جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة الميكانيكية

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي، الطور الثاني

الميدان: علوم وتكنولوجيا

الشعبة: هندسة ميكانيكية

التخصص: صناعة ميكانيكية وتقنيات الانتاج

بعنوان

مقارنة تقنية لتكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6 مقابل المحرك 1.6 TDI.

من اعداد الطلبة:

مبروك قشاب

عبد العزيز سراوي

أعضاء لجنة المناقشة:

د. كارك الربيع	(استاذ ، جامعة ورقلة)	رئيسا
أ.د. بوعقبة مصطفى	(أستاذ ، جامعة ورقلة)	مشرفا ومقررا
د. قبايلية موسى	(استاذ ، جامعة ورقلة)	مناقشا

السنة الجامعية 202/2025

الاهداء

بكل فخر وامتنان، نخطّ هذه الكلمات لنعبّر من خلالها عن خالص شكرنا وعظيم تقديرنا لكل من كان جزءًا من رحلتنا في إعداد هذه المذكرة، ولكل من مدّ لنا يد العون، ولو بكلمة طيبة، أو دعم بسيط ترك أثرًا كبيرًا في نفوسنا .بدايةً، نعجز عن شكر الأستاذ الفاضل بوعقبة مصطفى، الذي كان لنا أكثر من مشرف، بل كان مرشدًا وموجّهًا حقيقيًا. لم يبخل علينا بخبرته ونصائحه، وكان حضوره في هذه التجربة مهمًّا ومحفزًا لنا على الدوام .كما لا يسعنا إلا أن نثمّن وقفة زملائنا وأصدقائنا الذين كانوا إلى جانبنا في كل مراحل هذا العمل، بتشجيعهم وحرصهم الصادق على نجاحنا، فكانوا بحقّ شركاء في هذا الإنجاز .أما عن الوالدين الكريمين، فالكلمات لا تكفي، والدعاء لا ينقطع. كانا النور الذي أضاء دربنا، والدافع الأول وراء كل خطوة تقدم. نسأل الله أن يوفقنا لردّ الجميل، ولو بجزء بسيط مما قدّماه لنا .وأخيرًا، نخص بالشكر الطاقم التعليمي والإداري بكلية الهندسة الميكانيكية، على جهودهم الكبيرة، وتفانيهم في أداء رسالتهم طيلة سنوات دراستنا .لكم جميعًا، كل الشكر من القلب... وذكرى طيبة ستبقى محفورة في وجداننا .ختامًا، نقول: ربّ طريقٍ شاقٍّ محفوفٍ بالتحديات، يكون في نهايته نجاحٌ لا يشبه سواه، فالشكر لكل من أنار لنا هذا الطريق، وكان عونًا لنا فيه، وها نحن نقطف ثماره اليوم بقلوبٍ مفعمة بالامتنان.

الفهرس

الجدولII .1: يبين مقارنة اعطال نظام التبريد بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....37

الجدولII .2: يبين مقارنة اعطال نظام التزييت بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....38

الجدولIII .1: مقارنة بين تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....54

الجدولIII .2: متوسط تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....55

مقدمة عامة 1

الفصل الاولI : محرك الاحتراق الداخلي (محرك ديزل)

1.I محرك الاحتراق الداخلي 3

1.1.I نبذة تاريخية 3

2.1.I مقدمة 3

3.1.I تعريف محرك الاحتراق الداخلي."Définition du moteur à combustion interne" 3

4.1.I أنواع محركات الاحتراق الداخلي"Types des moteurs à combustion interne" 4

1.4.1.I محرك خطي 4

2.4.1.I محرك على شكلV 5

3.4.1.I محرك على شكلI 5

4.4.1.I محرك على شكلW 6

5.4.1.I المحركات الشعاعية / النجمية 7

6.4.1.I محرك على شكلU 7

5.1.Iهيكل المحرك structure du moteur 7

1.5.1.I الأعضاء الثابتة Organes fixes 7

2.5.1.I الأعضاء المتحركة Organes mobiles 10

6.1.Iمبدا عمل محرك رباعي الاشواط 14

2.Iمحرك ديزل Moteur Diesel 15

I. 1.2 مبدا محرك الديزل Le principe du moteur Diesel 15

I. 2.2 نظام الطاقة ديزل Système d'alimentation diesel 16

I. 3.2 أنواع حقن محرك ديزل Types d'injection pour moteur diesel 16

أ) محرك ذو حقن غير مباشر Moteur à injection indirecte 17

ب) محرك ذو حقن مباشر Moteur à injection directe 17

ج) محركات الحقن والمضخة المشتركة (Moteurs à injection et pompe commune Common Rail 18

I. 4.2 الاحتراق La combustion 20

I.4.2.1الاحتراق الكامل 20
I.4.2.2الاحتراق غير الكامل 20
I. 5.2 مراحل الاحتراق Les étapes de la combustion 20
I. 6.2تصنيفات محركات الديزل 21
I.6.2.1 أشواط التشغيل 21
I.6.2.2 ترتيب الأسطوانات 21
I.6.2.3 سرعة الدوران 21
I. 6.2.4 طريقة الدوران 22
I.7.2 مزايا محركات الديزل 22
I.8.2 عيوب محركات الديزل 22
I. 3 الخاتمة 22

الفصل الثانيII: مخصص لدراسة اعطال المحرك HDI 1.6 واعطال المحرك TDI 1.6.

II.1 مقدمة 24
II.2 اعطال محرك HDI 1.6 24
II.2.1 الأعطال المحتملة في نظام التبريد لمحرك HDI 1.6 24
II.2.1.1 رأس الأسطوانة Culasse 24
II.2.1.2 حشية رأس الأسطوانة Joint de culasse 25
II.2.1.3 المكابس والاسطوانات Piston 26
II.2.1.4 مضخة الماء Pompe à eau 27
II.2.1.5 المشعة Radiator 28
II.2.1.6 حساس درجة الحرارة 29
II.2.2 الأعطال المحتملة في نظام التزييت لمحرك HDI 1.6 30
II.2.2.1 عمود الكامات 30
II.2.2.2 العمود المرفقي 31
II.2.2.3 مضخة التزييت Pompe à huile 31
II.2.2.4 كراسي المحور والاذرع Coussinets 32
II.2.2.5 كتلة المحرك 32
II.2.2.6 الشاحن التوربيني Turbo 33
II.3 اعطال محرك TDI 1.6 34
II.3.1 الأعطال المحتملة في نظام التبريد لمحرك TDI 1.6 34
II.3.1.1 منظم الحرارة Thermostat 34
II.3.1.2 حساس الحرارة 35
II.3.1.3 زيت المحرك ولزوجته 36
II.3.2 الأعطال المحتملة في نظام التزييت لمحرك TDI 1.6 36
II.3.2.1 بطانة الاسطوانة 36
II.3.2.2 ذراع التوصيل 37

4.II مقارنة اعطال نظام التبريد بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6 38
5.II مقارنة اعطال نظام التزييت بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6 39
6.II الخاتمة 40
الفصل الثالثIII : تكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6مقابل تكلفة إصلاح المحرك TDI 1.6.
1.III مقدمة 42
2.III تكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6 42
1.2.III تكلفة إصلاح نظام التزييت في محرك HDI 1.6 42
1.1.2.III تكلفة إصلاح عمود الكامات 42
2.1.2.III تكلفة إصلاح عمود المرفق 43
3.1.2.III تكلفة إصلاح مضخة الزيت 43
4.1.2.III تكلفة إصلاح بطانة الاسطوانة 43
5.1.2.III تكلفة إصلاح ذراع التوصيل 44
6.1.2.III تكلفة إصلاح فلتر الزيت 44
7.1.2.III تكلفة إصلاح حساس نظام الزيت 44
2.2.III تكلفة إصلاح نظام التبريد في محرك HDI 1.6 44
1.2.2.III تكلفة إصلاح مضخة الماء 44
2.2.2.III تكلفة إصلاح المشعة 44
3.2.2.III تكلفة إصلاح حساس درجة الحرارة 45
3.2.III تكلفة إصلاح نظام الحقن في محرك HDI 1.6 45
1.3.2.III تكلفة اصلاح مضخة الضغط العالي 45
2.3.2.III تكلفة اصلاح الحاقنات 45
3.3.2.III تكلفة اصلاح فلتر الوقود 46
4.3.2.III تكلفة اصلاح حساس نظام الوقود 46
4.2.III تكلفة إصلاح الأجزاء الاخرى في محرك HDI 1.6 47
1.4.2.III تكلفة إصلاح راس الاسطوانة 47
2.4.2.III تكلفة إصلاح حشية راس الاسطوانة 47
3.4.2.III تكلفة إصلاح كتلة المحرك 47
4.4.2.III تكلفة إصلاح المكابس 48
5.4.2.III تكلفة إصلاح الشاحن التوربيني 48
3.III تكلفة إصلاح المحرك TDI 1.6 49
1.3.III تكلفة إصلاح نظام التزييت في محرك TDI 1.6 49
1.1.3.III تكلفة إصلاح عمود الكامات 49
2.1.3.III تكلفة إصلاح عمود المرفق 49
3.1.3.III تكلفة إصلاح مضخة الزيت 50
4.1.3.III تكلفة إصلاح بطانة الاسطوانة 50
5.1.3.III تكلفة إصلاح ذراع التوصيل 50

III.1.3.6 تكلفة إصلاح فلتر الزيت 51
III.1.3.7 تكلفة إصلاح حساس الزيت 51
III.2.3 تكلفة إصلاح نظام التبريد في محرك TDI 1.6 51
III.2.3.1 تكلفة إصلاح مضخة الماء 51
III.2.3.2 تكلفة إصلاح المشعة 51
III.2.3.3 تكلفة إصلاح حساس درجة الحرارة 52
III.3.3 تكلفة إصلاح نظام الحقن في محرك TDI 1.6 52
III.3.3.1 تكلفة اصلاح مضخة الضغط العالي 52
III.3.3.2 تكلفة اصلاح الحاقنات 52
III.3.3.3 تكلفة اصلاح فلتر الوقود 52
III.3.3.4 تكلفة اصلاح حساس نظام الوقود 53
III.4.3 تكلفة إصلاح الأجزاء الاخرى في محرك TDI 1.6 53
III.4.3.1 تكلفة إصلاح راس الاسطوانة 53
III.4.3.2 تكلفة إصلاح حشية راس الاسطوانة 53
III.4.3.3 تكلفة إصلاح كتلة المحرك 53
III.4.3.4 تكلفة إصلاح المكابس 54
III.4.3.5 تكلفة إصلاح الشاحن الوربيني 54
III.4 مقارنة بين تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6 54
III.5 متوسط تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6 56
III. 6 تقدير اجمالي لتكلفة اصلاح المحركين 58
III.7 خاتمة 58
خاتمة عامة 59

قائمة الاشكال

الشكل I .1: محرك خطي.....5

الشكل I .2: محرك على شكلV.....5

الشكل I .3: محرك على شكلI 6

الشكل I .4: محرك على شكلW 6

الشكل I .5: المحركات الشعاعية / النجمية.....7

الشكل I .6: محرك على شكلU 7

الشكل I .7: كتلة المحرك.....8

الشكل I .8: رأس الاسطوانة.....8

الشكل I .9: جوانات الرأس.....9

الشكل I .10: الكارتير.....9

الشكل I .11: غطاء رأس الاسطوانة.....10

الشكل I .12: المكبس.....10

الشكل I .13: عمود التوصيل.....10

الشكل I .14: عمود المرفق.....11

الشكل I .15: صمامات.....11

الشكل I .16: عمود الكامات.....12

الشكل I .17: حزام التوقيت.....12

الشكل I .18: دولاب الموازنة.....13

الشكل I .19: عمل محرك رباعي الاشواط.....13

الشكل I .20: الدورات الديناميكية الحرارية لمحرك الاحتراق الداخلي.....14

الشكل I .21: نظام الطاقة ديزل.....16

الشكل I .22: حقن غير مباشر.....17

الشكل I .23: حقن مباشر.....18

الشكلI .24: محركات الحقن والمضخة المشتركة.....19
الشكلI .25: مراحل الاحتراق.....20
الشكلII .1: تشوه رأس المحرك.....24
الشكلII .2: تشوه حشية رأس المحرك.....25
الشكلII .3: تشوه المكبس.....26
الشكلII .4: تشوه مضخة الماء.....27
الشكلII .5: تشوه المشعة Radiator.....28
الشكلII .6: تشوه حساس درجة الحرارة.....28
الشكلII .7: تشوه عمود الكامات.....29
الشكلII .8: تشوه العمود المرفقي.....30
الشكلII .9: تشوه مضخة الزيت.....30
الشكلII .10: تلف كراسي المحور والاذرع Coussinets.....31
الشكلII .11: تشوه كتلة المحرك.....32
الشكلII .12: تلف الشاحن التوربيني.....33
الشكلII .13: تلف منظم الحرارة.....34
الشكلII .14: تلف حساس الحرارة.....34
الشكلII .15: تلف بطانة الاسطوانة.....35
الشكلII .16: تلف ذراع التوصيل.....36

قائمة الجداول

الجدولII .1: يبين مقارنة اعطال نظام التبريد بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....37

الجدولII .2: يبين مقارنة اعطال نظام التزييت بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....38

الجدولIII .1: مقارنة بين تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....54

الجدولIII .2: متوسط تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.....55

قائمة الاختصارات

الرمز 1.6 HDI في المحركات يشير إلى نوع وحجم محرك ديزل (محرك يعمل بالوقود):

1.6: تعني سعة المحرك 1.6 لتر (أو 1600 سنتيمتر مكعب) ، وهي السعة الإجمالية لجميع أسطوانات المحرك.

H = High-pressure → ضغط عالي

D = Direct → مباشر

I =Injection →حقن

إذن، HDiتعني" = High-pressure Direct Injection :الحقن المباشر عالي الضغط "

الرمز 1.6 **TDI** في المحرك يشير إلى التالي:

T = Turbocharged →مزوّد بشاحن توربيني (توربو) لزيادة قوة المحرك وكفاءته

D = Direct → حقن مباشر للوقود داخل غرفة الاحتراق

I = Injection → حقن الوقود

فـ **TDI** تعني: "حقن مباشر مع شاحن توربيني"، وهي تقنية تزيد من الأداء وتقلل استهلاك الوقود والانبعاثات.

مقدمة عامة

تم اختراع المحركات ذات الاحتراق الداخلي في النصف الثاني من القرن التاسع عشر. وبالنظر إلى أهمية هذه المحركات في حياتنا اليومية، تم اعتماد حلول تكنولوجية متنوعة بمستويات مختلفة من الكفاءة من حيث المقاومة، الفعالية، المتانة، تكلفة التصنيع، الصيانة، والتشغيل، بهدف ضمان الراحة والجمالية والسلامة من خلال إجراءات الفحوصات، التحاليل، والتشخيص.

من بين المحركات ذات الاحتراق الداخلي التي حققت رضا كبيرًا في العديد من المجالات بفضل تكلفتها، وراحتها، وعامةً جودة الأداء مقارنة بالسعر، هو المحرك الديزل. **[1]**

يتضمن البحث الذي يحمل عنوان " مقارنة تقنية لتكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6 مقابل المحرك 1.6 TDI." ثلاثة فصول بالإضافة إلى المقدمة العامة والخاتمة العامة.

الفصل الأول: يتناول دراسة محرك الاحتراق الداخلي (محرك ديزل).

الفصل الثاني: مخصص لدراسة اعطال المحرك HDI 1.6 واعطال المحرك TDI 1.6.

الفصل الثالث: تكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6 مقابل تكلفة إصلاح المحرك TDI 1.6.

وفي ختام الدراسة، خاتمة عامة.

الفصل الاولI :
محرك الاحتراق الداخلي
(محرك ديزل)

الفصل الاولI : محرك الاحتراق الداخلي (محرك ديزل)

1.I محرك الاحتراق الداخلي:

1.1.I نبذة تاريخية:

يشير مصطلح "محرك الاحتراق والانفجار" إلى أي نوع من محركات الاحتراق الداخلي ذات المكابس الترددية أو الدوارة، سواء كانت تعمل بالديزل أو بالإشعال المتحكم فيه، حيث تحترق الغازات مع جبهة لهب تكون سرعتها عادة أقل من سرعة الصوت.

تم تطوير أول محرك احتراق أحادي الأسطوانة من قبل يوجينيو بارسانتي وفيليتشي ماتيتشي في عام 1856. أما محرك الاحتراق ثنائي الأشواط فقد تم تصميمه بواسطة إتيان لونوار في عام 1859. وتم اختراع محرك الاحتراق رباعي الأشواط من قبل بو دي روشاس في عام 1862، وطوّره نيكولاوس أوتو في عام 1867، ثم قام غوتليب دايملر وويلهلم مايباخ بتحسينه في عام 1886، بينما ظهر محرك الديزل في عام 1893.

يُستخدم هذا النوع من المحركات بشكل أساسي لدفع وسائل النقل (مثل الطائرات، والسيارات، والدراجات النارية، والشاحنات، والقوارب). كما يُستخدم لتشغيل العديد من الأدوات المحمولة (مثل المناشير وسكاكين تقليم العشب) وأيضًا للعديد من المنشآت الثابتة **[2]**.

2.1.I مقدمة:

المحرك ذو الاحتراق الداخلي هو نوع من المحركات التي يتم فيها تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن عملية الاحتراق إلى طاقة ميكانيكية داخل المحرك. هناك نوعان رئيسيان من محركات الاحتراق الداخلي: المحركات التي تنتج عزم دوران على عمود ميكانيكي، والمحركات النفاثة التي تطرد السوائل بسرعة عبر فوهة **[3]**.

