الأكاديمية العربية الدولية
هندسة الميكانيك

# محاكاة محرك الاحتراق الداخلي

إعداد

محمد عماش العزيز

إشراف

الأستاذ ياسر

الأنسة أمل

العام الدراسي 2022-2023

# الإهداء

إلى من أوصانا بهم الرحمن حين قال :

وَاخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُل رَّبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا".. والدي العزيز ..ووالدتي الغالية

إلى من أشعلوا شموع الأمل في لحظات مسيرتي المظلمة..أخوتي

إلى من تطيب الأوقات بصحبتهم، ويصبح لكل شيء معنى أعمق بضحكاتهم . . . أصدقائي الأحباء

إلى زوجتي وشريكة الحياة .

إلى بناتي.

نور الهدى - ايه - شام - بيان - وئام - ماسه

# الشكر والتقدير

الحمد رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء و المرسلين سيدنا محمد وعلى آله و صحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين وبعد ·

فإني أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله فله الحمد أولاً و آخرا

ثم أشكر أولئك الأخيار الذين مدوا لي يد المساعدة خلال هذه الفترة

وفي مقدمتهم

الأكاديمية العربية الدولية

الذين لم يدخروا جهداً في مساعدتي و مساندتهم لي طوال هذه الفترة

فلهم مني جزيل الشكر

# محاكاة محرك الاحتراق الداخلي (ملخص)

تعتبر محاكاة محرك الاحتراق الداخلي إحدى الأدوات الحاسوبية الهامة التي تستخدم لتحليل وتصميم وتطوير محركات الاحتراق الداخلي، وتساعد في فهم كيفية عمل المحرك وتحديد العوامل التي تؤثر على أدائه.

تتضمن محاكاة محرك الاحتراق الداخلي إنشاء نموذج حاسوبي للمحرك يتم استخدامه لمحاكاة عملية الاحتراق داخل المحرك، ويمكن استخدام هذا النموذج لتحليل الأداء والحد من التلوث وتحسين كفاءة المحرك.

وتتضمن محاكاة محرك الاحتراق الداخلي العديد من العوامل التي يجب مراعاتها، مثل نسبة الهواء إلى الوقود، ودرجة حرارة الاحتراق، ونوعية الوقود، وتوقيت الاحتراق، والاهتزاز والضوضاء، والضغط والحجم.

وتتم محاكاة محرك الاحتراق الداخلي عادة باستخدام برامج الحاسوب المخصصة لهذا الغرض، وتتضمن هذه البرامج نماذج حاسوبية للعملية الكيميائية والحرارية التي تحدث داخل المحرك، وتعتمد هذه النماذج على نظريات الديناميكا الحرارية والكيمياء الحرارية.

ويمكن استخدام محاكاة محرك الاحتراق الداخلي لتحليل أداء المحرك في مختلف الظروف، وتحديد أفضل شروط الاحتراق وأفضل تكوين للمحرك لتحقيق أعلى كفاءة ممكنة وأداء مثالي، ويمكن استخدام نتائج هذه المحاكاة لتصميم وتحسين المحركات الجديدة والمحركات الموجودة بالفعل.

هناك العديد من البرامج المستخدمة لمحاكاة محرك الاحتراق الداخلي، وتختلف هذه البرامج بناءً على الغرض المستخدم للمحاكاة والمقاييس المطلوبة للتحليل. وفيما يلي بعض البرامج الشائعة المستخدمة لمحاكاة محرك الاحتراق الداخلي:

1. AVL FIRE : هي برنامج محاكاة حرارية وديناميكية للمحركات الحرارية والأجهزة الأخرى. يمكن استخدامها لمحاكاة محركات الاحتراق الداخلي، وتشمل ميزاتها على الحرارة والسرعة والضغط والعوامل الكيميائية والتدفق.
2. CONVERGE : هي برامج محاكاة لأجهزة الاحتراق الداخلي وتستخدم في الدراسات البحثية والتطبيقات الصناعية. يستخدم البرنامج نماذج حاسوبية للعملية الكيميائية والحرارية التي تحدث داخل المحرك، ويشمل البرنامج على ميزات مثل التدفق والحرارة والاحتراق.

3. GT-POWER : هي برنامج محاكاة محرك الاحتراق الداخلي يستخدم لتحليل محركات الاحتراق الداخلي وأنظمة السكك الحديدية والمحركات البحرية. يمكن استخدامه لتحليل الأداء والحد من التلوث وتحسين كفاءة المحرك.
4. Ricardo Wave : هي برامج محاكاة لمحرك الاحتراق الداخلي وتستخدم لتحليل المحركات والمكونات الأخرى في السيارات والمركبات الأخرى. يمكن استخدامها لتحليل الأداء وتحسين كفاءة المحرك وتقليل انبعاثات العادم.

وتختلف هذه البرامج في مستوى التفصيل والتعقيد، وتستخدم بشكل واسع في الصناعات المختلفة، بما في ذلك صناعة السيارات والطيران والبحرية والطاقة. وتساعد هذه البرامج في فهم عملية الاحتراق داخل المحرك وتحسين أدائه وتقليل التلوث الناتج عنه.

Internal combustion engine simulation is an important computational tool used to analyze, design and develop internal combustion engines, and helps understand how the engine works and identify factors that affect its performance. Internal combustion engine simulation involves creating a computer engine model that is used to simulate the combustion process inside an engine, and this model can be used to analyze performance, reduce pollution and improve engine efficiency. The internal combustion engine simulation involves many factors to consider, such as air-to-fuel ratio, combustion temperature, fuel quality, combustion timing, vibration and noise, pressure and volume.

An internal combustion engine is usually simulated using computer programs designed for this purpose, which include computer models of the chemical and thermal process that occurs inside the engine, and these models are based on theories of thermodynamics and thermochemistry. Internal combustion engine simulation can be used to analyze engine performance in various conditions, determine the

best combustion conditions and the best engine configuration to achieve the highest possible efficiency and optimal performance, and the results of this simulation can be used to design and optimize new and existing engines. There are many programs used to simulate an internal combustion engine, and these programs vary based on the purpose used for the simulation and the metrics required for analysis. Here are some common programs used to simulate an internal combustion engine:

1. AVL FIRE : is a thermal and dynamic simulation software for heat engines and other devices. They can be used to simulate internal combustion engines, and their features include heat, speed, pressure, chemical agents and flow.
2. CONVERGE: They are simulation programs for internal combustion devices and are used in research studies and industrial applications. The software uses computer models of the chemical and thermal process that occurs inside the engine, and includes features such as flow, heat and combustion.
3. GT-POWER: is an internal combustion engine simulation software used to analyze internal combustion engines, railway systems and marine engines. It can be used to analyze performance, reduce pollution and improve engine efficiency.
4. Ricardo Wave: They are internal combustion engine simulation programs used to analyze engines and other components in cars and other vehicles. They can be used to analyze performance, improve engine efficiency and reduce exhaust emissions.

These programs vary in level of detail and complexity, and are widely used in various industries, including automotive, aviation, marine and energy. These programs help understand the combustion process inside the engine, improve its performance and reduce the resulting pollution.

## 1- المقدمة :

### 1-1 مقدمة عن محركات الاحتراق الداخلي:

تعتبر محركات الاحتراق الذاتي نوعًا من محركات الاحتراق الداخلي، حيث يتم فيها احتراق الوقود داخل غرف الاحتراق بواسطة الضغط العالي الناتج عن ضغط الهواء المضغوط الموجود داخل الاسطوانات، وبالتالي لا يتطلب استخدام شرارة كهربائية لإشعال الوقود كما هو الحال في محركات البنزين.

تم تطوير محركات الاحتراق الذاتي في الأصل للاستخدام في الصناعات الثقيلة مثل الشاحنات والحافلات والسفن، حيث يمكنها تحمل الأحمال الثقيلة والعمل لفترات زمنية طويلة دون توقف، ولكنها أصبحت الآن تستخدم في سيارات الركاب والشاحنات الصغيرة والسيارات الرياضية.

وتعتبر محركات الاحتراق الذاتي أكثر كفاءة من حيث استخدام الوقود وأقل انبعاثًا للغازات الضارة من حيث النسبة إلى القدرة الحصانية المولدة، مما يجعلها أكثر فعالية في استخدام الوقود وأكثر صديقة للبيئة. كما أنها تعتبر متينة وتحتاج إلى صيانة أقل مما يؤدي إلى تكاليف تشغيل أقل في المدى البعيد.

ومن أهم مزايا محركات الاحتراق الذاتي أنها تتميز بقدرتها على توليد عزم دوراني عالي، مما يجعلها مفضلة في تطبيقات الحمولات الثقيلة، وكذلك تتميز بمدى عمر أطول وأداء أفضل للمحرك عند استخدام الوقود الصحيح والصيانة الدورية

### 1-2 مراحل الاحتراق الداخلي :

تتم عملية الاحتراق في مراحل مختلفة، حيث يتم تقسيم العملية إلى مرحلتين رئيسيتين:

1- مرحلة الاحتراق الأولية: حيث يتم إشعال الخليط الوقودي بواسطة شرارة الإشعال، وتنتج عن هذه العملية بخار الماء وثاني أكسيد الكربون وحرارة.

2- مرحلة الاحتراق الثانوية: حيث يتم إطلاق الحرارة الناتجة عن مرحلة الاحتراق الأولية؛ مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارة الغازات داخل الأسطوانة، وتحريك المكابس وتوليد العزم اللازم لتشغيل المحرك.

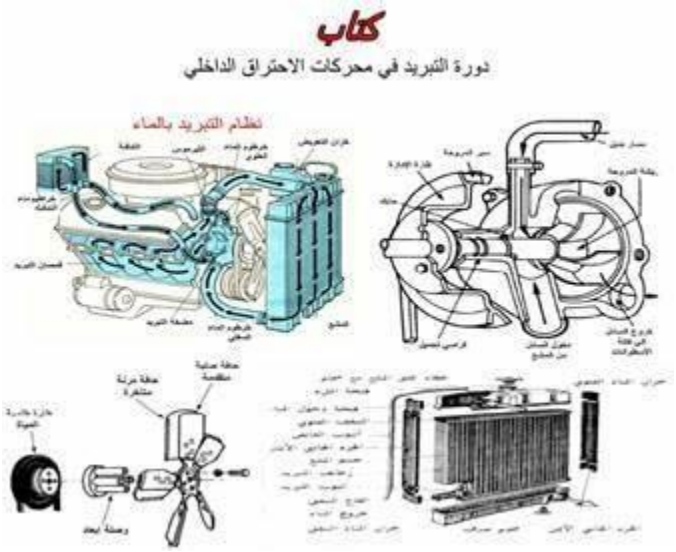
## 3-1 تصنيف محركات الاحتراق الداخلي :

ويمكن تصنيف محركات الاحتراق الداخلي حسب طريقة التبريد المستخدمة في المحرك إلى :

محركات التبريد بالماء :(Water-Cooled Engine) والتي يتم تبريدها بواسطة ماء يتم تداوله في المحرك.

محركات التبريد بالهواء :(Air-Cooled Engine) والتي يتم تبريدها بواسطة تيارات الهواء التي تمر عبر المحرك.

يمكن استخدام هذه التصنيفات لوصف المحركات الداخلية وفهم كيفية عملها والفروق بينها




نظام التبريد في محرك الاحتراق الداخلي الشكل 1 (3-1)

## 4-1 دورة عمل محركات الاحتراق الداخلي :

يعمل محرك الاحتراق الداخلي عن طريق دورة عمل تتكرر بشكل متكرر وتتكون من أربعة أجزاء رئيسية وهي :

1- (Intake) عملية الشفط

يتم خلال هذه المرحلة سحب الخليط الغني بالوقود والهواء من خلال صمام الشفط ودخوله إلى الاسطوانة.

2- (Compression) عملية الضغط

يتم خلال هذه المرحلة ضغط الخليط الموجود داخل الاسطوانة بواسطة البستون، مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارته وضغطه.

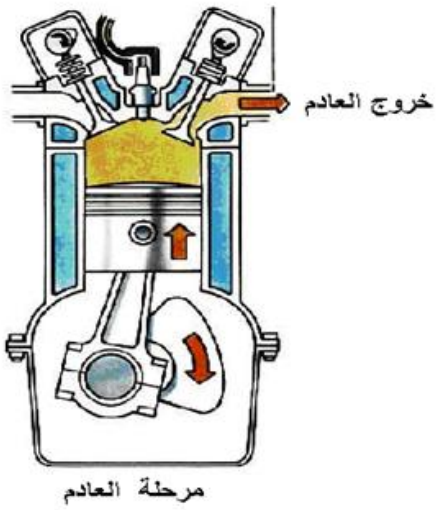
3- (Combustion) عملية الاحتراق

يتم خلال هذه المرحلة حرق الخليط المضغوط بشكل مفاجئ وسريع باستخدام شرارة كهربائية يتم توليدها بواسطة الشمعة الكهربائية، مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارته بشكل كبير وتوسع الغازات المحترقة وزيادة الضغط داخل الاسطوانة.

