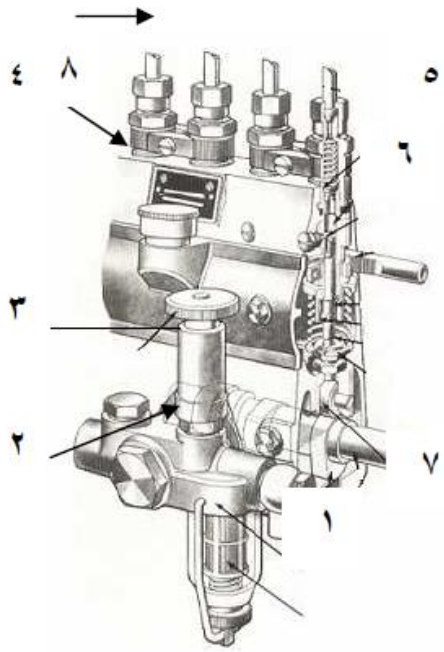
٤- **المرشح الخشن للوقود:** وظيفته تنقية الوقود من الأتربة الخشنة نوعا ما

٥- **المرشح الناعم للوقود (المرشح الدقيق):** وظيفته تنقية الوقود تنقية دقيقة قبل دخوله إلى مضخة الحقن

٦- **مضخة الحقن :** وظيفتها ضغط كمية محددة من الوقود تحت ضغط عالي (حوالي ١٥٠ كجم / سم٢ ) في زمن محدود جدا إلى الرشاشات

٧- **الرشاشات :** وظيفتها تذرية (تجزئ) الوقود داخل غرفة الاحتراق في نهاية شوط الضغط

٨- **مواسير توصيل الوقود:** وهى مجموعة من المواسير والخراطيم الخاصة بتوصيل الوقود من خزان الوقود إلى مضخةالحقن ومواسير الضغط العالي ومواسير الراجع.




١- مرشح الوقود الابتدائي
٢- مضخة التوصيل
٣- مضخة التحضير
٤- مضخة الحقن
٥- السوستة والصمام
٦- الكباس
٧- الكامة
٨- ماسورة الضغط العالي

**شكل ( 2 ) مضخة الحقن والتوصيل والتحضير بجهاز الوقود**

# ثانيا: جهاز ترشيح الهواء

يحتاج احتراق اللتر الواحد من وقود البنزين إلى حوالي ٩ متر٣ هواء ، بينما يحتاج احتراق اللتر الواحد من وقود المازوت كما في الجرارات إلى حوالي ٦٠ متر$^{٣}$ هواء . وإذا كان الهواء كثير الأتربة زاد ذلك من أهمية ترشيح الهواء في المحركات وخصوصا في محركات الديزل وبالتالي يستخدم لها مرشحات جافة ودقيقة أو يستخدم لها النوعين من المرشحات الهوائية حيث يستخدم مرشح الهواء الجاف ذو الحمام الزيتي .وتعتبر وظيفة مرشح الهواء هي تنقية الهواء الداخل للمحرك من الشوائب و الأتربة العالقة به.

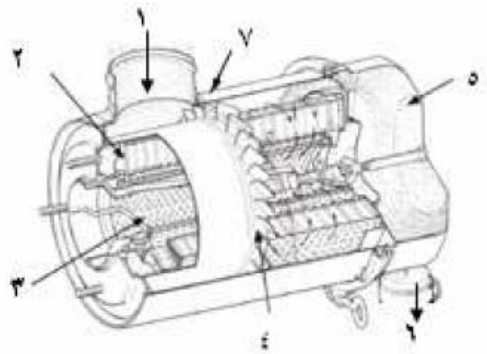
## أنواع مرشحات الهواء بالجرارات:

**١ـ مرشحات الهواء الجافة**

**٢ـ مرشحات الهواء الجافة ذو الحمام الزيتي**

### ١ـ مرشحات الهواء الجافة:

وهى مرشحات أسطوانية الشكل يدخل الهواء من أعلاها ليجد ريش مائلة تحول حركته إلى حركة دورا نية حول المحيط الداخلي للأسطوانة ثم يمر على عنصرين ترشيح إحداهما دقيق ثم يخرج الهواء من مركز جسم المرشح الأسطواني خالي تماما من الأتربة إلى المحرك ويوضح شكل ( 3 ) مكونات مرشح الهواء الجاف.