3.1.I تعريف محرك الاحتراق الداخلي "Définition du moteur à combustion interne":

المحرك ذو الاحتراق الداخلي هو آلة تستخدم لتحويل الطاقة المخزنة في الوقود (القيمة الحرارية) إلى طاقة حرارية (حرارة، إنتالبي، طاقة حرارية)، ثم إلى طاقة ميكانيكية (عمل ميكانيكي، عزم دوران).

في محركات الاحتراق الداخلي، يتم إنتاج الطاقة الحرارية داخل حيز مغلق (غرفة الاحتراق أو أسطوانة المحرك) محاط برأس الأسطوانة، الصمامات المغلقة، رأس المكبس، والبطانة. تمدد الغازات الناتجة عن احتراق الوقود يُحرّك الأجزاء الفعّالة (المكبس، ذراع التوصيل، عمود المرفق) التي تستعيد هذه الطاقة وتحولها إلى عمل مفيد (عمود المحرك).

منذ ظهوره، شهد المحرك ذو الاحتراق الداخلي تطورًا مستمرًا. ومع ذلك، يمكن تقسيم هذا التطور إلى ثلاث مراحل رئيسية:

المرحلة الأولى: زيادة الكفاءة الحرارية والعزم وقوة المحرك. تضمنت ظهور المحرك الانفجاري وانتشار استخدامه في النقل والصناعة، ثم ظهور محرك الديزل. ركزت هذه المرحلة على تحسين أداء المحرك ذو الاحتراق الداخلي.

المرحلة الثانية: تقليل استهلاك الوقود، استنزاف الموارد الطاقوية في العالم، إلى جانب الأزمات النفطية الشهيرة المصحوبة بالطلب الكبير على المحروقات والوقود، دفع جميع مصنعي المحركات إلى التركيز على تقليل الاستهلاك النوعي للوقود في المحركات.

المرحلة الثالثة: تقليل الأضرار الناتجة عن المحركات والحد من الانبعاثات الملوثة الناتجة عن المحركات المثبتة في المركبات المستخدمة في حركة المرور على الطرقات. وهكذا، دفعت معايير التلوث متزايدة الصرامة مصنعي المحركات إلى تصميم محركات أكثر نظافة. أصبح دفتر الشروط الذي يتم تقديمه لمصنعي السيارات والمحركات في جميع أنحاء العالم يهدف إلى ضمان إنتاج محركات قوية تتمتع باستهلاك مقبول للوقود مع الحفاظ على النظافة البيئية.

بوجه عام، يهتم مصنعو المحركات بإعداد موازنات حرارية من خلال قياس أو حساب عزم المحرك، والقوة، والكفاءة، والاستهلاك النوعي للوقود. **[2]**

4.1.I أنواع محركات الاحتراق الداخلي "Types des moteurs à combustion interne":

1.4.1.I محرك خطي:

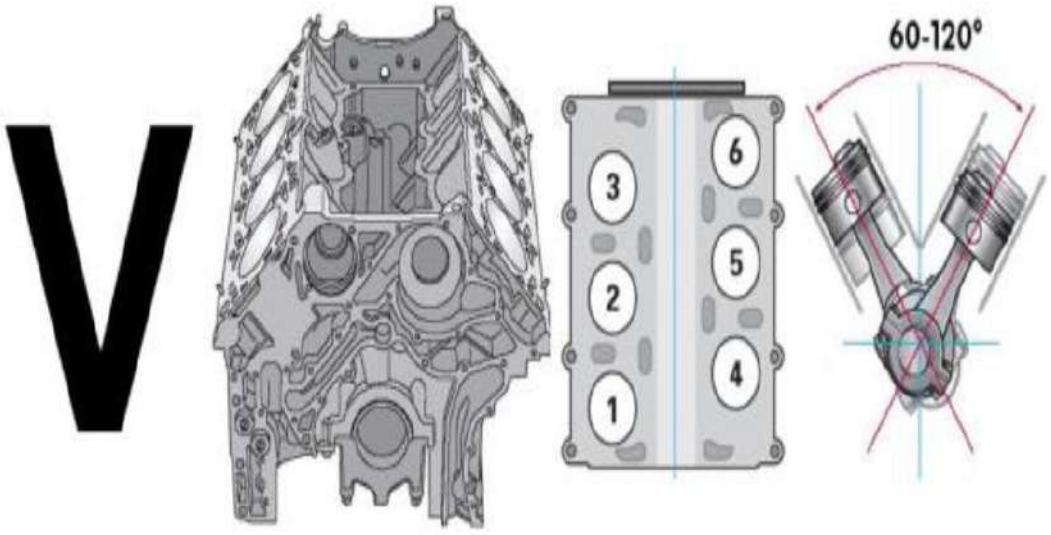
تُوضع الأسطوانات جنبًا إلى جنب، وفي صناعة السيارات تُعتبر المحركات ذات السعة الصغيرة غالبًا محركات بأسطوانات خطية. على مدى أكثر من 30 عامًا، أصبحت المحركات ذات الأربع أسطوانات الخطية هي المعيار في صناعة السيارات. تشتهر هذه المحركات بسلاسة أدائها. يوجد

محركات بخطين، وثلاثة، وأربعة، وخمسة، وستة أسطوانات خطية. يمكن تركيب المحركات الخطية إما بالطول أو بالعرض. **[3]**

الشكلI .1: محرك خطي.

2.4.1.I محرك على شكلV:

تُرتَّب الأسطوانات في صفَّين متداخلين بزاوية تتراوح بين 60° و120°. يتميز هذا النوع من المحركات بتماسكه العالي مقارنةً بالمحركات الخطية، إضافةً إلى قوته ومتانته، لكنه أوسع عرضًا وأقل ارتفاعًا وطولًا. يمكن تثبيت محركات على شكل حرف V إما بالطول أو بالعرض، وسُمِّيت بهذا الاسم نظرًا لتوزيع صفوف الأسطوانات الذي يشبه الحرف V.يمكن أن تكون المحركات على شكل V مائلة بدرجات متفاوتة أو أكثر استقامة،



الشكلI .2: محرك على شكلV.

3.4.1.I محرك على شكلI :

تكون الأسطوانات متقابلة وفي وضع أفقي (بحيث تواجه كل أسطوانة الأخرى)، ويُطلق على هذه المحركات اسم "بوكسر" Boxer .تتيح هذه المحركات خفض مركز الثقل في السيارات. تتحرك المكابس

في مستوى أفقي واحد ولكن في اتجاهات متعاكسة، مما يؤدي إلى توازن قوى العطالة من المرتبتين الأولى والثانية. **[3]**

الشكلI .3: محرك على شكلI .

4.4.1.I محرك على شكلW :

يمكن أن تكون:

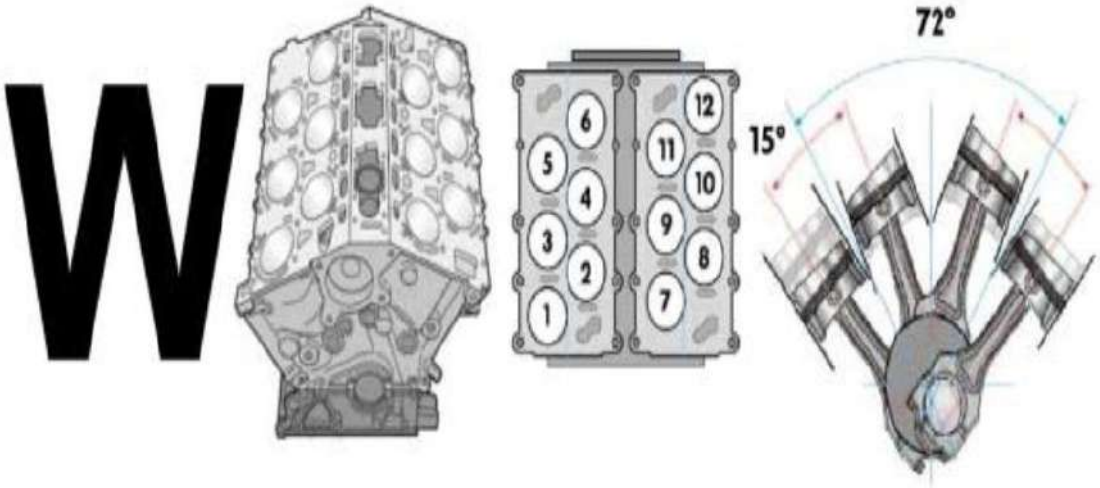
ذات ثلاث أسطوانات: حيث تكون كل أسطوانة متقدمة عن الأخرى بزاوية معينة.

مثال:

زاوية الأسطوانة الأولى بالنسبة إلى الثانية: 15°، وزاوية الأسطوانة الثالثة بالنسبة إلى الأولى: 30°.

يُطلق عليه أيضًا محرك "على شكل مروحة".

على شكل Vيتم ترتيب أسطوانات الخطين بشكل متداخل، مما يتيح تقليل طول الكتلة قليلاً. **[3]**



الشكلI .4: محرك على شكلW .

5.4.1.I المحركات الشعاعية / النجمية:

اليوم، يُستخدم هذا النوع من المحركات بشكل رئيسي في الطائرات، هذا المحرك يوفر قوة كبيرة جدًا، وهي حاجة أساسية للطائرات. **[3]**

الشكلI .5: المحركات الشعاعية / النجمية.

6.4.1.I محرك على شكلU :

محرك الشكل U هو نوع من محركات الاحتراق يتميز بترتيب الأسطوانات على شكل حرف U بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لعمود المرفق. يتم الحصول على هذا النوع من المحركات عندما يتم دمج وربط محركين خطيين معًا. **[3]**

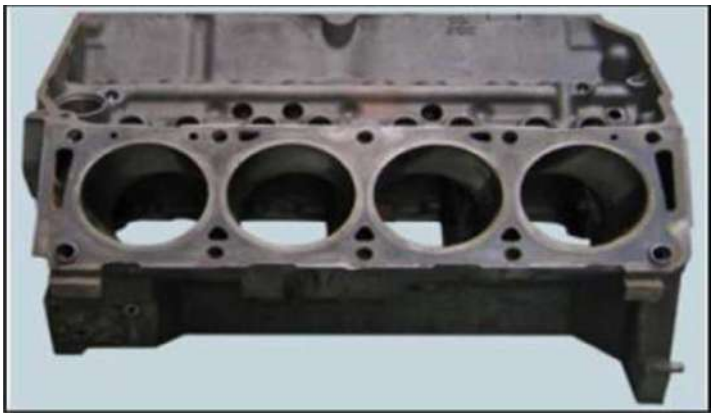
الشكلI .6: محرك على شكلU .

5.1.Iهيكل المحرك structure du moteur:

1.5.1.I الأعضاء الثابتة Organes fixes :

كتلة المحرك Engine block : الكتلة المحركة أو علبة الأسطوانات هي الجزء الأكثر صلابة في المحرك، حيث تحتوي على الأسطوانات وتستقبل جميع مكونات المحرك: نظام الحقن، عمود المرفق،

نظام التوزيع، المكونات الكهربائية المساعدة، وغيرها. يجب أن تكون الكتلة المحركة محكمة الإغلاق وقوية لتحمل الضغوط العالية التي تحدث داخل الأسطوانات أثناء عملية الاحتراق. **[2]**



الشكلI .7: كتلة المحرك.

رأس الاسطوانة Culasse : تغطي رأس الأسطوانة كتلة المحرك. تحتوي على الصمامات، وغرف السحب والعادم، بالإضافة إلى فتحات تثبيت شمعات الإشعال. يُطلق على رأس الأسطوانة مصطلح "متعدد الصمامات" إذا كانت تحتوي على أكثر من صمامين لكل أسطوانة. **[2]**

الشكلI .8: رأس الاسطوانة.

جوانات الرأس Joints de culasse : "عادة ما يتكون من ورقتين من النحاس أو يُختصر أحيانًا إلى أبسط صوره: ورقة نحاسية واحدة. يضمن حشوة الرأس الإحكام بين رأس المحرك وكتلة الأسطوانات." **[2]**

الشكل I .9: جوانات الرأس.

الكارتير Carter: هو غطاء معدني يوضع في الجزء السفلي من المحرك.

الشكلI .10: Carter.

غطاء رأس الاسطوانة Cache culasse : يغطي الجزء العلوي من راس الاسطوانات.

الشكلI .11: غطاء رأس الاسطوانة.

2.5.1.I الأعضاء المتحركة Organes mobiles :

المكبس Piston : قطعة أسطوانية متحركة تُستخدم لضغط الغازات بهدف حدوث الانفجار، ومن ثم تعمل بعد الانفجار على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. **[2]**

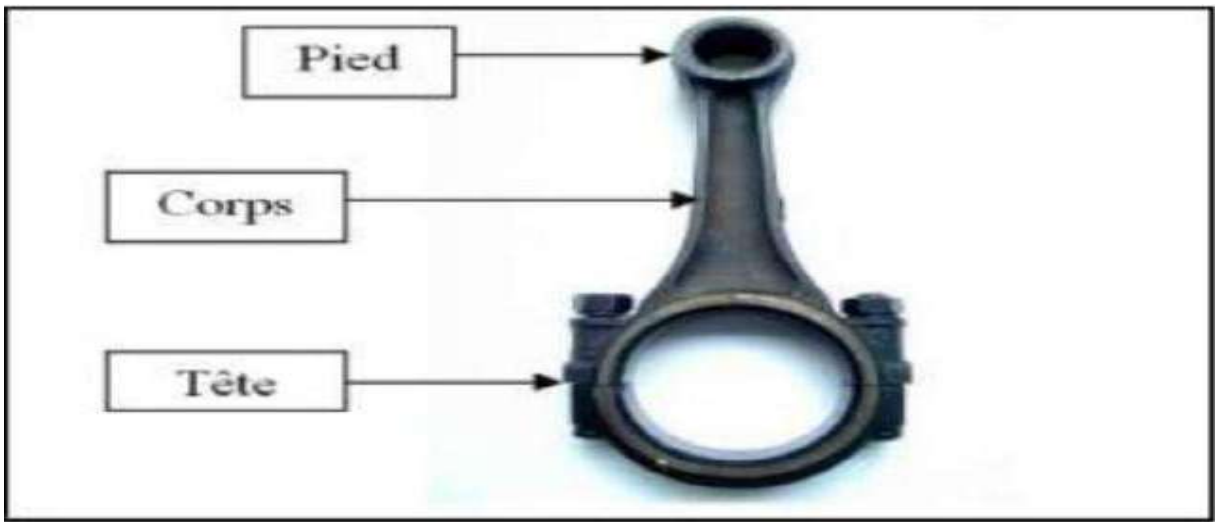
الشكلI .12: المكبس.

عمود التوصيل Bielle : هي قطعة تضمن الاتصال بين المكبس والمرفق. يتكون عمود التوصيل من ثلاث أجزاء:

القدم (عند مستوى المكبس).

الجسم.

الرأس (عند مستوى المرفق). **[2]**



الشكلI .13: عمود التوصيل.

عمود المرفق Vilebrequin : المرفق هو محور غير متماثل يقوم بتحويل الحركة الخطية إلى حركة دورانية. يعد عنصرًا أساسيًا في محركات البنزين، ومحركات الديزل، وغيرها من محركات الاحتراق. يوجد منه العديد من الأشكال والأحجام حسب الشركة المصنعة وعدد الأسطوانات. **[3]**

الشكلI .14: عمود المرفق.

الصمام Soupapes : الصمام هو عضو ميكانيكي يعمل على توزيع الأشواط الأربع في المحركات الحرارية ذات الاحتراق الداخلي، يسمح بدخول الهواء المشبع بالأكسجين وإخراج الغازات المحترقة. بشكل عام، تفصل الصمامات مجرى السحب ومجرى العادم عن غرفة الاحتراق.

الشكلI .15: صمامات.

عمود الكامات Arbre à came : هو جزء رئيسي في محرك السيارة. يُعرف أيضًا باسم "عمود التوزيع"، ويتولى التحكم في فتح الصمامات من خلال تحويل الحركة الدورانية الناتجة عن المحرك إلى حركة طولية تحرك الصمامات. وهو عبارة عن عمود معدني طويل يتم تشغيله بواسطة سير التزامن.

الشكلI .16: عمود الكامات.

حزام التوقيت Courroie de distribution : هو عنصر أساسي في المحركات، حيث يضمن تزامن الأشواط. تتمثل الوظيفة الرئيسية لحزام التوقيت في مزامنة حركة الصمامات والمكابس لضمان عمل المحرك بشكل صحيح.

الشكلI .17: حزام التوقيت.

دولاب الموازنة Voulant du moteur : تقع في نهاية عمود المرفق (الكرنك) وتعمل على تخزين الطاقة الناتجة أثناء مرحلة عمل المحرك (الاحتراق/التمدد). ثم تقوم بإعادة توزيع هذه الطاقة خلال الفترات التي يتوقف فيها المحرك عن العمل. حيث تساهم في تنظيم دوران عمود المرفق وضمان توازنه.

الشكلI .18: دولاب الموازنة.

6.1.Iمبدا عمل محرك رباعي الاشواط:

يعمل المحرك ذو الأربع أشواط خلال دورتين لعمود المرفق، حيث تشتمل هذه الدورتان على الأشواط الأربعة.

1. مرحلة السحب (الامتصاص):

ينخفض المكبس ويفتح صمام السحب، مما يسمح بدخول الهواء إلى الأسطوانة.