4- (Exhaust) عملية العادم

يتم خلال هذه المرحلة طرد الغازات المحترقة والتي تحتوي على ثاني أكسيد الكربون والمخلفات الأخرى من الاسطوانة إلى الخارج عن طريق صمام العادم.

يتم تكرار هذه الدورة بشكل متكرر بحيث يتم تشغيل المحرك وتوجيه قوة الدوران التي ينتجها إلى محرك السيارة أو الماكينة أو الأداة المراد تشغيلها. يجب التأكد من توفير الوقود والهواء اللازمين لحدوث هذه الدورة بشكل صحيح وسلس لتحقيق أفضل أداء للمحرك




خروج العادم الشكل 1 (1-4)

## 5-1 محرك الاحتراق الداخلي ثنائي الشوط :

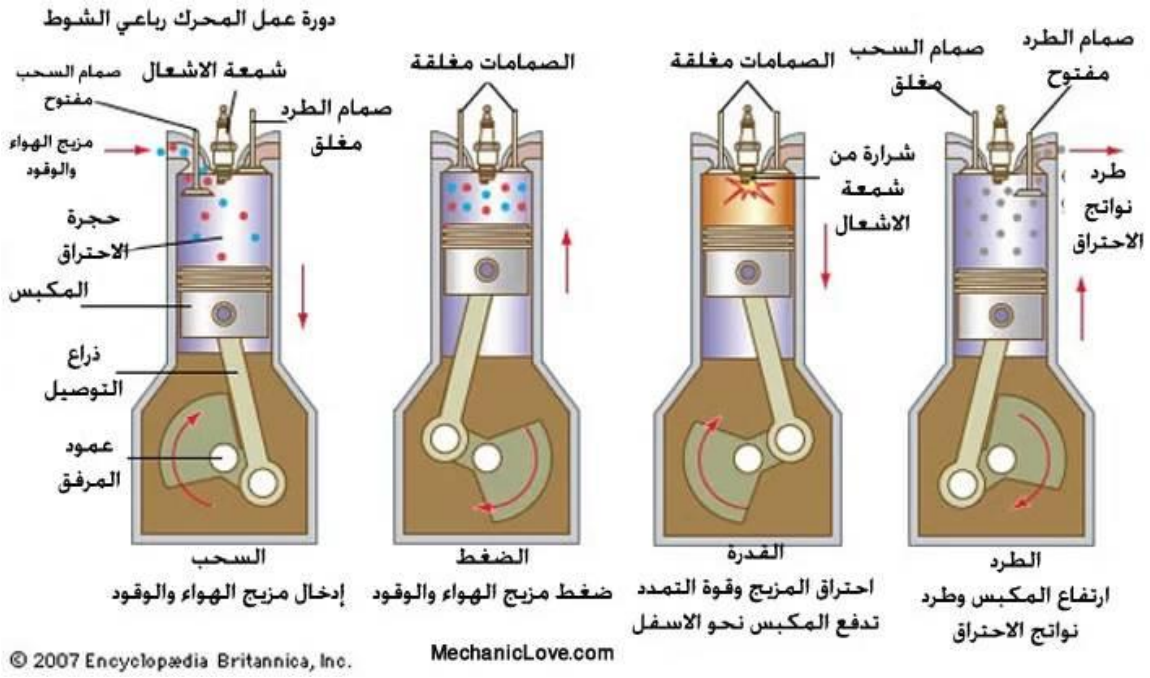
يعمل محرك الاحتراق الداخلي ثنائي الشوط (Two-stroke engine) على نفس المبدأ الأساسي لمحرك الاحتراق الداخلي الأربعة الشوط(Four-stroke engine) ، حيث يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في الوقود إلى طاقة حركية.

ومن خصائص محرك الاحتراق الداخلي ثنائي الشوط:

- يستخدم مكبسًا واحدًا فقط لدورة كاملة، بدلاً من مكبسين في محرك الاحتراق الداخلي الأربعة الشوط.
- يتم دورة كاملة في اثنين من الأشواط فقط، أي في الشوط الصعودي (Compression stroke)والشوط النزولي.(Power stroke)
- يتم الحقن المباشر للوقود والهواء إلى الأسطوانة في الشوط النزولي، ويتم طرد العادم في الشوط الصعودي.
- يعمل المحرك بشكل أكثر كفاءة في السرعات العالية، ولكنه ينتج عادةً عنه اهتزازات وضوضاء أكثر من محرك الاحتراق الداخلي الأربعة الشوط.
- يستخدم عادة في المركبات الصغيرة مثل الدراجات النارية والمركبات البحرية والأدوات اليدوية الصغيرة.

ومن عيوب محرك الاحتراق الداخلي ثنائي الشوط:

- ينتج عنه انبعاثات ضارة للبيئة أكثر من محرك الاحتراق الداخلي الأربعة الشوط.
- يستهلك وقودًا بشكل أكبر من محرك الاحتراق الداخلي الأربعة الشوط لنفس القوة الحصانية.
- يخرج العادم في الجزء الخلفي من المركبة، مما يجعله أكثر ضررًا على البيئة والأشخاص الذين يتعرضون له.




محرك الاحتراق الداخلي ثنائي الشوط الشكل 1 (1-5)

## 6-1 أهمية دراسة محركات الاحتراق الداخلي :

1- فهم أساسيات المحركات: حيث تتحدث هذه المؤلفات عن المفاهيم الأساسية المتعلقة بتصميم المحركات وطرق عملها وتحديات تصميمها وأهمية الصيانة والإصلاح.

2- تطوير التقنيات الجديدة: حيث تتحدث هذه المؤلفات عن التقنيات الجديدة المستخدمة في تصميم المحركات وكيفية تحسين أدائها وكفاءتها وتقليل الانبعاثات الضارة .

3- تحسين الصيانة والإصلاح: حيث توفر هذه المؤلفات معلومات مفصلة حول كيفية صيانة وإصلاح المحركات والأجزاء الداخلية لها.

4- التطور التاريخي: حيث تتحدث بعض هذه المؤلفات عن تاريخ تطور محركات الاحتراق الداخلي والتقنيات المستخدمة فيها عبر الزمن.

5- التطبيقات العملية: حيث توفر هذه المؤلفات معلومات عملية حول استخدامات المحركات الداخلية في الصناعات المختلفة وكيفية تحسين أدائها وتقليل استهلاك الوقود والانبعاثات الضارة.

## 7-1 أهداف تقديم هذا البحث المتعلق بمحرك الاحتراق الداخلي :

من خلال الدراسات والمعلومات ظهر أنه من المهم جدا تقديم دراسة تتعلق بمحرك الاحتراق الداخلي وذلك من أجل :

1- تحسين الأداء والكفاءة : تهدف الأبحاث إلى تحسين أداء المحركات وزيادة كفاءتها من خلال تحسين تصميم المحركات ومكوناتها وتحسين عملية الاحتراق وتحسين أساليب التحكم في المحركات، وذلك يمكن أن يؤدي إلى توفير الوقود وتحسين أداء السيارات والآلات الثقيلة وتخفيض انبعاثات العادم .

2- تطوير المواد والتقنيات: تساعد الأبحاث على تطوير المواد المستخدمة في تصنيع المحركات وتحسين التقنيات المستخدمة في صنع المحركات وتحسين الأداء والكفاءة، وذلك يمكن أن يؤدي إلى تطوير تقنيات جديدة وتحسين العمليات الصناعية.

3- الاستدامة: تهدف الأبحاث إلى تطوير محركات الاحتراق الداخلي الأكثر استدامة وتقليل التأثير البيئي وانبعاثات العادم، وذلك يمكن أن يساهم في حماية البيئة وتحسين جودة الهواء.

4- الابتكار: تساعد الأبحاث على تطوير تقنيات جديدة وابتكارات في مجال محركات الاحتراق الداخلي وذلك يمكن أن يساهم في تحسين الأداء والكفاءة وتوفير الوقود وتحسين تجربة القيادة وتحسين الاستدامة.

وبشكل عام، يمكن القول بأن أهمية تقديم أبحاث تتعلق بمحركات الاحتراق الداخلي تتمثل في تحسين أدائها وكفاءتها وتطوير التقنيات المستخدمة في صناعتها والحد من التأثير البيئي، وذلك يمكن أن يساهم في تحسين حياة الناس وتطوير الصناعات المختلفة.

## 1-8 مصطلحات البحث :

بعض المصطلحات التي تتعلق بمحركات الاحتراق الداخلي :

1- محرك الاحتراق الداخلي: وهو محرك يعمل عن طريق احتراق الوقود داخل الأسطوانة.

2- الأسطوانة: وهي جزء من المحرك يتم فيه احتراق الوقود والحركة الخطية للمكبس

3- المكبس: وهو جزء من المحرك يتحرك داخل الأسطوانة ويتم تحويل حركته الخطية إلى حركة دورانية.

4- الشوط: وهو مسافة تقطعها القطعة المتحركة داخل الأسطوانة، ويتم تقسيم الشوط إلى أربعة أنواع: الشوط السحبي، الشوط الانضغاطي، الشوط الاحتراقي، والشوط العادمي.

5- نظام الشحن: وهو النظام الذي يقوم بتوفير الهواء اللازم للاحتراق داخل الأسطوانة .

6- نظام الوقود: وهو النظام الذي يقوم بتوفير الوقود اللازم للاحتراق داخل الأسطوانة.

7- نظام التشغيل: وهو النظام الذي يقوم بتشغيل المحرك وإيقافه.

8- الإشعال: وهو العملية التي تقوم فيها شرارة كهربائية بإشعال الخليط الهوائي/الوقود داخل الأسطوانة.

9- الشحن التربوي: وهو نظام يستخدم لزيادة كفاءة المحرك عن طريق زيادة كمية الهواء المضغوط التي تدخل إلى الأسطوانة.

10- الانبعاثات الضارة: وهي الغازات والجسيمات الضارة التي ينتجها المحرك وتلوث البيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة.

# 2- البحث النظري

## 2-1 أجزاء المحرك

### 2-1-1 الأجزاء الميكانيكية الرئيسية لمحرك الاحتراق الداخلي ووظائفها :

يتكون محرك الاحتراق الداخلي من عدة أجزاء ميكانيكية رئيسية، وفيما يلي نذكر بعض هذه الأجزاء ووظائفها

1- الأسطوانة : تعتبر الأسطوانة وحدة المحرك الرئيسية، حيث يتم فيها احتراق الوقود وتحويله إلى طاقة حركية. تحتوي الأسطوانة على مكبس يتحرك داخلها بفعل الضغط الذي يتولد فيها، ويتم تحريك المكبس بواسطة العمود المرفقي

2- العمود المرفقي : يعتبر العمود المرفقي جزءًا مهمًا من محرك الاحتراق الداخلي، حيث يتم تحويل الحركة الخطية لحركة دائرية بواسطة العمود المرفقي، ويتم تحريك العمود المرفقي بواسطة الاحتكاك الذي يتولد في الأسطوانة وتحرك المكبس.

3- الصمامات : تتحكم الصمامات في تدفق الوقود والهواء إلى الأسطوانة وتدفق العادم من الأسطوانة، وتعتبر هذه الصمامات جزءًا حيويًا من محرك الاحتراق الداخلي. وتوجد صمامات تحكم في دخول الوقود والهواء وصمامات تحكم في خروج العادم.

4- شمعة الإشعال : تقوم شمعة الإشعال بتوليد الشرارة الكهربائية التي تحرق الوقود وتحوله إلى طاقة حركية داخل الأسطوانة. وتوجد شمعة إشعال في كل أسطوانة في محركات الاحتراق النظامي.

5- نظام الوقود : تتكون أجزاء نظام الوقود في محرك الاحتراق الداخلي من عدة مكونات مثل خزان الوقود ومضخة الوقود وفلتر الوقود وحاقن الوقود، وتعمل هذه المكونات معًا لضمان تدفق الوقود بسلاسة إلى الأسطوانة وتوفير كمية الوقود المناسبة للاحتراق الفعال.

6- نظام التبريد : يتحكم نظام التبريد في تحديد درجة حرارة المحرك وتبريده، ويتكون من عدة مكونات مثل المبرد والمروحة والمضخة والمبرد الحراري.

7- نظام التشحيم : يعمل نظام التشحيم على تزويد الأجزاء المتحركة في المحرك بالزيت اللازم لتقليل الاحتكاك وحماية هذه الأجزاء من التآكل والتلف، ويتكون من عدة مكونات مثل مضخة الزيت وفلتر الزيت والممرات الزيتية.

8- نظام العادم : تتكون أجزاء نظام العادم من عدة مكونات مثل المنظم والعازل والماسورة العادمية، وتعمل هذه المكونات على إخراج العوادم من الأسطوانة وتحويلها إلى غازات أقل ضررًا بالبيئة.