١- مدخل الهواء ٢- عنصر الترشيح الخارجي
٣- عنصر الترشيح الداخلي ٤- ريش مائلة
٥- غطاء المرشح ٦- مخرج الهواء
٧- جسم المرشح

**شكل ( 3 ) مكونات مرشح الهواء الجاف**

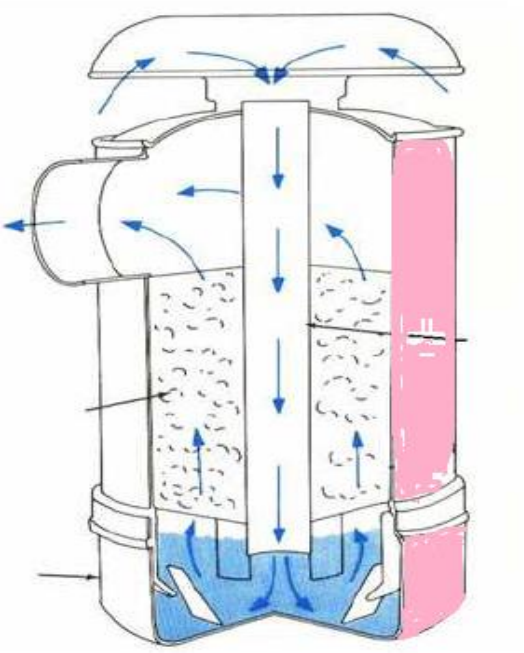
## ٢ـ مرشحات الهواء الجافة ذو الحمام الزيتي:

## فكرة عمل المرشح (خط سير الهواء):

يقوم المحرك في شوط السحب بسحب الهواء من الجو الخارجي مارا على المنظف الابتدائي للهواء (العمة) والتي يوجد بها فتحات مائلة تجعل الهواء يتحرك حركة دورا نية ينتج عنها قوى طرد مركزي للأتربة العالقة بالهواء فيتم ترسيبها على السطح الداخلي للعمة ، ثم يتجه الهواء إلى أسفل خلال ماسورة دخول الهواء فيصطدم بسطح الزيت الموجود في قاع المرشح وينتج عن ذلك التقاط الزيت للأتربة الناعمة ونثر ذرات رفيعة من الزيت تنتشر مع الهواء ، ثم يتجه الهواء إلى أعلي فيمر على مصافي شبكية من السلك وعليها يتم لصق ذرات الزيت على أسلاكها فيتخلص منها الهواء ويخرج نقيا تماما إلى المحرك.

ويتبع ذلك تساقط قطرات الزيت وما التصق بها من أتربة بعد تجميعها على أسلاك المصفاة إلى وعاء الزيت ثانية وبذلك تنظف المصفاة نفسها بصفة مستمرة .

ويجب الاحتفاظ بمستوى معين من الزيت في قاع المرشح حتى نضمن حسن أداؤه ويوضح شكل ( 4 ) عمل المرشح.



شكل ( 4 ) خط سير الهواء بالمرشح
( فكرة عمل المرشح)

## مكونات مرشح الهواء الجاف ذو الحمام الزيتي:

**١ـ مرشح الهواء الابتدائي ( العمة ) :**
وظيفته تنقية الهواء تنقية أولية من الأتربة والشوائب العالقة به .

**٢ـ ماسورة دخول الهواء.**

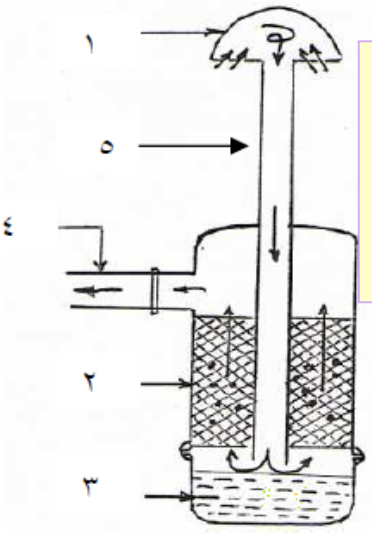
**٣ـ شبكة من السلك :**
لتنقية الهواء من جزيئات الزيت

**٤ـ خزان الزيت :**
ووظيفته جذب الأتربة الدقيقة بالهواء عن طريق سطح الزيت الموجود بالخزان

**٥ـ ماسورة خروج الهواء النظيف.**

ويوضح شكل ( 5 ) رسم تخطيطي يوضح الأجزاء الرئيسية لمرشح الهواء الجاف ذو الحمام الزيتي.

ويتم ارتفاع وضع منظف الهواء في الجرارات وذلك لأن نسبة تركيز الأتربة في الهواء تقل كلما ابتعدنا عن سطح الأرض وبالتالي يعمل المرشح في جو نقى إلى حد ما.