2. مرحلة الضغط:

يُغلق صمام السحب ويصعد المكبس إلى الأعلى، حيث يتم ضغط الهواء بشدة، مما يؤدي إلى ارتفاع كبير في درجة الحرارة. بالنسبة لمحركات الديزل، عندما يصل المكبس إلى حوالي 10/9 من مساره، يتم حقن كمية من الوقود.

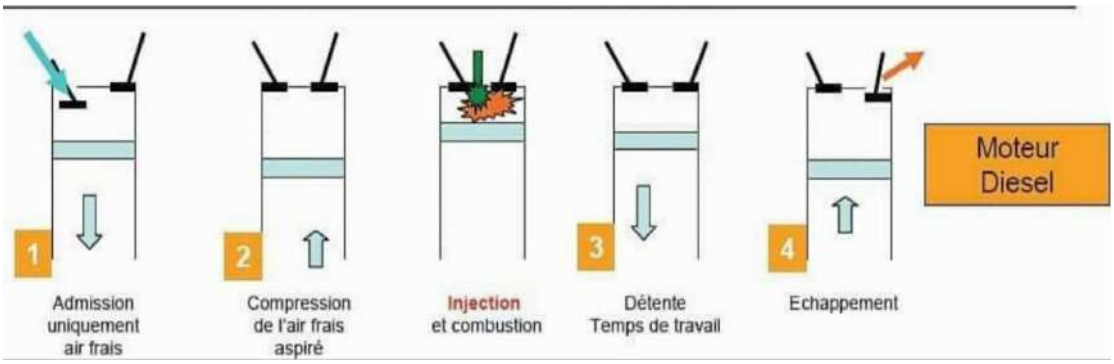
3. مرحلة التمدد (الاحتراق):

تبقى الصمامات مغلقة، ويكون مزيج الهواء والوقود الموجود في الأسطوانة تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة كافية ليشتعل تلقائيًا. ينتج عن الاحتراق ضغط إضافي يدفع المكبس نحو الأسفل.

4. مرحلة العادم:

يفتح صمام العادم ويصعد المكبس إلى الأعلى، مما يدفع الغازات المحترقة إلى خارج الأسطوانة عبر نظام العادم.

في حالة محرك بأربع أسطوانات، يقوم كل مكبس بتنفيذ الأشواط الأربعة المذكورة، ويتم إزاحته بزاوية 180° عن المكابس الأخرى وفقًا لترتيب الإشعال 1-4-3-2. **[2]**



الشكلI .19: عمل محرك رباعي الاشواط.

I.2محرك ديزل Moteur Diesel:

في محركات الاحتراق بالضغط، يُستخدم وقود الديزل كمصدر للطاقة. يتم حقنه تحت ضغط عالٍ في غرفة الاحتراق التي تحتوي على هواء مضغوط تم تسخينه مسبقًا نتيجة عملية الضغط. عند حقن الوقود، يختلط بالهواء الساخن ويشتعل تلقائيًا دون الحاجة إلى شرارة إشعال. تُعرف هذه المحركات باسم محركات الديزل، وتتميز بكفاءتها العالية وقدرتها على العمل تحت ظروف تشغيلية قاسية، مما يجعلها الخيار الأمثل للمركبات الثقيلة والمعدات الصناعية، وسيتم شرح مبدأ عملها أدناه.

I. 1.2 مبدا محرك الديزل Le principe du moteur Diesel:

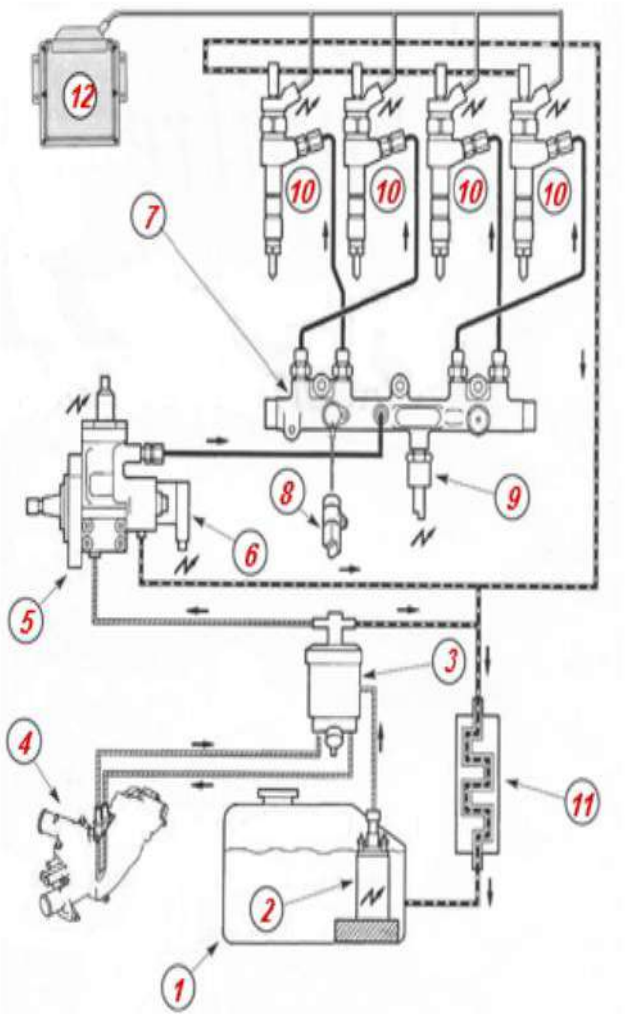
يعمل محرك الديزل بطريقة مختلفة عن محرك البنزين. فعلى الرغم من تشابه المكونات الرئيسية لكلا المحركين واتباعهما نفس دورة الأشواط الأربعة، إلا أن هناك اختلافات واضحة بين محرك الديزل ومحرك البنزين، لا سيما في كيفية إشعال الخليط الوقودي وفي طريقة تنظيم القوة الناتجة.

في محرك البنزين، يتم إشعال الخليط الوقودي بواسطة شرارة كهربائية. أما في محرك الديزل، فيتم الإشعال عن طريق الاشتعال الذاتي للوقود نتيجة لتسخين الهواء بفعل الضغط. ويكون معدل الانضغاط الطبيعي لمحرك الديزل في حدود1 إلى20 (مقارنة بـ1 إلى9 لمحرك البنزين). يؤدي هذا المعدل العالي للانضغاط إلى رفع درجة حرارة الهواء داخل الأسطوانة إلى أكثر من 450 درجة مئوية، وهي درجة الحرارة اللازمة للاشتعال الذاتي للديزل. وبالتالي، يشتعل الوقود تلقائيًا عند ملامسته للهواء المضغوط دون الحاجة إلى شرارة أو نظام إشعال .في محرك البنزين، يتم التحكم في كمية الخليط الوقودي المستنشقة في كل دورة اعتمادًا على فتح أو غلق صمام الخانق. أما في محرك الديزل، فإنه يستنشق دائمًا نفس كمية الهواء (عند نفس السرعة) عبر مجرى ذو مقطع ثابت، حيث لا يوجد Carburateurولا صمام خانق . خلال نهاية مرحلة السحب، يُغلق صمام السحب، ثم يتحرك المكبس إلى أعلى داخل الأسطوانة بفعل قصور الحركة الناتج عن مجموعة العمود المرفقي-دولاب الموازنة، مما يضغط الهواء إلى حوالي 20/1 من حجمه الأصلي. وفي نهاية مرحلة الانضغاط، يتم حقن كمية محسوبة بدقة من الوقود (الديزل) داخل غرفة الاحتراق. بسبب درجة الحرارة العالية للهواء المضغوط، يشتعل الوقود فورًا، وتدفع الغازات

الساخنة المتوسعة المكبس بقوة نحو الأسفل .عندما يرتفع المكبس مرة أخرى داخل الأسطوانة في مرحلة العادم، يُفتح صمام العادم للسماح للغازات المحترقة والمتمددة بالخروج عبر نظام العادم. وفي نهاية مرحلة العادم، تصبح الأسطوانة جاهزة لاستقبال شحنة جديدة من الهواء النقي لبدء دورة جديدة. **[4]**

I. 2.2 نظام الطاقة ديزل Système d'alimentation diesel:

يُعد نظام الطاقة ديزل أحد الأنظمة الرئيسية المستخدمة في تشغيل المحركات والمعدات الثقيلة، حيث يتميز بكفاءته العالية، وقدرته على توفير طاقة موثوقة واقتصادية، الشكل الموالي يوضح هذا النظام:



1	خزان الوقود
2	مضخة تغذية الوقود
3	فلتر الوقود
4	صمام العادم
5	أنبوب الوقود
6	مضخة الضغط العالي
7	انبوب التوزيع المشترك
8	صمام تخفيف الضغط
9	أنبوب التوصيل إلى الحاقنات
10	حاقنات الوقود
11	وحدة التحكم الإلكتروني
12	حساس الضغط في الانبوب المشترك

الشكلI .21: نظام الطاقة ديزل.

I. 3.2 أنواع حقن محرك ديزل Types d'injection pour moteur diesel:

في العالم الحالي، يوجد ثلاثة أنواع من محركات الديزل:

أ) محرك ذو حقن غير مباشر Moteur à injection indirecte:

إن تطبيق محرك الديزل على المركبات الخفيفة يهدف أحيانًا إلى تحقيق هدوء في التشغيل على حساب زيادة طفيفة في استهلاك الوقود. وللتوافق مع هذه الشروط، كانت محركات الديزل المستخدمة في السيارات، حتى وقت قريب، من النوع ذي الغرفة المنفصلة (الحقن غير المباشر). ويتم استخدام مبدئين: الغرفة التمهيدية وغرفة الاضطراب.

في كلتا الحالتين، تحدث عملية الاحتراق في حجمين منفصلين: غرفة تمثل 30% إلى 60% من الحجم الإجمالي، تستقبل حقن الوقود ويبدأ فيها الاحتراق، وغرفة رئيسية يكتمل فيها الاحتراق. يسمح حقن الوقود في هذا الحجم الصغير نسبيًا والدافئ بتقليل فترة اشتعال الوقود. يتم إشعال الحد الأدنى فقط من الوقود اللازم لبدء عملية الاحتراق، بينما يتم طرد الباقي من الغرفة الأولية بفعل زيادة الضغط، ويستمر الاحتراق في الغرفة الرئيسية. تتميز المحركات ذات الحقن غير المباشر بتلبية متطلبات استخدامها في السيارات، مثل التشغيل الهادئ نسبيًا وانخفاض انبعاثات أكاسيد النيتروجينNOX . أدت الصدمة النفطية الثانية في عام 1973 والمعايير البيئية الأكثر صرامة إلى دفع المصنّعين لإعادة التفكير في محركات الديزل من حيث الاقتصاد في استهلاك الوقود وتقليل التلوث. **[3]**

غرفة الاضطراب	غرفة تمهيدية

الشكلI .22: حقن غير مباشر.

ب) محرك ذو حقن مباشر Moteur à injection directe:

يفرض محرك الحقن المباشر نفسه بفضل كفاءته الأعلى مقارنة بمحركات الحقن غير المباشر. في الواقع، فإن نسبة السطح إلى حجم غرفة الاحتراق تكون أقل بكثير في المحرك ذي الغرفة الواحدة (الحقن

المباشر) مقارنة بالمحرك ذي الغرفة الأولية (الحقن غير المباشر). إضافةً إلى ذلك، فإن مدة الاحتراق تكون أقصر في المحرك ذي الحقن المباشر. هاتان الخاصيتان تقللان من التبادلات الحرارية بين غرفة الاحتراق ونظام التبريد، مما يقلل من فقدان الكفاءة. المشاكل المرتبطة بالحقن المباشر تنقسم إلى نوعين:

ضوضاء الاحتراق وانبعاث أكسيد النيتروجين NOX.لقد سمح ظهور التنظيم الإلكتروني في أنظمة الحقن بتثبيت وتحسين الإعدادات الأساسية، سواء من حيث توقيت الحقن أو معدل تدفق الوقود. تتميز أنظمة الحقن الميكانيكية المختلفة، سواء كانت تُدار إلكترونيًا أم لا، باستخدام مضخات التوزيع، بميزة مشتركة وهي تغير ضغط الحقن تبعًا لسرعة دوران المحرك. هذا التغير في ضغط الحقن يجعل من الصعب تحقيق تحكم كامل في عملية الاحتراق. **[3]**

الشكلI .23: حقن مباشر.

ج) محركات الحقن والمضخة المشتركة Moteurs à injection et pompe commune (Common Rail) :

يتكون نظام الحقن عالي الضغط ذو القضيب المشترك (Common Rail) من تغذية قضيب مشترك يعمل كخزان وقود باستخدام مضخة عالية الضغط يتم التحكم بها إلكترونيًا. يضمن هذا القضيب المشترك وظيفة تخزين الوقود، وهو متصل بحاقنات تتيح رش الوقود بدقة عالية مباشرة في غرفة الاحتراق بضغط يتراوح بين 1350 و1400 بار (مقارنة بـ 900 بار في المضخات التقليدية). يساهم هذا الرش الدقيق في تحسين عملية الاحتراق للحصول على أداء أفضل. على عكس أنظمة المضخات التوزيعية، فإن ضغط الحقن في نظام الانبوب المشترك لا يعتمد على سرعة دوران المحرك، بل يبقى ثابتًا خلال مرحلة الحقن. يمنح التحكم الإلكتروني في عملية الحقن مرونة كبيرة للمهندسين في برمجة العملية. يمكن تقسيم

كمية الوقود المحقونة لتحقيق حقن أولي، مما يقلل من ضوضاء الاحتراق وتكوين أكاسيد النيتروجين . NOxتعمل هذه الكمية الصغيرة من الوقود (1 إلى 4 مم³) على زيادة درجة الحرارة والضغط في غرفة الاحتراق، مما يُحضِّر لاشتعال الوقود أثناء الحقن الرئيسي. بالنسبة للمركبات المجهزة بفلاتر الجسيمات، فإنها تتطلب مرحلة تنظيف تُنفَّذ من خلال حقن لاحق، وهو ما يُتاح بفضل التحكم الإلكتروني في الحاقنات. يتيح التحكم الرقمي في جميع معايير الحقن تحسين أداء المحرك. أصبح تقليل الانبعاثات الملوثة ضرورة للمصنعين. ويُحسب التلوث الناتج عن المركبة بناءً على القوة المولدة وليس كنسبة مئوية من الغازات المنبعثة، مما يمنح ميزة للمحركات ذات الكفاءة العالية. إحدى الحلول لتحقيق هذا الهدف هي تقليل استهلاك الوقود والتحكم الدقيق في عملية الاحتراق. يُعتبر محرك الديزل ذو الحقن المباشر، المزود بنظام حقن عالي الضغط يتم التحكم فيه إلكترونيًا، أكثر كفاءة من جميع المحركات الحرارية الأخرى. بفضل سهولة تكيفه مع المحركات الحالية، يُعد نظام الحقن عالي الضغط ذو القضيب المشترك الحل الأكثر قابلية للتصنيع على نطاق واسع حاليًا. وقد أتاح ظهور تقنية القضيب المشترك لمحركات الديزل حرية جديدة للمهندسين، مما أدى إلى تحسينات كبيرة في الراحة، واستهلاك الوقود، وتقليل التلوث. **[4]**

مزاياها :

كلا النظامين يحتويان على محركات قوية للغاية .يقللان من التلوث، خاصة في مراحل التسارع الانتقالية (طالما أن وحدة التحكم تؤدي وظيفتها بشكل جيد) .العملاء "مقيدون"؛ لا يمكن إصلاحها في أي مكان.

العيوب :

إدخال الإلكترونيات قد يؤدي إلى عدد لا حصر له من الأعطال الناتجة عن نظام التحكم الكهربائي.

الشكلI .24: محركات الحقن والمضخة المشتركة.

I. 4.2 الاحتراق La combustion:

الاحتراق في محرك الديزل يعتمد على الاشتعال الذاتي الناتج عن ضغط الهواء داخل الأسطوانة وينقسم الى قسمين:

1.4.2.Iالاحتراق الكامل: عندما يتوفر كمية كافية من الأوكسجين (المادة المتفاعلة الزائدة)، يكون احتراق المادة الخام كاملاً. وينتج عنه ثاني أكسيد الكربون والماء (مع الهيدروكربونات).

2.4.2.Iالاحتراق غير الكامل: عندما لا يكون هناك كمية كافية من الأوكسجين، وهذا قد يؤدي إلى تكوين أول أكسيد الكربون أو الكربون أو كليهما في نفس الوقت. **[3]**

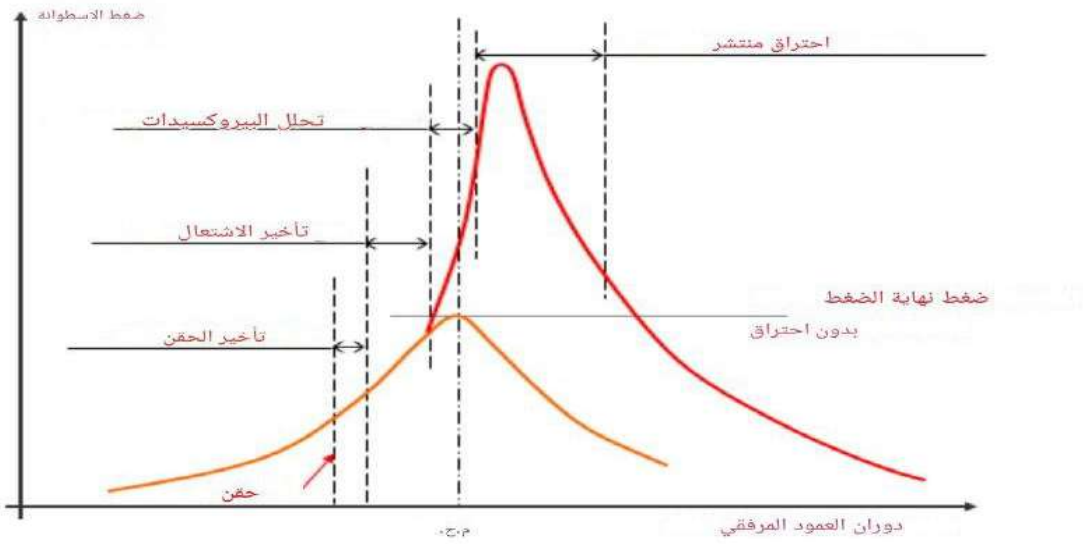
I. 5.2 مراحل الاحتراق Les étapes de la combustion:

تأخير الاشتعال: الوقت (من 0.001 إلى 0.002 ثانية) الذي تستغرقه قطرات الديزل لتسخينها حتى تتحول إلى بخار .