### 2-1-2 الأجزاء الرئيسية لأسفل محرك الاحتراق الداخلي :

تتكون الأجزاء الرئيسية لأسفل محرك الاحتراق الداخلي من العديد من المكونات التي تعمل بشكل متزامن لتحويل الوقود إلى طاقة حركية وتحريك العجلات، وفيما يلي نذكر بعض الأجزاء الرئيسية لأسفل المحرك:

1- الكرنك : يعتبر الكرنك هو العمود المرفقي الذي يقوم بتحويل الحركة الخطية للمكبس إلى حركة دائرية، ويتم تركيب الكرنك في جزء الأسفل من المحرك.
2- المشعات : تعمل المشعات على تحويل الحرارة الناتجة عن الاحتراق إلى الهواء الجوي، وتتكون المشعات من عدة مكونات مثل المبرد والمروحة والحنفية.
3- الزيت ونظام التشحيم : يتم توزيع الزيت داخل المحرك بواسطة نظام التشحيم، ويهدف هذا النظام إلى تزويد الأجزاء المتحركة في المحرك بالزيت اللازم لتقليل الاحتكاك وحماية هذه الأجزاء من التآكل والتلف.
4- الإطارات والعجلات : تعد الإطارات والعجلات جزءًا مهمًا من أجزاء المحرك، حيث تعمل على تحويل الطاقة الحركية الناتجة من المحرك إلى الحركة الخطية للمركبة.
5- العادم : يعمل نظام العادم على إخراج العوادم من المحرك وتحويلها إلى غازات أقل ضررًا بالبيئة، وتتكون أجزاء نظام العادم من عدة مكونات مثل المنظم والعازل والماسورة العادمية.
6- الصمامات : تعتبر الصمامات جزءًا حيويًا من المحرك، حيث تتحكم في تدفق الوقود والهواء إلى الأسطوانة وتدفق العادم من الأسطوانة، وتتضمن هذه الصمامات صمامات تحكم في دخول الوقود والهواء وصمامات تحكم في خروج العادم.
7- الأسطوانات :تعتبر الأسطوانات وحدة المحرك الرئيسية، حيث يتم فيها احتراق الوقود وتحويله إلى طاقة حركية، وتحتوي الأسطوانة على مكبس يتحرك داخلها بفعل الضغط الذي يتولد فيها.

بشكل عام، تتكامل هذه الأجزاء معًا لتشكل محرك الاحتراق الداخلي وتعمل بشكل متزامن لتحويل الوقود إلى طاقة حركية وتحريك العجلات وتشغيل المركبة

### 3-1-2 الأجزاء الرئيسية المتحركة في جسم أو كتلة محرك الاحتراق الداخلي :

تتكون الأجزاء الرئيسية المتحركة في جسم أو كتلة محرك الاحتراق الداخلي من العديد من المكونات التي تعمل بشكل متزامن لتحويل الوقود إلى طاقة حركية وتحريك العجلات، وفيما يلي نذكر بعض الأجزاء الرئيسية المتحركة في جسم أو كتلة محرك الاحتراق الداخلي :

1- المكابس : تتحرك المكابس داخل الأسطوانات وتقوم بعملية الضغط على الوقود والهواء الموجودين داخل الأسطوانات لتحويلهما إلى طاقة حركية.

2- العمود المرفقي : يعتبر العمود المرفقي هو العنصر الذي يقوم بتحويل الحركة الخطية للمكبس إلى حركة دائرية حول محور الدوران، وبالتالي تحريك العجلات.

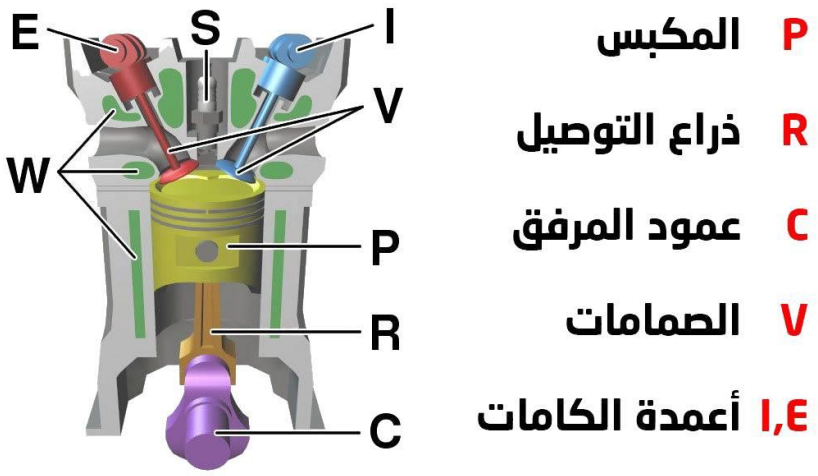
3- الصمامات : تعمل الصمامات على تحديد كمية الوقود والهواء الداخليين إلى الأسطوانات وكذلك تحديد كمية العادم المخرج من الأسطوانات.

4- الحزام أو سلسلة المحرك :يعتبر الحزام أو السلسلة جزءًا مهمًا من محرك الاحتراق الداخلي، حيث يقوم بنقل الحركة من المحرك إلى عناصر المركبة الأخرى مثل ناقل الحركة والإطارات.

5- الصمامات الهيدروليكية : تعتمد بعض المحركات الحديثة على الصمامات الهيدروليكية التي تعمل على تحكم في تدفق الوقود والهواء إلى الأسطوانات، ويتم التحكم في هذه الصمامات باستخدام الزيت الهيدروليكي.

6- العتاد : تعتمد بعض المحركات الحديثة على عتاد داخلي يعمل على تحويل حركة العمود المرفقي إلى حركة دورانية للصمامات والمكابس، ويعتبر هذا النظام أكثر دقة وكفاءة.

بشكل عام، تتكامل هذه الأجزاء المتحركة معًا لتشكل محرك الاحتراق الداخلي وتعمل بشكل متزامن لتحويل الوقود إلى طاقة حركية وتحريك العجلات وتشغيل المركبة.




أجزاء المحرك الشكل 1 (2-1-3)

## 4-1-2 الأجزاء الرئيسية لرأس المحرك ووظائفها :

رأس المحرك هو جزء مهم من محرك الاحتراق الداخلي ويتألف من عدد من الأجزاء الرئيسية التي تؤدي وظائف مختلفة، ومن أهم هذه الأجزاء ووظائفها :

1- الصمامات : تعتبر الصمامات من أهم الأجزاء في رأس المحرك حيث تتحكم في تدفق الوقود والهواء إلى الأسطوانة وتدفق العادم من الأسطوانة، وتغلق الصمامات عندما يحتاج المحرك إلى ضغط لتحقيق كفاءة الاحتراق.

2- العمود الكام : يعتبر العمود الكام هو العنصر الذي يقوم بتحريك الصمامات، ويقوم بتحريك الصمامات بناءً على مخطط الحركة المحدد، ويمكن التحكم في عمود الكام لتغيير مخطط الحركة.

3- الرافعات : تستخدم الرافعات لتحريك الصمامات بناءً على حركة العمود الكام، وتعمل الرافعات على تحويل الحركة الخطية لعمود الكام إلى حركة دورانية للصمامات.

4- الشمعات الإشعال :تستخدم الشمعات الإشعال لإشعال الوقود الموجود داخل الأسطوانة، وتعمل الشمعات الإشعال على توليد شرارة كهربائية عند توصيلها بالبطارية.

5- الغطاء العلوي : يغطي الغطاء العلوي بالكامل رأس المحرك ويحمي الأجزاء الداخلية من التلف الناتج عن الاتربة والرطوبة، كما يساعد الغطاء العلوي على تشتيت الحرارة المتولدة داخل رأس المحرك.

6- المبرد :يوجد في رأس المحرك مبرد يعمل على تبريد الأسطوانات والصمامات، ويعمل المبرد على تحويل الحرارة المتولدة داخل الأسطوانات إلى الهواء.

بشكل عام، تتكامل هذه الأجزاء معًا في رأس المحرك لضمان تدفق الوقود والهواء بشكل صحيح إلى الأسطوانات وتحريك الصمامات وإشعال الوقود وتبريد الأسطوانات والصمامات وحماية الأجزاء الحساسة من التلف والتآكل.

## 2-2- التلف في محرك الاحتراق الداخلي

### 2-2-1 الأسباب الشائعة لتلف رأس المحرك

تعتبر رأس المحرك واحدة من أهم أجزاء المحرك وأكثرها تعرضًا للتلف، ويمكن أن يؤدي التلف في رأس المحرك إلى توقف المحرك عن العمل بشكل كامل. ومن الأسباب الشائعة لتلف رأس المحرك :

1- التهريب : يمكن أن يتسرب الزيت أو السوائل الأخرى من رأس المحرك نتيجة تلف الحشية أو الأختام، ويؤدي هذا التهريب إلى نقص الزيت أو السائل في المحرك وارتفاع درجة حرارته، وقد يؤدي التهريب أيضًا إلى تآكل الأجزاء الداخلية لرأس المحرك.

2- الحرارة الزائدة : يمكن أن تؤدي درجة حرارة المحرك الزائدة إلى تلف رأس المحرك، وذلك بسبب عدم تدفق الهواء بشكل كافي عبر رأس المحرك أو نقص الزيت الموجود داخل المحرك.

3- التآكل : قد يؤدي التآكل الناتج عن الاستخدام المتكرر للمحرك إلى تلف رأس المحرك، وخاصة في الأجزاء الداخلية لرأس المحرك.

4- الأوساخ والشوائب :يمكن أن تؤدي الأوساخ والشوائب الموجودة داخل المحرك إلى تلف رأس المحرك، وذلك بسبب انسداد الصمامات أو القنوات الداخلية لرأس المحرك.

5- الأعطال الكهربائية :قد يؤدي تعطل الأجزاء الكهربائية في رأس المحرك، مثل الشمعات الإشعال، إلى تلف رأس المحرك.

لتجنب تلف رأس المحرك، يجب توفير الصيانة الدورية للمحرك والتأكد من تدفق الزيت والهواء بشكل صحيح، كما يجب تجنب إجهاد المحرك وتقليل القيادة بسرعات عالية والتعامل بحذر مع المحرك.

### 2-2-2 طرق أخرى لتجنب تلف رأس المحرك :

هناك بعض الطرق الإضافية التي يمكن اتباعها لتجنب تلف رأس المحرك، ومنها

1-استخدام زيت المحرك الصحيح :يجب استخدام زيت المحرك الذي يوصي به المصنع لتجنب تآكل رأس المحرك والأجزاء الأخرى الموجودة داخل المحرك.

2- تغيير الزيت بانتظام : يجب تغيير زيت المحرك بانتظام وفقًا للجدول الزمني الموصى به من قبل المصنع، وذلك لتجنب تراكم الشوائب والأوساخ داخل المحرك.

3- تجنب القيادة بسرعات عالية :يجب تجنب القيادة بسرعات عالية والتعامل بحذر مع المحرك، وذلك لتقليل الإجهاد على رأس المحرك والأجزاء الأخرى الموجودة داخل المحرك.

4- استخدام الوقود الصحيح :يجب استخدام الوقود الصحيح والموصى به من قبل المصنع، وذلك لتجنب تراكم الرواسب داخل المحرك.

5- الصيانة الدورية :يجب توفير الصيانة الدورية للمحرك والتأكد من تدفق الزيت والهواء بشكل صحيح، وذلك لتقليل التآكل والتلف في رأس المحرك والأجزاء الأخرى الموجودة داخل المحرك.

إذا تم اتباع هذه الإرشادات، فإن ذلك سيساعد في تجنب تلف رأس المحرك وضمان عمل المحرك بكفاءة عالية ولفترة أطول.

### 3-2-2 الأجزاء المهمة التي يمكن تحديثها لتحسين أداء المحرك :

يمكن تحديث العديد من الأجزاء المهمة في المحرك لتحسين أدائه، ومن بين هذه الأجزاء :

1- نظام العادم: يمكن تحديث نظام العادم من خلال استبدال العوامات والأنابيب بأنابيب عالية الأداء وعوامات أكبر، وذلك لتحسين تدفق الهواء وتقليل مقاومة التدفق.
2- نظام السحب: يمكن تحديث نظام السحب من خلال استبدال مرشح الهواء بمرشح عالي الأداء واستخدام أنابيب سحب هواء بمقاطع أكبر، وذلك لزيادة تدفق الهواء وتحسين كفاءة الاحتراق.
3- البواجي: يمكن تحديث البواجي ببواجي ذات جودة عالية وقوة إشعال أكبر، وذلك لتحسين أداء الاحتراق وزيادة كفاءة المحرك.
4- المحرك الداخلي: يمكن تحديث المحرك الداخلي من خلال تركيب أجزاء جديدة مثل الكامات وصمامات البلوف والبستونات والعمود المرفقي، وذلك لزيادة قوة المحرك وتحسين أدائه.
5- نظام الإشعال: يمكن تحديث نظام الإشعال بتركيب شمعات إشعال ذات جودة عالية ونظام إشعال إلكتروني متطور، وذلك لتحسين أداء الاحتراق وزيادة كفاءة المحرك.

6- نظام التحكم الإلكتروني: يمكن تحديث نظام التحكم الإلكتروني بتركيب نظام تحكم إلكتروني محسّن وأكثر دقة، وذلك لتحسين أداء المحرك وزيادة كفاءته.