١ـ العمة
٢ـ شبكة سلك
٣ـ خزان الزيت
٤ـ خروج الهواء النقي إلى المحرك
٥ـ ماسورة

شكل ( 5 ) مرشح الهواء الجاف ذو الحمام الزيتي

## مثال

احسب مقدار الهواء ب L / min الذي يستهلكه محرك رباعي الاشواط ذو أربع اسطوانات وسرعته 2000 r.p.m إذا كان قطر الاسطوانة 13 cm وطول الشوط 16 cm . أوجد كذلك وزن الأتربة التي يتم سحبها خلال مرشح الهواء إذا كانت نسبتها بالوزن 0.1 % علماً بأن الوزن النوعي للهواء 1.25 g/L ،و كفاءة المرشح 95 % . ثم احسب كمية الأتربة التي يحتجزها المرشح خلال ٨ ساعات تشغيل

- حجم الهواء بالدقيقة ب L/min وليكن $V_{air}$:

$$V_{air} = A \cdot L \cdot n_{cam} \cdot N$$

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$V_{air} = 3.14 * 6.5^2 * 16 * 1000 * 4/1000 = 8490.5 \text{ L/ min}$$

- وزن الأتربة التي يحتجزها المرشح = وزن الهواء × نسبة تركيز الأتربة بالهواء × كفاءة المرشح

وزن الهواء = حجم الهواء × الوزن النوعي للهواء

$$= 8490.5 \times 1.25 = 10613.13 \text{ g/ min}$$

وزن الأتربة التي يحتجزها المرشح $= 10613.13 \times \frac{0.1}{100} \times 0.95 = 10.08 \text{ g/min}$

وزن الأتربة التي يحتجزها المرشح خلال ٨ ساعات $= 10.08 \times 60 \times 8$

$$= 4834.4 \text{ g/ 8h}$$

وعلى الطالب أن يتخيل إذا كان المحرك يعمل بدون مرشح فأن في يوم عمل واحد كان سوف يدخل إلى المحرك ٨ ر٤ كجم من الأتربة والتي كانت سوف تفسد المحرك ومن هنا يتضح مدى أهمية المرشح في حجز هذا الكم الهائل من الأتربة وعدم دخولها للمحرك

# ثالثا :جهاز التبريد

فائدة جهاز التبريد:

١- تخفيض درجة حرارة الاسطوانات وغطاء الاسطوانات والتي تصل ٦٠٠ ° م
٢- منع معدن المكبس من التمدد وبالتالي تحركه داخل الاسطوانة
٣- المحافظة على درجة حرارة المحرك(بين ٨٠- ٩٠ ° م) ورفع كفاءة تشغيله
٤- تنظيم عملية التزييت حيث ارتفاع درجة الحرارة يؤثر على خواص الزيت

## طرق التبريد

يوجد طريقتان للتبريد هما :- **التبريد بالهواء** و **التبريد بالماء** (وهى الطريقة الشائعة)

### التبريد بالهواء

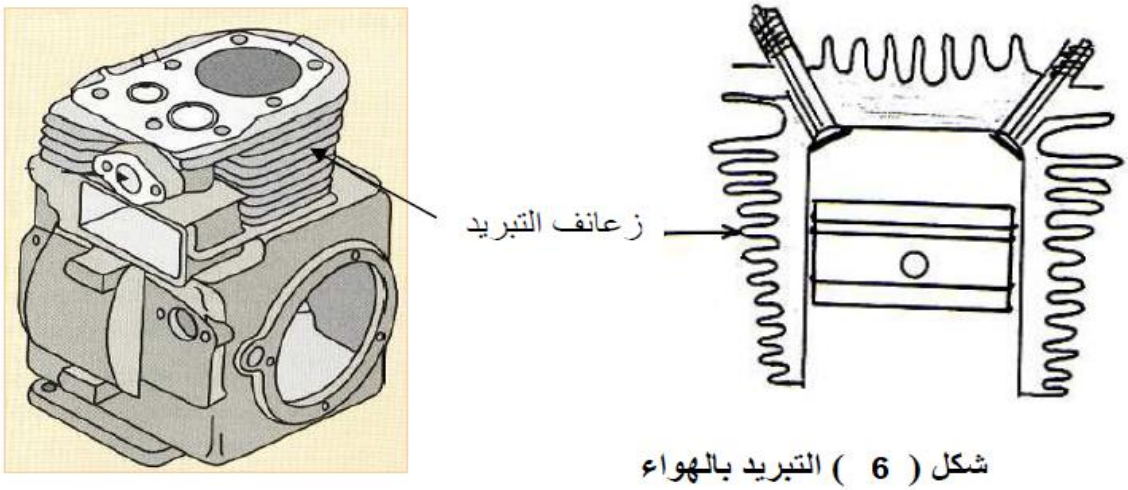
وتستخدم هذه الطريقة غالبا إذا كان الجرار وحيد الاسطوانة ، ويتم التبريد خلال زعانف توجد حول الجدار الخارجية للأسطوانة ورأس الاسطوانة ووظيفتها تعريض أكبر مساحة ممكنة من الأسطوانة لتيار الهواء ويوضح شكل ( **6** ) نظام التبريد بالهواء.