الأكسدة: يتأكسد ضباب الديزل عند ملامسته للأوكسجين الموجود في الهواء ويشكل البيروكسيدات .

تحلل البيروكسيدات " O_2^{2-} ": تتحلل البيروكسيدات بشكل مفاجئ مما يزيد من درجة الحرارة والضغط في غرفة الاحتراق.

الاحتراق المنتشر: تقل سرعة الاحتراق، وتختفي الضوضاء. تصبح ظروف الاحتراق أقل ملائمة، حيث ينخفض الضغط ودرجة الحرارة. قد تظهر الدخان والهيدروكربونات غير المحترقة. **[3]**



الشكلI .25: مراحل الاحتراق.

I. 6.2تصنيفات محركات الديزل :يتم تصنيف محركات الديزل تبعا لاعتبارات متعددة، بحيث يسهل توصيف المحرك واعطائنا فكرة عامة عن تصميمه وطريقة تشغيله والتمييز بين مختلف انواعه، وفيما يلي توضيح لاهم الاعتبارات التي يتم تصنيف محركات الديزل تبعا لها:

1.6.2.I أشواط التشغيل:

وتنقسم محركات الديزل تبعا لاشواط التشغيل الى نوعين:

محركات رباعية الأشواط وفيها تتم دورة التشغيل في أربعة أشواط أي في دورتين من عمود المرفق.

محركات ثنائية الأشواط وفيها تتم دورة التشغيل في شوطين أي في دورة واحدة من عمود المرفق. **[5]**

2.6.2.I ترتيب الأسطوانات:

ويجرى تقسيم المحركات تبعا الى الطرازات المذكورة في في عنوان أنواع محركات الاحتراق الداخلي أعلاه.

3.6.2.I سرعة الدوران:

يتم تصنيف محركات الديزل بالنسبة لسرعة الدوران الى أربعة طرازات وهي:

محرك بطيئ السرعة.

محرك متوسط السرعة.

محرك مرتفع السرعة.

محرك شديد ارتفاع السرعة. **[5]**

I. 4.6.2 طريقة الدوران: وتنقسم الى نوعين.

ثابت اتجاه الدوران: ويكون دوران المحرك في اتجاه محدد لا يمكن تغييره، سواء كان في اتجاه دوران عقارب الساعة او عكسها.

منعكس اتجاه الدوران: ويمكن حينئذ ان يدور المحرك في اتجاه اليمين اواليسار، ولابد لتغيير اتجاه الدوران من إيقافه وتحريك ذراع او التأثير في الية معينة لعكس اتجاه الدوران، وهي خاصية مفيدة في المحركات الرئيسية المستخدمة لتسيير السفن. **[5]**

I.7.2 مزايا محركات الديزل:

يعتبر محرك الديزل من أكثر المحركات الحرارية جودة ومعنى ذالك انه يولد عند حرق كمية محددة من الوقود طاقة أكبر مما يمكن للأنواع الأخرى ان تولده من الطاقة.

يتميز محرك الديزل بالأمان عند الاستعمال نظرا لان الوقود المستخدم اقل عرضة للاشتعال السريع مثل البنزين لذالك يفضل استعماله في التطبيقات البحرية.

يكون عزم دوران المحرك أكبر ويضل ثابتا تقريبا عند السرعات المنخفضة.

غازات العادم اقل خطورة لأنها تحتوي على كمية اقل من اول أكسيد الكربون. **[4] [5]**

I.8.2 عيوب محركات الديزل:

درجة الحرارة في غرفة الاحتراق مرتفعة مما يعني كفاءة تبريد أكبر.

ضجيج التشغيل مرتفع.

تعرض أجزاء المحرك لضغوط اشد مما تتعرض لها في محركات البنزين.

تعتبر الضوضاء الناتجة من تشغيل المحرك في السرعات العالية من العيوب الظاهرة للمحرك. **[4] [5]**

I. 3 الخاتمة:

يتناول هذا الفصل نظرة عامة على مبدأ عمل محرك الاختراق الداخلي ديزل، هيكلته، العناصر الرئيسية، والمشغلات المختلفة، مع بيان الخصائص المختلفة.

وأخيرًا، يمكن القول إن محرك الديزل يعد من أكثر المحركات كفاءة ضمن فئة المحركات الحرارية، حيث يعمل بنظام حقن عالي الضغط مدعوم بإدارة إلكترونية متطورة. يتميز هذا النظام بقدرته على تحقيق كفاءة تشغيلية عالية مع تقليل استهلاك الوقود إلى حد كبير، مما يجعله خيارًا اقتصاديًا وفعّالًا. بالإضافة إلى ذلك، يساهم محرك الديزل في تقليص الانبعاثات الملوثة بفضل التطورات التقنية الحديثة، مما يجعله متوافقًا مع معايير البيئة الصارمة ويؤدي دورًا مهمًا في الحد من التأثير السلبي على البيئة.

الفصل الثاني II:

دراسة اعطال المحرك 1.6

HDI

واعطال المحرك

.TDI 1.6

الفصل الثاني: مخصص لدراسة اعطال المحرك HDI 1.6 واعطال المحرك TDI 1.6.

1.II مقدمة:

يُعتبر كل من محرك HDI 1.6 من مجموعة بيجو-سيتروين ومحرك TDI 1.6 من مجموعة فولكس فاجن من أشهر محركات الديزل الحديثة، حيث يتميزان بالكفاءة العالية واستهلاك الوقود المنخفض. ومع ذلك، فإن هذه المحركات قد تواجه بعض الأعطال الشائعة بسبب اعطال نظام التبريد(Refroidissement) ونظام التزييت (Grisage) حيث يعمل نظام التبريد على تنظيم درجة حرارة المحرك ومنع ارتفاعها الزائد، بينما يضمن نظام التزييت تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة وحمايتها من التآكل.

2.II اعطال محرك HDI 1.6:

1.2.II الأعطال المحتملة في نظام التبريد لمحرك HDI 1.6:

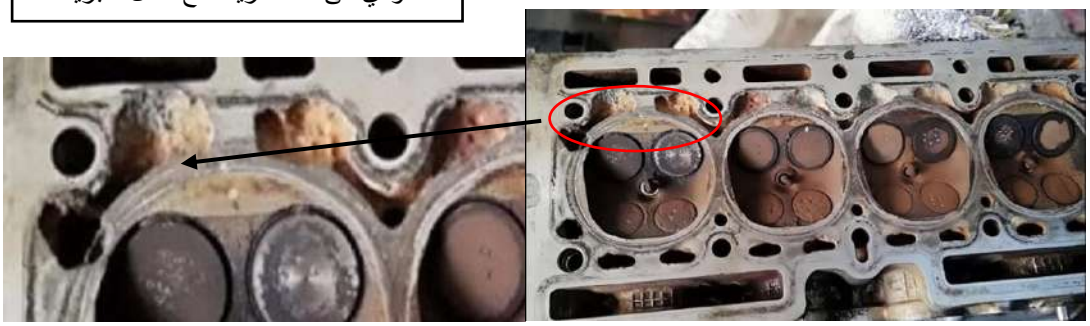
تعطل نظام التبريد في محركات HDi 1.6 ديزل، قد يؤدي إلى تلف العديد من المكونات بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

1.1.2.II رأس الأسطوانة Culasse:

رأس المحرك هو قطعة مصبوبة من الفولاذ أو الألمنيوم يتم تثبيتها على الجزء العلوي من كتلة المحرك باستخدام مسامير التثبيت .يجب أن يتمتع بنفس خصائص كتلة المحرك، مثل الصلابة والتوصيل الحراري. **[6]**

رأس المحرك مصنوع عادة من الالمنيوم، وهو أكثر عرضة للتمدد الحراري مقارنة بكتلة المحرك المصنوع غالبا من الحديد الزهر. عند ارتفاع درجة الحرارة بشكل مفرط، يتمدد راس المحرك بشكل غير متساوي، مما يؤدي الى الالتواء وحدوث تشققات.

تظهر نتيجة تلف حشية راس المحرك وقد تؤدي الى خلط الزيت مع سائل التبريد



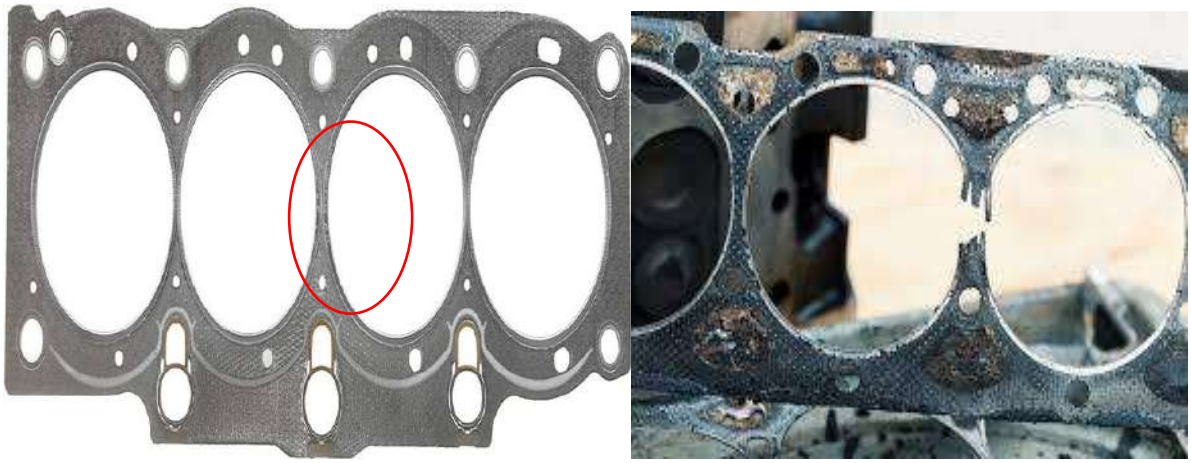
الشكلII .1: تشوه رأس المحرك.

2.1.2.II حشية رأس الأسطوانة Joint de culasse:

حشية رأس الأسطوانة تضمن الإحكام بين رأس الأسطوانة وكتلة الأسطوانات. وهي تحتوي على فتحات في موقع كل أسطوانة؛ منافذ لمرور مسامير تثبيت رأس الأسطوانة، ولنظام تشغيل الصمامات، ولدورة سائل التبريد .تصنع الحشية عادةً من الأسبستوس المقوى بالجرافيت، على الرغم من توفر حشيات مصنوعة من الفولاذ. **[6]**

يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى تلف حشية رأس الأسطوانة، مما يسبب تسرب السوائل داخل المحرك. يظهر هذا العطل من خلال ارتفاع حرارة المحرك المستمر، خروج دخان أبيض من العادم، نقص غير مبرر في سائل التبريد، وخلط الزيت مع ماء التبريد.

يحدث خلط الزيت مع سائل تبريد المحرك



الشكلII .2: تشوه حشية رأس المحرك.

3.1.2.II المكابس والاسطوانات Piston :

يمثل المكبس عنصرًا متحركًا بحركة خطية ترددية، حيث يستقبل وينقل القوى. ينزلق بحرية داخل الأسطوانة ويضمن إحكام إغلاقها، والذي يتحقق من خلال ثلاثة حلقات (segments) :

الأولى هي حلقة "قطع اللهب"، التي تمنع انتقال الحرارة الناتجة عن الانفجار.

الثانية هي حلقة "الإحكام"، التي تمنع تسرب الغازات إلى الجزء السفلي من المحرك.

الثالثة هي حلقة "كاشط الزيت"، التي تمنع صعود الزيت، توزع طبقة زيت التزييت، وتزيل الفائض منه .

تُصنع المكابس عادةً من سبائك الألمنيوم، والتي تُصنف إلى ثلاث فئات :

ألمنيوم-نحاس .

ألمنيوم-نحاس-نيكل (أو حديد) .

ألمنيوم-سيليكون. [7]

ارتفاع درجة حرارة المحرك، تؤدي إلى تمدد المعادن بشكل غير طبيعي وزيادة الاحتكاك داخل الأسطوانة. يمكن أن يؤدي ذلك إلى تشوه المكبس، احتراق حلقاته أو حتى حدوث انصهار جزئي للمكبس، مما يتسبب في فقدان الضغط داخل الأسطوانة وضعف الأداء، او حتى تلف كامل للمحرك.

عند ارتفاع درجة حرارة المحرك يحدث تمدد للمكبس ويمكن ان يحتك بجدار الاسطوانة.

الشكلII .3: تشوه المكبس.

4.1.2.II مضخة الماءPompe à eau :

تكون عادةً من نوع مضخات الطرد المركزي، وتتألف من عمود مثبت في طرفه الأول قرص مثقب للتثبيت على البكرة، بينما يتم تركيب قرص مزود بزعانف على الطرف الآخر ليتم تحريك الماء. يدور العمود بواسطة حزام ناقل الحركة الذي ينقل الدوران من بكرة عمود المرفق إلى بكرة المضخة المثبت عليها مروحة التبريد.

تتلف مضخة الماء في محركات HDi 1.6 بسبب عدة عوامل، أبرزها ارتفاع درجة حرارة المحرك نتيجة تعطل نظام التبريد، كما أن تشغيل المضخة دون سائل تبريد قد يسبب احتكاكًا زائدًا يؤدي إلى كسر ريشها الداخلية أو تسرب المياه. بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي الضغط الزائد على سير التايمن (إذا كانت المضخة متصلة به) إلى تآكله أو حتى انقطاعه، مما يسبب أضرارًا خطيرة للمحرك. استخدام سائل تبريد غير مناسب أو وجود انسدادات في المشعة يزيدان من خطر تلف المضخة بشكل أسرع.

الشكلII .4: تشوه مضخة الماء.

5.1.2.II المشعة Radiator:

وهي الجزء الرئيسي في منظومة التبريد بالماء، تتكون من خزانين أحدهما علوي، والاخر سفلي تصل بينهما مجموعة من الانابيب الرأسية النحاسية (لجودة توصيل النحاس للحرارة)، وتعمل المشعة كمبادل حراري، إذ يمر بداخلها سائل التبريد الخارج من حول أسطوانات المحرك لتنخفض درجة حرارته بفعل التبادل الحراري ، ويوجد في الخزان العلوي للمشعة فتحة مزودة بغطاء خاص يفتح ويغلق من طرف الانسان عند تغيير الضغط داخل المشع ليسمح بدخول الماء أو خروجه إلى خزان خارجي نقوم بمراقبته باستمرار للمحافظة على مستوى معين من الماء فيه، وتثبت المشعة غالبة عند مقدمة السيارة في مواجهة الهواء الخارجي للمساعدة في سرعة التبريد، ويجري إصلاح الثقوب في المشعة عن طريق غراء او معجون خاص او عن طريق اللحام.

عند تعطل نظام التبريد في محرك HDi1.6 ، قد يؤدي ذلك إلى ارتفاع شديد في درجة حرارة المحرك، مما يتسبب في تلف Radiator وتآكل أو تشقق مكوناته. يمكن أن يؤدي هذا العطل إلى احتراق حشية رأس المحرك، تسرب سائل التبريد، وتعطل مضخة الماء، مما يفاقم المشكلة. تشمل الأعراض ارتفاع حرارة المحرك، خروج بخار، وانخفاض الأداء.

الشكلII .5: تشوه المشعة Radiator.

6.1.2.II حساس درجة الحرارة:

عند تعطل نظام التبريد في محرك HDi1.6 ، قد يتعرض حساس درجة الحرارة للتلف بسبب الارتفاع المفرط في درجة الحرارة، مما قد يؤدي إلى احتراق أو تعطل مكوناته الإلكترونية. كما أن انخفاض مستوى سائل التبريد أو استخدام سائل غير مناسب قد يتسبب في تراكم الرواسب أو تآكل الحساس. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤدي الحرارة الزائدة إلى تلف الأسلاك أو الموصلات الكهربائية المرتبطة بالحساس، مما يسبب قراءات غير دقيقة أو فشل كامل في عمله.

الشكلII .6: تشوه حساس درجة الحرارة.