تحديث هذه الأجزاء سيؤدي إلى تحسين أداء المحرك وزيادة كفاءته، ولكن يجب الانتباه إلى أن تحديث الأجزاء يجب أن يتم بطريقة صحيحة ومن قبل خبير مؤهل لتجنب أي أضرار وتحقيق أقصى قدر من الفائدة

### 4-2-2 عناصر قياس أداء محرك الاحتراق الداخلي :

توجد عدة عناصر تستخدم لقياس أداء المحرك الاحتراق الداخلي، ومن أهم هذه العناصر:

1- قوة المحرك: تقيس قوة المحرك بوحدة حصان أو كيلوواط، وهي تعبر عن القدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل المحرك وتحريك السيارة.
2- عزم الدوران: يقيس عزم الدوران الذي يمكن للمحرك توليده عند تحريك العمود المرفقي، ويقاس بوحدة نيوتن متر.
3- سرعة المحرك: يمكن قياس سرعة المحرك بوحدة دورة في الدقيقة، وتوفر هذه القياسات معلومات حول كفاءة المحرك في تحريك السيارة.
4- استهلاك الوقود: يمكن قياس كمية الوقود التي يستهلكها المحرك بوحدات لتر/100 كيلومتر أو جالون/100 ميل، ويعتبر استهلاك الوقود مؤشراً مهماً على كفاءة المحرك.
5- انبعاثات العادم: يمكن قياس انبعاثات العادم للمحرك بواسطة قياس مستويات العناصر الضارة في العادم، مثل أكسيد الكربون والأكسجين والمواد العضوية الطائلة، ويعتبر تقليل انبعاثات العادم أحد المعايير الرئيسية لتحسين كفاءة المحرك.

## 3-2 دراسة محرك الاحتراق الداخلي

### 1-3-2 دراسة تدفق الهواء والوقود داخل محرك الاحتراق الداخلي :

تدفق الهواء والوقود داخل محرك الاحتراق الداخلي هو عملية معقدة وحاسمة لأداء المحرك. يتم دراسة تدفق الهواء والوقود داخل المحرك باستخدام البرامج الحاسوبية المتخصصة في محاكاة الأنظمة الديناميكية، وتشمل العوامل التي يتم تحليلها ودراستها عادة:

1- سرعة التدفق: وهي كمية الوقود والهواء التي تدخل المحرك خلال وحدة الزمن، وتؤثر على قدرة المحرك على توليد الطاقة.
2- ضغط التدفق: وهو قياس قوة الضغط التي يتم تطبيقها على الوقود والهواء داخل المحرك، ويؤثر على عملية الاحتراق وكفاءة المحرك.
3- درجة حرارة التدفق: وهي درجة حرارة الوقود والهواء داخل المحرك، وتؤثر على سرعة الاحتراق وكفاءة المحرك.
4- توزيع التدفق: وهو توزيع الوقود والهواء داخل المحرك، ويؤثر على كفاءة الاحتراق وتوليد الطاقة.
5- تصميم المكونات: وهو تصميم الأجزاء المختلفة للمحرك، مثل الصمامات والأسطوانات والمكابس والإبر، وتحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير شكل وحجم هذه المكونات على تدفق الهواء والوقود داخل المحرك.
6- تقنيات الحقن: وهي التقنيات المستخدمة في حقن الوقود داخل المحرك، مثل الحقن المباشر والحقن الغير مباشر، وتحليل التأثيرات الناتجة عن استخدام هذه التقنيات على تدفق الوقود والهواء داخل المحرك.
7- تأثير العوامل الخارجية: مثل درجة الحرارة الجوية والرطوبة والضغط الجوي، وتحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير هذه العوامل على تدفق الهواء والوقود داخل المحرك.

تحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير الشكل والحجم وتركيب المكونات يساعد في تحسين تصميم المحرك وزيادة كفاءته وأدائه، وتحديد أفضل الطرق لتحسين عملية تدفق الهواء والوقود داخل المحرك.

## 2-3-2 دراسة تأثير العوامل الخارجية على أداء محرك الاحتراق الداخلي :

تأثير العوامل الخارجية على أداء محرك الاحتراق الداخلي يعتمد على عدة عوامل، مثل نوع المحرك والتصميم وحجمه ونظام التحكم في الوقود والهواء، ولكن بشكل عام، فإن درجة الحرارة الجوية والرطوبة والارتفاع تؤثر بشكل كبير على أداء المحرك.

1- درجة الحرارة الجوية: تؤثر درجة الحرارة الجوية على كفاءة المحرك وقدرته على توليد الطاقة. عندما تكون درجة الحرارة الجوية مرتفعة، يزداد استهلاك الوقود وقد يؤدي إلى

ارتفاع درجة حرارة المحرك وتلف بعض الأجزاء. وعندما تكون درجة الحرارة منخفضة، تقل كفاءة المحرك وتستهلك كميات أكبر من الوقود لتوليد نفس القدرة.

2- الرطوبة: تؤثر الرطوبة على كثافة الهواء المدخل إلى المحرك، وبالتالي تؤثر على كفاءة المحرك. عندما تكون الرطوبة مرتفعة، يصعب على المحرك إدخال كمية كافية من الهواء إلى داخل الأسطوانة، وبالتالي يتم تخفيض كفاءة المحرك وقدرته على توليد الطاقة.

3- الارتفاع: يؤثر الارتفاع على كثافة الهواء، حيث يزداد الارتفاع ينخفض ضغط الجو وبالتالي يقل كمية الأكسجين المتاحة للاحتراق، مما يؤثر على أداء المحرك ويخفض قدرته على توليد الطاقة. كما يمكن أن يؤدي الارتفاع إلى زيادة درجة حرارة المحرك، حيث يتطلب توليد نفس الطاقة في ارتفاع عالٍ استهلاكًا أكبر للوقود وزيادة في درجة حرارة المحرك.

4- الضغط الجوي: يؤثر الضغط الجوي على كمية الهواء الذي يتم تدفقه إلى المحرك، وبالتالي يؤثر على قدرة المحرك على توليد الطاقة. عندما يكون الضغط الجوي منخفضًا، يقل كمية الأكسجين المتاحة للاحتراق، مما يؤثر على أداء المحرك ويخفض قدرته على توليد الطاقة.

لذلك، يجب توخي الحذر عند تشغيل محرك الاحتراق الداخلي في ظروف درجة حرارة جوية عالية أو رطوبة عالية أو ارتفاع كبير، ويجب اتخاذ الإجراءات اللازمة لتخفيض درجة حرارة المحرك، مثل تشغيل المكيف أو زيادة تدفق الماء في نظام التبريد، وكذلك يمكن استخدام وقود بجودة عالية لتقليل تأثير الظروف الخارجية على أداء المحرك. كما يمكن تصميم المحرك لتحسين أدائه في ظروف محددة، مثل زيادة حجم الأسطوانة أو تحسين نظام التحكم في الوقود والهواء لزيادة كفاءة المحرك في ظروف درجة حرارة جوية مرتفعة أو رطوبة عالية أو ارتفاع كبير

### 2-3-4 تحليل تأثير تقنيات محددة على أداء محرك الاحتراق الداخلي :

تقنيات الحقن المباشر والهجين هي تقنيات تستخدم لتحسين أداء محرك الاحتراق الداخلي من حيث كفاءة استهلاك الوقود وتخفيض الانبعاثات الضارة. وفي ما يلي تحليل لتأثير تقنيتي الحقن المباشر والهجين على أداء المحرك.

1- تقنية الحقن المباشر: تتيح تقنية الحقن المباشر إدخال كميات دقيقة من الوقود مباشرة إلى الأسطوانة عند الضغط العالي، وبالتالي تحسين عملية الاحتراق وزيادة كفاءة المحرك.

وتؤثر تقنية الحقن المباشر بشكل إيجابي على أداء المحرك من خلال:

- تحسين كفاءة استهلاك الوقود: حيث يتم تحسين كفاءة استهلاك الوقود بشكل كبير عند استخدام تقنية الحقن المباشر، مما يؤدي إلى تخفيض تكلفة الوقود والانبعاثات الضارة.
- زيادة القدرة على تحمل الضغط العالي: حيث يمكن استخدام تقنية الحقن المباشر لزيادة القدرة على تحمل الضغط العالي داخل المحرك، وبالتالي تحسين أداء المحرك في الظروف القاسية.
- تحسين أداء المحرك في درجات الحرارة المرتفعة: حيث يتم تحسين أداء المحرك في درجات الحرارة المرتفعة عند استخدام تقنية الحقن المباشر، حيث يتم تحسين تبريد المحرك وتحسين أداء المحرك.

2- تقنية الهجين: تستخدم تقنية الهجين بمعنى استخدام محرك كهربائي بالتزامن مع محرك الاحتراق الداخلي، وبالتالي يمكن تحسين أداء المحرك من خلال:

- تحسين كفاءة استهلاك الوقود: حيث يمكن استخدام محرك الاحتراق الداخلي لشحن مصدر الطاقة الكهربائي وتخزين الطاقة في البطارية، وبالتالي تحسين كفاءة استهلاك الوقود.
- تحسين أداء المحرك في المدن: حيث يمكن استخدام محرك الكهربائي في المدن لتحسين أداء المحرك في السرعات المنخفضة وتخفيض الانبعاثات الضارة.
- تحسين أداء المحرك في الطرق الوعرة: حيث يمكن استخدام محرك الاحتراق الداخلي في الطرق الوعرة لزيادة القدرة على التحمل والقوة، واستخدام محرك الكهربائي في الطرق المستوية لتحسين كفاءة استهلاك الوقود.

يمكن القول إن تقنيات الحقن المباشر والهجين تعتبر تقنيات فعالة لتحسين أداء محرك الاحتراق الداخلي، ولكنها تحتاج إلى تكلفة إضافية للتطبيق والصيانة. وبالتالي، يجب اختيار التقنية المناسبة وفقًا لاستخدام المحرك وظروف العمل المختلفة، ويجب أيضًا النظر في التكلفة والفوائد المتوقعة لاختيار التقنية المناسبة.

### 5-3-2 تحليل تأثير التشكيل الداخلي لمحرك الحتراق الداخلي على تدفق الهواء والوقود وأداء المحرك

تشكيل المحرك الداخلي هو عملية تصميم وتشكيل عناصر المحرك بحيث تتيح تدفقًا سلسًا للهواء والوقود داخل المحرك وتسمح بحركة الغازات داخل المحرك بكفاءة عالية. وفيما يلي سنحلل تأثير التشكيل الداخلي لمحرك الاحتراق الداخلي على تدفق الهواء والوقود وأداء المحرك.

1- تدفق الهواء: يتأثر تدفق الهواء داخل المحرك بشكل كبير بتشكيل المحرك الداخلي. فعلى سبيل المثال، يمكن تصميم مداخل الهواء وفتحات العادم بحيث تسمح بتدفق هواء أكبر وأسرع داخل المحرك، وبالتالي تحسين أداء المحرك من حيث القوة والكفاءة. وتؤثر عوامل أخرى مثل الشكل الداخلي للأسطوانة والصمامات والمنظمات على تدفق الهواء، ويمكن تحسين أداء المحرك بتصميم هذه العناصر بشكل يسمح بتدفق هواء أكبر وأسرع.

2- تدفق الوقود: يؤثر تشكيل المحرك الداخلي أيضًا على تدفق الوقود داخل المحرك، حيث يجب أن يتم إدخال الوقود بكمية دقيقة وفي الوقت المناسب لتحقيق أقصى كفاءة للإحتراق. ويمكن تحسين تدفق الوقود بتصميم الفوهات والبخاخات بحيث تضمن توزيعاً متساوياً للوقود داخل الأسطوانة، وبالتالي تحسين أداء المحرك من حيث الكفاءة والاستجابة.

3- أداء المحرك: يؤثر تشكيل المحرك الداخلي على أداء المحرك بشكل عام، حيث يمكن تحسين أداء المحرك من حيث الكفاءة والقوة وتوزيع العزم على مختلف سرعات المحرك، عن طريق تصميم الأسطوانات والمنظمات والصمامات بشكل يسمح بتدفق أمثل للهواء والوقود داخل المحرك. ويمكن أيضًا تحسين أداء المحرك من خلال تحسين توازن الأسطوانات والاهتمام بتفاصيل التصميم الداخلي مثل شكل المكابس وحجم الأسطوانات وزاوية الصمامات.

بشكل عام، يمكن القول إن تحسين تشكيل المحرك الداخلي يعتبر عاملاً حاسمًا في تحسين أداء المحرك من حيث تدفق الهواء والوقود والقوة والكفاءة والاستجابة. ويجب على المهندسين والمصنعين الاهتمام بتصميم المحرك الداخلي بشكل يسمح بتدفق هواء ووقود أمثل داخل المحرك،

وتحسين كفاءة الاحتراق وتوزيع العزم على مختلف سرعات المحرك. كما يجب أيضًا مراعاة تكلفة التصميم والتشكيل والصيانة عند اختيار التصميم المناسب للمحرك الداخلي.

### 6-3-2 دراسة عملية الاحتراق داخل المحرك، وتحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير شروط الاحتراق ومحتوى الوقود :

عملية الاحتراق داخل المحرك الداخلي تعتبر عملية معقدة ويتأثر ناتجها بعدد من العوامل التي يجب مراعاتها عند تحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير شروط الاحتراق ومحتوى الوقود. وفيما يلي سنستعرض بعض العوامل الرئيسية التي تؤثر على عملية الاحتراق داخل المحرك الداخلي وتحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير شروط الاحتراق ومحتوى الوقود.

