دراسة إمكانية استخدام الغاز الطبيعي مع الجازولين في المولدات الصينية

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة الميكانيكية

إعداد الطلاب:

آدم علي حسن أدم

عوض الجيد الامين عبد الله

يوسف عبد المؤمن آدم

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبد الله البدري

اشراف الدكتور/

مدحت فيكتور فهمي

فبراير – 2023 م

الآيـــــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالي:

(قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا)

صدق الله العظيم

سورة الإسراء الآية (85)

الإهـــــــــداء

إلى من غمرتني بالحنان وأبعدت عني قسوة الزمان

إلى من منحتني قلبها إلى واحتي التي استظل بها من هجر الزمان

أمـــي الحبيبة

إلي من سعي وشقي لأنعم بالراحة والهناء

الذي لم يبخل من أجل دفعي لطريق النجاح

الذي علمني ان ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر

أبـــي الفاضل

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي

إلى من ألجأ إليهم كلما أثقلتني الهموم

اخـــوتي الأعزاء

إلى من علموني حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمي وأجل عبارات العلم

إلي من صاغو لنا علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم والنجاح

أســـــاتذتي الأجلاء

إلى من شاركونا كل لحظه وكانوا لنا سندا وعونا

زمـــــلاء الدراسة...

الشكـــــر والعرفـــــان

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات والحمد والشكر اولا واخير لله سبحانه وتعالي، الذي وفقنا

أن نكمل هذا البحث راجين مرضاته، وان ينتفع به الناس.

والحمد لله الذي علم الانسان بالقلم والصلاة والسلام علي معلم القران

سيدنا محمد صلي الله عليه وسلم.

جميل من الإنسان أن يكون شمعة ينير دروب الحائرين، ويأخذ بأيديهم ليقودهم الي بر الأمان متجاوزا بهم امواج الفشل والقصور.

بكل الحب والوفاء وبارق كلمات الشكر والثناء، ومن قلوب ملؤها الاحترام نتقدم بالشكر الخاص جدا الي الدكتور:

د/ مدحت فيكتور فهمي

على اعطائها المتميز احترامها والذي كان عونا لنا في إخراج هذا المشروع الي النور ولما قدمته لنا إذ لم تدخر جهد ولا علم إلا ابدته لصاح هذا المشروع. سائلين الله تعالي أن يخلف عليها خيرا في الدنيا والأخرة.

كما نشكر الاستاذة:

أ/ حامد الجزولي

أ/ الباقر عبد الله نعمان

كما نشكر ونقدر:

شركة خطوط انابيب البترول (القطاع الشمالي)

فهرس المحتويات

الرقم	المحتوي	الصفحة
	الآية	ii
	الإهداء	iii
	الشكر والعرفان	iv
	فهرس المحتويات	v
	فهرس الأشكال	ix
	فهرس الجداول	x
	الملخص	ix
الفصل الأول		
1.0	المقدمة	1
1.1	أهداف البحث	2
الفصل الثاني		
2.0	الوقود	3
2.1	تعريف الوقود	3
2.2	أنواع الوقود حسب مصدر انتاجه	3
2.3	أقسام الوقود	3
2.3.1	الوقود الاحفوري	5
2.3.2	الوقود النووي	6
2.3.3	وقود الهيدروجين	6
2.4	تصنيف الوقود الاحفوري حسب الحالة الفيزيائية	4
2.5	استخدامات الوقود الاحفوري	5

2.6	مميزات وعيوب الوقود الاحفوري	5
2.7	تركيب الوقود	6
2.8	القيمة الحرارية للوقود	7
2.9	وقود البنزين	7
2.10	مكونات البنزين	8
2.11	تصنيع البنزين	8
الفصل الثالث		
3.0	وقود الديزل	9
3.1	مكونات الديزل	9
3.2	طرق الحصول علي الديزل	9
3.3	التحليل الكيميائي للديزل	10
3.4	أنواع وقود الديزل حسب مصدر إنتاجه	10
3.4.1	الديزل النفطي	10
3.5	استخدامات وقود الديزل	11
3.6	خصائص وقود الديزل	12
3.7	عملية إشعال الديزل	13
3.8	عيوب استخدام وقود الديزل	13
3.9	التأثير علي البيئة	14
الفصل الرابع		
4.0	مدخل	15
4.1	تعريف الغاز الطبيعي	15
4.2	مكونات الغاز الطبيعي	15

4.3	غاز الميثان	17
4.4	مميزات الغاز الطبيعي	17
4.5	انتاج الغاز ومعالجته	18
4.6	مراحل تصنيع الغاز الطبيعي	19
4.7	خصائص الغاز الطبيعي	19
4.8	وحدات قياس الغاز الطبيعي	19
4.9	فوائد الغاز الطبيعي	20
4.10	استعمالات الغاز الطبيعي	20
4.11	تأثير الغاز الطبيعي علي الانسان	21
الفصل الخامس		
5.0	محركات الاحتراق الداخلي	22
5.1	المحرك	22
5.2	تعريف محرك الاحتراق الداخلي	22
5.3	الهدف من محركات الاحتراق الداخلي	23
5.4	استخدامات محركات الاحتراق الداخلي	23
5.5	تصنيف محركات الاحتراق الداخلي حسب عدد الأشواط	24
5.6	الأجزاء الأساسية لمحرك الاحتراق الداخلي	26
5.7	مميزات محركات الاحتراق الداخلي	29
5.8	الأنظمة التي يعمل بها محرك الاحتراق الداخلي	29
5.8.1	نظام التزييت	29
5.8.2	نظام التبريد	31
5.8.3	نظام الوقود	31

5.8.4	نظام الاشعال	31
5.9	المصطلحات الخاصة بعمل المحرك	32
5.10	متغيرات الأداء في المحرك	32
5.11	محركات الديزل	33
5.11.1	مزايا وعيوب محركات الديزل	33
الفصل السادس		
6.0	التجارب	34
6.1	الحسابات	34
الفصل السابع		
7.1	المناقشة	42
7.2	النتائج	42
الفصل الثامن		
8.0	الخاتمة	43
8.1	التوصيات	43
8.2	المراجع	44

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
2.1	البنزين ذو الروابط الثنائية	8
4.1	التركيب الجزيئي لغاز الميثان	16
5.1	شوط السحب – شوط الانضغاط	24
5.2	شوط الاشتعال – شوط العادم	24
5.3	كتلة الأسطوانة	25
5.4	محرك احتراق داخلي (V6)	28
6.1	مخطط التغير في الكفاءة ديزل فقط	35
6.2	التغير في الكفاءة خليط ديزل مع غاز	41

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
4.1	التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي	15
4.2	خفض الانبعاثات الملوثة بالنسبة المئوية عند استخدام الغاز الطبيعي كوقود للمحركات	17
6.1	قراءات ديزل فقط	32
6.2	نتائج استخدام ديزل فقط	35
6.3	قراءات خليط ديزل مع غاز	36
6.4	نتائج خلط الغاز مع الديزل	38
6.5	مقارنة بين نسبة غاز CO الخارج من العادم في الحالتين	41
7.1	نموذج نتائج استخدام ديزل فقط عند حمل معين	42
7.2	نموذج نتائج خلط غاز مع ديزل عند حمل معين	42

الملخص

الغاز الطبيعي يمثل أنسب أنواع الطاقة وهو ما يرشحه لكي يحتل مكانه متميزة بين سائر أنواع الطاقة ويعتبر وقودا مثاليا واقل تكلفه مقارنه بأنواع الوقود الأخرى.

تناول هذا البحث إمكانيه استخدام الغاز الطبيعي مع الديزل في المولدات الصينية، تم إجراء التجربة على محرك ديزل (ليستر) بحاله جيدة.

تناول الفصل الأول تقديم عن البحث اتبع بالأهداف في الفصل الثاني تم التطرق الي الوقود وتصنيفاته واستخداماته وتركيب الوقود وقيمته الحرارية ومكوناته.

الفصل الثالث والرابع يحتوي على الإطار النظري ويضم وقود الديزل تعريفه ومكوناته وطريقة الحصول عليه واستخداماته بالإضافة الي خصائصه وعيوبه وتأثيره على البيئة ويضم الغاز الطبيعي ومكوناته ومميزاته وطرق إنتاجه ومعالجته وخصائصه وفوائده واستعمالاته.

تناول الفصل الخامس محركات الاحتراق الداخلي بشكل عام والهدف من محركات الاحتراق الداخلي والاجزاء الأساسية للمحرك والانظمة التي يعمل بها ومزايا وعيوب محركات الديزل.

تناول الفصل السادس التجارب والقراءات التي تم الحصول عليها وإجراء الحسابات للحصول على نتائج وعمل مقارنات ومناقشتها في الفصل السابع

الفصل الثامن يحتوي على الخاتمة والتوصيات.

الفصل الأول

1.0 المقدمة

نحن نعيش في عصر الكهرباء وتكنولوجيا الكمبيوتر ولكن يمكن القول إنه في عصر محركات الاحتراق الداخلي، واضح جدا الاستخدام الواسع النطاق لمحركات الاحتراق الداخلي من حقيقة أن إجمالي السعة المركبة لمحركات الاحتراق الداخلي أعلى بخمس مرات من قدرة جميع محطات الطاقة الثابتة في العالم في الوقت الحاضر، تستخدم الملايين من السيارات ومولدات الغاز والأجهزة الأخرى محركات الاحتراق الداخلي كمحرك ، وتستخدم محركات الاحتراق الداخلي في تطبيقات واسعه تتراوح بين محركات البنزين المستخدمة في الدراجات النارية والسيارات الصغيرة الي محركات الديزل المستخدمة في سيارات النقل الخفيف والشاحنات والحافلات والقطارات والسفن البحرية ومحطات توليد الطاقة، في الماضي كانت تلك النوعية من المحركات تستخدم في إدارة وتحريك الطائرات ولكن التور بينات الغازية والمحركات النفاثة حلت محلها عدا بعض الطائرات خفيفة الوزن مازالت تستعمل محركات الاحتراق الداخلي النصف قطريه لإدارتها.

محرك الاحتراق الداخلي يتم حرق الوقود مباشرة في الاسطوانة، داخل المحرك نفسه، لذلك يطلق عليه محرك الاحتراق الداخلي، يعود ظهور هذا النوع من المحركات في القرن التاسع عشر بشكل أساسي إلى الحاجة إلى إنشاء محرك فعال وحديث لمختلف الأجهزة الصناعية والآليات، في ذلك الوقت تم استخدام محرك بخاري في معظمه، كان لها الكثير من العيوب على سبيل المثال، الكفاءة المنخفضة (أي أن معظم الطاقة التي يتم إنفاقها على إنتاج البخار كانت مهدرة ببساطة) وكانت مرهقة وتتطلب صيانة مؤهلة ووقتًا طويلاً للبدء والتوقف يعد محرك الاحتراق الداخلي مصدر من مصادر المولدات الكهربائية والآن أصبحت ضرورة هامة في حياة كلٍّ منا، حيث أنها تقوم بإنتاج الطاقة الكهربائية اللازمة من أجل تسيير عجلة الحياة، فبدون مولد كهرباء قد تتعطل حياة العديد من البشر وقد تتوقف بعض الأجهزة عن العمل، حيث أن هناك العديد من المعدات والأدوات التي تقوم أساساً على الكهرباء في عملية التشغيل ولا يمكن العيش بدونها.