مميزات التبريد بالهواء

١- بساطة التصميم
٢- سهلة الصيانة

عيوب التبريد بالهواء

١- صعوبة التحكم في درجة حرارة الاسطوانة تحت ظروف التشغيل المختلفة
٢- كفاءة التبريد قليلة

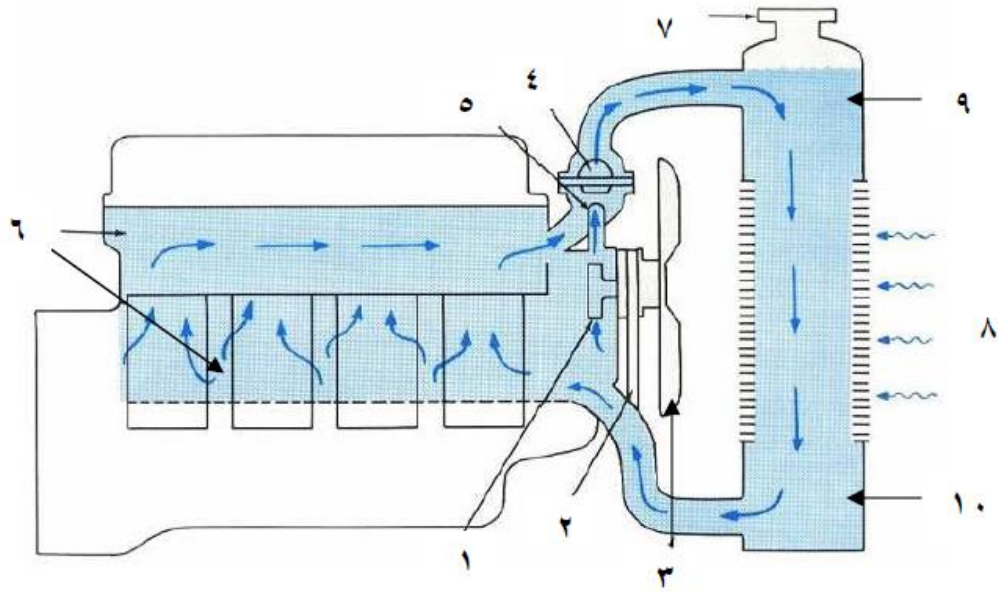



**شكل ( 6 ) التبريد بالهواء**

# التبريد بالماء

## فكرة عمل جهاز التبريد بالماء

تقوم المضخة بسحب الماء البارد من الخزان السفلي للراديياتير ودفعه(ضخه) إلى جيوب التبريد بالمحرك والتي توجد حول الاسطوانات لتلطيف درجة حرارتها حيث يحدث تبادل حراري بين الماء البارد والأسطوانات الساخنة فتبرد الأسطوانات ويسخن الماء ،والذي يخرج ساخنا من المحرك إلى الخزان العلوي للراديياتير بعد مروره على الثيرموستات الذي يعيد الماء إلى المحرك إذا كان الماء المار خلاله باردا (أقل من ٧٥ ° م) ووظيفة الراديياتير هي تبريد الماء عندما يمر من الخزان العلوي إلى الخزان السفلي خلال مواسير الراديياتير الرأسية ، وتعمل مروحة التبريد على سحب الهواء الجوى بسرعة ناحية مواسير الراديياتير الرأسية فيبرد الماء خلالها وينتقل الماء إلى الخزان السفلي باردا ثم يتم سحبه مرة أخرى عن طريق المضخة ودفعه إلى جيوب التبريد بالمحرك وهكذا ...ويوضح شكل( 7 ) دورة التبريد بالماء. ويجب أن تحفظ درجة الحرارة بالخزان العلوي للراديياتير بين ٧٥ – ٨٥ ° م .




| | | | |
|---|---|---|---|
| ١- المضخة | ٢- سير المروحة | ٣- مروحة التبريد | ٤- الثيرموستات |
| ٥- الراجع | ٦- جيوب التبريد | ٧- فتحة الملو | ٨- اتجاه الهواء |

**شكل ( 7 ) دورة التبريد بالماء بمحركات الجرارات**

## مكونات جهاز التبريد بالماء

يتكون جهاز التبريد بالماء من الأجزاء التالية:

**١ـ الراديـاتير :**

ويتكون من خزان علوي وآخر سفلي وبينهما مجموعة من المواسير الرأسية والتي يمر بداخلها المياه الساخنة.