1- نسبة الهواء إلى الوقود: تعتبر نسبة الهواء إلى الوقود من أهم العوامل التي تؤثر على عملية الاحتراق داخل المحرك الداخلي. فعند زيادة نسبة الهواء إلى الوقود، يزداد تبريد المحرك ويقل تكوين العوادم ولكن ينخفض قوة المحرك ويزداد استهلاك الوقود، والعكس صحيح عند تقليل نسبة الهواء إلى الوقود.
2- درجة حرارة الاحتراق: تتأثر درجة حرارة الاحتراق بنسبة الهواء إلى الوقود وسرعة الاحتراق ونوعية الوقود، حيث يؤثر ارتفاع درجة حرارة الاحتراق على زيادة الضرر على المكونات الداخلية للمحرك. ولتحسين عملية الاحتراق وخفض درجة حرارتها يمكن استخدام تقنيات التبريد والتحكم في نسبة الهواء إلى الوقود.
3- نوعية الوقود: يؤثر نوع الوقود على عملية الاحتراق داخل المحرك، حيث يجب مراعاة خواص الوقود مثل قيمة الوقود الحرارية ونسبة الكربون والهيدروجين والأكسجين فيه، ونسبة الشوائب والملوثات فيه. وتؤثر نوعية الوقود على قوة المحرك وكفاءته وانبعاثاته.
4- توقيت الاحتراق: يؤثر توقيت الاحتراق على عملية الاحتراق داخل المحرك، حيث يجب تحديد الوقت المناسب لإطلاق شرارة الاحتراق بحيث يحدث الاحتراق في الوقت المناسب وفي الزاوية المناسبة لتحقيق أعلى كفاءة ممكنة.

5- الاهتزاز والضوضاء: يجب مراعاة الاهتزاز والضوضاء الناتجة عن عملية الاحتراق داخل المحرك، حيث يمكن استخدام تقنيات التحكم في الاهتزاز والضوضاء لتحسين راحة المستخدم والحد من التلوث الصوتي.

6- الضغط والحجم: يجب مراعاة الضغط والحجم داخل المحرك لتحسين عملية الاحتراق، حيث يؤثر ارتفاع الضغط على زيادة قوة المحرك ولكنه يزيد من التلوث البيئي، والعكس صحيح عند تقليل الضغط.

يتم تحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير شروط الاحتراق ومحتوى الوقود عن طريق استخدام نماذج حاسوبية وتجارب عملية في المختبرات وعلى المحركات الحقيقية. وتتضمن هذه التحليلات تحليل كفاءة المحرك، وقوته، وانبعاثاته، واستهلاك الوقود، وحرارته، واهتزازاته، وضوضائه، وتحديد الشروط المثلى لعملية الاحتراق داخل المحرك.

## 4-2 ألية محرك الاحتراق الداخلي

### 1-4-2 القيم المعتادة لعناصر قياس أداء المحرك الاحتراق الداخلي

تختلف القيم المعتادة لعناصر قياس أداء المحرك الاحتراق الداخلي وفقًا لنوع المحرك وحجمه وطرازه والشروط التي يتم اختبارها فيها. ومع ذلك، يمكن تقديم بعض القيم النموذجية التي تستخدم عادة لقياس أداء المحرك، وتشمل:

1- قوة المحرك: تتراوح قوة محركات السيارات الصغيرة بين 70 حصانًا و150 حصانًا، في حين يمكن أن تصل قوة محركات السيارات الرياضية إلى أكثر من 500 حصان.

2- عزم الدوران: تتراوح قيمة عزم الدوران لمحركات السيارات بين 100 نيوتن-متر و500 نيوتن-متر تقريبًا.

3- سرعة المحرك: تتراوح سرعة دوران محركات السيارات بين 1000 دورة في الدقيقة و9000 دورة في الدقيقة تقريبًا.

4- استهلاك الوقود: تتراوح كفاءة استهلاك الوقود لمحركات السيارات بين 5 كيلومترات لكل لتر وحتى 20 كيلومترًا لكل لتر تقريبًا، وتختلف هذه القيم بناءً على نوع الوقود ونوع المحرك والشروط المختلفة.

5- انبعاثات العادم: يجب أن تكون قيم انبعاثات العادم للمحركات دون الحدود القانونية المحددة لكل بلد أو منطقة، حيث تختلف الحدود القانونية من بلد لآخر.

يجب الانتباه إلى أن هذه القيم النموذجية هي للإشارة فقط وتعتمد قيم أداء المحرك على العوامل المختلفة، مثل شروط الاختبار ونوع الوقود والظروف المناخية وغيرها

## 2-4-2 ألية محركات الاحتراق الداخلي

تختلف ألية المحركات الاحتراق الداخلي بناءً على نوع المحرك، ولكن في العموم تتألف هذه المحركات من العديد من الأجزاء الرئيسية التي تعمل معًا لتحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في الوقود إلى طاقة حركية لتحريك المركبة. وتشمل هذه الأجزاء الرئيسية:

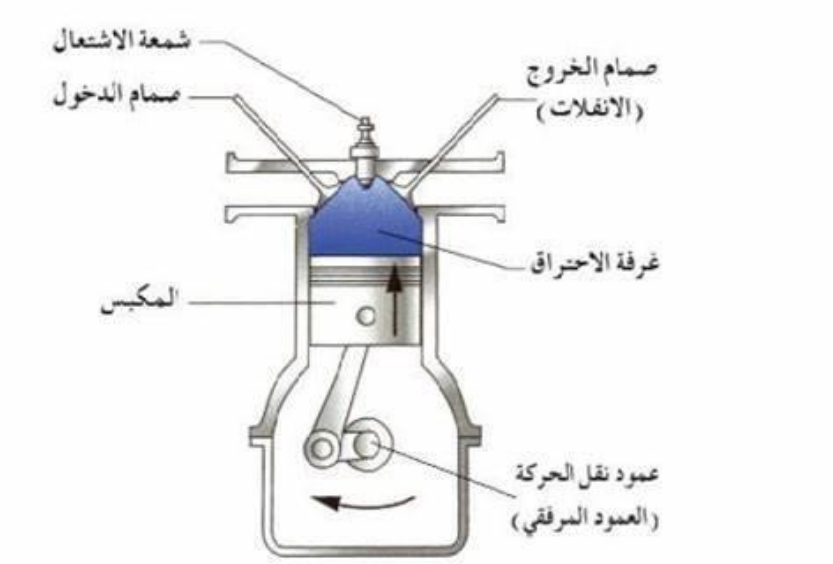
1. الاسطوانات والمكابس: تحتوي المحركات الاحتراق الداخلي على عدد من الاسطوانات التي تحتوي كل منها على مكبس يتحرك داخلها.
2. نظام الوقود: يتكون من خزان الوقود ومضخة الوقود والفلتر والبخاخات، ويقوم بتوصيل الوقود إلى الاحتراق داخل الأسطوانات.
3. نظام الإشعال: يتكون من البطارية والمولد والشمعات الإشعال والمحولات، ويقوم بتوليد شرارة كهربائية لإشعال الوقود داخل الأسطوانات.
4. نظام الصمامات: يحتوي المحرك على صمامات تعمل على فتح وإغلاق الفتحات التي تسمح بدخول الوقود والهواء إلى الأسطوانات.
5. نظام التحكم الإلكتروني: يتكون من العديد من الحساسات والمستشعرات والوحدات الإلكترونية التي تعمل على التحكم في عملية الاحتراق والتحكم في أداء المحرك وتحسين كفاءته.

خلال دورة العمل للمحرك الاحتراق الداخلي، يدخل الوقود والهواء إلى الأسطوانات خلال عملية السحب، ويتم ضغط الخليط الوقودي في الأسطوانة خلال عملية الضغط، ويتم إشعال الخليط الوقودي واحتراقه خلال عملية الاحتراق، وينتج عن ذلك حرارة وضغط يستخدمان لتحريك المكبس وتحريك العمود المرفقي، وخلال عملية العادم يتم تفريغ الغازات الناتجة عن الاحتراق. وتتكرر هذه العملية مرات عديدة في الثانية لإنتاج الحركة المستمرة التي تحرك المركبة

### 3-4-2 ألية عمل محرك الاحتراق الداخلي

تختلف ألية عمل محرك الاحتراق الداخلي بناءً على نوعه، ولكن يمكن تلخيص العملية بشكل عام كما يلي:

1. عملية السحب: يتم فتح صمام السحب في الاسطوانة للسماح بدخول الخليط من الهواء والوقود إلى الاسطوانة خلال فترة السحب. ويتم تحريك المكبس بعيدًا عن رأس الأسطوانة لخلق حجم يسمح بدخول الخليط إلى الأسطوانة.
2. عملية الضغط: بعدما يكتمل دخول الخليط إلى الأسطوانة، يتم إغلاق صمام السحب، ويتحرك المكبس باتجاه رأس الأسطوانة لضغط الخليط ورفع ضغطه داخل الأسطوانة.
3. عملية الاحتراق: بمجرد أن يتم الضغط على الخليط داخل الأسطوانة، يتم إشعال الخليط بواسطة شرارة كهربائية تولدها الشمعة الإشعال. وتتحول الطاقة الكيميائية المخزنة في الوقود إلى حرارة وضغط يدفعان المكبس بعيدًا عن رأس الأسطوانة.
4. عملية العادم: يتم فتح صمام العادم في الأسطوانة للسماح بخروج الغازات الناتجة عن الاحتراق. ويتحرك المكبس بعيدًا عن رأس الأسطوانة لخلق حجم يسمح بخروج الغازات من الأسطوانة.
5. الدورة الكاملة: تكون الدورة الكاملة لمحرك الاحتراق الداخلي بمجموعة من العمليات السابقة، حيث يتم تكرارها لكل اسطوانة في المحرك في غضون ثوانٍ قليلة، ويؤدي ذلك إلى إنتاج قوة تحريكية تستخدم لتحريك المركبة




آلية عمل المحرك الشكل 1 (2-4-3)

## 4-4-2 المزيد عن أنواع محركات الاحتراق الداخلي

يوجد عدة أنواع من محركات الاحتراق الداخلي، وهناك العديد من الاختلافات بين هذه الأنواع من حيث التصميم والأداء. ومن بين أنواع محركات الاحتراق الداخلي الأكثر شيوعًا نجد ما يلي:

1- محركات البنزين: يستخدم محرك البنزين الوقود الذي يحمل نفس الاسم، ويعمل عن طريق الاحتراق الداخلي للوقود والهواء داخل أسطوانات المحرك. وتتميز محركات البنزين بأدائها الجيد وقدرتها على توليد قوة عالية، لكنها تستهلك كمية كبيرة من الوقود.

2- محركات الديزل: يستخدم محرك الديزل وقود الديزل، ويعمل بنظام الاحتراق الداخلي للوقود والهواء، ويتميز بكفاءته العالية واستهلاك الوقود المنخفض، ولكنه يعاني من مستويات عالية من الضوضاء والاهتزاز.

3- محركات الغاز: تستخدم محركات الغاز أنواعًا مختلفة من الغازات الطبيعية والغازات المسالة والغازات الصناعية كوقود، وتعمل بنظام الاحتراق الداخلي للوقود والهواء، وتتميز بكفاءتها العالية واستهلاك الوقود المنخفض، ولكنها تحتاج إلى معدات خاصة لتخزين وتحويل الغاز إلى وقود.

4- محركات الهجينة: تستخدم محركات الهجينة تقنيات متطورة تجمع بين محركين، أحدهما يعمل بالبنزين أو الديزل والآخر يعمل بالكهرباء، وتعمل المحركات الهجينة على تحسين كفاءة استهلاك الوقود وتقليل الانبعاثات الضارة.

5- محركات الاحتراق الداخلي الصغيرة: تشمل هذه الفئة من المحركات محركات الأسطوانات الصغيرة التي يتم استخدامها في الدراجات النارية والمركبات الصغيرة، وتتميز بحجمها الصغير وخفة وزنها وكفاءتها العالية.

## 2-4-5 شرح آلية عمل محرك الاحتراق الداخلي

يعمل محرك الاحتراق الداخلي عن طريق احتراق الوقود داخل الأسطوانات، ويتكون المحرك عادةً من عدد من الأسطوانات، كل منها يحتوي على مكبس يتحرك داخلها. تتألف المحركات الحديثة عادةً من أربعة أو ستة أسطوانات، ولكن يمكن أن تتراوح أعداد الأسطوانات بين اثنين و12 أو أكثر في بعض المحركات الكبيرة.

يتم تحريك المكبس داخل الأسطوانة بواسطة انفجار خليط الوقود والهواء داخلها، حيث يتم سحب الخليط إلى داخل الأسطوانة عن طريق صمام الدخول، ومن ثم يتم ضغط الخليط داخل الأسطوانة عندما يتحرك المكبس لأعلى، وعند النقطة العليا لحركة المكبس يتم تفجير الخليط عن طريق شرارة كهربائية تولدها الشمعة، مما يؤدي إلى احتراق الخليط وإطلاق غازات الاحتراق الناتجة، ويتم توجيه هذه الغازات خارج المحرك عن طريق صمام الخروج.