آلية عمل مولدات الكهرباء الأساسية هي تحويل الطاقة الكيميائية أو الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، ويشير المهندسون عادة إلى الأداة الميكانيكية التي تدير المولد بالمحرك الأساسي، ولكي نحصل على طاقة كهربائية إضافية من المولد يلزم للمحرك الأساسي أن يبذل طاقة ميكانيكية إضافية ، لا شك أن توفير مصادر الطاقة المختلفة يعد من أهم التحديات الازمة لدفع عجلة التنمية الاقتصادية الشاملة، ليس هذا فحسب وانما هي ضرورية في كافة أشكال الحياة اليومية ، السوق حالياً تشهد تزايداً مستمر في سعر الوقود، إضافة إلى ذلك فإن ارتفاع معدل التلوث البيئي ودرجات حرارة الأرض الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري أدت بدورها إلى ضرورة استخدام مصادر الطاقة المستدامة أو (الطاقة الخضراء) وفي مقدمتها وقود الإيثانول كبديل مستقل أو كخليط مع وقود الديزل في محركات الاحتراق الداخلي، الأمر الذي ادى الي توفير استهلاك الوقود على المدى المتوسط والبعيد.

1.1 أهداف البحث:

- توفير تكاليف استخدام الوقود.
- زيادة كفاءة أداء المولد.
- التقليل بشكل كبير من كمية الجسيمات المنبعثة في الغلاف الجوي.
- التقليل من الضوضاء.

الفصل الثاني

2.0 الوقود (Fuel)

2.1 الوقود (Fuel):

الطاقة هي القدرة على انجاز شغل (Work)، من تعريف الطاقة يمكن تعريف الوقود بأنه عباره عن المادة (Matter) المختزنة فيها الطاقة الكيميائية نتيجة لشكل وتركيب ذراتها وجزيئاتها، تعمل هذه المادة على إمدادنا بالطاقة الحرارية النافعة، وتستخدم هذه الطاقة في العديد من المجالات الحياتية، فهي تستخدم في توليد الكهرباء، وطهي الطعام، وفي تحريك المحركات المختلفة مثل محرك السيارة والقطار، وفي التدفئة والتبريد أيضاً وأغلب أنواع الوقود يولدان الحرارة عن طريق تفاعلهما مع الأوكسجين، كما أن الوقود النووي يولد الحرارة نتيجة انقسام ذراته أو اندماجها مع ذرات أخرى.

2.2 أنواع الوقود حسب المصدر:

- **الوقود الطبيعي:**

يضم الغازات الطبيعية، والنفط، والفحم الحجري، وهذا الوقود تكون في باطن الأرض قبل ملايين السنوات، بفعل تعرض الحيوانات والنباتات إلى عوامل الضغط والحرارة، ويقوم الإنسان باستخراجه من باطن الأرض، ومن المهم معرفة أن هذا الوقود يسمى بالوقود الأحفوري، وتصل نسبة استخدامه من قبل الإنسان إلى 90 %.

- **الوقود الصناعي:**

يعتمد على حرق المواد العضوية القابلة للاشتعال، مثل الخشب والسباخ الحيوانية، والنفايات، كما أن بعض الأنواع تصنع من المواد كيميائية.

2.3 أقسام الوقود:

2.3.1 الوقود الاحفوري: (Fossil fuel):

يعتمد في إنتاج الطاقة على حرق المادة العضوية المتحجرة في وجود الأوكسجين يتم الحصول عليه طبيعيا على شكل وقود أولي (Primary fuel)، ويشمل الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي يمكن الحصول عليه بالطرق الصناعية فيما يعرف بالوقود الصناعي أو الثانوي (Secondary fuel) الذي يتم

الحصول عليه وفق عمليات تحويل فيزيائية ميكانيكية أو فيزيائية كيميائية ويتمثل هذا النوع من الوقود بفحم الكوك، ومشتقات النفط والغاز المصنع.

2.4 تصنيفات الوقود الاحفوري حسب الحالة الفيزيائية:

- **الوقود الصلب: (Solid Fuel)**

يطلق على مختلف الأنواع من المواد الصلبة المستخدمة لإنتاج الطاقة وتوفير التدفئة، وعاده ما تستخرج الطاقة عن طريق الاحتراق، يتكون من مركبات أروماتي معقدة متعددة الحلقات ذات إذابة جزيئية كبيرة يدخل في تركيبها بصفه أساسية عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين مع كميات قليلة من عنصري النتروجين والكبريت وله عده اشكال منها: الكتلة الحيوية، الفحم البني والفحم الحجري وفحم الكوك.

- **الوقود السائل: (liquid fuel)**

يشمل النفط الخام ومشتقاته، والسوائل الهيدروكربونية، ورمال القار (Tar Sands) والوقود اللازم للمحركات، تتضمن بعض الخواص للوقود السائل أنه سهل النقل، ويمكن التعامل معه بسهولة نسبيه تختلف الخواص الفيزيائية للوقود السائل حسب درجه الحرارة ولكن ليس بدرجه كبيره مثل الوقود الغازي، تؤثر هذه الخصائص علي سلامة الوقود وتدابير نقله بعض هذه الخصائص:

- **نقطه الوميض:** وهي أدني درجه حرارة ينتج فيها تركيز بخار قابل للاشتعال
- **نقطة الاشعال:** وهي درجه الحرارة التي يحدث فيها الحرق المستدام للبخار.
- **نقطه السحب لوقود الديزل:** وهي درجه الحرارة التي تبدأ عندها المركبات الشمعية الذائبة في الالتحام.
- **نقطه الانسكاب:** وهي درجه الحرارة التي يكون الوقود قبل الوصول إليها كثيفا جدا بحيث لا يمكن سكبه بحريه.

- **الوقود الغازي: (Gas fuel)**

من أهم أنواع الوقود المستخدمة في محطات توليد الطاقة ومحطات تكرير الماء، ومصانع الاسمنت والمنازل ومن أنواعه الغاز الطبيعي (Natural Gas) وغازات النفط المسيلة (Liquefied Petroleum Gases: LPG)، وغازات تكرير الزيت، وغاز الفحم الحجري ومن عيوبه: صعوبة تخزينه وتسويقه لمسافات طويلة، خطورة تسربه من الأوعية والانابيب الحاوية له ومن مميزاته:

- سهولة ضخه للأفران دون الحاجة لأي معالجة فيزيائية.
- احتراقه بصورة كاملة في وجود زيادة بسيطة من الهواء ويعطي كفاءة حرارية أعلي.

- لا يخلف احتراقه رمادا، أو دخانا، أو شوائب أخرى.
- إمكانية التحكم باللهب ودرجة الحرارة.
- أقل سعرا من بين أنواع الوقود بسبب توفره بكميات كبيرة والحصول علية، وارتفاع قيمته الحرارية.

2.5 استخدامات الوقود الاحفوري:

تتمثل أهم استخدامات الوقود الأحفوري فيما يلي:

- **استخدام النفط:** يُستخدَم النفط في توليد الطاقة الكهربائية، كما يُستخدَم في وسائل النقل كوقود للمركبات، والطائرات، كما تُستخدَم المنتجات الثانوية الناتجة من عملية تكرير النفط في الصناعات الآتية: البلاستيك (اللدائن)، المواد الكيميائية، ومواد التشحيم (Lubricants)، والأدوية، والقطران، والشمع، والأسمدة، ومبيدات الحشرات.
- **استخدام الفحم:** يوفر الفحم الطاقة اللازمة لتوليد الكهرباء، كما يُستخدَم أيضًا في المرافق الكهربائية ويدخل في صناعة العديد من المنتجات، مثل: الأصباغ، والأسبرين، والصابون، وصناعة الأدوية، والألياف، البلاستيك (اللدائن)، والمذيبات، كما يدخل في صناعة الصلب، وتصنيع الاسمنت، وتصنيع الورق.
- **استخدام الغاز الطبيعي:** يُعدّ الغاز الطبيعي وقود غازي، ويتكون بشكل أساسي من الميثان، وهو أنظف بكثير من النفط والفحم، ويتمّ استخدامه في تكييف الهواء، وأجهزة الطهي، وتدفئة المنازل والمباني، وتسخين المياه، وتوليد الكهرباء في بعض المنشئات التي تعتمد عليه بشكل أساسي، مثل: مسابك الصلب، ومسابك الزجاج، ومصاهر الألومنيوم.

2.6 مميزات وعيوب الوقود الاحفوري:

يمتاز بامتلاكه كثافه عالية وبسهوله نقله وتخزينه وبمعالجه الوقود الاحفوري بتروكيميائيا يمكن الحصول على أنواع مختلفة منه، وخاصه من الوقود الاحفوري السائل والغازي حيث يتم استخراج وقود منها وذلك للاستعمالات المختلفة في المحركات والطائرات والسفن بعد المعالجة البتروكيميائية اللازمة. من عيوبه: احتراقه يعد من العوامل الرئيسية لتلوث الهواء والتسبب في الاحتباس الحراري الناتج بدوره عن غازات تغلف المجال الجوي وتمنع الانعكاس الحراري الصادر من الأرض من انتقاله الي خارج الكواكب مما يسبب ارتفاعا في درجات الحرارة ويزيد التصحر والجفاف.

2.3.2 الوقود النووي:

يعتمد على استغلال الطاقة النووية من خلال إحدى العمليتين: الانشطار النووي، الاندماج النووي ومن أكثر العناصر النووية المستخدمة في إنتاج الكهرباء اليورانيوم، وكذلك البلوتونيوم، وعاده ما يتم استخدام هذا الوقود لإنتاج الكهرباء وتزويد كل من السفن والغواصات بالطاقة.

2.3.3 وقود الهيدروجين:

هو غاز الهيدروجين(H_2) نواتجه لا تنتج غاز ثاني أوكسيد الكربون وهو غير مؤذي وغير سام، يتميز عن الوقود الأحفوري كونه لا يأتي من مصادر طبيعية فلذلك يكون غير مصاحب مع مركبات كبريتية ولا مع معادن ثقيلة فتكون معدات الاحتراق الداخلي مصممة لوقود نظيف غير ملوث ولا يؤذي حجرات الاحتراق بوجود ترسبات كبريتيه أو معدنيه أو يقلل كفاءه الاحتراق، ومن مميزاته كوقود تعتبر وفرة الهيدروجين من أبرز المزايا الرئيسية لاستخدامه وإمكانيه استخلاصه من الغاز الطبيعي أو الماء إذ يدخل أيضا في عدد من المركبات الكيميائية الأخرى ، بالإضافة الي انه وقود نظيف لا ينتج ثاني أوكسيد الكربون ، لا يحتوي مركبات كبريتية ومعادن ثقيلة، قيمه حرارية عالية.

2.7 تركيب الوقود:

يحتوي الوقود على اجزاء قابلة للاحتراق وأخري غير قابلة للاحتراق، والاجزاء القابلة للاحتراق هي الكربون (C) والهيدروجين (H) والكبريت (S)، أما الأجزاء غير القابلة للاحتراق فهي الازوت (N) والرماد (A) والماء (W).

تركيب الوقود الصلب أو السائل بناء على التحليل العنصري كما يلي:

$$C + H + S + O + N + A + W = 100\%$$

ويعبر كل من C, S, H, O, N, A, W عن محتوي الوقود كنسبه وزنية % .