**٢ـ مضخة المياه :**

وهى مضخة تقوم بسحب المياه من الخزان السفلي للراديـاتير وتدفعه داخل جيوب التبريد بالمحرك.

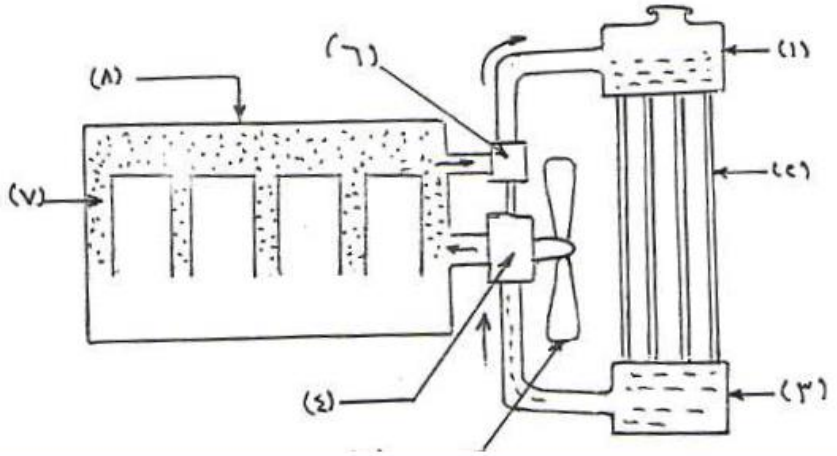
**٣ـ المروحة :**

وهى تقوم بسحب الهواء الخارجي خلال مواسير الراديـاتير وذلك لسرعة تبريد المياه بالمواسير.

**٤ـ الثيرموستات :**

وهو عبارة عن صمام الغرض منه الوصول بدرجة حرارة المحرك إلى المستوى المطلوب بأسرع ما يمكن عند بدء إدارته، حيث يمنع الثيرموستات مياه التبريد من الوصول إلى الراديـاتير عند بدء التشغيل إذا كان المحرك باردا ويعيدها مرة أخرى للمحرك وعندما ترتفع درجة حرارة الماء إلى حد معين (٧٥ – ٨٠ ° م) يفتح الصمام أوتوماتيكيا لتوصيل الماء الى الراديـاتير .

ويوضح شكل ( 8 ) الأجزاء الرئيسية لجهاز التبريد بالماء.




| | | |
|---|---|---|
| ١ـ الخزان العلوي للراديـاتير | ٢ـ المواسير الرأسية | ٣ـ الخزان السفلي للراديـاتير |
| ٤ـ مضخة المياه | ٥ـ مروحة التبريد | ٦ـ الثيرموستات |
| ٧ـ جيوب التبريد | ٨ـ المحرك | |

**شكل ( 8 ) المكونات الأساسية لجهاز التبريد بالماء**

## أسباب ارتفاع درجة حرارة الماء بالرادياتير

أ- انسداد مواسير الرادياتير.
ب- تلف في ريش مروحة التبريد.
جـ- عطل في الثرموستات.
د- تلف صمام الضغط بغطاء الرادياتير.
هـ- عطل فى مضخة الماء.
و- ارتخاء سير المروحة.
ز- تسريب المياه من وصلات التبريد

## رابعا :جهاز التزييت

### وظائف جهاز التزييت :

١- تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة بالمحرك.
٢- امتصاص وتوزيع الحرارة حتى لا تتركز في جزء ما.
٣- منع تسرب الغازات من غرفة الاحتراق إلى صندوق المرفق.
٤- كتم الأصوات الناتجة عن حركة الأجزاء المتحركة بالمحرك.
٥- منع تأكسد المعادن.