يتم تكرار هذه العملية في كل الأسطوانات بشكل متزامن، وتتميز المحركات الحديثة بتحكم إلكتروني دقيق في كمية الوقود والهواء التي تحتاجها كل أسطوانة في كل لحظة، مما يساعد على تحسين الكفاءة الحرارية وتقليل انبعاثات العادم. وتحتوي بعض المحركات الحديثة على تقنيات مثل الشحن التوربيني والحقن المباشر للوقود، والتي تساعد على زيادة القوة والأداء وتحسين كفاءة الوقود.

## 3- عينة الدراسة وأدوات البحث :

### 3-1 عينة االدراسة :

تختلف عينات المجتمع المستخدمة في دراسة محرك الاحتراق الداخلي حسب الغرض والهدف من الدراسة. ومن بين العينات التي يمكن استخدامها في دراسة محرك الاحتراق الداخلي :

1- المهندسين والخبراء في مجال صناعة المحركات: يمكن استخدام عينات المهندسين والخبراء في مجال صناعة المحركات لتحليل تصميم المحركات وأداءها وتحديد العوامل التي تؤثر على هذا الأداء وتحسينه.

2- المستهلكين والمستخدمين: يمكن استخدام عينات المستهلكين والمستخدمين لتحليل استخدام المحركات وتقييم أدائها ورضا المستخدمين عنها وتحديد العوامل التي يجب تحسينها لتحسين أداء المحركات ورفع رضا المستخدمين عنها.

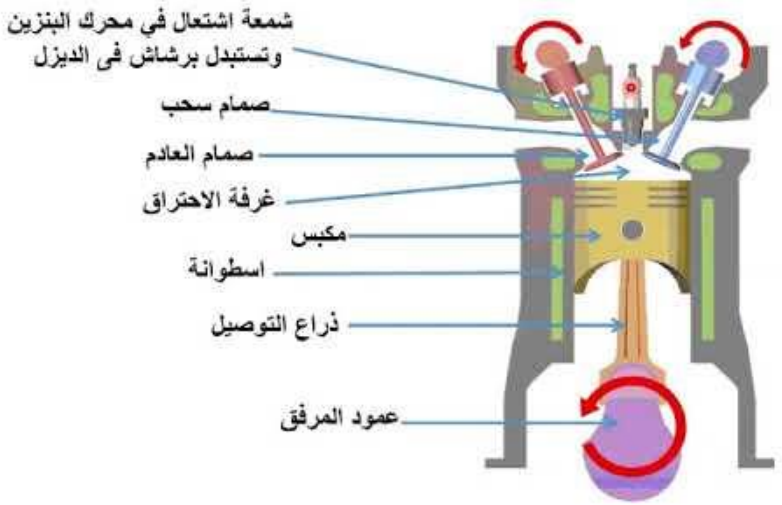
3- الأكاديميين والباحثين: يمكن استخدام عينات الأكاديميين والباحثين في مجال المحركات لإجراء الدراسات العلمية والبحوث وتطوير النظريات والنماذج الرياضية المتعلقة بالمحركات وتحليل أدائها وتصميمها.

4- الشركات المصنعة للمحركات: يمكن استخدام عينات الشركات المصنعة للمحركات لتحليل تصميم المحركات وأدائها وتحديد العوامل التي تؤثر على هذا الأداء وتحسينه.

5- المؤسسات الحكومية والمنظمات الدولية: يمكن استخدام عينات المؤسسات الحكومية والمنظمات الدولية لتحديد السياسات والتشريعات المتعلقة بالمحركات وتحليل تأثيرها على الأداء وتصميم المحركات.

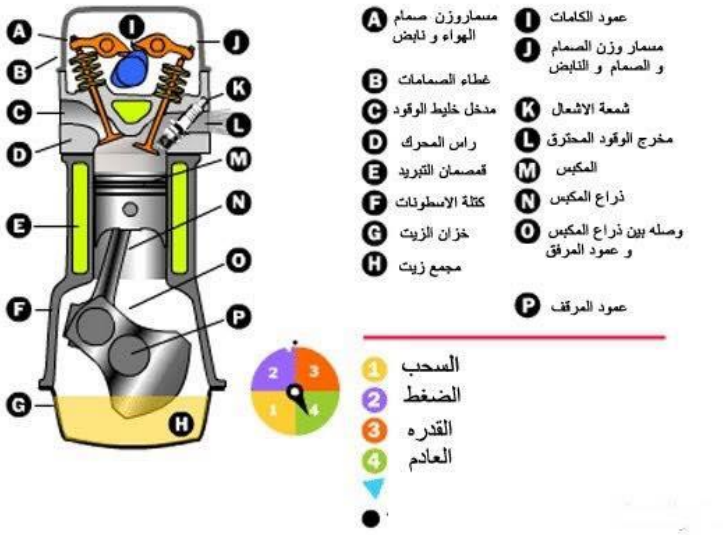
يستخدم أحمد . ز مهندس ميكانيك في اللاذقية محركات الاحتراق الداخلي في عمله بالسفن حيث يعتمد على محركات الاحتراق في عمليات عديدة تتم في السفن ذات الإبحار لمسافات طويلة .

أما محمد . د ف هو زراعي في منطقة سهل الغاب يستخدم محركات الاحتراق الداخلي في الجرارات التي تقوم برحاثة الأراضي ويؤكد محمد أن هذه المحركات وفرت الكثير من الوقت والجهد ل استخدامها من خلال العديد من الآلات الزراعية ويؤكد سنان .ح أن محركات الاحتراق الداخلي ساعدت في جني المحصول بسرعة كبيرة من خلال استخدام المحركات في الحصدات الحديثة و أن هذه المحركات استخدمت في الآلات التي ساهمت في تطوير الزراعة في هذه المنطقة.




الجرار والمحرك الشكل 1 (3-1)

أما سمير.م فهو صيّاد يعمل في منطقة بيروت يروي لنا سمير تجربته مع الصيد ويذكر لنا كيف وفرت محركات الاحتراق الداخلي الامكانية للعمل بشكل أكبر ومتقن أكثر حيث يؤكد أن رحلات الصيد كانت تتطلب مجهود أكبر يبذله الصيادون في عمليات التجذيف للوصول الى المنطقة التي يرغبون بالصيد فيها وأن هذه المحركات مكنتهم من الوصول الى مناطق أبعد وأكثر وفرة وأن قدرتهم على الحركة في مياه البحر باتت أسهل , قابلنا السيد منير.ع وهو سائق تكسي في العاصمة دمشق وذكر لنا السيد منير عن أنه يعمل ك سائق سيارة منذ سنوات وأنه تعرض للعديد من الأعطال وتمكن من إصلاحها بمساعدة المهندسين والحرفيين وأن هذه المحركات سهلة الإستخدام وأن عمله في هذه المهنة لسنوات هو ماقدم له خبرة وافرة في هذه المحركات وأصبح لديه القدرة على تجنب بعض الأعطال .




شرح مبسط لمحرك السيارة الشكل 2 (3-1)

وفي الحديث مع مهندس الطيران في مطار عمان سهيل.ط أكد لنا استخدامات محرك الاحتراق الداخلي في مجالات مختلفة في الطيران وسوف نذكر منها :

1. الطيران التجاري: يستخدم طيارو شركات الطيران محركات الاحتراق الداخلي في الطائرات التجارية لتوليد القوة اللازمة لتحريك الطائرة على مدى طويل.
2. الطيران العسكري: يستخدم الطيارون في القوات الجوية محركات الاحتراق الداخلي في مقاتلات الجو والطائرات العسكرية الأخرى.
3. الطيران الخاص: يستخدم أصحاب الطائرات الخاصة محركات الاحتراق الداخلي في طائراتهم للتنقل بين المدن والدول.
4. الطيران التجريبي: يستخدم الطيارون في الطيران التجريبي محركات الاحتراق الداخلي في الطائرات التي تستخدم لاختبار تقنيات وأنظمة جديدة للطيران.
5. الطيران الرياضي: يستخدم الطيارون في الطيران الرياضي محركات الاحتراق الداخلي في طائراتهم للتحليق والتزلج على الجليد والاستكشاف الجوي.
6. الطيران الزراعي: يستخدم الطيارون في الطيران الزراعي محركات الاحتراق الداخلي في طائراتهم لرش المبيدات والأسمدة على المحاصيل الزراعية.

وساعدنا السيد سهيل للتواصل مع عدد من المهندسين الذين تحدثوا إلينا عن تجاربهم من

ع محركات الاحتراق فتحدث أحدهم عن تطور الطيران الحربي بعد استخدام هذه المحركات , أما الآخر فقد أكد أنهم اعتمدوا رش المبيدات الحشرية في عدد من المناطق عبر الطيارات المطورة بهذه المحركات , كما قابلنا أحد الطيارين الذي تحدث عن الحرائق التي أخمدوها بواسطة الطائرات وأكد أن هذه المحركات (محركات الاحتراق الداخلي) ساعدت على بلوغ مرتفعات شاهقة وبسرعة عالية لإخماد حرائق كان من المتوقع عدم المقدرة على السيطرة عليها لولا أن تم استخدام الطيران في هذه الحالات .

بالحديث مع أحد أعضاء نقابة المهندسين في درعا السيد نور.ج قدم لنا لمحة تاريخية عن تطور محركات الاحتراق الداخلي وعن الدراسات التي قدمها في مسيرته المهنية عن تطور هذه المحركات وأهميتها في تطور الآلات التي يستخدمها شريحات مختلفة من المجتمع وكيف أن هذه المحركات تطورت وتحسنت بما يخدم الإنسان مع مرور السنوات كما أنه اقترح لنا بعض الكتب التي تساعدنا في إنجاز بحثنا والتي سنذكرها في قسم المراجع وتحدث السيد نور عن استخدامات محرك الاحتراق الداخلي في العديد من الأجهزة الحديثة وعن كمية التطور التي طالت المنطقةة بعد استخدام هذه المحركات وقدم لنا السيد نور بعض الزملاء الذين تحدثوا عن تجاربهم مع محرك الاحتراق الداخلي , فالسيد مهند . ك تحدث عن أنواع محرك الاحتراق الداخلي وأوضح أن هناك عدة أنواع من محركات الاحتراق الداخلي، وتختلف هذه الأنواع بحسب الشكل والتصميم وطريقة عملها، ومن بين هذه الأنواع:

1- محركات البنزين
2- محركات الديزل
3- محركات الغاز الطبيعي
4- محركات الهيدروجين.
5- محركات الكهرباء

أما السيد فائز.ن فتحدث عن تاريخ محرك الاحتراق الداخلي وأوضح أنه تعود تاريخ محرك الاحتراق الداخلي إلى القرن التاسع عشر، حيث قام عالم الفيزياء الفرنسي "إتيان لينوار" بتطوير محرك يعمل بالاحتراق الداخلي في عام 1859، وكان هذا المحرك يستخدم الوقود السائل والهواء لتوليد الحرارة والضغط اللازمين لتحريك المكابس داخل الأسطوانات. ولكن، لم ينجح هذا المحرك في العمل بشكل جيد لأنه كان يعاني من مشاكل تقنية وتصميمية.

وفي عام 1860، قام العالم الفرنسي "ألفريد بيزليه" بتطوير محرك احتراق داخلي يتميز بتصميم أفضل وأداء أفضل، وكان يعمل بوقود الهيدروجين. وفي عام 1862، قام العالم الألماني "نيكولاس أوتو" بتطوير محرك احتراق داخلي يعمل بوقود البنزين، وهذا المحرك كان يستخدم احتراقًا متتابعًا للوقود الذي يتم تحريك المكابس بواسطته.

وفي عام 1876، قام العالم الألماني "جوتليب دايملر" بتطوير محرك احتراق داخلي يعمل بوقود البنزين ويتميز بتصميم أفضل وأداء أفضل، وهذا المحرك كان يتميز بوزنه الخفيف وحجمه الصغير مقارنة بالمحركات الأخرى.

مع مرور الوقت، تم تطوير محركات الاحتراق الداخلي بشكل كبير، وأصبحت أكثر كفاءة وأداءًا، واستخدمت في العديد من الصناعات مثل صناعة السيارات والطائرات والسفن والطاقة وغيرها.

ولا يزال هذا المحرك يستخدم حتى اليوم، ولكن مع التطورات التكنولوجية الحديثة، يتم تحسين كفاءته وأدائه وتقليل انبعاثاته الضارة بالبيئة.

وذكر لنا السيد حميد . ك أنه هناك العديد من التطورات الجديدة في مجال محركات الاحتراق الداخلي، والهدف من هذه التطورات هو زيادة كفاءة المحركات وتحسين أدائها وتقليل انبعاثاتها الضارة بالبيئة. ومن بين هذه التطورات:

1- محركات هجينة
2- تقنية الحقن المباشر.
3- التحكم الإلكتروني
4- تقنية الاسطوانات المتغيرة
5- الوقود البديل

هذه بعض التطورات الحالية في مجال محركات الاحتراق الداخلي، ويتوقع المزيد من التطورات في هذا المجال في المستقبل لتحسين كفاءة المحركات وتقليل تأثيرها على البيئة.