علما ان الرماد (A) والماء (W) يشكلان عبئا على الوقود، وتبلغ نسبه الرماد في الفحم البني (8%-3) أما نسبة الماء فتبلغ (60%-45)، أما في الفحم المضغوط فتبلغ نسبة الرماد الوزنية (11%-5) والماء (15%)،

وتبلغ القيمة الوسطية للمحتوي من الرماد في الفحم الحجري (10%-8) وفي الأنتراسيت (Anthracite)تبلغ نسبة الرماد (6%-3) ونسبة الماء (3%-1) باستثناء فحم الكوك فهي (8%-3)، يؤثر تركيب الرماد ومواصفاته على اختيار نوع الحرق وطريقه الحرق، وكذلك على درجه حرارة حجرة الاحتراق عند مخرج الغازات.

2.8 القيمة الحرارية للوقود (Heating Value):

تعرف القيمة الحرارية (Heating Value) لوقود ما بأنها كميه الحرارة التي تتحرر عند احتراق كامل مركبات هذا الوقود، وتنسب هذه القيمة إلى [1kg] من الوقود الصلب أو السائل وإلى $[1m^3]$ من الوقود الغازي، وتحسب القيمة الحرارية الدنيا لوقود صلب أو سائل بشكل تقريبي وفق المعادلة:

LHV = 34.8 C +93.9 H +10.46 S -10.8 O -6.28 N - 2.5 W [MJ/Kg]

حيث أن:C, H, S, O, N, W

هي نسب كتل العناصر المذكورة في الوقود [kg/kg] .

2.9 وقود البنزين:

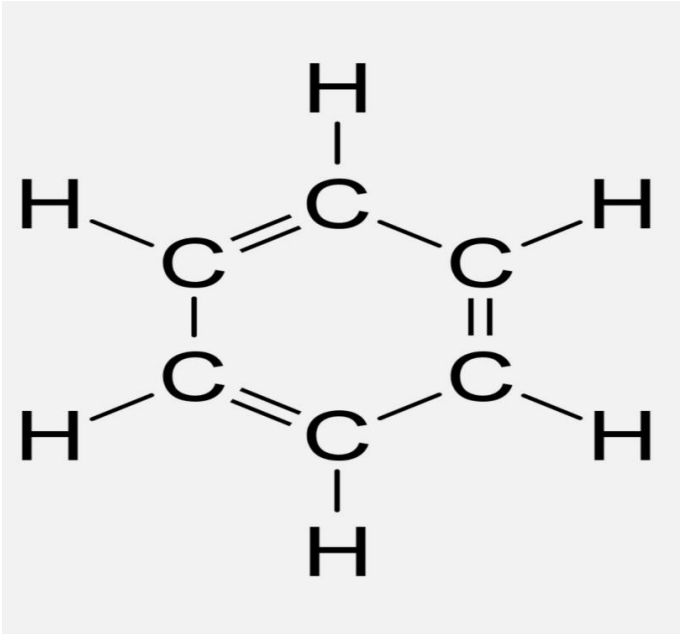
البنزول أو البنزين الحلقي هو سائل عديم اللون او أحد مركبات البنزين (الوقود) وأبخرته شديده الاشعال من المواد شديده التفاعل وله رائحة قوية ونفاثه وذو رائحة معسولة تشتم بمحطات الوقود تركيبته والهيدروجين الحلقة السداسية للبنزين هي أبسط جزيء (C_6H_6)الكيميائية تشكل حلقة سداسيه من الكربون في الكيمياء العضوية واحدي مكونات الطبيعة للزيت الخام ومن المذيبات الصناعية المهمة ويستخدم في صناعه الأدوية واللدائن والمطاط الصناعي والأصبغة

2.10 مكونات البنزين:

البنزين هو أحد مشتقات البترول من مزيج المركبات الهيدروكربونية السائلة المعقدة والمتألفة من ذرات الكربون والهيدروجين ويتم اضافه بعض المواد لتزيد من خصائصه مثل الألفيات التي تقوم بالتفاعل مع الاوكسجين المذاب بداخل البنزين مما يمنع أكسدته واضافه الرصاص للتقليل من فرقعه البنزين عند اشتعاله، كما يضاف مكونات ومواد كيميائية لتحسين لونه ورائحته.

2.11 تصنيع البنزين:

تعد أول خطوه في تصنيع البنزين هي إيجاد المواد الخام وهي تعرف بالنفط الذي يتم نقله الي المصافي ليتم تكريره وفصله باستخدام تقنيه التقطير الجزئي حيث يتم تسخين المواد الخام في افران خاصه لدرجه حرارة تصل إلى 300 درجه مئوية حيث تتبخر الأجزاء ذات الاحجام الكبيرة ويتم تكثيفها أولا في أسفل البرج، ثم تتبخر الأجزاء الأقل التي يقع ضمنها البنزين ثم تتبقي الأجزاء التي تقع من ضمنها البنزين.



الشكل (2.1) البنزين ذو الروابط الثنائية.

الفصل الثالث

وقود الديزل (Diesel Fuel)

3.0 تعريف وقود الديزل

وقود الديزل عباره عن مزيج من المركبات الهيدروكربونية، تتراوح عدد ذرات الكربون فيه بين 10 ذرات الي 22 ذرة، يعد وقود الديزل أكثر كفاءه حرارية من وقود المحركات الأخرى مثل البنزين ووقود الطائرات بأنواعها المختلفة.

3.1 مكونات الديزل:

يتكون وقود الديزل من حوالي 75% مركبات هيدروكربونيه مشبعة عباره عن برافينات نظامية وايزوبروفينات حلقية وحوالي 25% مركبات هيدروكربونيه نفثينية وعطريات مثل الكيلات البنزين إضافة الي مركبات اخري بكميات قليله.

3.2 طريقة الحصول على الديزل:

يتم الحصول على الديزل عن طريق تسخين النفط الخام بطريقه غير مباشرة الي درجات حرارة تتراوح بين (350-200) درجه مئوية، ليتحول من الحالة السائلة الي الحالة الغازية في عمود مخصص يسمي عمود التقطير ثم يصعد الي الأعلى لتقل درجه حرارته ، يتكاثف عمود التقطير الذي يتكون من مستويات عده.، يتكاثف الغاز الخاص بالمشتقات النفطية بمستويات مختلفة، ويتكاثف الديزل الخام في المستويات الوسطي ثم تتم عمليات المعالجة الكيمائية لزيادة كفاءة الوقود، لذلك فهو أثقل من البنزين وأكثر لزوجة وأقل تبخرا ويحتوي على طاقة أكبر من البنزين، لذلك يستخدم في الشاحنات والقوارب والمعدات الكبيرة.

3.3 التحليل الكيميائي للديزل:

تتجمد معظم أنواع وقود الديزل في درجات حرارة الشتاء العادية، على الرغم من أن درجه الحرارة هذه تتفاوت بشكل كبير، على سبيل المثال يتجمد وقود الديزل عاده عند 8.1 درجه مئوية بينما يتجمد وقود الديزل الحيوي بين 15-2 درجه مئوية وتزداد لزوجه الديزل بشكل كبير مع انخفاض درجه الحرارة وتحولها الي ماده هلاميه عند درجه حرارة 150-19 درجه مئوية (5درجه فهرنهايت)

والتي لم تعد قادره على التدفق في انظمه الوقود، بالإضافة الي ذلك يتبخر وقود الديزل التقليدي عند درجه حرارة تتراوح بين (371-149) درجه مئوية، الصيغة الكيميائية التقريبية لوقود الديزل التقليدي هي $C_{12}H_{23}$ والتي تختلف تقريبا من $C_{10}H_{20}$الي $C_{15}H_{28}$ ،وتتراوح نقاط اشتعال الديزل التقليدية من 52الي 96 درجه مئوية مما يجعلها أكثر امانا من البنزين وغير مناسبه لمحركات الاشعال على عكس البنزين.

3.4 أنواع وقود الديزل حسب مصدر انتاجه:

- الديزل البترولي (أكثر أنواع وقود الديزل شيوعا).
- الديزل الاصطناعي.
- وقود الديزل الحيوي.
- ثنائي ميثيل الاثير (DME).

3.4.1 الديزل النفطي:

يعتبر الديزل النفطي أو الديزل الاحفوري من أكثر أنواع وقود الديزل شيوعا ينتج من تقطير بالتجزئة للنفط الخام عند درجه حرارة بين 392 درجة فهرنهايت و662 درجه فهرنهايت عند ضغط الغلاف الجوي ما ينتج مزيجا من سلاسل كربونية تحتوي عاده على ما بين 9 الي 25 ذرة كربون لكل جزئ.

يمتاز وقود الديزل بأنه يمتلك تركيب كيميائي غني بالكربون والهيدروجين مقارنه بغيره من المشتقات النفطية، وبالتالي احتراقه أبطئ وكثافته عالية مما يجعله رخيص الثمن بحيث لا يتكاثف بسرعه ولا يحتاج

لكثير من عمليات التكرير، كما يمتاز بطاقته الحرارية التي تصل الي 147,000 وحده حرارية في الجالون الواحد (الجالون =L 3.8) وذلك السبب لاستخدامه في الكثير من التطبيقات الصناعية، ومن أهم مميزات وقود الديزل الجيد انه لا يسبب مشاكل عند التعبئة والخزن، سهولة وكفاءة في الإشعال ويبقي نظيفا عند الاستخدام.

3.5 استخدامات وقود الديزل:

بشكل عام تستمد العديد من معالجات البترول عددا كبيرا من أنواع الوقود المختلفة من كل برميل من النفط الخام، وبالإضافة الي كل من البنزين وزيت التدفئة ينتج عن تكرير البترول زيت أخف وزيت منخفض الكبريت الذي يعرف بالديزل، هذا الديزل يوفر ما يصل الي حوالي 7% من الطاقة المستخدمة في بعض دول العالم وهو يعد ثاني أكثر الوقود شعبيه بعد البنزين ويستخدم في العديد من التطبيقات منها:

- **المركبات:** جميع المركبات التي تعمل بالديزل تولد اقتصاداً في استهلاك الوقود بنسبة حوالي (40%-20) أفضل من الموديلات التي تعمل بالغاز، كما يشكل الديزل أيضاً خطراً أقل لحدوث حريق أثناء وقوع حادث، وينتج عنه انبعاثات أقل من الغاز، وقد تساعد الانبعاثات المخفضة على تنقية الهواء وكذلك إبطاء الآثار البيئية للاحتباس الحراري، ونظراً لكل ذلك تعمل بعض المركبات التجارية ومعظم الحافلات المدرسية ومركبات النقل العام بالديزل.
- **توليد الطاقة:** تنتج مولدات الديزل الكهرباء التي يمكن استخدامها لتشغيل: الأضواء أو المعدات أو الأنظمة الأخرى، وعادةً ما تعتمد العديد من المؤسسات والشركات الكبيرة على تلك المولدات التي تعمل بالديزل للحصول على طاقة احتياطية أثناء انقطاع التيار، كما قد تلعب هذه المولدات أيضاً دوراً مهماً أثناء حالات الطوارئ في المستشفيات ومحطات الإطفاء والمرافق الحيوية الأخرى وغيرها، وفي المناطق النائية أيضاً يوفر مولد الديزل الكهرباء للأشخاص الذين كانوا سيضطرون إلى الاستغناء عن وسائل الراحة الحديثة.
- **تشغيل المعدات الثقيلة:** أكثر من حوالي ثلثي المعدات الزراعية في بعض دول العالم مثل: الولايات المتحدة تعمل بالديزل، حيث تساعد معظم الجرارات والحصادات والآلات الأخرى التي تعمل بالديزل المزارعين على إنتاج الغذاء وإدارة قطع الأراضي الكبيرة بشكل أكثر فعالية.