### أهم الأجزاء التى تحتاج للتزييت في المحرك هي :

كراسى عمود المرفق - كراسى النهايات الكبرى لذراع التوصيل – بنز المكبس – أسطح التلامس بين المكبس والاسطوانة – الصمامات – كراسى عمود الكامات – التاكيهات وعمود التاكيهات

### طرق التزييت :

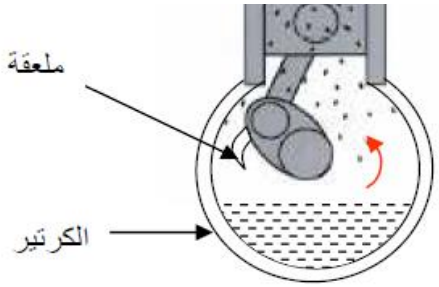
١- طريقة التزييت بالنثر ( الطرطشة )
٢- طريقة التزييت بالضغط الجبرى
٣- طريقة التزييت بالنثر والضغط معا

## ١ - طريقة التزييت بالنثر

وتستخدم في المحركات الصغيرة وفيها يوضع الزيت في صندوق المرفق حتى مستوى معين حيث تلامس النهاية الكبرى لذراع التوصيل مستوى الزيت عند دورانها . ويثبت في النهاية الكبرى لذراع التوصيل ملعقة صفيره أنظر شكل ( 9 ) ، وفى كل لفة من لفات عمود المرفق تمتلئ الملعقة بالزيت وتنثره في جميع اتجاهات أجزاء المحرك المتحركة.

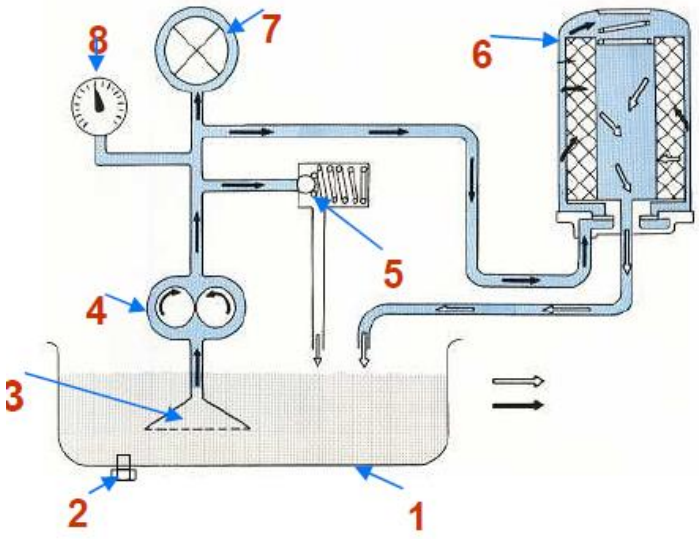
## ٢ - طريقة التزييت بالضغط الجبرى

يتم سحب الزيت من صندوق المرفق (الكرتير) عن طريق مضخة ترسيه (مضخة الزيت) ثم دفعه إلى مرشح الزيت لتنقيته ثم ضغطه إلى ثلاث أماكن مختلفة الأول إلى الكراسي (المحامل) الرئيسية عن طريق مجارى مثقبة في أفخاذ عمود المرفق. ويصل الزيت إلى بنز




**شكل ( 9 ) طريقة التزييت بالنثر**

المكبس من النهاية الكبرى لذراع التوصيل عن طريق ثقب طولي يصل بين نهايتي ذراع التوصيل . والمكان الثاني إلى عمود المرفق والكراسي الخاصة به والمكان الثالث إلى عمود التاكيهات ويوضح شكل (10) هذه الطريقة في التزييت.