ونلاحظ أنه بالحديث والإطلاع على شريحات مختلفة من المجتمع في أماكن مختفلة من بلاد الشام ومستويات مختلفة من التعليم وبالحديث مع أصحاب المهن المختلفة نجد أن محرك الاحتراق الداخلي مساهم رئيسي في حياة كل شخص من هؤلاء الأشخاص في أعمالهم ودراساتهم وأنه يقدم تسهيلات مختلفة للحاية وتوفير كبير للوقت والجهد في منطقتنا .

## 2-3 أدوات البحث :

1- تحديد الغرض من الدراسة: يجب تحديد الغرض من الدراسة بشكل دقيق، مثل تحليل أداء المحرك، أو تحديد الأعطال، أو تقييم الكفاءة الوقودية، ومن ثم تحديد الأداة المناسبة لتحقيق هذا الغرض.

2- تحديد نوع المحرك

3- تحديد البيانات المطلوبة: يجب تحديد البيانات المطلوبة للدراسة، مثل القدرة، والعزم، والانبعاثات، ودرجات الحرارة، والاهتزازات، ومن ثم تحديد الأداة المناسبة لجمع هذه البيانات.

4- تحديد الميزانية

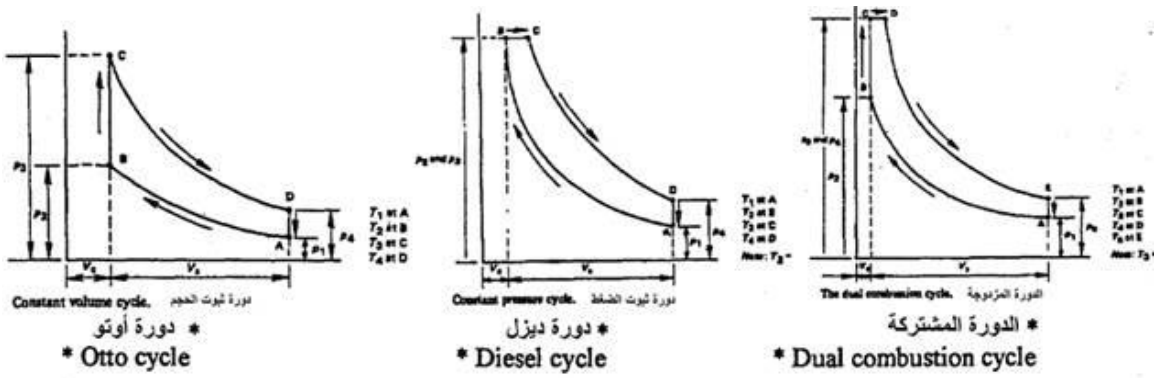
5- تحديد مستوى الخبرة: يجب تحديد مستوى الخبرة للفريق الذي سيستخدم الأداة، حيث يجب اختيار الأداة التي يتم التعامل معها بسهولة ويستطيع الفريق العمل عليها دون مشاكل.

6- البحث والمقارنة: يجب البحث عن الأدوات المتاحة والمناسبة والمقارنة بينها لتحديد الأفضل من بينها بناءً على المعايير المحددة.

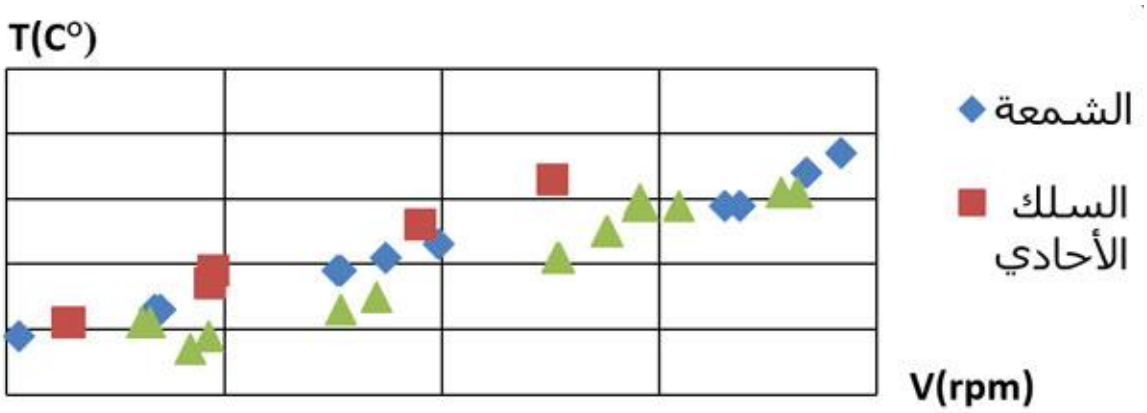
## 4-الرسوم البيانية :

| جدول1 يبين نسب التحسن في زمن استهلاك الوقود عند استخدام شمعة الهالة (أحادي وثنائي ورباعي الأقطاب) بالنسبة للشمعة عند سرعات محددة. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| السرعة (rpm) | زمن الاستهلاك بالشمعة العادية [min] | نسبة التحسن لشمعة الهالة أحادية الأقطاب [%] | نسبة التحسن لشمعة الهالة ثنائية الأقطاب [%] | نسبة التحسن لشمعة الهالة رباعية الأقطاب [%] |
| 1000 | 5.22 | 18 | 58 | 90.06 |
| 1200 | 4.85 | 17.78 | 51.24 | 79.29 |
| 1400 | 4.56 | 17.60 | 45.74 | 70.66 |
| 1600 | 4.33 | 17.44 | 41.15 | 63.52 |
| 2000 | 3.96 | 17.18 | 33.79 | 52.25 |
| 2250 | 3.77 | 17.04 | 30.06 | 46.62 |
| 2500 | 3.62 | 16.92 | 26.81 | 41.76 |
| 2630 | 3.55 | 16.86 | 25.28 | 39.48 |
| 3000 | 3.36 | 16.71 | 21.38 | 33.72 |
| 3100 | 3.32 | 16.67 | 20.43 | 32.33 |
| 3500 | 3.16 | 16.53 | 16.97 | 27.29 |

مقارنة أداء محرك الاحتراق الداخلي الشكل 1 (4)




المنحني الفعلي لمحرك الاحتراق الداخلي الشكل 2 (4)




مقارنة مبسطة ل أداء محرك الاحتراق الداخلي الشكل 3 (4)

## 5-المناقشات والتوصيات :

### 5-1 بعض العوامل التي تؤثر على عمر محركات الاحتراق الداخلي

يمكن أن تؤثر العديد من العوامل على عمر محركات الاحتراق الداخلي، ومن أهم هذه العوامل:

1. التشغيل الصحيح والصيانة الدورية: يجب تشغيل المحرك بطريقة صحيحة وفقاً للتعليمات الموصى بها من الشركة المصنعة، ويجب أيضًا إجراء الصيانة الدورية على المحرك بانتظام، وذلك لتجنب الأعطال والتلف.
2. جودة الوقود والزيوت المستخدمة: يجب استخدام وقود وزيوت عالية الجودة ومناسبة لمواصفات المحرك، وذلك لتجنب التلف والأعطال.

3. ظروف العمل القاسية: يمكن أن تؤثر ظروف العمل القاسية، مثل الحرارة الشديدة والرطوبة والغبار والصدمات والاهتزازات، على عمر المحرك.
4. التحميل الزائد: يجب تجنب تحميل المحرك بشكل زائد، حيث يمكن أن يؤدي ذلك إلى الأعطال والتلف.
5. الاستخدام الخاطئ: يجب تجنب الاستخدام الخاطئ للمحرك، مثل تشغيله بطريقة غير صحيحة أو تشغيله في ظروف غير مناسبة.
6. العمر والاستخدام: يتأثر عمر المحرك بالاستخدام الذي يتم من قبل المستخدم، وكذلك بالعمر ومدة الاستخدام.
7. التلف الناتج عن الاحتكاك والاهتراء: يمكن أن يؤدي الاحتكاك والاهتراء المستمر على أجزاء المحرك، مثل الأسطوانات والمكابس والصمامات والمحامل، إلى التلف وتقليل عمر المحرك.

لذلك، يجب اتباع الإجراءات الصحيحة للتشغيل والصيانة واستخدام المواد الصحيحة المناسبة للمحرك، وتجنب الظروف القاسية والتحميل الزائد والاستخدام الخاطئ، وذلك لتحسين عمر المحرك والحفاظ على أدائه

## 2-5 الصيانة الدورية التي يجب القيام بها للمحرك

تختلف الصيانة الدورية التي يجب القيام بها للمحرك حسب النوع والموديل وشروط الاستخدام، ولكن عمومًا فإن الصيانة الدورية التي يجب القيام بها للمحرك تشمل:

1- تغيير الزيت :يجب تغيير زيت المحرك بانتظام وفقًا للجدول الزمني الموصى به من قبل المصنع، وذلك لتجنب تراكم الشوائب والأوساخ داخل المحرك.
2- تغيير فلتر الزيت :يجب تغيير فلتر الزيت بانتظام بعد كل تغيير للزيت، وذلك لتجنب تراكم الشوائب والأوساخ داخل المحرك.
3- تغيير فلتر الهواء :يجب تغيير فلتر الهواء بانتظام وفقًا للجدول الزمني الموصى به من قبل المصنع، وذلك لتجنب دخول الأوساخ والشوائب إلى داخل المحرك.
4- تغيير شمعات الإشعال :يجب تغيير شمعات الإشعال بانتظام وفقًا للجدول الزمني الموصى به من قبل المصنع، وذلك لتجنب تأثيرها على جودة الاحتراق وكفاءة المحرك.
5- التحقق من نظام التبريد :يجب التحقق من نظام التبريد بانتظام وفحص مستوى السائل التبريد وتغييره إذا لزم الأمر، وذلك لتجنب ارتفاع درجة حرارة المحرك.

6- التحقق من نظام الوقود :يجب التحقق من نظام الوقود بانتظام وفحص مستوى الوقود ونظافة الفلاتر والصمامات، وذلك لتجنب تلف رأس المحرك والأجزاء الأخرى الموجودة داخل المحرك.

7- فحص البواجي :يجب فحص البواجي بانتظام وتنظيفها أو استبدالها إذا لزم الأمر، وذلك لتجنب تأثيرها على جودة الاحتراق وكفاءة المحرك.

8- التحقق من نظام الإشعال :يجب التحقق من نظام الإشعال بانتظام وفحص الأسلاك والموصلات ومكونات النظام الكهربائي، وذلك لتجنب تلف رأس المحرك والأجزاء الأخرى الموجودة داخل المحرك.

9- فحص نظام العادم :يجب فحص نظام العادم بانتظام وتنظيفه من الأوساخ والشوائب وفحص الأنابيب والموصلات والمفاصل، وذلك لتجنب تلف رأس المحرك والأجزاء الأخرى الموجودة داخل المحرك.

يجب اتباع جدول الصيانة الموصى به من قبل المصنع والذي يحتوي على تواريخ وأعمال الصيانة المطلوبة لكل جزء من المحرك، ويمكن الحصول على هذا الجدول من دليل المالك أو من خلال الاتصال بالوكيل أو صاحب المركبة. ويجب أيضًا القيام بالصيانة الدورية الأخرى المطلوبة للمركبة كالفحص الفني وتغيير الإطارات وفحص نظام الفرامل وغيرها، وذلك للحفاظ على سلامة المركبة وتأمين عمل المحرك بكفاءة عالية ولفترة أطول

## 3-5 العوامل الؤثرة بأداء محرك الاحتراق الداخلي

يتأثر أداء المحرك الاحتراق الداخلي بعدة عوامل، منها:

1- سعة المحرك: كلما كان حجم المحرك أكبر، كان قدرته على توليد طاقة أكبر وبالتالي أداء أفضل.

2- الضغط: كلما زاد الضغط داخل الأسطوانات، زادت كفاءة عملية الاحتراق وبالتالي زاد أداء المحرك.

3- نظام التحكم في الوقود والهواء: يجب ضبط نظام التحكم في الوقود والهواء بدقة لتحقيق أفضل أداء للمحرك.

4- نظام الإشعال: يجب الحفاظ على نظام الإشعال بحالة جيدة لتحقيق أفضل أداء للمحرك.

5- نظام التبريد: يجب الحفاظ على نظام التبريد بحالة جيدة لتحقيق أفضل أداء للمحرك وتجنب ارتفاع درجة حرارته.

6- جودة الوقود: يجب استخدام وقود ذو جودة عالية لتحقيق أفضل أداء للمحرك.