2.2.II الأعطال المحتملة في نظام التزييت لمحرك HDI 1.6:

1.2.2.II عمود الكامات:

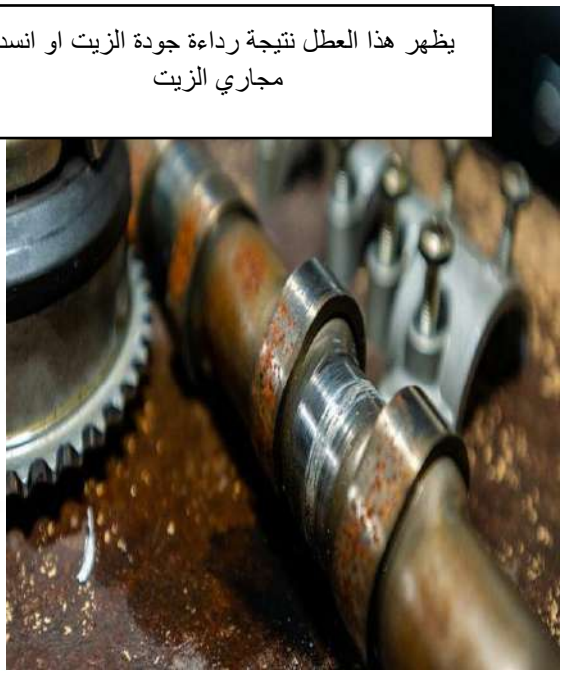
عمود الكامات هو جهاز ميكانيكي يسمح بتحويل الحركة الدورانية إلى حركة طولية. يُستخدم عمود الكامات، كقطعة ميكانيكية أساسية في محركات الاحتراق الداخلي رباعية الأشواط للتحكم المتزامن في الصمامات.

يتموضع عمود الكامات إما عند مستوى عمود المرفق (في المحركات التي تحتوي على صمامات جانبية أو محركات ذات دفع علوي للصمامات)، أو في رأس الأسطوانة (في حالة عمود الكامات العلوي).

أما بالنسبة للمواد المستخدمة في تصنيع أعمدة الكامات، فيجب أن تكون قادرة على مقاومة التآكل، نظرًا للاحتكاك الشديد مع الدافعات أو أذرع الروكر، خاصة عند بدء التشغيل البارد عندما لا يكون التزييت مضمونًا بشكل كامل. لذلك، تُستخدم عادةً سبائك الحديد الزهر المقسى في الأجزاء المعرضة للاحتكاك، مثل الكامات والأسطح الحاملة، خاصة في المحركات المنتجة بكميات كبيرة. [7]

يحدث تلف عمود الكامات في محركات HDi 1.6 غالبًا بسبب ضعف التزييت الناتج عن انسداد مجاري الزيت أو تعطل مضخة الزيت، مما يؤدي إلى احتكاك جاف وتآكل سريع. كما أن استخدام زيت غير مناسب أو عدم تغييره بانتظام يسبب تراكم الشوائب، مما يؤثر على تدفق الزيت. انخفاض مستوى الزيت أو انسداد الفلتر أيضًا يقللان من وصول الزيت لعمود الكامات، مما يؤدي إلى تلفه التدريجي وظهور أصوات طقطقة وفقدان الأداء.

يظهر هذا العطل نتيجة رداءة جودة الزيت او انسداد مجاري الزيت

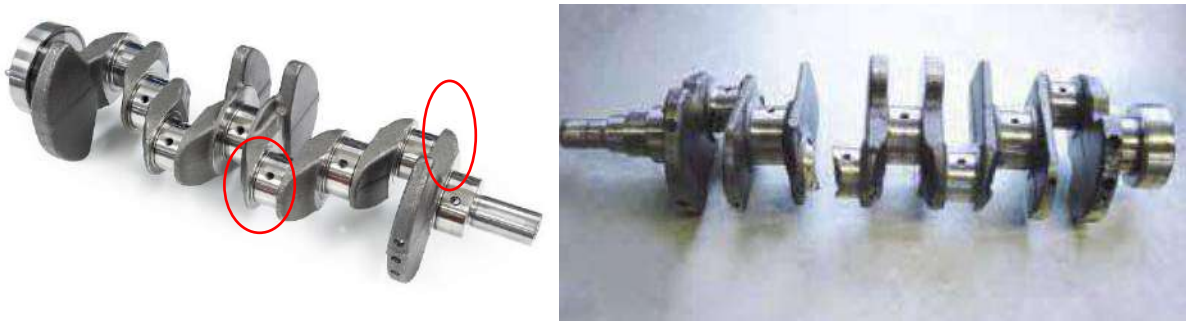


الشكلII .7: تشوه عمود الكامات.

2.2.2.II العمود المرفقي:

عادةً ما يتم تصنيع العمود المرفقي من الفولاذ الكربوني، ولكن في الحالات التي يتعرض فيها لضغط مرتفع، يتم استخدام سبائك الفولاذ المحتوية على النيكل-كروم أو الكروم-الموليبدينوم-فاناديوم. [7]

عند تعطل نظام التزييت في محرك HDi1.6 ، يتعرض العمود المرفقي لتلف شديد نتيجة الاحتكاك المباشر وارتفاع درجة الحرارة. يؤدي نقص الزيت إلى تآكل الكراسي الرئيسية وكراسي الأذرع، مما يسبب اهتزازات غير طبيعية وقد يؤدي إلى انحناء أو تشقق العمود المرفقي. في الحالات القصوى، قد يحدث كسر كامل للعمود المرفقي بسبب الإجهادات الميكانيكية والحرارية.



الشكلII .8: تشوه العمود المرفقي.

3.2.2.II مضخة التزييت Pompe à huile:

عند تعطل نظام التزييت في محرك HDi1.6 ، تتعرض مضخة الزيت (Pompe à huile) للتلف بسبب نقص الزيت أو انسداد ممراته، مما يؤدي إلى عدم قدرتها على تزويد الأجزاء المتحركة بالتزييت اللازم. قد يحدث التلف نتيجة تآكل التروس الداخلية بسبب الاحتكاك الجاف، أو انسداد مصفاة الزيت بالشوائب، مما يمنع تدفق الزيت بشكل كافٍ. في بعض الحالات، قد تتعرض المضخة للكسر أو الانهيار الكامل، خاصة إذا استمر تشغيل المحرك دون زيت. يؤدي هذا التلف إلى انخفاض ضغط الزيت، مما يسبب ارتفاع درجة حرارة المحرك، وتآكل العمود المرفقي وكراسي التحميل، وحتى توقف المحرك عن العمل.

الشكلII .9: تشوه مضخة الزيت.

4.2.2.II كراسي المحور والاذرع Coussinets:

الكراسي هي قطع معدنية مغطاة بمادة مضادة للاحتكاك تُعرف باسم "(Régule) "، وتستخدم لتوجيه ودعم الأجزاء الدوارة في المحرك. وظيفتها الأساسية هي تقليل الاحتكاك، مما يساهم في تقليل مقاومة الحركة، ومنع التآكل أو التصاق الأجزاء المتحركة ببعضها .تتكون الكراسي المنزلقة عادةً من جزئين نصف دائريين يُطلق عليهما "قوقعات(Coquilles) "، وقد تأتي أحيانًا كقطعة واحدة تُعرف باسم "البطانة.(Bague) "

عادةً ما تُصنع الكراسي المنزلقة من سبائك البرونز الممزوجة بالأنتيمون أو الرصاص، ويتم تركيبها في عدة أماكن داخل المحرك، مثل :

كراسي تحميل العمود المرفقي (Vilebrequin)

كراسي تحميل أذرع التوصيل (Manetons)

كراسي تحميل عمود الكامات(Arbre à cames) [7]

عند تعطل نظام التزييت في محرك HDi1.6 ، تتعرض كراسي المحور وأذرع التوصيل للتلف السريع بسبب الاحتكاك الجاف بين العمود المرفقي والأجزاء المتحركة، مما يؤدي إلى تآكل مفرط، ارتفاع درجة الحرارة، وانصهار مادة الكراسي. في الحالات الشديدة، قد يحدث التصاق أذرع التوصيل بالعمود المرفقي، مما يؤدي إلى توقف المحرك بالكامل، أو حتى كسر أذرع التوصيل أو العمود المرفقي نفسه.

الشكلII .10: تلف كراسي المحور والاذرع Coussinets.

5.2.2.II كتلة المحرك:

الكتلة المحركة أو كتلة الأسطوانات هي قطعة مصبوبة تحيط بالأسطوانات وتستقبل مختلف الأجزاء المكونة. يجب أن :

تضمن حركة الأجزاء المتحركة دون عوائق .

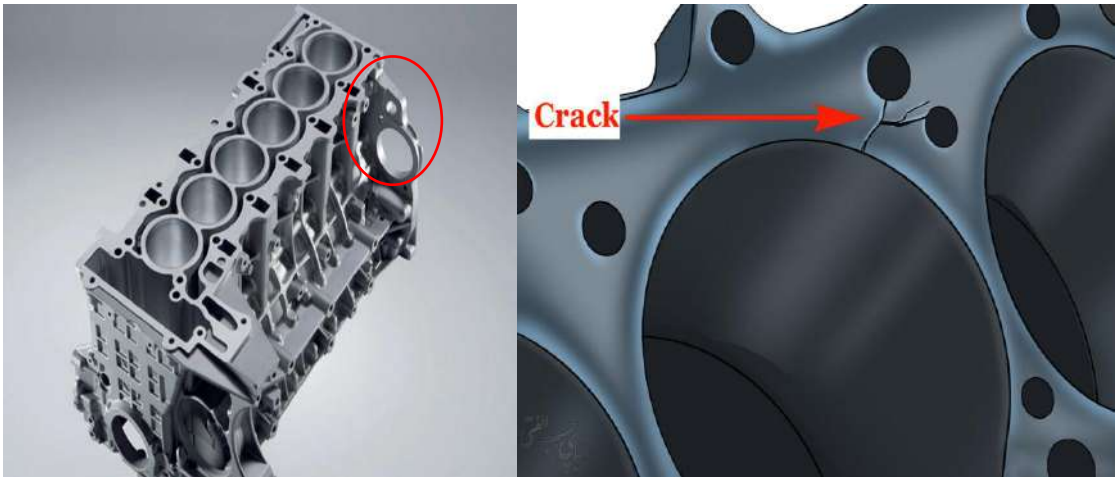
تتحمل ضغوط الاحتراق دون تشوه .

تمتلك قدرة جيدة على توصيل الحرارة.

أن يكون مقاومًا للتآكل الناتج عن سائل دائرة التبريد.

عادةً ما يُصنع من الحديد الزهر المصبوب والمُشغَّل، لكنه قد يُصنع أيضًا من سبائك الألمنيوم .لا تتحرك المكابس داخل كتلة المحرك عن طريق الاحتكاك المباشر بها. [7]

عند تعطل نظام التزييت في محرك HDi1.6 ، يتعرض بلوك المحرك للتلف بسبب الاحتكاك الزائد وارتفاع درجة الحرارة. يؤدي نقص الزيت إلى تمدد المعادن بشكل غير متساوٍ، مما قد يتسبب في تشققات في الكتلة، خاصة حول مجاري الزيت وحجرة الاحتراق. كما أن غياب التزييت يؤدي إلى تآكل جدران الأسطوانات، مما قد يجعلها غير قابلة للإصلاح إلا بإعادة الخراطة أو استبدال الكتلة بالكامل.



الشكلII .11: تشوه كتلة المحرك.

6.2.2.II الشاحن التوربينيTurbo :

عند تعطل نظام التزييت في محرك HDi1.6 ، يتعرض الشاحن التوربيني (Turbo) للتلف السريع بسبب فقدان التشحيم والتبريد، مما يؤدي إلى احتكاك مفرط وارتفاع كبير في درجة الحرارة. يتسبب ذلك في تآكل محور الدوران وانحشاره، مما قد يؤدي إلى كسر أو تلف شفرات التوربين وضعف أداء المحرك. كما قد يحدث تسرب للزيت داخل التوربو، مما يسبب خروج دخان أزرق من العادم. في

الحالات الشديدة، قد يتوقف التوربو عن الدوران تمامًا بسبب التصاق الأجزاء المتحركة أو تشقق الهيكل المعدني.

الشكلII .12: تلف الشاحن التوربيني.

3.II اعطال محرك TDI 1.6:

1.3.II الأعطال المحتملة في نظام التبريد لمحرك TDI 1.6:

1.1.3.II منظم الحرارة Thermostat:

ان عمل منظم الحرارة (Thermostat) الرئيسي هو السماح للمحرك بأن يسخن بسرعة وأن يحافظ على درجة حرارة المحرك هذه ثابتةconstant . ويتم ذلك بتنظيم كمية الماء التي تمر بالمبرد .في درجات الحرارة المنخفضة يتم قفل blocked مخرج المبرد بشكل كامل، ويتم اعادة تدوير سائل التبريد خلل المحرك فقط .عندما ترتفع درجة حرارة سائل التبريد إلى ما بين (82 الى 91 ˚ م) فإنه يتم فتح منظم الحرارة (الترموستات)، مما يسمح للسائل بالمرور في المبرد. وعندما تصل درجة حرارة سائل التبريد ما بين (93 الى 103 ˚ م) فإن منظم الحرارة يبقى مفتوح طوال الوقت. **[8]**

عند تعطل نظام التبريد في محرك TDI1.6 ، قد يتلف منظم الحرارة (Thermostat) بسبب التعرض لدرجات حرارة مفرطة أو اضطراب في تدفق سائل التبريد. يمكن أن يؤدي ذلك إلى بقائه مغلقًا، مما يمنع مرور سائل التبريد إلى المبرد ويؤدي إلى ارتفاع شديد في درجة حرارة المحرك، أو بقائه مفتوحًا، مما يسبب تدفقًا مستمرًا لسائل التبريد ويجعل المحرك يستغرق وقتًا أطول للوصول إلى درجة حرارة التشغيل المثالية. كما قد يتعرض الترموستات لتلف ميكانيكي في مكوناته الداخلية، مما يؤدي إلى خلل في أدائه.

تظهر أعراض هذا التلف من خلال ارتفاع مفاجئ في درجة حرارة المحرك، أو تأخر في وصوله إلى درجة الحرارة المناسبة.

الشكلII .13: تلف منظم الحرارة.

2.1.3.II حساس الحرارة:

حساس درجة الحرارة هو مقاومة حرارية تسمح بمراقبة درجة حرارة سائل التبريد، يتم وضعه عادةً في النقطة الأكثر سخونة في دائرة التبريد، أي عند مستوى رأس الأسطوانة. يقوم الحساس بقياس درجة حرارة المحرك وعرضها على لوحة العدادات.

عند تعطل نظام التبريد في محرك TDI1.6 ، قد يتعرض حساس درجة الحرارة للتلف بسبب الحرارة الزائدة أو نقص سائل التبريد، مما يؤدي إلى إرسال قراءات غير صحيحة إلى وحدة التحكم في المحرك ولوحة العدادات. يمكن أن ينتج عن ذلك تشغيل غير منتظم لمروحة التبريد، أو صعوبة في تشغيل المحرك، كما قد يؤدي تراكم الشوائب أو التآكل على الحساس إلى ضعف دقته في قياس درجة الحرارة. تظهر أعراض التلف من خلال تقلبات غير طبيعية في قراءة درجة الحرارة، أو إضاءة لمبة التحذير على لوحة العدادات.

الشكلII .14: تلف حساس الحرارة.

3.1.3.II زيت المحرك ولزوجته:

عند تعطل نظام التبريد في محرك TDI1.6 ، يتعرض زيت المحرك للتلف بسبب الارتفاع المفرط في درجة الحرارة، مما يؤثر على لزوجته وخصائصه الفيزيائية. يؤدي ذلك إلى تقليل كفاءة التزييت، وزيادة الاحتكاك بين المكونات الداخلية للمحرك، مما قد يسبب تآكلًا سريعًا للأجزاء الحيوية مثل الكامات والمكابس. كما يمكن أن يؤدي ارتفاع الحرارة إلى تحلل الزيت وتكوّن رواسب كربونية قد تسد القنوات الزيتية، مما يزيد من خطر تلف المحرك.

2.3.II الأعطال المحتملة في نظام التزييت لمحرك TDI 1.6:

1.2.3.II بطانة الاسطوانة:

الأضرار على مستوى بطانة الأسطوانة:

تثبيت غير صحيح/غير دقيق لبطانة الأسطوانة .

استخدام سائل تبريد غير ملائم .

درجة حرارة تشغيل منخفضة/مرتفعة جدًا .

تدفق غير كافٍ لسائل التبريد. [7]

عند تعطل نظام التزييت في محرك TDI1.6 ، تتعرض بطانة الأسطوانة للتلف نتيجة الاحتكاك الزائد وارتفاع الحرارة. يؤدي نقص التزييت إلى خدوش وتآكل مفرط في جدار الأسطوانة، مما يسبب فقدان الضغط الداخلي وضعف أداء المحرك. كما يؤدي الاحتكاك الجاف إلى ارتفاع حرارة المكبس وتآكل حلقاته، مما يسمح بتسرب الزيت إلى غرفة الاحتراق، مسببًا زيادة استهلاك الزيت وانبعاث دخان أزرق. في الحالات الشديدة، قد تتشقق البطانة أو تتعرض للكسر.

الشكلII .15: تلف بطانة الاسطوانة.

2.2.3.II ذراع التوصيل:

ذراع التوصيل هو جزء يربط المكبس بعمود الكرنك، ويتعرض لعدة أنواع من الإجهادات، مثل الضغط، والتمدد، والانحناء. غالبًا ما تُصنع ذراع التوصيل من الفولاذ الصلب، ولكن في المحركات عالية الأداء، يكون التيتانيوم خيارًا أفضل نظرًا لخفة وزنه وصلابته العالية. **[7]**

عند تعطل نظام التزييت في محرك TDI1.6 ، تتعرض ذراع التوصيل للتلف بسبب الاحتكاك الزائد وارتفاع الحرارة الناتج عن نقص الزيت. يؤدي ذلك إلى تآكل محامل ذراع التوصيل، مما يزيد من الخلوصات ويسبب طرق المحرك. في الحالات الأكثر خطورة، قد تنكسر الذراع بالكامل، مما قد يؤدي إلى ضرر كارثي في المحرك، أو قد تنحني، مما يسبب عدم انتظام في حركة المكبس وضعف الأداء. كما يؤدي الاحتكاك المفرط إلى ارتفاع حرارة عمود الكرنك، مما قد يسبب تلفه.