كما تعتمد العديد من أنواع معدات البناء أيضاً على الديزل وذلك بسبب كفاءته العالية والمحسنة وقدرته الهائلة على تشغيل الماكينات بسهولة، حيث تقدر إدارة معلومات الطاقة أن جالون زيت الديزل يوفر ما يصل إلى (30%) من الطاقة أكثر من جالون البنزين، مما يسمح للديزل بتشغيل الآلات الكبيرة مثل: الرافعات أو الجرافات بشكل أكثر فعالية.

- **السكة حديد:** حل الديزل محل الفحم والوقود النفطي للمركبات التي تعمل بالبخار في النصف الأخير من القرن العشرين، ويستخدم الآن بشكل حصري تقريبا لمحركات الاحتراق لمركبات السكك الحديدية ذاتيه التشغيل (القاطرات وعربات السكك الحديدية).
- **العمليات العسكرية:** تعتمد العديد من الجيوش على زيت الديزل لتشغيل: الدبابات والشاحنات والمركبات الأخرى في الداخل والخارج ووفقاً للعديد من التقارير إن الديزل أقل قابلية للاشتعال وأقل عرضة للانفجار من البنزين التقليدي، وهذا بدوره يعني أنه عند استخدام وقود الديزل في المركبات العسكرية، فإنه قد يحمي الجنود والأفراد من الإصابة ويقلل من مخاطر شدة الحريق أو الانفجارات أثناء القتال.

3.6 خصائص وقود الديزل:

تعتمد خصائص وقود الديزل على طبيعة المصدر الخام وطريقه التصفية، يجهز وقود الديزل من أحد مشتقات خام البترول التي تسمي أيضا زيت الوقود الذي يستخدم في الصناعة او داخل المنازل وزيت الوقود أغلي ثمنا من المركبات المماثلة الأكثر ثقلا نظرا لتعدد استخداماته ولهذا فانه في محركات الديزل الكبيرة التي يمكنها اشعال وقود الديزل الثقيل يكثر استخدام وقود أرخص وتؤثر خصاص الوقود بدرجه ملحوظه في أداء محرك الديزل

تقاس هذه الخصائص عاده بواسطة تجارب معمليه يقصد بها بيان أداء الوقود في حالات العمل الفعلي الا ان هذه التجارب لا تغني عن اختبار اداء الوقود بعد ذلك في المحرك نفسه، هذه الخصائص مساعدة لاشتعال وقود الديزل وتؤثر على أداء المحرك منها:

- **نوع الاشتعال:** وهو مدى قابلية الوقود للاشتعال الذاتي داخل اسطوانة المحرك حيث يشتعل الوقود الجيد ذاتياً عند درجات الحرارة المنخفضة نسبيا فيحسن أداء المحرك لسرعة بدء الحركة ويقل تعرضه للدق وإنتاجه للدخان وتعتبر هذه الخاصية من أهم خصائص وقود محركات الديزل وبالأخص تلك المحركات ذات السرعات العالية ويصنف وقود الديزل إلى عدة أنواع حسب رقم معين يسمى رقم السيتان وهو يماثل رقم الأوكتان المستعمل لبيان خاصية نوع اشتعال وقود ومحرك البنزين.
- **التطاير:** وهو مدى استعداد السائل للتحول إلى بخار ويقاس بالنسبة لوقود محرك الديزل بدرجة الحرارة التي يتم عندها تقطير 90% من مقدار معين لهذا الوقود وبذلك يكون أكثر تطايرا كلما أخفضت هذه الدرجة من الحرارة ويجب ان يكون وقود محركات الديزل الصغيرة أكثر تطايرا من وقود المحركات الكبيرة ليقل استهلاك الوقود وتنخفض درجة حرارة العادم وظهور الدخان.
- **الكربون المتخلف:** وهو مقدار المادة المتخلفة بعد تسخين كمية معينة من الوقود في إناء مغلق وفى معزل عن الهواء بعد تمام تبخر جميع أجزاء الوقود المتطايرة ويستهدف هذا الإجراء معرفة نسبة المركبات الثقيلة في الوقود والأكثر استعداد لتكوين مركبات متفحمة بدلا من أن تتبخر وبهذا تدل خاصية

الكربون المتخلف على مقدار قابلية الوقود لتكوين رواسب كربونية على أجزاء المحرك الداخلية وتعتمد كمية الكربون المتخلف المسموح بها في الوقود اعتمادا كبيرا على حجم المحرك وسرعته فيمكن استخدام وقود ذو نسبة اكبر للكربون المتخلف في المحركات الكبيرة ذات السرعات المنخفضة وقد ذو نسبة اقل للكربون المتخلف في المحركات الصغيرة ذات السرعات العالية

- **مقدار الكبريت:** تتحد الغازات الناتجة عن احتراق الكبريت الموجود في تركيب الوقود مع بخار الماء المكثف الناتج عن عملية احتراق الوقود فتتكون بذلك أحماض ضارة تسبب تآكل بعض أجزاء المحرك ومجموعة تجهيز العادم وتزداد هذه الظاهرة حين يعمل المحرك تحت حمل جزئي مما يقلل من درجة حرارة سطح الأسطوانة إلى الحد الذي يتكثف عنده بعض بخار الماء
- **القيمة الحرارة:** تعتبر القيمة الحرارية للوقود من خصائصه الهامة حيث يمكن بها تحديد كمية الطاقة الحرارية المعطاة للمحرك وبهذا يمكن معرفة قدرة المحرك على تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى شغل مستفاد منه وتقاس القيمة الحرارية بعدة اختبارات باهظة التكاليف وبما إن القيمة الحرارية لوقود ما تتناسب إلى حد ما مع وزنه النوعي لذلك شاع استعمال الوزن النوعي لوقود ما للاستدلال على قيمته الحرارية.

3.7 عمليه إشعال الديزل:

تعتمد انظمه اشعال الديزل مثل، الموجودة في محركات الديزل ومحركات HCCI اعتمادا كليا على الحرارة والضغط الذي يحدثه المحرك خلال عمليه الكبس من أجل الاشعال، فيكون الكبس الذي يحدث هنا عاده أعلي مما يحدث في البنزين بثلاث أضعاف ، تقوم محركات الديزل بسحب الهواء فقط، وقبل الوصول لذروة الكبس يتم رش كميه صغيره من الوقود الديزل في الأسطوانة من خلال حاقن للوقود يسمح للوقود بالاشتعال على الفور، أما محركات HCCI فهي تسحب الهواء والوقود معا ولكن تظل معتمده على الاحتراق الذاتي بدون مساعده وذلك نظرا لارتفاع الضغط والحرارة بها.

3.8 عيوب استخدام وقود الديزل:

ينتج وقود الديزل على الأقل كميات أكبر من ملوثات الهواء مثل الكبريت وجزيئات الكربون الصلبة ويمكن ان تجعل خطوات التقطير الإضافية واليات التحكم جفي الانبعاثات لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وينتج وقود الديزل ثاني أوكسيد الكربون أكثر من البنزين لكل وحده.

3.9 التأثير على البيئة:

التلوث البيئي هو أحد أكبر المشاكل التي تواجه كوكب الأرض ولها العديد من المصادر منها الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود الاحفوري مثل الديزل، بحيث ينتج الديزل الكثير من الانبعاثات الضارة بالغلاف الجوي نتيجة لوجود الكبريت في مكوناته ومن أشهر تلك الانبعاثات النتروجين وثاني أوكسيد الكربون.

الفصل الرابع
الغاز الطبيعي (Natural Gas)

4.0 مدخل:

يشهد العالم نمو متزايد في الطلب على الغاز الطبيعي كونه يتمتع بالعديد من المميزات التي جعلت منه صديقا للبيئة فضلا عن كفاءته العالية في الاستخدام في العديد من الصناعات كوقود او في الاستخدامات الأخرى غير توليد الطاقة لذا يمثل الغاز الطبيعي في عصرنا الحاضر أهم مصادر الطاقة الأحفوريه.
برزت أهمية الغاز الطبيعي كمصدر حيوي للطاقة في السنوات الأخيرة في أعقاب تعديل الأوبك لأسعار النفط 1973 م، بعد أن ظل في الماضي مجرد منتوج ثانوي يهدر بحرقه في مواقع ابار النفط، بحيث أصبح يستهدف بذاته في عمليات الاستكشاف والإنتاج والتطوير، وفي هذه الفترة التي تميزت بالسابق نحو تأمين مصادر الطاقة، برز الغاز الطبيعي كمصدر ثمين من مصادر الطاقة، ويأتي الغاز الطبيعي في مقدمه البدائل بصفته مصاحب النفط.

التطور التكنولوجي الذي أدي الي الاهتمام بالغاز في ظل التحولات العميقة التي شهدتها السوق الدولية خلال العقود الأخيرة وظهور توجهات متزايدة من أجل تطوير الاحتياطات الغازية ورفع الإنتاج في ظل تزايد الطلب العالمي عليها كمورد نظيف، في ظل التغيرات الحاصلة في الطاقة أدي الي ابراز قيمته كسلعه اقتصاديه هامه.

الطاقة إحدى المقومات الأساسية للحضارة الإنسانية فهي عامل وعنصر أساسي وجوهري في عمليه التطور الاقتصادي والاجتماعي كما تعتبر إحدى عناصر العملية الإنتاجية، وبدون توفرها واستعمالها لا يمكن ان يتم الإنتاج ومع تقدم الوضع الحضاري والتكنولوجي للبشرية تغيرت نوعيه الطاقة المستخدمة في مختلف مجالات الحياة من مصدر الي اخر ويعد الغاز الطبيعي من أكثر الموارد استعمالا كمصدر للطاقة في مختلف المجالات، حيث يرجع تكوين الغاز لزمن طويل لكن الاهتمام به كمورد طاقوي لم يبدأ الا حديثا.

4.1 تعريف الغاز الطبيعي:

عبارة عن خليط من عده غازات لكن غاز الميثان هو العنصر الأساسي في تركيبه، فاستخراجه يتم من مستودعات طبيعية تحت الأرض هو ليس منتجا كيميائيا مميزا، وعند استخراجه من حقل غاز أو مصاحب للزيت الخام، يحتوي الغاز الطبيعي على خليط من الغازات والسوائل، وبعد خضوع هذا الخليط لعمليات المعالجة يصبح الغاز الطبيعي واحد من اهم الغازات القابلة للتسويق بين مكونات الخليط الأصلي، ولا يزال الغاز اثناء هذه المرحلة عباره عن خليط من الغازات ولكن الميثان يمثل الجزء الأكبر منه (أكثر من 80%).