يمكن تحسين أداء المحرك الاحتراق الداخلي عن طريق تحديث الأجزاء المهمة وتحسين نظام التحكم وتنظيف الفلاتر والموصلات والصمامات بانتظام، وكذلك الالتزام بجدول الصيانة الموصى به من قبل المصنع

## 4-5 مؤلفات عن محرك الاحتراق الداخلي

هناك العديد من المؤلفات المتاحة حول محرك الاحتراق الداخلي، ومن بين هذه المؤلفات:

1. Internal Combustion Engine Fundamentals, بقلم John B. Heywood يعد هذا الكتاب من أهم المصادر في دراسة محرك الاحتراق الداخلي، حيث يغطي الموضوع من جوانب عديدة مثل التصميم والأداء والانبعاثات والتحكم الإلكتروني.
2. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine, بقلم Willard W. Pulkrabek يعتبر هذا الكتاب مناسبًا للطلاب الجدد في تعلم محركات الاحتراق الداخلي، حيث يغطي الأساسيات والمفاهيم الأساسية ويوضح العديد من الأمثلة والرسوم التوضيحية.
3. Advanced Engine Technology, بقلم Heinz Heisler يعد هذا الكتاب من المصادر المتقدمة في دراسة محركات الاحتراق الداخلي، حيث يغطي الموضوع من جوانب مثل التصميم والأداء والتحكم الإلكتروني والانبعاثات.
4. Introduction to Internal Combustion Engines, بقلم Richard Stone يعرض هذا الكتاب بشكل مبسط وسهل الفهم، مفاهيم محركات الاحتراق الداخلي، بالإضافة إلى توضيح العديد من الأمثلة العملية.
5. Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives, بقلم Richard van Basshuysen and Fred Schäfer يعد هذا الكتاب مرجعًا شاملاً في مجال محركات الاحتراق الداخلي، حيث يغطي الموضوع من جوانب مثل التصميم والأداء والتحكم الإلكتروني والانبعاثات، بالإضافة إلى توضيح العديد من الأمثلة العملية والرسوم التوضيحية.

## 5-5 الدراسات التي قدمتها الأكاديمية الدولية العربية في مجال محركات الاحتراق الداخلي

الأكاديمية الدولية العربية هي مؤسسة علمية وثقافية عربية مستقلة، ولا يوجد لدي بيانات حول الدراسات التي قدمتها الأكاديمية الدولية العربية في مجال محركات الاحتراق الداخلي بشكل محدد.

ومع ذلك، يمكن القول بشكل عام أن الأكاديمية الدولية العربية تعمل على تعزيز البحث العلمي وتطوير المعرفة في مختلف المجالات، بما في ذلك مجال المحركات الداخلية وتقنيات الاحتراق، وذلك من خلال دعم الأبحاث والمشاريع العلمية وتنظيم المؤتمرات والندوات والدورات التدريبية والتعاون مع المؤسسات العلمية والصناعية المختلفة.

وعلى سبيل المثال، قامت الأكاديمية الدولية العربية بتنظيم مؤتمر دولي في مجال تقنيات الاحتراق في العام 2013 بالتعاون مع عدد من المؤسسات العلمية والصناعية، والذي تناول مختلف جوانب تقنيات الاحتراق وتحسين كفاءة المحركات الداخلية وتقليل الانبعاثات الضارة.

في عام 2013 تم تنظيم "International Conference on Combustion, Energy Utilization and Thermodynamics"،

والذي عقد في الفترة من 21 إلى 23 يناير 2013 في القاهرة، مصر.

وقد نظم المؤتمر بالتعاون بين الأكاديمية الدولية العربية وعدد من المؤسسات العلمية والصناعية العربية والدولية، وحضر المؤتمر باحثون وخبراء ومهندسون وعلماء من مختلف دول العالم.

وتناول المؤتمر موضوعات متعددة في مجال تقنيات الاحتراق وتحسين كفاءة المحركات الداخلية وتقليل الانبعاثات الضارة، ومن بين الموضوعات التي تم مناقشتها في المؤتمر:

- تقنيات الاحتراق المختلفة وأثرها على كفاءة المحركات الداخلية والانبعاثات الضارة.
- تقنيات تحسين كفاءة المحركات الداخلية وتقليل استهلاك الوقود والانبعاثات الضارة، مثل تقنيات التحكم في الاحتراق وزيادة نسبة الضغط والحرارة داخل الاسطوانات.
- تحليل الانبعاثات الضارة وتقنيات تقليلها، مثل تقنيات استخدام الوقود البديل وتقنيات معالجة العوادم.
- تقنيات توليد الطاقة والكهرباء، مثل تقنيات توليد الطاقة الحرارية والطاقة الشمسية والرياح

## 6-5 تطبيقات عن محرك الاحتراق الداخلي

تعتبر المحركات المكبسية الترددية أكثر مصدر طاقة شيوعاً للمركبات البرية والمائية، مثل السيارات والدراجات النارية والسفن، وبدرجة أقل القاطرات بعض القاطرات يعمل بالكهرباء لكن معظمها يستخدم محركات ديزل[4][5] . تُستخدم محركات فانكل الدوارة في بعض السيارات والطائرات والدراجات النارية.

ظهرت محركات الاحتراق الداخلي في صورة التربينات الغازية أو محركات فانكل عندما نشأت الحاجة إلى نسب قدرة إلى وزن مرتفعة جداً. تستخدم الطائرات محركات الاحتراق الداخلي، حيث كانت تستخدم الأنواع القديمة المحركات الترددية، بينما تُستخدم المحركات النفاثة الآن، وتستخدم المروحيات محرك عمود دوران توربيني الذي يندرج مع المحرك النفاث ضمن أنواع التربينات الغازية .قد تستخدم طائرات الرحلات محرك احتراق داخلي منفصل كوحدة طاقة مساعدة .جُهز العديد من الطائرات الألية بمحركات فانكل.

تشغل محركات الاحتراق الداخلي مولدات كهربائية كبيرة تزود الشبكات الكهربائية بالطاقة. تتواجد المحركات في صورة تربينات غازية في دورة طاقة مركبة تربينات غازية وتربينات بخارية تتراوح قدرتها الكهربائية الناتجة من 100 ميجا وات إلى 1 جيجا وات. تُستخدم غازات عادم المحرك ذات درجة الحرارة المرتفعة في الغلي والتسخين الفائق للمياه لتشغيل التربينة البخارية، لذلك تكون كفاءة الدورة المركبة أكبر حيث تكون الطاقة المستفادة من الوقود أكثر من التي يُمكن الاستفادة بها في حالة التربينة الغازية فقط. تتراوح القيم المثالية لكفاءة الدورات المركبة من 50 إلى 60%. تُستخدم مولدات الديزل في نطاق أصغر كمصدر احتياطي للطاقة وكمصدر طاقة للمناطق التي لا يتوافر فيها شبكات كهربائية.

تُستخدم المحركات الصغيرة محركات بنزين ثنائية الشوط عادة كمصدر طاقة شائع لألات جز العشب والمناشير الكهربائية ومنفاخ أوراق الشجر وألات الغسل ذات الضغط العالي وزلاجات الجليد الألية والزلاجة المائية والمحركات الخارجية (محركات دفع القوارب) والدراجات والدراجات النارية.

يمكن استنتاج العديد من الأمور من دراسة محركات الاحتراق الداخلي، ومنها:
تطور التكنولوجيا يمكن أن يؤدي إلى تحسين كفاءة المحركات وتقليل انبعاثاتها الضارة بالبيئة.

تعتبر محركات الاحتراق الداخلي من أهم الاختراعات التي أحدثت ثورة في عالم النقل، والتي أدت إلى تحرك المركبات بسرعة وكفاءة.

يمكن استخدام محركات الاحتراق الداخلي في العديد من الصناعات، مثل صناعة السيارات والطائرات والسفن والطاقة وغيرها.

يمكن تصميم المحركات بأشكال وأحجام مختلفة بحسب الاستخدام المرغوب فيه، ويمكن استخدام تقنيات مثل التحكم الإلكتروني في الوقود والهواء وتقنية الحقن المباشر لتحسين أداء المحركات.

يمكن استخدام أنواع مختلفة من الوقود في محركات الاحتراق الداخلي، ومن بينها البنزين والديزل والغاز الطبيعي والهيدروجين.

يمكن أن يساهم استخدام محركات الاحتراق الداخلي في زيادة اعتماد العالم على الوقود الأحفوري، وبالتالي زيادة التلوث البيئي والتغير المناخي.

يظل تحسين كفاءة المحركات وتقليل انبعاثاتها هدفًا مهمًا للصناعة والعلماء، حيث يتم العمل على تطوير تقنيات جديدة لتحسين أداء المحركات وتقليل تأثيرها السلبي على البيئة.

## 6-المصادر والمراجع


1. عزيز شمس الدين، محركات الاحتراق الداخلي، الرياض: دار الفكر المعاصر، 2008.
2. عبد السلام، نبيل سعيد، محركات الاحتراق الداخلي، بغداد: دار الرشيد للنشر والتوزيع، 2005.
3. الفاروق، محمد، محركات الاحتراق الداخلي: الأساسيات والتطبيقات، القاهرة: دار المعرفة للنشر والتوزيع، 2010.
4. الشامي، عبد الرحمن، محركات الاحتراق الداخلي، الإسكندرية: دار الكتاب الجديد، 2003.
5. العايش، محمد، محركات الاحتراق الداخلي: النظريات والتطبيقات، الرياض: المركز الوطني للتعليم الإلكتروني والتعليم عن بعد، 2016.
6. الحافظ، محمود، محركات الاحتراق الداخلي: الأساسيات والتطبيقات، عمان: دار اليازوري، 2013.
7. الخفاجي، عبد الله، محركات الاحتراق الداخلي: الأساسيات والتطبيقات، بغداد: دار الكتاب العربي، 2012.

# الفهرس


الإهداء ..... 2

الشكر والتقدير..... 3

محاكاة محرك الاحتراق الداخلي (ملخص)..... 4

1- المقدمة :..... 7

1-1 مقدمة عن محركات الاحتراق الداخلي:..... 7

2-1 مراحل الاحتراق الداخلي :..... 7

3-1 تصنيف محركات الاحتراق الداخلي : ..... 8

4-1 دورة عمل محركات الاحتراق الداخلي :..... 9

5-1 محرك الاحتراق الداخلي ثنائي الشوط :..... 10

6-1 أهمية دراسة محركات الاحتراق الداخلي : ..... 11

7-1 أهداف تقديم هذا البحث المتعلق بمحرك الاحتراق الداخلي : ..... 12

8-1 مصطلحات البحث :..... 13

2- البحث النظري ..... 13

1-2 أجزاء المحرك..... 13

1-1-2 الأجزاء الميكانيكية الرئيسية لمحرك الاحتراق الداخلي ووظائفها :..... 13

2-1-2 الأجزاء الرئيسية لأسفل محرك الاحتراق الداخلي : 14

3-1-2 الأجزاء الرئيسية المتحركة في جسم أو كتلة محرك الاحتراق الداخلي : ..... 15

4-1-2 الأجزاء الرئيسية لرأس المحرك ووظائفها :..... 17

2-2- التلف في محرك الاحتراق الداخلي..... 18

1-2-2 الأسباب الشائعة لتلف رأس المحرك ..... 18

2-2-2 طرق أخرى لتجنب تلف رأس المحرك : ..... 18

3-2-2 الأجزاء المهمة التي يمكن تحديثها لتحسين أداء المحرك :..... 19

4-2-2 عناصر قياس أداء محرك الاحتراق الداخلي : ..... 20

3-2 دراسة محرك الاحتراق الداخلي ..... 20

1-3-2 دراسة تدفق الهواء والوقود داخل محرك الاحتراق الداخلي :..... 20

2-3-2 دراسة تأثير العوامل الخارجية على أداء محرك الاحتراق الداخلي : ..... 21

4-3-2 تحليل تأثير تقنيات محددة على أداء محرك الاحتراق الداخلي : ..... 22

5-3-2 تحليل تأثير التشكيل الداخلي لمحرك الحتراق الداخلي على تدفق الهواء والوقود وأداء المحرك ... 24

2-3-6 دراسة عملية الاحتراق داخل المحرك، وتحليل التأثيرات الناتجة عن تغيير شروط الاحتراق ومحتوى الوقود : ..... 25
2-4 ألية محرك الاحتراق الداخلي..... 26
2-4-1 القيم المعتادة لعناصر قياس أداء المحرك الاحتراق الداخلي ..... 26
2-4-2 ألية محركات الاحتراق الداخلي..... 27
2-4-3 ألية عمل محرك الاحتراق الداخلي..... 28
2-4-4 المزيد عن أنواع محركات الاحتراق الداخلي..... 29
2-4-5 شرح آلية عمل محرك الاحتراق الداخلي..... 30
3- عينة الدراسة وأدوات البحث :..... 31
3-1 عينة االدراسة :..... 31
3-2 أدوات البحث : ..... 36
4-الرسوم البيانية :..... 36
5-المناقشات والتوصيات : ..... 37
5-1 بعض العوامل التي تؤثر على عمر محركات الاحتراق الداخلي..... 37
5-2 الصيانة الدورية التي يجب القيام بها للمحرك..... 38
5-3 العوامل الؤثرة بأداء محرك الاحتراق الداخلي ..... 39
5-4 مؤلفات عن محرك الاحتراق الداخلي..... 40
5-5 الدراسات التي قدمتها الأكاديمية الدولية العربية في مجال محركات الاحتراق الداخلي..... 41
5-6 تطبيقات عن محرك الاحتراق الداخلي..... 42
6-المصادر والمراجع ..... 43