الشكلII .16: تلف ذراع التوصيل.

4.II مقارنة اعطال نظام التبريد بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6:

الجدولII .1: يبين مقارنة اعطال نظام التبريد بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.

العنصر	محرك HDI 1.6	محرك TDI 1.6
راس الأسطوانة Culasse	مصنوع من الالمنيوم حساس جدا للحرارة قد يتشوه او يتشقق بسهولة عند ارتفاع الحرارة.	مصنوع من الالمنيوم اكثر مقاومة قليلا من HDI لكنه لايزال عرضة للتشوه والتشققات في حال ارتفاع الحرارة الشديدة.
حشية راس الأسطوانة Joint de culasse	تتلف بسرعة عند ارتفاع الحرارة مما يؤدي الى تسرب الزيت او سائل التبريد داخل المحرك.	تتحمل الحرارة قليلا ولكنها قد تتلف أيضا مما يؤدي الى فقدان الضغط او تسرب السوائل.
المكابس Pistons	تتحمل درجات الحرارة العالية لكن قد تتعرض للتمدد الزائد او التلف اذا استمرت الحرارة لفترة طويلة.	مشابهة لمحرك HDI ولكن بسبب تصميم غرف الاحتراق قد تكون اكثر عرضة لتلف الحلقات segmentation عند الحرارة المفرطة.
مضخة الماء Pompe à eau	قد تتعطل بسبب الحرارة الزائدة مما يؤدي الى فقدان تدفق سائل التبريد بعض الإصدارات بها مشاكل التروس البلاستيكية داخل المضخة.	مضخة الماء في محركTDI اقوى عموما لكن يمكن ان تتلف عند الحرارة العالية جدا خاصة في المضخات الكهربائية.
المشع Radiateur	قد يتعرض لتسريب او انسداد بسبب الحرارة المفرطة مما يزيد من تفاقم المشكلة.	يتعرض لنفس المشاكل ولكن في بعض الطرازات يوجد نظام تبريد اكثر كفاءة يقلل من المخاطر.

تتأثر بنفس الطريقة لكن في بعض الإصدارات الحديثة توجد حماية برمجية تقلل من احتمالية تلف الحساسات.	حساس درجة الحرارة سائل التبريد وحساس الضغط قد يتأثران بالحرارة العالية مما يؤدي الى قراءات خاطئة.	**الحساسات الالكترونية Capteurs électroniques**
مصنوعة من حديد الزهر أيضا ولكن بتصميم يتيح تبريدا افضل قليلا مقارنة بمحرك HDI مما قد يقلل من مخاطر التشقق او التمدد الزائد.	مصنوعة من حديد الزهر مما يجعلها اكثر مقاومة للحرارة ولكنها تحتفظ بالحرارة لفترة طويلة مما قد يسبب مشاكل أخرى عند التبريد البطيء.	**كتلة المحرك Bloc moteur**

5.II مقارنة اعطال نظام التزييت بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6:

الجدولII .2: يبين مقارنة اعطال نظام التزييت بين محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.

محرك TDI 1.6	محرك HDI 1.6	العنصر
تآكل بسيط في الكامات عند تأخر تغيير الزيت او استخدام زيت غير مطابق للمواصفات.	تآكل الكامات بسبب ضعف ضغط الزيت او انسداد مجاري التزييت.	**عمود الكامات Arbre à cames**
مشاكل العمود المرفقي اقل شيوعا لكن ضعف التزييت يؤدي الى زيادة الاحتكاك بين السبيكة والعمود.	قد يحدث تآكل في كراسي العمود المرفقي عند انخفاض ضغط الزيت مما يؤدي الى صوت نقر.	**العمود المرفقي Vilebrequin**
بعض الطرازات تعاني من ضعف مضخة التزييت بمرور الزمن مما يؤدي الى انخفاض الضغط وزيادة استهلاك الزيت.	عرضة للتآكل عند استخدام زيت منخفض الجودة وانخفاض كفاءة التزييت يؤدي الى تلف التوربو.	**مضخة الزيت Pompe à huile**
تآكل محدود عند ضعف ضغط الزيت او عند تجاوز عدد الكيلومترات.	يمكن ان تتآكل بسبب ضعف التزييت خاصة مع انسداد مجاري الزيت.	**كراسي المحور والاذرع Coussinets**
اقل حساسية مقارنة بHDI لكنه قد يتضرر عند وجود تسريبات في نظام التزييت او استخدام زيت منخفض اللزوجة.	حساس جدا لجودة الزيت وقد يتضرر عند انسداد أنبوب تغذية الزيت مما يؤدي الى تلف المحامل الداخلية.	**الشاحن التوربيني Turbocompresseur**
اقل عرضة للتآكل بسبب اختلاف تصميم المحرك لكن يمكن ان يحدث في حال	تآكل نتيجة ضعف التزييت خاصة في المحركات التي تعمل بزيت متدهور لفترة طويلة.	**بطانة الأسطوانة Chemise de cylindre**

استخدام زيت رديء.		
يمكن ان يعاني من اجهاد ميكانيكي في حال تلف كراسي التوصيل بسبب ضعف التزييت لكنه اقل عرضة للكسر.	قد يتعرض للكسر او الانحناء عند انخفاض ضغط الزيت الشديد خاصة اذا حدث اهتراء في كراسي التوصيل.	**ذراع التوصيل Bielle**

6.II الخاتمة:

في الختام، تلعب أنظمة التبريد والتزييت دورًا حيويًا في الحفاظ على كفاءة وأداء محركات 1.6 HDIو1.6 TDI، حيث تساهم في تقليل الاحتكاك، وتبديد الحرارة الزائدة، وضمان تشغيل المحرك بسلاسة. ومع ذلك، فإن الأعطال في هذه الأنظمة، مثل تسربات سائل التبريد، انسداد المشعات، انخفاض ضغط الزيت، أو تآكل مضخة الزيت، يمكن أن تؤدي إلى تلف المحرك وزيادة استهلاك الوقود .

لذلك، فإن الصيانة الدورية، واستخدام الزيوت والسوائل المناسبة، وفحص المكونات بانتظام، ضرورية لتجنب الأعطال المكلفة وإطالة عمر المحرك.

في النهاية، فإن التعامل السريع مع أي مؤشرات على وجود مشكلة يساعد في الحفاظ على أداء المحرك وكفاءته لأطول فترة ممكنة.

الفصل الثالثIII :

تكلفة إصلاح المحرك 1.6

HDI

مقابل تكلفة إصلاح المحرك

.TDI 1.6

الفصل الثالثIII : تكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6مقابل تكلفة إصلاح المحرك 1.6 .TDI

1.III مقدمة:

تختلف تكلفة إصلاح محركات HDI 1.6 وTDI 1.6 بناءً على عدة عوامل مثل نوع العطل ومدى الضرر وتكلفة قطع الغيار وأجر العمالة. بشكل عام، محركات HDI 1.6 التي تُستخدم في سيارات بيجو وسيتروين قد تكون تكلفة إصلاحها أقل نسبيًا مقارنة بمحركات TDI 1.6 الشائعة في سيارات فولكس فاغن وأودي بسبب توفر قطع الغيار وتكلفتها المنخفضة. ومع ذلك، قد تتراوح تكلفة الإصلاحات الأساسية بين بضع مئات الالاف إلى الملايين، خاصة إذا تطلبت العملية استبدال أجزاء رئيسية مثل Turbo أو نظام الحقن. يُنصح دائمًا بالتشخيص الدقيق والحصول على عروض أسعار من ورش متخصصة قبل الشروع في الإصلاح .

كل الأرقام المعطاة في هذا المحور تم رصدها من اخصائيين في قطاع الغيار وورشات التصليح بولايتي ورقلة ووادي سوف علما ان النتائج معطاة بالدينار الجزائري ومحولة باجتهاد شخصي الى الدولار.

2.III تكلفة إصلاح المحرك HDI 1.6:

1.2.III تكلفة إصلاح نظام التزييت في محرك HDI 1.6:

1.1.2.III تكلفة إصلاح عمود الكامات:

تتفاوت تكلفة إصلاح أو استبدال عمود الكامات لمحرك HDi 1.6 حسب حالته (جديد أو مستعمل) وتكاليف اليد العاملة.

تتراوح تكلفة إصلاح عمود الكامات في محرك hdi 1.6 بين 228 و608 دولار لعمود الكامات الجديد، وبين 38 و114 دولار لعمود الكامات المستعمل، بالإضافة إلى 38 و76 دولار لأجرة اليد العاملة.

2.1.2.III تكلفة إصلاح عمود المرفق:

تكلفة إصلاح أو استبدال عمود الكرنك (المرفقي) في محرك HDI 1.6تعتمد على عدة عوامل، مثل حالة العمود (جديد أو مستعمل) ونوع الإصلاح المطلوب (تصليح أو استبدال) بالإضافة إلى تكاليف العمالة.

تتراوح تكلفة إصلاح عمود الكرنك (المرفقي) في محرك hdi 1.6 بين 380 و1140 دولار لعمود الكرنك الجديد، وبين 60.8 و152 دولار لعمود الكرنك المستعمل، بالإضافة إلى84و114 دولار لأجرة اليد العاملة.

إذا كان تلف عمود الكرنك بسيطًا، يمكن إصلاحه في ورشة خراطة بتكلفة أقل من استبداله. ومع ذلك، يجب فحص عمود الكرنك بدقة لتحديد مدى التلف. تتراوح تكلفة اليد العاملة في ورش الخراطة لإصلاح عمود الكرنك بين 22.8 و60.8 دولار.

3.1.2.III تكلفة إصلاح مضخة الزيت:

تتراوح تكلفة مضخة الزيت الجديدة لمحرك HDI 1.6 بين 114 و304 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة. أما مضخة الزيت المستعملة، فيمكن الحصول عليها بسعر أقل، يتراوح عادة بين38 و60.8 دولار .

بالإضافة إلى تكلفة مضخة الزيت، يجب أيضًا مراعاة تكلفة اليد العاملة لإجراء الإصلاح. تتراوح تكلفة اليد العاملة بين 22.8 و228 دولار حسب ورشة الإصلاح وخبرة الميكانيكي.

4.1.2.III تكلفة إصلاح بطانة الاسطوانة:

تعتبر بطانة الأسطوانة جزءًا هامًا في محرك HDI1.6 ، حيث توفر سطحًا أملسًا لحركة المكبس وتساهم في إحكام عملية الاحتراق. قد تتلف هذه البطانة مع مرور الوقت أو نتيجة لبعض العوامل، مما يستدعي إصلاحها أو استبدالها. تتراوح أسعار بطانات الأسطوانات الجديدة لمحرك HDI 1.6 بين 912 و3040 دولار للبطانة الواحدة، حسب العلامة التجارية والجودة. يجب التأكد من توافق البطانة مع نوع المحرك وموديل السيارة.

5.1.2.III تكلفة إصلاح ذراع التوصيل:

تتأثر تكلفة إصلاح ذراع التوصيل في محرك hdi 1.6 بعدة عوامل، بما في ذلك نوع قطعة الغيار (جديدة أو مستعملة)، ومكان الشراء (موزع معتمد أو سوق سوداء)، وورشة الإصلاح (معتمدة أو عادية)، ومدى الضرر. بشكل عام، يمكن تقدير تكلفة قطعة الغيار الجديدة بين 76 و228 دولار، بينما تتراوح تكلفة القطعة المستعملة بين 15.2 و60.8 دولار. أما أجرة اليد العاملة، فقد تتراوح بين 22.8 و76 دولار.

6.1.2.III تكلفة إصلاح فلتر الزيت:

يُعتبر فلتر الزيت جزءًا حيويًا في نظام تزييت المحرك، حيث يقوم بتنقية الزيت من الشوائب والرواسب قبل وصوله إلى أجزاء المحرك المختلفة. تغيير فلتر الزيت بانتظام يساهم في الحفاظ على نظافة الزيت وتدفقه بشكل صحيح، مما يحمي المحرك من التآكل ويطيل عمره الافتراضي.

يتراوح سعر فلتر الزيت الجديد لمحرك HDI 1.6 بين 7.6 و22.8 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة.

7.1.2.III تكلفة إصلاح حساس نظام الزيت:

يعتبر حساس نظام الزيت، أو ما يسمى أيضًا بحساس ضغط الزيت، جزءًا هامًا في نظام تزييت المحرك. يقوم هذا الحساس بمراقبة ضغط الزيت في المحرك وإرسال هذه المعلومات إلى وحدة التحكم الإلكترونية في المحرك .(ECU) بناءً على هذه المعلومات، تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بتنبيه السائق إذا كان ضغط الزيت منخفضًا جدًا، مما قد يشير إلى وجود مشكلة في نظام التزييت.

يتراوح سعر حساس نظام الزيت الجديد لمحرك HDI 1.6 في الجزائر بين 22.8 و60.8 دولار.

2.2.III تكلفة إصلاح نظام التبريد في محرك HDI 1.6:

1.2.2.III تكلفة إصلاح مضخة الماء:

يمكن تقدير تكلفة إصلاح مضخة الماء في محرك hdi 1.6 على النحو التالي :

مضخة ماء جديدة (أصلية): 60.8 - 152 دولار.

مضخة ماء جديدة (تجاري): 22.8 - 76 دولار.

أجرة اليد العاملة: 7.6 – 22.8 دولار.

2.2.2.III تكلفة إصلاح المشعة:

تتفاوت تكلفة إصلاح أو استبدال المشعة (مبرد المحرك) في محرك HDi 1.6 بناءً على عدة عوامل، بما في ذلك حالة القطعة (جديدة أو مستعملة)، وتوفرها، وتكاليف اليد العاملة.

مشعة جديدة: تتراوح أسعار مشعة محرك HDI 1.6 الجديدة عادةً بين 152 و380 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة .

مشعة مستعملة: يمكن العثور على مشعة مستعملة بأسعار أقل، تتراوح عادةً بين 22.8 و76 دولار. ومع ذلك، يجب التأكد من حالة المشعة المستعملة قبل شرائها، حيث قد تكون عرضة للتلف أو التسرب.

تكلفة العمالة تختلف تكلفة العمالة حسب المنطقة الجغرافية والورشة. عادةً ما تتراوح تكلفة تغيير المشعة بين 11.4 و38 دولار.

3.2.2.III تكلفة إصلاح حساس درجة الحرارة:

يعتبر حساس درجة الحرارة جزءًا هامًا في نظام تبريد المحرك، حيث يقوم بقياس درجة حرارة سائل التبريد وإرسال هذه المعلومات إلى وحدة التحكم الإلكترونية في المحرك .(ECU) بناءً على هذه المعلومات، تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بتنظيم عمل نظام التبريد للحفاظ على درجة حرارة المحرك المثالية.

يتراوح سعر حساس درجة الحرارة الجديد لمحرك HDI 1.6 بين 15.2 و45.6 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة.

3.2.III تكلفة إصلاح نظام الحقن في محرك HDI 1.6:

1.3.2.III تكلفة اصلاح مضخة الضغط العالي:

تختلف تكلفة إصلاح أو استبدال مضخة الضغط العالي لمحرك HDI 1.6 حسب عدة عوامل، منها حالة المضخة (جديدة أو مستعملة)، وتكاليف اليد العاملة، وتوفر القطع في السوق. بالنسبة للمضخات الجديدة، قد تتراوح أسعارها بين 304 و760 دولار، بينما قد تصل تكاليف اليد العاملة إلى 22.8- 228 دولار. أما المضخات المستعملة، قد تكلف ما بين 76 الى 190 دولار، لكن يُفضل التأكد من جودتها قبل الشراء. للحصول على تقدير دقيق، يُنصح بالتواصل مع ورش الصيانة المحلية أو بائعي قطع الغيار المعتمدين.

2.3.2.III تكلفة اصلاح الحاقنات:

تعتبر حاقنات الوقود جزءًا اساسيا في محرك HDI1.6 ، وأي عطل بها يمكن أن يؤثر سلبًا على أداء المحرك واستهلاك الوقود. عند الحاجة إلى إصلاح أو استبدال هذه الحاقنات، يجب أخذ عدة عوامل في الاعتبار لتحديد التكلفة الإجمالية .

أسعار حاقنات الوقود

جديدة: يتراوح سعر حاقن الوقود الجديد لمحرك HDI 1.6 في الجزائر بين 114 و304 دولار للحاقن الواحد، حسب العلامة التجارية والجودة. العلامات التجارية المعروفة مثل Bosch أو Siemens قد تكون أغلى، لكنها توفر جودة وموثوقية أعلى .

مستعملة: يمكن العثور على حاقنات وقود مستعملة بأسعار تتراوح بين 76 و121.6 دولار للحاقن الواحد. ومع ذلك، يجب التأكد من حالة الحاقن المستعمل وفحصه جيدًا قبل شرائه، حيث قد يكون عرضة للأعطال بعد فترة قصيرة من الاستخدام.

3.3.2.III تكلفة اصلاح فلتر الوقود:

يُعتبر فلتر الوقود جزءًا هامًا في نظام الوقود في محرك HDI1.6 ، حيث يقوم بتنقية الوقود من الشوائب والرواسب قبل وصوله إلى المحرك. تغيير فلتر الوقود بانتظام يساهم في الحفاظ على أداء المحرك وكفاءته، ويمنع الأعطال الناتجة عن انسداد الفلتر.