4.2 مكونات الغاز الطبيعي:

يتكون الغاز الطبيعي من العوالق (Plankton)، وهي كائنات مجهرية تتضمن الطحالب والكائنات الأولية ماتت وتراكمت في طبقات المحيطات والأرض وانضغطت البقايا تحت طبقات رسوبية، وعبر آلاف السنين قام الضغط والحرارة الناتجان عن الطبقات الرسوبية بتحويل هذه المواد العضوية الي غاز طبيعي، ولا يختلف الغاز الطبيعي في تكونه كثيرا عن أنواع الوقود الاحفوري الأخرى مثل الفحم والبترول.
تتمثل هذه المكونات فيما يلي:

- **الميثان:** هو المكون الرئيسي للغاز الطبيعي، وأخف المكونات لذلك تكون تكلفه تسيله مرتفعة، ويستخدم كوقود في محطات الكهرباء وتحليه المياه.

- **الايثان:** يتم استخدامه في الصناعات البتروكيميائية وخاصة في انتاج الالياف الصناعية والمنظمات الصناعية، والبلاستيك.
- **البروبان:** يستخدم في التسخين أو اللحام او خلطه بالبيوتان لإنتاج البايوغاز للأعراض المنزلية، وقد استخدم حديثا كوقود للسيارات للتخفيف من تلوث البيئة.
- **البيوتان:** ويستخدم في الأغراض المنزلية او انتاج البتروكيماويات.
- **الجازولين الطبيعي:** يكون سائلا في درجه الحرارة العادية ويخلط بالزيت الخام او النفايات لتحسين صورتين:

- غازات طبيعية مصاحبه أو مرافقه: تكون مذابه في النفط الخام في باطن الأرض وعندما يستخرج النفط على سطح الأرض تنفصل عنه اغلب هذه الغازات، والغاز المرافق لا يمكن التحكم في انتاجه، اذ يخرج مع النفط الخام المذاب فيه تحت ظروف الضغط والحرارة، وحينما يخرج النفط من باطن الأرض الي سطحها، تنفصل عنه معظم هذه الغازات خاصه إذا كانت حرارتها مرتفعة.

- غازات طبيعية حره غير مصاحبه أو غير مرافقه: ويتم الحصول عليها من الحقول التي تنتج الغاز فقط، ولا تحتوي على زيت خام، وهي تلك الغازات التي سبق ذكرها، ويمكن إنتاج هذا النوع حسب الرغبة حيث يمكن التحكم فيه، وتتم إسالته ثم تصديره ومعظم الغازات التي تنتجه الدول الشرق الأوسط هو من الغازات الطبيعية المصاحبة.

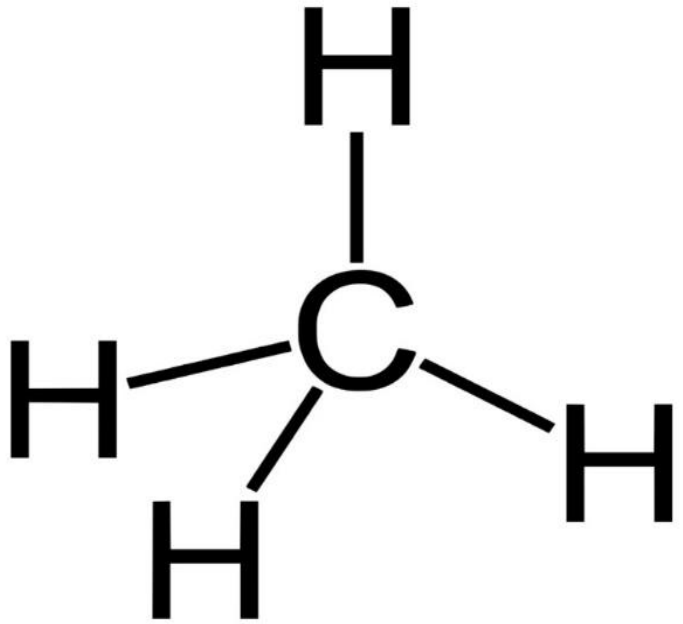
المكون	الوزن %
ميثان (CH_4)	70-90
إيثان (C_2H_6)	5-15
بروبان (C_3H_8) وبيوتان (C_4H_{10})	5 >
H_2S , N_2 , CO_2 , إلخ.	الباقي

جدول (1-4) التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي.

4.3 غاز الميثان:

أحد أنواع الوقود المهمة وهو أبسط أنواع الهيدروكربونات صيغته الكيميائية (CH_4)، وينتج مركبه الكيميائي من ترابط أربع ذرات من الهيدروجين مع ذرة واحدة من الكربون، وهو جزئ طبيعي مستقر جدا.

الغاز الطبيعي المحتوي على هيدروكربونات غير الميثان يسمي غاز طبيعي مبتل، الغاز الطبيعي المحتوي فقط على الميثان يسمي غاز طبيعي جاف.



شكل (1-4) التركيب الجزيئي لغاز الميثان.

4.4 مميزات الغاز الطبيعي:

يصعب التعرف على الغاز الطبيعي من خلال العين المجردة والحواس لان لا طعم له ولا لون له ولا رائحة، وهو غاز أخف من الهواء ويتحول الي الحالة السائلة تحت درجه حرارة 160 درجه مئوية وضغط جوي عالي، أما الرائحة التي نجدها في الغاز الذي نستعمله في بيوتنا ماهي الا ماده (mercapantan) التي يتم اضافتها اليه لأسباب امنيه لاجتناب أخطار حدوث ترسبات ، ويعتبر الغاز الطبيعي من أنظف مصادر الطاقة الأحفوريه لان انبعاثات كل من الغازات السامه، ثاني أوكسيد الكربون واحادي أوكسيد الكربون بالإضافة للفحم وهي الأقل مقارنه بالبترول او الفحم 50%أقل من الفحم، و25%الي 30% أقل من البترول، كما انه لا يحتوي على ماده الزئبق التي تعتبر من أخطر الملوثات. يتواجد الغاز الطبيعي بوفرة، فإذا ظل الاستهلاك عند المستويات الحالية، ستتوفر موارد الغاز القابلة للاستخراج لحوالي 230عامًا، تستغرق محطة

الكهرباء التي تعمل بالغاز وقتًا أقل بكثير لبدء التشغيل وتوقفه مقارنة بالمحطة التي تعمل بالفحم، تميز هذه المرونة الغاز الطبيعي بين مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح التي لا تتوفر إلا عندما تشرق الشمس وتهب الرياح بالإضافة الي هذه المميزات هنالك مميزات أخري:

- الإمكانية العالية لإحلال محل البترول في معظم استعمالاته.
- ارتفاع قيمته كماده خامة لعديد من الصناعات كالأسمدة والحديد الصلب، والالياف الصناعية.
- النظافة النسبية للرواسب الناتجة عن حرقه مما يقلل من تلوث البيئة عند استعماله.
- محتواه الحراري المرتفع نسبيا عند إسالته.
- ارتفاع القيمة الاقتصادية والاجتماعية للغاز كمصدر للطاقة مقارنه بالبترول والفحم لنظافة شوائبه نسبيا.

الانبعاثات	خفض الانبعاثات%
ثاني أكسيد الكربون	20-30%
أول أوكسيد الكربون	50-80%
أكاسيد النتروجين	25-60%
هيدروكربونات غير الميثان	50-75%

جدول (2-4) خفض الانبعاثات الملوثة للهواء بالنسبة المئوية عند استعمال الغاز الطبيعي.

4.5 إنتاج الغاز ومعالجته

يستخرج الغاز الطبيعي من آبار شبيهة بآبار النفط، ويصنف الغاز الطبيعي إلى غاز مصاحب وغاز غير مصاحب، فإذا تواجد الغاز الطبيعي مع النفط في نفس الحقل سمي الغاز المصاحب، وإذا كان الحقل يحتوي فقط على الغاز الطبيعي دون النفط سمي بالغاز غير المصاحب

تتم معالجه الغاز الطبيعي عبر عمليات كيميائية وفيزيائية مختلفة وذلك اعتمادا على تركيبه الغاز الطبيعي ، ويتكون الغاز من مركبات هيدروكربونية خفيفة، وقد يحتوي على مركبات غير مرغوب فيها مثل الكبريت والزئبق والماء وغيرها، هذه المركبات يجب التخلص منها أو خفض تركيزها الي المستويات المحددة عالميا ، في مرحله التنقية الاولي يزال الماء وأي سوائل أخري من الغاز بفعل في وحده إزالة الماء، ثم يتم ازاله

الغازات الحمضية ويتم تجفيف الغاز مرة اخري وإذا احتوي على مركبات المراكبتان يتم استخدام وحدات الامتصاص والمذيبات الفيزيائية للتخلص منها.

4.6 مراحل تصنيع الغاز الطبيعي:

- ازاله الزيت ونواتج التكثيف.
- ازاله الماء.
- ازاله الرطوبة.
- فصل الغازات الطبيعية السائلة.
- ازاله أكسيد الكربون والكبريت.
- النقل للمستهلك عبر الانابيب (NGLs) مباشره.

4.7 خصائص الغاز الطبيعي:

- سريع الاشتعال، عديم اللون والرائحة ويمكن تمييزه من رائحة كبريتيد الهيدروجين الذي يبقي فيه كشوائب.
- كثافته قليله فهو أخف من الهواء.
- نسبه الهواء للغاز الازمه لاشتعاله تبلغ (1:10).
- يمكن ان يتحول الي سائل (LNG) بالتبريد.
- يوجد في الحالة الغازية عند الظروف الطبيعية.

4.8 وحدات قياس الغاز الطبيعي:

نظرا للاختلافات الكبيرة بين أصناف الطاقة من حيث مصادرها ووحدات قياسها فانه من الصعوبة مقارنتها مباشره من حيث محتوي الطاقة لكل مصدر لتسهيل عمليه المقارنة ويستخدم غالبا المقياس الفرنسي الكالوري (Calorie) لقياس الطاقة الحرارية او وحده القياس البريطانية BTU. وقد انتشر استخدام الوحدات الحرارية البريطانية اذ يتم بواسطتها التعليق عن المحتوي الحراري لكل مصدر على أساس التكافؤ من حيث المحتوي الحراري ويسهل استخدام هذه الطريقة للأصناف المتشابهة كالنفط والغاز والفحم ولكنها صعبه بالنسبة لمصادر الطاقة الأخرى.

4.9 فوائد الغاز الطبيعي:

- يعتبر ثروة اقتصاديه حيث يوفر دخلا ماديا عاليا للفرد ويزيد المستوي المعيشي.
- يوفر دخلا ماديا ثابتا ومرتفعا، فهو أكثر اقتصادا من بعض أنواع الوقود البديل.
- يعتبر من أكثر مصادر الطاقة امنا إذا ما قارناه بمصادر الطاقة الأخرى.
- يساعد علي استدامه واستمراريه عمل المنشأة التي تعتمد علية في عملها.
- يساعد في تقليل التلوث البيئي وذلك لكونه من المصادر النظيفة الصديقة للبيئة.

- يساعد على توفير الكميات واستغلالها كاملة دون وجود فاقد وذلك يعود الي الدقة اللامتناهية في عدادات الغاز المستعملة.
- يحد من التلوث السمعي لان عمليه نقل الغاز تتم عن طريق معدات تتواجد في باطن الأرض.

4.10 استعمالات الغاز الطبيعي:

يعد الغاز الطبيعي صديق للبيئة باعتباره الوقود الأقل تلوثا مقارنه بالفحم والنفط وسوف نتطرق الي معرفه مدي استجابة الغاز الطبيعي الي مختلف متطلبات استعمالات القطاعات.