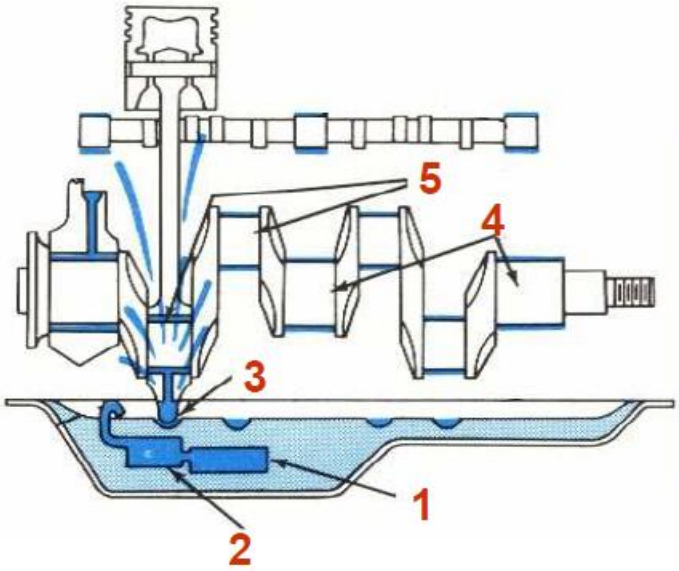



١- خزان الزيت (الكرتير)
٢- تفريغ الزيت
٣- مصفاة الزيت
٤- مضخة الزيت
٥- صمام أمان
٦- مرشح الزيت
٧- مسلك الزيت إلى عمود المرفق ومنه إلى ثقب طولي بذراع التوصيل إلى بنز المكبس
٨- عداد قياس ضغط الزيت

**شكل ( 10 ) طريقة التزييت بالضغط الجبري**

## ٣- طريقة التزييت بالنثر والضغط معا

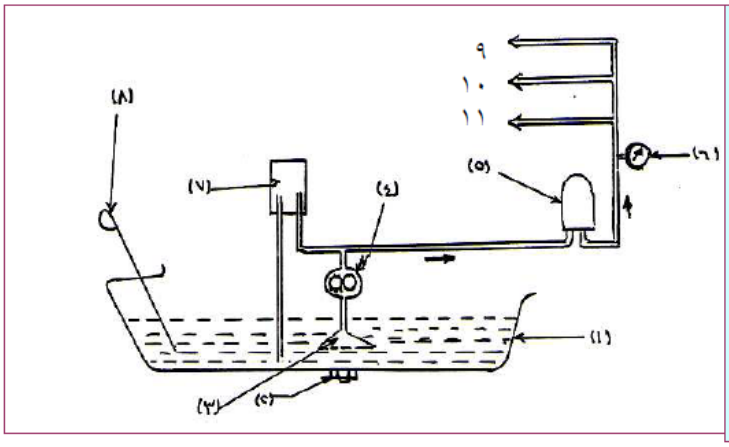
وهى الطريقة الشائعة الاستخدام في الجرار وفى هذه الطريقة يكتفي بتزييت كراسي عمود المرفق وعمود الكامات وعمود التاكيهات بالضغط ( كما في الطريقة السابقة) ويصل الزيت إلى النهايات الكبرى لأذرع التوصيل بالضغط خلال مجارى مثقبة في أفخاذ عمود المرفق. ومن الخلوص الجانبي لكراسي النهايات الكبرى لأذرع التوصيل يندفع الزيت بفعل دوران عمود المرفق فيقوم بتزييت جدران الاسطوانة و المكبس وبنز المكبس ويوضح شكل (11) هذه الطريقة للتزييت .




١- مصفاة الزيت
٢- مضخة الزيت
٣- مسار الزيت
٤- المحامل الرئيسية
٥- كراسي ذراع التوصيل

**شكل ( 11 ) طريقة التزييت بالضغط والنثر معا**

# مكونات دورة التزييت بالجرارات:




١- صندوق المرفق ( الكرتير )
٢- طبة الزيت
٣- مصفاة الزيت
٤- مضخة الزيت
٥- مرشح الزيت
٦- عداد قياس ضغط الزيت
٧- مرشح زيت ثانوي
٨- عصا قياس مستو الزيت
٩- إلى عمود المساعد للكامات
١٠- إلى عمود الكامات
١١- إلى عمود المرفق

**شكل ( 12 ) مكونات جهاز التزييت بمحركات الجرارات**

١- **خزان الزيت ( الكرتير )** وهو أسفل جزء بالمحرك وبه فتحة مغناطيسية لحماية الزيت من أي شوائب معدنية كما عن طريقه يتم تصريف الزيت . كما يحتوى الخزان على عصى لقياس مستوى الزيت بالكرتير.

٢- **مصفاة الزيت:** وتقوم بتصفية الزيت من أي شوائب قبل دخوله إلى طلمبة الزيت

٣- **مضخة الزيت:** وهى مضخة ترسيه تقوم بضخ الزيت تحت ضغط من ٥ر٢ إلي ٥ ضغط جوى .