يتراوح سعر فلتر الوقود الجديد لمحرك HDI 1.6 بين 30.4 و114 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة. العلامات التجارية المعروفة مثل Bosch أو Purflux قد تكون أغلى، لكنها توفر جودة وموثوقية أعلى.

4.3.2.III تكلفة اصلاح حساس نظام الوقود:

يعتبر حساس نظام الوقود، أو ما يسمى أيضًا بحساس ضغط الوقود أو حساس السكك الحديدية المشتركة، جزءًا هامًا في نظام حقن الوقود في محرك HDI. 1.6 يقوم هذا الحساس بقياس ضغط الوقود في السكك الحديدية المشتركة وإرسال هذه المعلومات إلى وحدة التحكم الإلكترونية في المحرك .(ECU) بناءً على هذه المعلومات، تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بضبط كمية الوقود المحقونة لضمان أفضل أداء للمحرك واقتصاد في استهلاك الوقود.

يتراوح سعر حساس نظام الوقود الجديد لمحرك HDI 1.6 بين 30.4 و76 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة.

4.2.III تكلفة إصلاح الأجزاء الاخرى في محرك HDI 1.6:

1.4.2.III تكلفة إصلاح راس الاسطوانة: تعتبر تكلفة إصلاح رأس الأسطوانة في محرك HDI 1.6 من بين التكاليف الهامة التي يجب على أصحاب السيارات أخذها في الاعتبار عند مواجهة مشاكل في هذا الجزء من المحرك. تتأثر هذه التكلفة بعدة عوامل، مما يجعل تحديد سعر دقيق أمراً صعباً.

بشكل عام، يمكن تقدير تكلفة إصلاح رأس الأسطوانة في محرك HDI 1.6 على النحو التالي :

الإصلاح البسيط: قد يتراوح بين 76 و228 دولار .

الإصلاح الشامل: قد يتراوح بين 228 و608 دولار أو أكثر.

رأس أسطوانة جديدة أصلية: قد تتراوح تكلفتها بين 266 و684 دولار أو أكثر، حسب العلامة التجارية للسيارة ونوع المحرك .

رأس أسطوانة بديلة جديدة: قد تكون أقل تكلفة من الأصلية، ولكن يجب التأكد من جودتها وملاءمتها للمحرك. يمكن أن تتراوح تكلفتها بين 380 و760 دولار.

2.4.2.III تكلفة إصلاح حشية راس الاسطوانة:

تعتبر حشية رأس الأسطوانة جزءًا في محرك السيارة، وعند تلفها، قد تواجه مشاكل خطيرة تتطلب إصلاحًا فوريًا.

بشكل عام، يمكن تقدير متوسط تكلفة إصلاح حشية رأس الأسطوانة في محرك HDI 1.6 على النحو التالي :

قطع الغيار (أصلية): 38 - 114 دولار.

قطع الغيار (بديلة): 22.8 - 76 دولار.

أجور اليد العاملة: 15.2 – 60.8 دولار.

المجموع الكلي بناءً على التقديرات أعلاه، يمكن أن تتراوح التكلفة الإجمالية لإصلاح حشية رأس الأسطوانة في محرك HDI 1.6 بين 212.8 و380 دولار.

3.4.2.III تكلفة إصلاح كتلة المحرك:

تعتبر كتلة المحرك الجزء الأساسي الذي يحتوي على الأسطوانات والمكابس وأجزاء أخرى. أي تلف في كتلة المحرك يمكن أن يؤدي إلى مشاكل خطيرة في أداء المحرك وقد يتطلب إصلاحًا مكلفًا.

بشكل عام، يمكن تقدير التكلفة على النحو التالي :

إصلاح بسيط قد يشمل إصلاح بسيط لحام أو ترميم تشققات صغيرة أو تغيير بعض الأجزاء التالفة. في هذه الحالة، قد تتراوح التكلفة بين 38 و152 دولار .

إصلاح متوسط قد يشمل إصلاح متوسط إعادة خراطة الأسطوانات أو تغيير بعض المكابس. في هذه الحالة، قد تتراوح التكلفة بين 152 و380 دولار .

إصلاح كبير قد يشمل إصلاح كبير استبدال كتلة المحرك بالكامل أو إجراء إصلاحات معقدة جدًا. في هذه الحالة، قد تتجاوز التكلفة 380 دولار وقد تصل إلى 760 دولار أو أكثر .

كتلة المحرك الجديدة يمكن أن يتراوح سعر كتلة المحرك الجديدة لمحرك HDI 1.6 بين 760 و2280 دولار أو أكثر، حسب العلامة التجارية والجودة .

كتلة المحرك المستعملة يمكن العثور على كتل محركات مستعملة بأسعار تتراوح بين 15.6 و88.5 دولار. ومع ذلك، يجب التأكد من حالة الكتلة المستعملة وفحصها جيدًا قبل شرائها، حيث قد تكون عرضة للأعطال بعد فترة قصيرة من الاستخدام.

4.4.2.III تكلفة إصلاح المكابس:

تختلف تكلفة إصلاح المكابس بشكل كبير حسب نوع العطل ومدى التلف. بشكل عام، يمكن تقدير التكلفة على النحو التالي :

إصلاح بسيط قد يشمل إصلاح بسيط تغيير حلقات المكبس أو تنظيف المكابس. في هذه الحالة، قد تتراوح التكلفة بين 38 و114 دولار .

إصلاح متوسط قد يشمل إصلاح متوسط تغيير بعض المكابس أو إجراء خراطة للأسطوانات. في هذه الحالة، قد تتراوح التكلفة بين 114 و304 دولار .

إصلاح كبير قد يشمل إصلاح كبير استبدال جميع المكابس أو إجراء إصلاحات معقدة جدًا في كتلة المحرك. في هذه الحالة، قد تتجاوز التكلفة 304 دولار وقد تصل إلى 608 دولار أو أكثر .

مكابس جديدة يمكن أن يتراوح سعر المكبس الواحد الجديد لمحرك HDI 1.6 بين 91.2 و266 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة.

5.4.2.III تكلفة إصلاح الشاحن التوربيني:

يعتبر الشاحن التوربيني جزءًا هامًا في محرك HDI1.6 ، حيث يساهم في زيادة قوته وكفاءته. إلا أنه قد يتعرض للتلف مع مرور الوقت، مما يستدعي إصلاحه أو استبداله.

تتراوح أسعار الشواحن التوربينية الجديدة لمحرك HDI 1.6 بين 304 و380 دولار، حسب العلامة التجارية والجودة. بعض العلامات التجارية المعروفة تشمل Garrett و BorgWarner

تكلفة الشاحن التوربيني المستعمل يمكن الحصول على شاحن توربيني مستعمل بسعر أقل، يتراوح عادة بين 190 و266 دولار. ومع ذلك، يجب التأكد من حالة الشاحن المستعمل قبل تركيبه، حيث قد يكون بحاجة إلى إصلاح أو صيانة .

بالإضافة إلى تكلفة الشاحن التوربيني، يجب أيضًا مراعاة تكلفة اليد العاملة لإجراء الإصلاح. تتراوح تكلفة اليد العاملة في الجزائر بين 38 و60.8 دولار.

3.III تكلفة إصلاح المحرك TDI 1.6:

1.3.III تكلفة إصلاح نظام التزييت في محرك TDI 1.6:

1.1.3.III تكلفة إصلاح عمود الكامات:

تتفاوت تكلفة إصلاح عمود الكامات في محرك TDI 1.6 بشكل كبير، حيث تتأثر بعدة عوامل رئيسية. أولاً، حالة عمود الكامات نفسه تلعب دورًا حاسمًا؛ فإذا كان يحتاج إلى إصلاح بسيط، ستكون التكلفة أقل بكثير من استبداله بالكامل. ثانيًا، نوع عمود الكامات المستخدم، سواء كان جديدًا أو مستعملًا، يؤثر بشكل كبير على السعر. عمود الكامات الجديد يمكن أن يكلف ما بين 266و684 دولار أو أكثر، بينما المستعمل قد يكون أرخص، ولكن يجب فحصه جيدًا للتأكد من حالته. بالإضافة إلى ذلك، تختلف أجرة اليد العاملة من ورشة إلى أخرى، وتتراوح عادةً بين 38 و152 دولار أو أكثر.

2.1.3.III تكلفة إصلاح عمود المرفق:

تتفاوت تكلفة إصلاح عمود المرفق في محرك TDI 1.6 بشكل ملحوظ، حيث تتأثر بعدة عوامل رئيسية. أولاً، حالة عمود المرفق نفسه تلعب دورًا حاسمًا؛ فالأضرار البسيطة مثل الخدوش السطحية يمكن إصلاحها عبر إعادة التشكيل أو التجليخ، بينما الأضرار الكبيرة مثل التشققات أو الانحناءات تستلزم الاستبدال الكامل. ثانيًا، نوع عمود المرفق المستخدم، سواء كان جديدًا أو مستعملاً، يؤثر بشكل كبير على التكلفة. عمود المرفق الجديد يكون أغلى، حيث يتراوح سعره بين 456و1368 دولار أو أكثر، بينما

المستعمل قد يكون أرخص، ولكن يجب فحصه جيدًا للتأكد من سلامته. ثالثًا، أجرة اليد العاملة تختلف بين الورش، وتعتمد على خبرة الفنيين وتعقيد عملية الإصلاح، وتتراوح عادةً بين 76 و228 دولار أو أكثر. رابعًا، قد يتطلب إصلاح عمود المرفق استبدال قطع غيار أخرى مثل المحامل أو حلقات المكبس، مما يزيد من التكلفة الإجمالية

.

3.1.3.III تكلفة إصلاح مضخة الزيت:

تتأرجح تكلفة إصلاح مضخة الزيت في محرك TDI 1.6 بشكل ملحوظ، إذ تتأثر بعدة عوامل أساسية. أولًا، حالة المضخة نفسها تلعب دورًا محوريًا؛ فالأعطال الطفيفة قد تستدعي ترميمًا بسيطًا، في حين أن التلفيات الجسيمة تتطلب استبدال المضخة بالكامل. ثانيًا، نوع المضخة المستخدمة، سواء كانت جديدة أو مُستعملة، يؤثر بشكل كبير على السعر. مضخة الزيت الجديدة تكون أكثر تكلفة، حيث يتراوح سعرها بين 136.8 و342 دولارأو أكثر، بينما المستعملة قد تكون أقل سعرًا، ولكن يجب فحصها بدقة للتأكد من سلامتها. ثالثًا، أجور اليد العاملة تتفاوت بين الورش، وتعتمد على خبرة الفنيين ومدى تعقيد عملية الإصلاح، وتتراوح عادةً بين 38 و114 دولار أو أكثر.

4.1.3.III تكلفة إصلاح بطانة الاسطوانة:

تكلفة إصلاح بطانة الأسطوانة في محرك TDI 1.6 تختلف حسب عدة عوامل مثل حالة المحرك، وورشة الإصلاح، وما إذا كانت القطع المستخدمة جديدة أو مستعملة.

يتراوح سعرها الإجمالي بين 228 إلى 1064 دولار، حيث تشمل تكلفة قطع الغيار (بطانة أسطوانة جديدة تتراوح بين 342 إلى 456 دولار، أو مستعملة بين 60.8 إلى 228 دولار)، وتكلفة العمالة التي تتراوح بين 156 إلى 203 دولار، بالإضافة إلى تكاليف إضافية مثل سوائل المحرك (زيت المحرك وسائل التبريد) التي قد تصل إلى 76 دولار.

5.1.3.III تكلفة إصلاح ذراع التوصيل:

تتفاوت تكلفة إصلاح ذراع التوصيل في محرك TDI 1.6 بشكل ملحوظ تبعًا لعدة عوامل، منها نوع الإصلاح المطلوب (استبدال أو ترميم)، ونوعية قطع الغيار المستخدمة (جديدة أو مستعملة)، وأجرة اليد العاملة التي تختلف من منطقة لأخرى، بالإضافة إلى حالة المحرك العامة، حيث قد تتطلب بعض الحالات إصلاحات إضافية تزيد من التكلفة النهائية، ويمكن تقدير أسعار قطع الغيار الجديدة بين 91.2 و 266

دولار أو أكثر، بينما تتوفر القطع المستعملة بأسعار أقل مع ضرورة التحقق من حالتها، وتتراوح أجرة الميكانيكي بين 38 و 114 دولار أو أكثر.

6.1.3.III تكلفة إصلاح فلتر الزيت:

تختلف تكلفة إصلاح فلتر الزيت في محرك TDI 1.6 تبعًا لعدة عوامل، منها نوع فلتر الزيت المستخدم، وأجرة اليد العاملة، ونوع زيت المحرك، حيث تتراوح أسعار فلاتر الزيت الجديدة بين 9.12 و26.6 دولارأو أكثر، وتتراوح أجرة الميكانيكي بين 3.8 و11.4 دولار أو أكثر.

7.1.3.III تكلفة إصلاح حساس الزيت:

تختلف تكلفة إصلاح حساس الزيت في محرك TDI 1.6 تبعًا لعدة عوامل، منها نوع حساس الزيت المستخدم، وأجرة اليد العاملة، ونوع المحرك، حيث تتراوح أسعار حساسات الزيت الجديدة بين 7.6 و26.6 دولار أو أكثر، وتتراوح أجرة الميكانيكي بين 22.8 و26.6 دولار أو أكثر.

2.3.III تكلفة إصلاح نظام التبريد في محرك TDI 1.6:

1.2.3.III تكلفة إصلاح مضخة الماء:

تختلف تكلفة إصلاح مضخة الماء في محرك TDI 1.6 بشكل كبير بناءً على عدة عوامل، منها نوع مضخة الماء وأجرة اليد العاملة.

بشكل عام، يمكن تقدير التكاليف على النحو التالي:

* سعر مضخة الماء: يتراوح سعر مضخة الماء الجديدة لمحرك TDI 1.6 بين 68.4 و167.2 دولار، أو أكثر، حسب العلامة التجارية والجودة.

* أجرة اليد العاملة: يمكن أن تتراوح أجرة الميكانيكي لتغيير مضخة الماء بين15.2 و38 دولار أو أكثر، حسب مدى تعقيد العمل.

2.2.3.III تكلفة إصلاح المشعة:

تتفاوت تكلفة إصلاح المشعة في محرك TDI 1.6 تبعًا لعدة عوامل، منها نوع المشعة المستخدمة، وأجرة اليد العاملة، وقطع الغيار الإضافية، حيث تتراوح أسعار المشعات الجديدة بين 167.2 و418 دولار أو

أكثر، وتتراوح أجرة الميكانيكي بين 15.2 و41.8 دولار أو أكثر، وقد تتراوح تكلفة قطع الغيار الإضافية بين 22.8 و228 دولار أو أكثر.

3.2.3.III تكلفة إصلاح حساس درجة الحرارة:

تتفاوت تكلفة إصلاح حساس الحرارة في محرك TDI 1.6 بشكل ملحوظ بناءً على عدة عوامل، حيث يتأثر السعر بنوع الحساس (أصلي أم بديل)، ومكان الشراء (محلات قطع الغيار أو الإنترنت)، وأجرة اليد العاملة (ورشة متخصصة أو ميكانيكي مستقل)، وحالة الحساس (جديد أم مستعمل). لتقدير التكلفة، يمكن اعتبار أن سعر الحساس الجديد قد يتراوح بين 19 و53 دولار، بينما تتراوح أجرة اليد العاملة بين 15.2 و22.8 دولار.

3.3.III تكلفة إصلاح نظام الحقن في محرك TDI 1.6:

1.3.3.III تكلفة اصلاح مضخة الضغط العالي:

تتباين تكلفة إصلاح مضخة الضغط العالي في محرك TDI 1.6 بشكل ملحوظ، وذلك استنادًا إلى عدة عوامل أساسية. تتأثر التكلفة بشكل مباشر بجودة المضخة المطلوبة، سواء كانت أصلية أو بديلة، وحالتها، أي جديدة أو مستعملة، بالإضافة إلى أجور اليد العاملة في الورشة المختصة، ومكان شراء القطعة.

لتقدير التكلفة، يمكن اعتبار أن سعر المضخة الجديدة يتراوح بين 342 و912 دولار أو أكثر، بينما تتراوح أجور اليد العاملة بين 38 و114 دولار أو أكثر.

2.3.3.III تكلفة اصلاح الحاقنات:

تختلف تكلفة إصلاح الحاقنات في محرك TDI 1.6 حسب عدة عوامل، منها نوع الحاقنات (أصلية أو بديلة) وحالتها (جديدة أو مستعملة)، بالإضافة إلى أجرة اليد العاملة ومكان الشراء.

* تقدير التكلفة:

* يتراوح سعر الحاقنات الجديدة بين 136.8 و342 دولار.

* تتراوح أجرة اليد العاملة بين 30.4 و91.2 دولار.

3.3.3.III تكلفة اصلاح فلتر الوقود:

تختلف تكلفة إصلاح فلتر الوقود في محرك TDI 1.6 حسب عدة عوامل، منها نوع الفلتر (أصلي أو بديل) وحالته (جديد أو مستعمل)، بالإضافة إلى أجرة اليد العاملة ومكان الشراء. ويتراوح سعر فلتر الوقود الجديد بين 15.2 و34.2 دولار، بينما تتراوح أجرة اليد العاملة بين 3.8 و15.2 دولار.

4.3.3.III تكلفة اصلاح حساس نظام الوقود:

تختلف تكلفة إصلاح حساس نظام الوقود في محرك TDI 1.6 حسب عدة عوامل، منها نوع الحساس (أصلي أو بديل) وحالته (جديد أو مستعمل)، بالإضافة إلى أجرة اليد العاملة ومكان الشراء.