- **استعمال الغاز الطبيعي في توليد الطاقة الكهربائية:**

لقد دخلت الطاقة الكهربائية جميع مجالات الحياة الاقتصادية والاجتماعية للإنسان بفضل التطور التكنولوجي والعلمي الي النمو الاقتصادي العالمي مما لا شك فيه ان الطاقة الكهربائية مهمه جدا في الحياه اليومية خصوصا في ظل التطورات المتسارعة التي يشهدها العالم وذلك لان الكهرباء تعتبر محرك رئيسي لأغلب الآلات الصناعية وأيضا لأنها الوسيلة الوحيدة لتشغيل جميع الآلات الصناعية المنزلية ، وهذا يرجع دائما لتطور التكنولوجيا لتوليد مثل هذه الطاقة ويجب توفر ثلاث عوامل : العامل الفني والعامل الاقتصادي والعامل البيئي والمتمثل في توفير الغاز الطبيعي لأنه من أهم مصادر توليد الطاقة الكهربائية ، وعليه فأن مؤسسات الكهرباء تعتمد عليه تكنولوجيا لتوليد الطاقة لأنها ذات جدوي اقتصاديه وسهله في التعامل الفني والاستغلال الي جانب اعتدالها من حيث التلوث البيئي .

- **استعمال الغاز الطبيعي في الصناعات البتروكيميائية:**

لقد ساعد التقدم العلمي والتكنولوجي الي جانب الوضع الاقتصادي في تطوير استعمالات الغاز الطبيعي في الصناعات بصفه عامه وفي الصناعات البتروكيماوية بصفه خاصه، يمكن تعريف البتروكيميائية بأنها المواد الكيميائية ذات المصدر الهيدروكربوني: النفط الغاز الطبيعي والفحم ويعتبر الغاز الطبيعي ماده أوليه للصناعة الكيميائية نظرا لما يحتويه من عناصر وأهمها الميثان المتوفر بكثره خاصه في الغاز الحر مما تقدم ما يشهده العالم من تطور متسارع في مجال الصناعات البتروكيميائية الرابط الذي يجمعها بالغاز الطبيعي، وهذا ما ينعكس بصوره واضحة من خلال معدلات النمو الجيدة، التي تكون نتيجة استغلال هذا المورد الطبيعي للطرق المسبقة، وتعتبر الصناعة البتروكيماوية من الصناعات الرئيسية في العالم محورا أساسيا في التنمية الصناعية، التي تطلبها المشروعات الاستثمارية الضخمة والتقنيات المتطورة.

- **استعمال الغاز الطبيعي في النقل:**

قام قطاع الطاقة بوضع برنامج عملي يهدف الي ادخال الغاز الطبيعي كوقود للسيارات عبر الأسواق الدولية فبعد ما خاض تطوير غاز البترول المميع كوقود قصد احلاله مكان الوقود التقليدي، بسبب الاحتياطي العائل المتوفر من هذا المنتج كذلك محاوله منها في محاربه التلوث البيئي استنادا للنتائج الإيجابية المتفق عليها دوليا والمستوي التقني الاقتصادي والبيئي واعتماد استعمال الغاز الطبيعي كوقود لأنه صديق للبيئة وذا تكلفه قليله مقارنه بغيره من خامات الطاقة.

- **استعمال الغاز الطبيعي لتكييف الهواء: ان** استخدام الغاز الطبيعي في تكييف الهواء قد يلعب دور كبير في المستقبل بما له من مميزات تكسبه القدرة على منافسه الطاقة الكهربائية المتمثلة فيما يلي:

- كلف التشغيل والصيانة أقل بالنسبة للمعدات التي تعتمد على الغاز، وإذا احتسبت كلفه توليف الكهرباء والمعدات الازمه لذلك فأن التكاليف الإجمالية لاعتماد الغاز ستكون اقل.
- الأنظمة التي تعتمد على الكهرباء تستعلك 0.22Kg من ثاني اوكسيد الكربون لكل 1000W مستهلك مقارنه ب 0.14Kg من ثاني أوكسيد الكربون لكل 1000W مستهلكه في حاله اعتمادها على الغاز الطبيعي.
- استهلاك أقل من الطاقة مقارنه بالكهرباء حيث ان الغاز مصدر أولي ويستعمل مباشره بينما الكهرباء مصدر ثانوي يجري توليده باستعمال مصادر أوليه. يشكل استخدام الغاز الطبيعي لإنتاج الحرارة والبرودة مجال تطبيق جيد، وتطوير هذا الاستخدام يعد فرصه لكون هذه التنمية تسمح بوضع وسيله رفاهية وراحة للأفراد وهذا ما سيوسع مجالات ترويج مثل هذه الطاقة النظيفة حيث انها تتلائم مع متطلبات القطاع التجاري بالإضافة الي تطبيقات اخري مثل:
- يشكل وقود احفوري ويساهم في صناعه الصلب والبلاستيك.
- يصنع منه الاسمنت.
- تحليه مياه البحار.
- فصل مكونات النفط عن بعضها عن طريق الطاقة المتولدة من احراق الغاز.
- يدخل في صناعه المنسوجات والملابس.

4.11 تأثير الغاز الطبيعي على الانسان:

يسبب استنشاق الغاز بعض الاعراض ومنها الغثيان والدوخة والاستفراغ وصعوبة في مدي الرؤية ى وصعوبة التنفس والموت.

الفصل الخامس

5.0 محركات الاحتراق الداخلي

5.1 المحرك (Engine):

يعرف المحرك على أنه الآلة التي تقوم بتحويل أي شكل من أشكال الطاقة إلى طاقة ميكانيكية، والمحرك الحراري أو محرك الاحتراق يقوم بتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية، وبغض النظر عن أنواع وتصنيفات تلك النوعية من المحركات فإنها جميعاً تعمل على مبدأ أساسي واحد وهو اشتعال الوقود المختلط بالهواء، فتتولد حرارة يتم تحويلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة (طاقة ميكانيكية)

5.2 تعريف محرك الاحتراق الداخلي:

محرك الاحتراق الداخلي هو محرك حراري يحترق بداخله وقود مع مؤكسد (عاده هواء) في غرفه الاحتراق، والتي تعتبر جزء من دائرة سريان الوقود.

يؤثر تمدد الغازات ذات الضغط ودرجه الحرارة المرتفعين الناتجة عن الاحتراق في محرك الاحتراق الداخلي، بقوه مباشره على بعض مكونات المحرك، تتطبق هذه القوة على المكابس وريش التوربين ، تؤدي هذه القوة لتحريك الجزء الذي تؤثر عليه لمسافه معينه نتيجة لتحول الطاقة الكيميائية الي طاقة ميكانيكيه ، ويشير مصطلح محرك الاحتراق الداخلي في العادة الي ان عمليه الاحتراق تتم بشكل متقطع (أي انها تحدث كل فتره وليست مستمرة بشكل متصل)، ومثال على ذلك المحركات المكبسية الأكثر شيوعا رباعية الأشواط وثنائيه الأشواط بالإضافة الي المحرك السداسي الأسطوانات كمحرك فانكل الدوار.

يستخدم نوع اخر من محركات الاحتراق الداخلي عمليه احتراق متصلة مثل: التوربينات الغازية والمحركات النفاثة ومعظم المحركات الصاروخية ، وتختلف محركات الاحتراق الداخلي اختلافا طفيفا عن محركات الاحتراق الخارجي مثل المحركات البخارية ومحركات ستير لينج، التي تحتوي على مائع تشغيل يحصل على الطاقة من مصدر خارجي (مثال حرق الفحم لتسخين المراجل للحصول على البخار الازم لمحرك البخار)، ولا يكون المائع جزاء من نواتج الاحتراق او مختلطا معه يسخن مائع التشغيل في مرجل (غلاية)، ويمكن ان يكون مائع التشغيل هواء او مياه ساخنه او مياه مضغوطة او حتى الصوديوم السائل.

يعمل محرك الاحتراق الداخلي بالوقود الاحفوري مثل الغاز الطبيعي، والمشتقات البترولية مثل الديزل والبنزين وزيت الوقود، وتشغل غالبا محركات الاحتراق كوقود سائل مرتفع الطاقة ومشتق من الوقود الاحفوري وتستخدم معظم محركات الاحتراق في التطبيقات المتنقلة بالإضافة للعديد من التطبيقات الثابتة، وتعتبر مصدر الطاقة الأساسي للمركبات مثل السيارات والطائرات والقوارب، هنالك استخدام وتزايد للوقود

المتجدد مثل استخدام الديزل الحيوي في محركات الاشعال بالانضغاط، ووقود الميثانول في محركات الاشعال بالشرارة.

5.3 الهدف من محركات الاحتراق الداخلي:

الهدف من محركات الاحتراق الداخلي انتاج طاقة ميكانيكية من الطاقة الكيميائية من الوقود حيث يمكن تعريفها بأنها الات لتوليد الطاقة الميكانيكية كعزم دوار على عمود المرفق نتيجة لحرق الوقود داخل حيز مغلق وهو غرفه الاحتراق خليط الهواء والوقود قبل الاحتراق ونواتج الاحتراق بعد الاحتراق تمثل المائع العامل.

تقسم محركات الاحتراق الداخلي إلى محركات الاحتراق الداخلي الترددية ومحركات الاحتراق الداخلي الدوارة، وهي محركات شرارة الاشعال (محركات اتو– محركات البترول – الجازولين ويمكن استخدام وقود اخر) والاشعال الانضغاطي أو محرك الديزل، على التوالي.

5.4 استخدامات محركات الاحتراق الداخلي:

تستخدم محركات الاحتراق الداخلي في الاغلب الاعم في دفع المركبات والمعدات وغير ذلك من الماكينات التي يمكن تحريكها ،وفي المعدات المتحركة تتمتع محركات الاحتراق الداخلي بميزه انها تحقق قدره عالية بالنسبة الي وزنها وذلك بالإضافة الي قدرتها المتميزة علي استخلاص مقدار كبير من الطاقة من الوقود وقد ظهرت هذه المحركات في سائر وسائل النقل سوأ في السيارات والشاحنات والدراجات النارية والقوارب والعديد من أنواع الطائرات والقاطرات وهي عموما تعمل بالمنتجات البترولية (ويطلق عليها محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل كليا بالمنتجات البترولية APICEV) وكذلك الحال بالنسبة للسفن الكبيرة وطائرات الهيلوكوبتر والطائرات النفاثة حيث تتطلب قدرات عالية وتكون في صوره تور بينات، وتستخدم أيضا في النطاق الصناعي كمولدات كهربائية أي مولدات تعمل على جهد 12V ، يمكن تقسيم الاحتراق الداخلي الي الأنواع الأتية:

- محركات الاحتراق بالضغط (محركات الديزل) (Compression ignition engine).
- محركات الاحتراق بالشرارة (محركات البنزين) (Spark ignition engine)
- محركات فانكل ذو العضو الدوار (Wangle engine)
- التوربين الغازي (The gas turbine)

5.5 تصنيف محركات الاحتراق الداخلي حسب عدد الاشواط:

- **محركات الاحتراق الداخلي رباعيه الاشواط:**

وهي التي يتم التشغيل فيها للمكبس في اربعه أشواط أي انه يوجد شوط فعال واحد في كل دورتين من دورات عمود المرفق والأشواط هي:

- **شوط السحب (admission):** يبدأ الشوط مع المكبس في النقطة الميتة العليا، حيث ينخفض المكبس تدريجياً ويفتح صمام الدخول ليملأ الهواء أو مزيج الهواء والوقود الأسطوانة، وينتهي الشوط بوصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى وإغلاق صمام الدخول.
- **شوط الانضغاط (Compression):** خلال هذا الشوط تكون الصمامات جميعها مغلقة، ويبدأ المكبس بالتحرك للأعلى (بالاعتماد على دوران عمود المرفق) لضغط محتوى الأسطوانة إلى الحد الأقصى.
- **شوط الاشتعال (Combustion):** يتم إشعال الوقود في الأسطوانة بالاعتماد على شرارة كهربائية في محركات البنزين، أو أن الوقود يشتغل تلقائياً بفعل الضغط والحرارة في محركات الديزل. ونتيجة عملية الاحتراق تنتج العديد من الغازات الساخنة والمضغوطة التي تحرك المكبس للأسفل وتجبر عمود المرفق على الدوران.
- **شوط العادم (Expansion & exhaust):**

مع انتهاء عملية الاحتراق، يعود المكبس للصعود فيما يفتح صمام العادم ليسمح بخروج غازات الاحتراق من الأسطوانة وتهيئتها لبدأ دورة المحرك من جديد. في كل أربعه أشواط للمحرك، يدور عمود المرفق مرتين. وخلال هذا الوقت تقدم الأسطوانة الطاقة في شوط واحد فقط هو شوط القدرة، فيما تعتمد على دوران عمود المرفق في الأشواط التالية، وبوجود عدة أسطوانات ضن المحرك، يتم توزيع العمل بحيث لا يكون عمود المرفق دون طاقة محركة من إحدى الأسطوانات.

- **محركات الاحتراق الداخلي ثنائية الأشواط:**

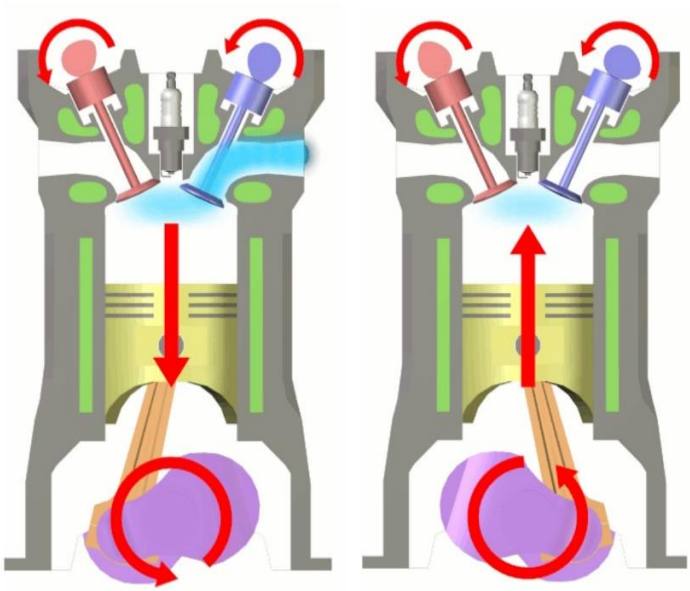
تتم فيها دورة التشغيل للمكبس في شوطين أي انه شوط واحد فعال في كل دوره من دورات عمود المرفق، على عكس المحركات رباعية الأشواط، تستخدم محركات الاحتراق الداخلي ثنائية الأشواط مبدأً مختلفاً قليلاً للسماح بجعل كل أسطوانة تنتج الطاقة الحركية مع كل دورة لعمود المرفق، وبالتالي يتم كل شيء خلال شوطين للمكبس فقط وهما:

- **شوط القدرة:**

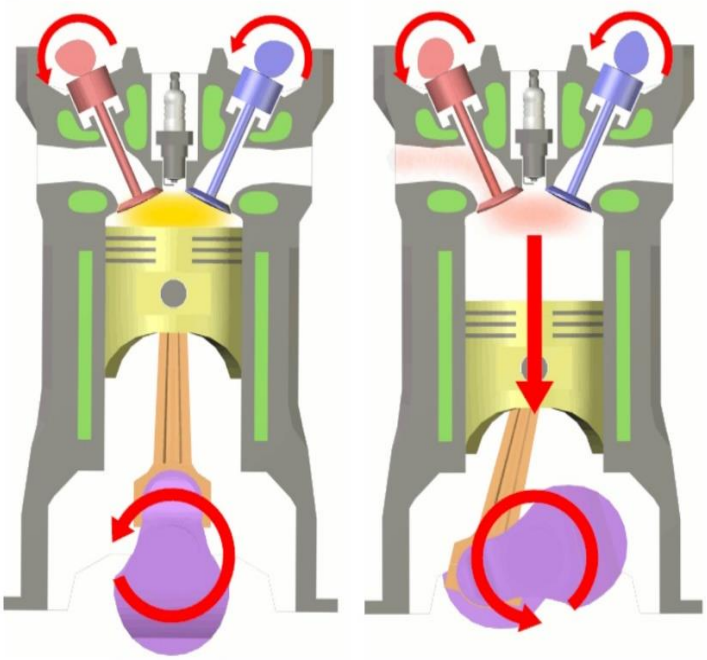
يبدأ الشوط مع المكبس في النقطة الميتة العليا، حيث يشتعل الوقود ويؤدي تمدده إلى توليد الطاقة ودفع المكبس للأسفل وأثناء نزول المكبس وقبل الوصول إلى النقطة لميتة السفلى بقليل يفتح صمام العادم ليبدأ

بالسماح للغازات بالخروج، ومن ثم يفتح صمام الإدخال للسماح بدخول الشحنة الجديدة ودفع ما تبقى من غازات العادم إلى خارج الأسطوانة.

- **شوط الضغط: يبدأ** الشوط مع المكبس في النقطة الميتة السفلى، وبالحركة للأعلى يساهم في تكنيس الأسطوانة قبل أن تقفل صمامات الإدخال والعادم، ويبدأ المكبس بضغط الشحنة تدريجياً حتى الوصول إلى النقطة الميتة العليا حيث يحترق الوقود ويبدأ شوط القدرة التالي، في المحركات ثنائية الشوط لا يوجد شوط خاص لتكنيس الأسطوانة والتخلص من غازات العادم، بل يقتطع الجزء الأخير من شوط القدرة وبداية شوط الضغط لهذه الغاية، وبالتالي يمكن للمحرك أن يحقق عمل كل أسطوانة خلال شوطين أو دورة واحدة لعمود المرفق فقط.



شكل (1-5) (شوط السحب – شوط الانضغاط).



شكل (2-5) شوط الاشتعال –شوط العادم.

5.6 الأجزاء الأساسية لمحرك الاحتراق الداخلي:

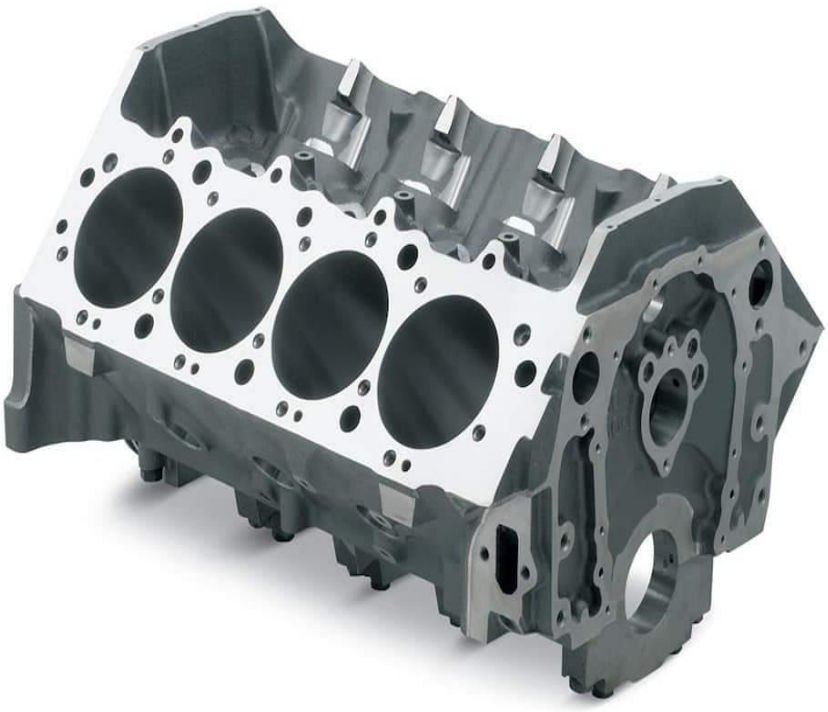
يتكون محرك الاحتراق الداخلي من مجموعة أجزاء تتصل ببعضها البعض بطريقة منظمه بهدف تحويل الطاقة الحرارية الي طاقة ميكانيكية والاجزاء الرئيسية هي:

- **كتلة الأسطوانات (cylinder block):**

هي الجزء الرئيسي للمحرك والذي يركب به جميع أجزاء المحرك الأخرى ويصنع من الحديد الزهر بعملية السباكة (casting) لقدرته على امتصاص الصوت الناتج من الاحتراق وسهوله صبه في السبائك وعملية التشغيل الأخرى، وتقسم كتله الأسطوانات الي قسمين: قسم الأسطوانات وقسم عمود المرفق.

تصمم منطقة الأسطوانات بحيث تسمح للمكابس بالتحرك الي أعلي ولأسفل أثناء تشغيل المحرك (في حاله الأسطوانات الثابتة) اما في حاله الأسطوانات المتحركة فيجب تشغيل سطح كتله الأسطوانات بحيث يكبس الأسطوانات، اما منطقه عمود المرفق تستخدم لتحتوي عمود المرفق ومضخة الزيت وحوض الزي و تتمثل وظيفة الأسطوانة في توجيه حركه المكبس الترددية واحتواء القوة ودرجه الحرارة المرتفعة الناتجة عن

الاحتراق وتبريد الأسطوانة بشكل مناسب بالإضافة الي دعم عمود الكرنك، وبالنسبة لأغراض القوة فأن كتله الأسطوانة في محركات الديزل تكون بوجه عام مصنوعة من الحديد الزهر حيث تتوفر فيه مقاومه عالية للبلي والتآكل بالإضافة الي قدرته على مقاومه مقادير العزم العالية الناشئة



شكل (3-5) كتله الأسطوانة (cylinder block).

- **رأس المحرك (Cylinder Head):**

يقع رأس المحرك أو رأس الأسطوانات فوق كتلة المحرك، وهو يحتوي على العديد من الأجزاء التي تساهم في عمل المحرك كالصبابات وشمعات الإشعال (Spark plug) والبخاخات والأسلاك وعدد من الأجزاء الأخرى، ويحتوي بداخله على تجويف فوق كل أسطوانة من أجل الصبابات وعملية الاحتراق.

- **غرفه الاحتراق (Combustion chamber):**

هي المكان الذي يتم فيه توليد الطاقة في عملية الاحتراق، وهي المكان الذي يحترق فيه خليط الهواء والوقود من خلال شعلة شمعة الإشعال لكي يعمل المحرك، فعندما ينفجر الخليط بداخلها فإنه يُحدث حركة قوية تساهم في توليد طاقة وتشغيل المحرك وإبقائه يعمل طوال الوقت، وتحتوي هذه الغرف على الصبابات أيضًا لإدخال وإخراج الخليط والغازات من المحرك.