٤- **مرشح الزيت:** ويقوم بترشيح الزيت من أي أتربة أو شوائب تكون عالقة به وقد يكون مرشح واحد أو مرشحين بجهاز التزييت

٥- **مبرد الزيت:** ويقوم بتبريد الزيت حتى لا يفقد لزوجته

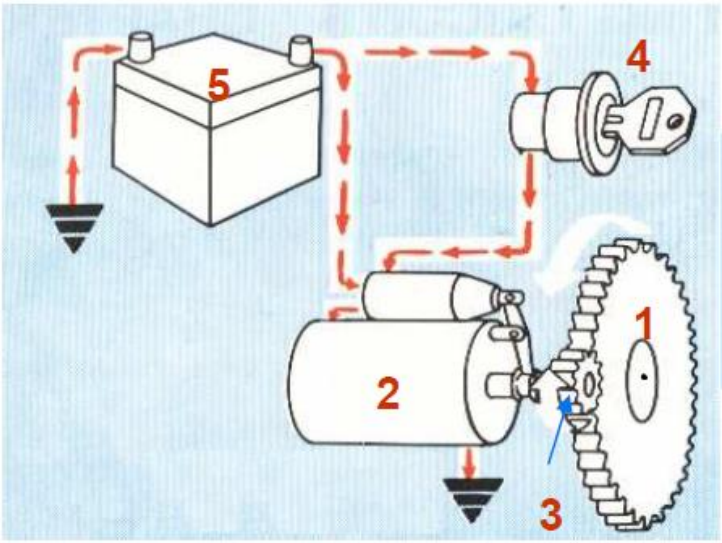
٦- **عداد قياس ضغط الزيت:** ويقوم بقياس ضغط الزيت المنتقل إلى أماكن التزييت وإذا قلت القراءة للعداد عن ٥ر. ضغط جوى يكون هناك مشاكل كبيرة بالمحرك من تسريب ضغط الزيت مما قد يتطلب عمل صيانة للمحرك

٧- **أماكن التزييت :** وهى الأماكن التي يتوجه إليها الزيت وهى إلى عمود المرفق ومنها إلى ذراع التوصيل والمكبس وبنز المكبس وسطح التلامس بين المكبس والاسطوانة أو إلى عمود الكامات أو إلى عمود المساعد للكامات وكما هي موضحة بالشكل (12)

## خامسا : جهاز بدء تقويم المحرك

### طريقة بدء تقويم المحرك باستخدام موتور بدء الحركة أو المارش:

موتور بدء الحركة عبارة عن موتور كهربي يدور بواسطة بطارية وله ترس متصل به يسمى ترس التعشيق كما في شكل ( 13) فإذا ما تم وضع المفتاح وإدارة الكونتاكت دار الموتور فيدور ترس التعشيق ويعشق بترس الحدافة فتدور الحدافة وبالتالي يدور المحرك ، وبعد إدارة المحرك مباشرة يرجع الترس تلقائيا إلى موضعه الأصلي وينفصل عن ترس الحدافة.




١- الحدافة
٢- المارش
٣- ترس التعشيق
٤- مفتاح الكونتاكت
٥- البطارية

**شكل ( 13 ) جهاز بدء تقويم المحرك باستخدام موتور بدء الحركة ( المارش )**

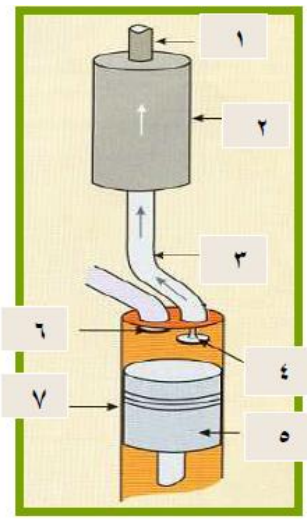
## سادسا : جهاز العادم.

وهو جهاز يساعد المحرك في طرد غازات نواتج الاحتراق من كل اسطوانة خلال صمام العادم ويتم تجميع هذه المخارج في ماسورة واحدة تسمى ماسورة العادم أو الشكمان شكل ( 14 ) و يراعى أن توضع ماسورة العادم رأسية بعيدة عن مقعد السائق ، أما في حالة جرارات البساتين فتوضع ماسورة العادم أفقية ومنخفضة حتى لا يؤثر العادم الخارج على الأشجار .

### مواصفات مخارج غازات العادم:

١- أن تهيئ إخلاء الأسطوانات من غازات العادم بأعلى كفاءة ممكنة.
٢- أن تعمل على إخماد التوهجات بالبقايا الكربونية التي قد تجد طريقها مع غازات العادم
٣- أن تعمل على كبت أصوات اندفاع غازات العادم فور فتح صمامات العادم

١- ماسورة العادم ( الشكمان)
٢- علبة العادم
٣- ماسورة العادم
٤- صمام السحب
٥- المكبس
٦- صمام العادم
٧- الاسطوانة




**شكل ( 14 ) جهاز العادم بمحركات الجرارات**