* بشكل عام يمكن تقدير التكلفة:

* يتراوح سعر الحساس الجديد بين 34.2 و91.2 دولار.

* تتراوح أجرة اليد العاملة بين 7.6 و22.8 دولار.

4.3.III تكلفة إصلاح الأجزاء الاخرى في محرك TDI 1.6:

1.4.3.III تكلفة إصلاح راس الاسطوانة:

تتفاوت تكلفة إصلاح رأس الأسطوانة في محرك TDI 1.6 بشكل كبير، حيث تتأثر بعدة عوامل رئيسية، تشمل نوع الإصلاح المطلوب (بسيط أو معقد أو استبدال كامل)، وحالة رأس الأسطوانة (قابل للإصلاح أم يحتاج إلى استبدال)، وأجرة اليد العاملة في الورشة المختصة، وتكلفة قطع الغيار. لتقدير التكلفة، يمكن اعتبار أن إصلاحًا بسيطًا قد يتراوح بين 76 و228 دولار، بينما الإصلاحات الأكثر تعقيدًا قد تتراوح بين 228 و608 دولار أو أكثر، والاستبدال الكامل قد يكلف ما بين 226 و684 دولار أو أكثر.

2.4.3.III تكلفة إصلاح حشية راس الاسطوانة:

تختلف تكلفة إصلاح حشية رأس الأسطوانة في محرك TDI 1.6 حسب عدة عوامل، منها نوع الحشية (أصلية أو بديلة) وحالة رأس الأسطوانة (يحتاج إلى إصلاحات أخرى أم لا)، بالإضافة إلى أجرة اليد العاملة وتكلفة قطع الغيار الأخرى. ويتراوح سعر حشية رأس الأسطوانة الجديدة بين 45.6 و136.8 دولار، بينما تتراوح أجرة اليد العاملة بين 38 و114 دولار، وقد يتراوح إجمالي تكلفة الإصلاح بين 174.8 و532 دولار أو أكثر.

3.4.3.III تكلفة إصلاح كتلة المحرك:

تعتبر تكلفة إصلاح كتلة المحرك في محرك TDI 1.6 من بين الإصلاحات الأكثر تكلفة وتعقيدًا، وتختلف بشكل كبير حسب عدة عوامل، منها نوع الإصلاح المطلوب (بسيط أو معقد أو استبدال كامل)، وحالة كتلة

المحرك (قابل للإصلاح أم يحتاج إلى استبدال)، وأجرة اليد العاملة في الورشة المختصة، وتكلفة قطع الغيار. لتقدير التكلفة، يمكن اعتبار أن إصلاحًا بسيطًا قد يتراوح بين 152 و380 دولار، بينما الإصلاحات الأكثر تعقيدًا قد تتراوح بين 456 و1140 دولار أو أكثر، والاستبدال الكامل قد يكلف ما بين 912و2660 دولار أو أكثر.

4.4.3.III تكلفة إصلاح المكابس:

تختلف تكلفة إصلاح المكابس في محرك TDI 1.6 حسب نوع الإصلاح وحالة المكابس وأجرة اليد العاملة وتكلفة قطع الغيار.

*بشكل عام يمكن تقدير التكلفة:

* إصلاح بسيط (تغيير حلقات المكابس): 114 إلى 304 دولار.

* إصلاحات معقدة (استبدال المكابس): 304 إلى 760 دولار أو أكثر.

* استبدال كامل للمكابس: 106.4 إلى 304 دولار أو أكثر.

5.4.3.III تكلفة إصلاح الشاحن الوربيني:

تختلف تكلفة إصلاح الشاحن التوربيني في محرك TDI 1.6 حسب نوع الإصلاح المطلوب (بسيط أو معقد أو استبدال كامل)، وحالة الشاحن التوربيني (قابل للإصلاح أم يحتاج إلى استبدال)، وأجرة اليد العاملة في الورشة المختصة، وتكلفة قطع الغيار. لتقدير التكلفة، يمكن اعتبار أن إصلاحًا بسيطًا قد يتراوح بين 114 و266 دولار، بينما الإصلاحات الأكثر تعقيدًا قد تتراوح بين 304 و608 دولار أو أكثر، والاستبدال الكامل قد يكلف ما بين 342 و456 دولار أو أكثر.

4.III مقارنة بين تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6:

تُعد محركات الديزل بسعة 1.6 لتر من أكثر المحركات انتشارًا في السيارات الأوروبية، ومن أبرزها محرك HDi من مجموعة PSA بيجو-سيتروين ومحرك TDI من مجموعة فولكس فاجن. ويُظهر الجدول التالي مقارنة مبسطة بين المحركين من حيث تكلفة الإصلاح وبعض الجوانب الفنية والخدمية المهمة لمساعدة المستخدم على اتخاذ قرار مستنير.

الجدولIII .1: مقارنة بين تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.

العنصر	محرك HDI 1.6 (دولار)	محرك TDI 1.6 (دولار)
عمود الكامات	592.59-222.22	666.67-259.26
عمود المرفق	1111.11-370.37	1333.33-444.44
مضخة الزيت	296.30-111.11	333.33-133.33
بطانة الاسطوانة	888.89-296.30	1037.04-333.33
ذراع التوصيل	222.22-74.07 (للذراع الواحد)	259.26-88.89 (للذراع الواحد)
فلتر الزيت	22.22-7.41	25.93-8.89
حساس نظام الزيت	59.26-22.22	66.67-25.93
مضخة الماء	148.15-59.26	163.00-66.67
المشعة	370.37-148.15	407.41-162.96
حساس درجة الحرارة	44.44-16.67	51.85-18.52
مضخة الضغط العالي	740.74-296.30	888.89-333.33
الحاقنات	296.30-111.11 (للحاقن الواحد)	333.33 -133.33 (للحاقن الواحد)
فلتر الوقود	29.63-11.11	33.33-13.33
حساس نظام الوقود	74.07-20.15	88.89-24.55
راس الاسطوانة	666.67-259.26	740.74-296.30
حشية راس الاسطوانة	114.00-38.00	136.80-45.60

كتلة المحرك	2280.00-670.00	2660.00-912.00
المكابس	266.00-91.20 (للمكبس الواحد)	304.00-106.40 (للمكبس الواحد)
الشاحن التوربيني	380.00-304.00	456.00-342.00

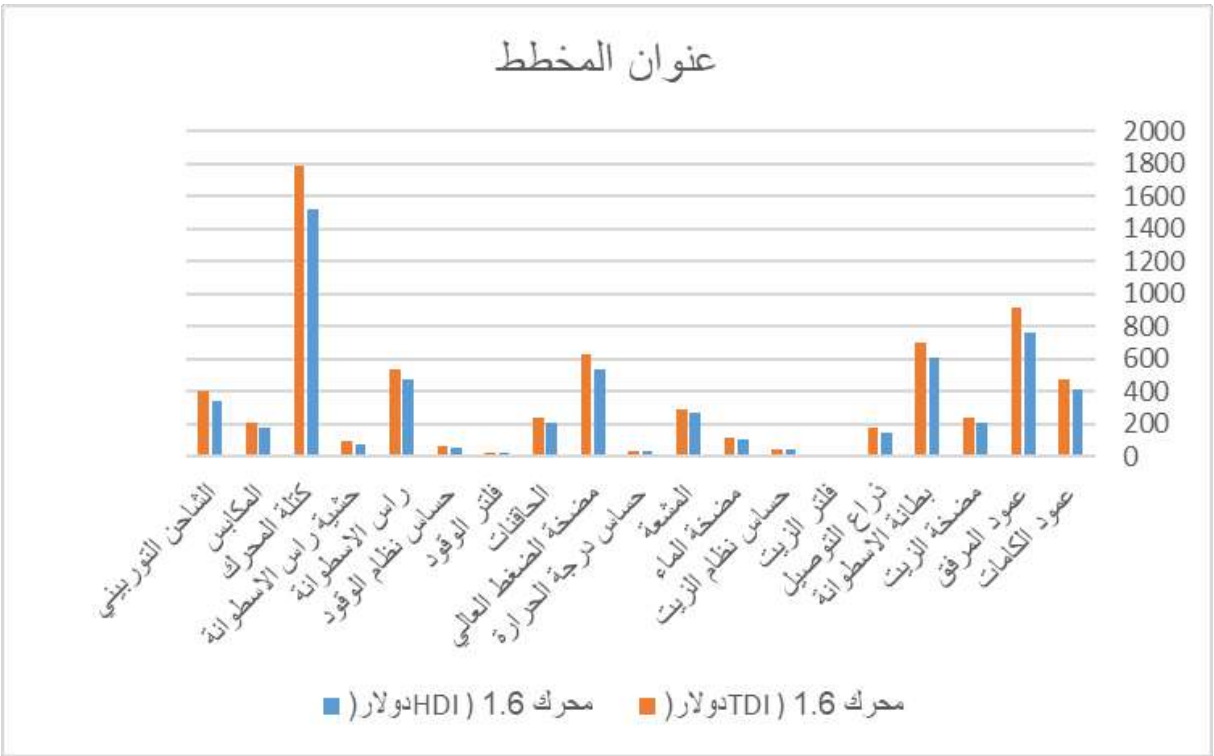
5.III متوسط تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6:

الجدولIII .2: متوسط تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6.

العنصر	**محرك HDI 1.6 (دولار)**	**محرك TDI 1.6 (دولار)**	**اجرة اليد العاملة(دولار)**
عمود الكامات	418	475	182.4-114
عمود المرفق	760	912	364.8-228
مضخة الزيت	209	239.4	91.2-53.2
بطانة الاسطوانة	608	703	456-304
ذراع التوصيل	152	178.6	243.2-152
فلتر الزيت	15.2	17.86	15.2-7.6
حساس نظام الزيت	41.8	47.5	30.4-7.6
مضخة الماء	106.4	117.8	91.2-68.4
المشعة	266	292.6	60.8-45.6
حساس درجة الحرارة	30.4	36.1	30.4-9.12
مضخة الضغط العالي	532	627	152-76

الحاقنات	209	239.4	121.6-68.4
فلتر الوقود	20.9	23.94	38-13.68
حساس نظام الوقود	53.2	62.7	30.4-11.4
راس الاسطوانة	475	532	342-152
حشية راس الاسطوانة	76	91.6	304-152
كتلة المحرك	1520	1786	171-114
المكابس	178.6	205.2	364.8-228
الشاحن التوربيني	342	399	182.4-91.2

اليك مخطط يوضح تكلفة اصلاح المحركين ملخص ما ذكر في الجدول السابق:



III. 6 تقدير اجمالي لتكلفة اصلاح المحركين:

بناءً على التقديرات التي ذكرتها سابقًا، يمكن أن يتراوح إجمالي تكلفة إصلاح محرك HDI 1.6 من 342إلى 3420 دولار أو أكثر، كما يمكن أن يتراوح إجمالي تكلفة إصلاح محرك TDI 1.6 من 350إلى 3800 دولارأو أكثر، وذلك اعتمادًا على حالة المحرك وعدد المكونات المتضررة.

عند مقارنة تكلفة إصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6، نجد أن هناك تشابهًا كبيرًا في العديد من الجوانب، ولكن مع بعض الاختلافات الطفيفة. بشكل عام، قد تكون تكلفة اصلاح محرك HDI 1.6 أقل قليلاً من TDI 1.6، وذلك يعود جزئيًا إلى توافر قطع الغيار بشكل أوسع لمحركات HDI في السوق الجزائرية. ومع ذلك، عندما يتعلق الأمر بالأداء، يوفر محرك TDI 1.6 عادةً قوة وعزمًا أكبر، مما يجعله خيارًا مفضلًا لأولئك الذين يبحثون عن أداء أفضل. من ناحية أخرى، يتميز كلا المحركين بكفاءة عالية في استهلاك الوقود، ولكن قد يتفوق محرك HDI 1.6 في بعض الحالات. أما بالنسبة للموثوقية، فكلا المحركين يعتبران موثوقين، ولكن الصيانة الدورية ضرورية للحفاظ على أدائهما. في النهاية، يعتمد اختيار الأفضل على احتياجاتك وتفضيلاتك الشخصية. فإذا كنت تبحث عن محرك موفر للوقود وتكلفة صيانته معقولة، فقد يكون HDI 1.6 خيارًا مناسبًا. أما إذا كنت ترغب في الحصول على أداء أفضل وقوة أكبر، فقد يكون TDI 1.6 هو الخيار الأفضل لك.

III.7 خاتمة:

في الختام، يمكننا القول إن تكلفة إصلاح محرك HDI 1.6 ومحرك TDI 1.6 تعتمد على عدة عوامل، بما في ذلك طبيعة العطل، ومدى توفر قطع الغيار، وكفاءة الفنيين الذين يقومون بالإصلاح. بشكل عام، قد تكون تكاليف إصلاح محركات الديزل مثل HDI 1.6 وTDI 1.6 مرتفعة نسبيًا مقارنة بمحركات البنزين، وذلك بسبب تعقيد أنظمة الحقن والتحكم في الانبعاثات.

بالإضافة إلى ذلك، تلعب الصيانة الدورية المنتظمة واستخدام قطع الغيار الأصلية دورًا حاسمًا في تقليل احتمالية الأعطال المكلفة.

ولا ننسى أن الأسعار تختلف أيضًا حسب الموقع الجغرافي، مما يجعل التكلفة الإجمالية متغيرة من منطقة لأخرى.

لذلك، يُنصح بالالتزام بالصيانة الدورية واستخدام زيوت ووقود عالي الجودة لتقليل احتمالية حدوث أعطال جسيمة، مما يساعد على إطالة عمر المحرك وتوفير تكاليف الإصلاح على المدى الطويل.

خاتمة عامة

في ختام هذه المقارنة التقنية لتكلفة إصلاح محرك HDI 1.6 مقابل تكلفة إصلاح محرك TDI 1.6، نجد أن كلا المحركين يتمتعان بتقنيات متطورة تعزز الأداء والكفاءة، لكنهما يختلفان في بعض الجوانب التي تؤثر على تكاليف الصيانة والإصلاح.

يمكن القول إن كلا المحركين يتمتعان بمزايا وعيوب تختلف حسب احتياجات المستخدم والميزانية المتاحة. محرك HDI 1.6، الذي تطوره مجموعة PSA، يعتمد على تقنية حقن الوقود المباشر عالي الضغط، مما يجعله أكثر كفاءة من حيث استهلاك الوقود وأقل تكلفة في الصيانة والإصلاحات بشكل عام. هذا يرجع إلى توفر قطع الغيار بأسعار معقولة وانتشارها الواسع في الأسواق، مما يجعل إصلاحاته أقل عبئاً مالياً. بالإضافة إلى ذلك، يتميز هذا المحرك بموثوقية عالية وقلة الأعطال المتعلقة بنظام التوربو، مما يجعله خياراً مثالياً للاستخدام اليومي، خاصة في الرحلات القصيرة والمتوسطة.

من ناحية أخرى، محرك TDI 1.6، الذي تطوره مجموعة فولكسفاغن، يعتمد على تقنية توربو ديزل المباشر، ويشتهر بأدائه القوي وقدرته على التحمل. ومع ذلك، فإن تكاليف إصلاح هذا المحرك تميل إلى أن تكون أعلى مقارنة بمحرك HDI 1.6، وذلك بسبب تعقيد نظام التوربو وارتفاع أسعار قطع الغيار الخاصة به. كما أن توفر قطع الغيار قد يكون محدوداً في بعض المناطق، مما يزيد من صعوبة وتكلفة الصيانة. على الرغم من ذلك، يظل محرك TDI 1.6 خياراً ممتازاً للذين يبحثون عن أداء أعلى وقوة أكبر، خاصة في الرحلات الطويلة.

بشكل عام، إذا كانت الأولوية هي تقليل التكاليف والصيانة، فإن محرك HDI 1.6 يعد الخيار الأفضل. أما إذا كان التركيز على الأداء والقوة، فقد يكون محرك TDI 1.6 مناسباً رغم تكاليفه الأعلى. في النهاية، يعتمد القرار على احتياجات السائق والميزانية المتاحة، مع الأخذ في الاعتبار أن كلا المحركين يتمتعان بموثوقية عالية وقدرة على التحمل إذا تمت صيانتهما بشكل دوري ومنتظم.

قائمة المصادر والمراجع

[1] Moussa Hamza. 2019.Analyse et contrôle de moteur à combustion interne par mesure des pressions dans les cylindres. Diplôme de MASTER Académique. Univ. Guelma. p 71.

[2] BENKHEDIR Randa.2021. tude et conception d'un moteur à combustion interne à quatre temps. Diplôme de Master. Université Larbi Tébessi – Tébessa. p 101.

[3] Habhoub Salim.2021. Etude d'un moteur à combustion interne à 4 temps. diplôme de Master. Université Larbi tébessi – Tébessa – p 88.

Labed Fayçal. 2007. étection des défauts dans le système de combustion d'un moteur Diesel. Diplôme de Magister. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR **[4]** ANNABA.p 144.

[5] المهندس محمود ربيع الملط. 1999.محركات الديزل. منشاة المعارف. الاسكندرية. ص 624.

[6] HADBI Abdelkader.2014. Contribution au diagnostic des moteurs Diesel à refroidissement à air Deutz. Diplôme de master en Génie mécanique. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN.p 79.

[7] BOUREGAA Azzedine. ROUAS Ahmed.2019. MAINTENANCE MOTEUR DIESEL. MASTER II ACADEMIQUE. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA. p 70.

[8] المهندس علي أبوراس. 17 ديسمبر 2019. نظام التبريد في السيارة. مصدر الكتاب archive.org. ص 15.