المكابس (piston):

من أهم الأجزاء داخل المحرك، فهي تتحرك إلى أعلى وأسفل خلال عملية الاحتراق بهدف تشغيل المحرك، وظائف المكابس هي: نقل الضغط الناتج عن الاحتراق الي عمود الكرنك من خلال مسار الكباس وذراع التوصيل، منع التسرب من غرفه الاحتراق الي علبه الكرنك ونقل الحرارة الي جدار الأسطوانة. تتكون من أذرع المكابس (Connection rod): وظيفتها توصيل المكابس بعمود المرفق السفلي، وتنقل الحركة الدورانية لعمود المرفق إلى حركة صعود ونزول للمكابس، حلقات المكبس عباره عن حلقه مفتوحة الطراف يتم تثبيتها في تجويف على القطر الخارجي للمكبس، وظائف حلقات المكبس هي منع التسرب من غرفه الاحتراق، المساعدة على نقل الحرارة من المكبس الي جدار الأسطوانة، وتنظيم استهلاك زيت المحرك.

- **عمود المرفق (Crankshaft):** هو جزء من المحرك يقوم بتدوير المكابس لأعلى ولأسفل، وهو متصل بأحزمة مطاطية متصلة بعمود الحدبات العلوي الأمر الذي يسمح بتوصيل الطاقة إلى أجزاء مختلفة من السيارة، وتم تصميم هذا الجزء بطريقة هندسية تعمل على تحريكه بالطرد المركزي لكي يلف المكابس ويحافظ على عمل المحرك.

- **عمود الحدبات (Camshaft):** يعمل عمود الحدبات جنبًا إلى جنب مع عمود المرفق، ويتصل به سلسلة التوقيت والحدبات والزنبركات، ووظيفته فتح وإغلاق جميع الصبابات المسؤولة عن إدخال خليط الهواء والوقود إلى المحرك وإخراج الغازات العادمة بعد عملية الاحتراق ضمن توقيت مدروس بعناية.
- **سلسلة التوقيت:** والتي تعرف أيضًا بحزام التوقيت، هي مسؤولة عن ربط عمود الحدبات وعمود المرفق مع بعضهما البعض، وهي مهمة جدًا في المحرك لكي تضبط حركة العمودين بنفس التوقيت مع اختلاف عدد دورات كل منهما ليعمل المحرك بالطريقة الصحيحة ودون مشاكل.
- **نظام الصبابات:** نظام الصبابات هو موجود في القسم العلوي من المحرك وهو الجزء الذي يتحكم في حركة الصبابات، وهو يحتوي على صبابات السحب والعادم، وعلى أذرع الدفع والرافعات التي تعمل على فتح وإغلاق الصبابات، بالإضافة إلى الزنبركات المسؤولة عن إعادة الصبابات إلى مكانها بسرعة بعد أن تكون مفتوحة.
- **حواقن الوقود:** وظيفة حواقن الوقود او بخاخات الوقود هي ضخ خليط الهواء الوقود إلى داخل أسطوانات المحرك من أجل أن تتم عملية الاحتراق من شمعات الإشعال، وتعمل الحواقن على نفث كمية محددة مسبقًا من الوقود والهواء في كل أسطوانة بحسب طبيعة عمل المحرك.
- **شمعات الإشعال:** توجد شمعات الإشعال داخل رأس المحرك أي فوق كل أسطوانة، وتُحدث هذه الشمعات شرارات داخل الأسطوانات لإشعال خليط الهواء والوقود داخل غرفة الاحتراق، والتي تتسبب بتشغيل المحرك من خلال الانفجار الذي يحدث داخلها.
- **خزان الزيت:** تشغيل محرك الاحتراق الداخلي بدون زيت سوف يتوقف عن العمل بعد فتره قصيره من التشغيل، حيث ان الأجزاء المتحركة سوف ترتفع درجة حرارتها وتمدد وتتآكل وتصل الي درجه الانصهار والتي تقلل من المحرك يطلق عليه أيضًا اسم علبة عمود المرافق، ووظيفته هي المحافظة على زيت المحرك من التهريب، بالإضافة إلى ضمان أن يتم تزييت أجزاء المحرك دون أي مشاكل،

ويوجد وعاء الزيت أسفل كتلة المحرك أي تحت عمود المرفق، ويحتوي على سدادة زيت من أجل تفريغ الزيت ومنعه من التسرب إلى الخارج.

5.7 مميزات محركات الاحتراق الداخلي:

- تمتاز محركات الاحتراق الداخلي بصغر الحجم.
- سهوله الصيانة.
- قوة وكفاءة تشغيل عالية.
- سهولة الإمداد بالوقود.
- محركات الاحتراق الداخلي ينتج عنها درجه حرارة عالية حيث يستفيد المحرك من هذه الحرارة وتزداد كفاءته التشغيلية.

5.8 الأنظمة التي يعمل بها محرك الاحتراق الداخلي:

5.8.1 نظام التزييت (Lubrication System):

الغرض من نظام التزييت هو تزويد الأجزاء المتحركة بداخل المحرك بزيت التزييت لتسهيل حركتها وحمايتها من التآكل الشديد. يستعمل زيت التزييت لحماية الأجزاء المعدنية المتحركة في المحرك من التلف نتيجة احتكاكها وذلك بمنع التلامس المباشر بين أي سطحين يتحركان بالنسبة لبعضهما، فإن عدم وجود طبقة رقيقه من الزيت بين سطحين معدنيين متحركين ينتج عنه تآكل أجزاء المحرك ومن ثم انهيار المحرك وتلفه، وتتكون دائرة التزييت من:

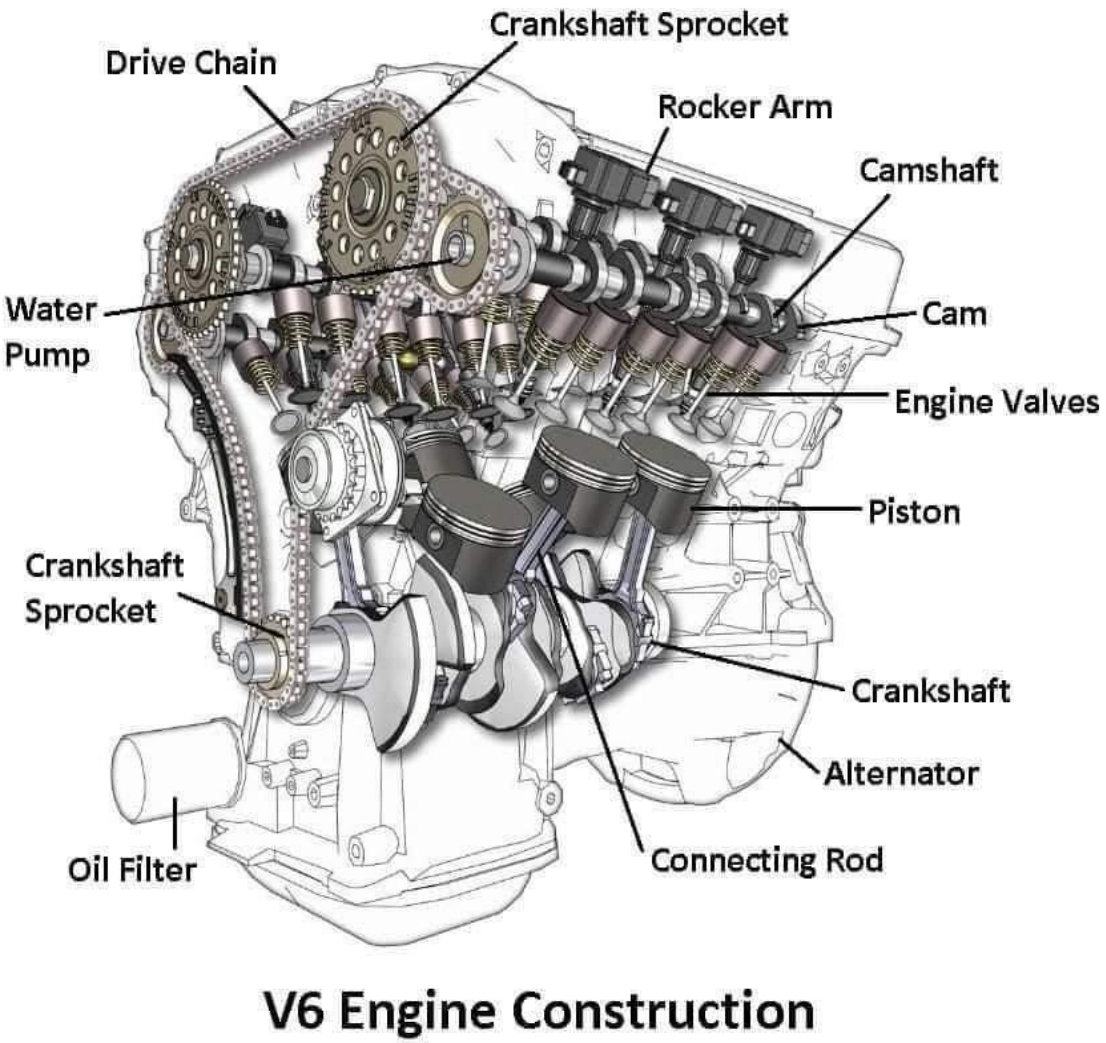
خزان الزيت: يركب في أسفل المحرك بحيث يتجمع الزيت فيه ويوجد فتخه لتسريب الزيت عند استبداله.

مضخة الزيت (Oil pump): تستمد حركتها على اختلاف أنواعها من عمود الكامات وأحيانا من عمود المرفق والغرض منها سحب الزيت من الوعاء ثم دفعه في موزع دائرة التزييت تحت ضغط معين

يناسب الضغط الازم لوصول الزيت لأجزاء المحرك المختلفة، يوجد عده أنواع من مضخات الزيت وأكثرها شيوعا واستخداما المضخة ذات التروس والمضخة ذات العضو الدوار.

فلتر الزيت: يقوم فلتر لزيت بتصفية الزيت من الشوائب التي تنتج من احتكاك الأجزاء ببعضها، ويتم دخول الزيت القادم من المضخة من الفتحات الموجودة على محيط الفلتر ليتم تصفيته ومن ثم يخرج الزيت المصفى من الفتحة الموجودة في الفلتر، من الضروري تغير فلتر زيت المحرك بشكل دوري ن لضمان تصفيه الزيت بشكل سليم.

منظم الضغط: يقوم منظم الضغط بتنظيم ضغط الزيت بحيث لا يتعدى الحد المسموح به.



شكل (4-5) محرك احتراق داخلي (V6)

مبرد الزيت: يقوم مبرد الزيت بالمحافظة علي درجه حرارة زيت التزييت في الحدود المضبوطة حتى يقوم زيت التزييت بأداء وظيفته بالشكل المطلوب.

تقوم منظومه التزييت بالوظائف الأتية:

- تقليل الاحتكاك والتآكل على أسطح الانزلاق وبين الأجزاء المتحركة.
- تبريد أماكن المحامل وأسطح الانزلاق.
- حماية الأجزاء من الصدأ.

- تنظيف المحرك من الشوائب المعدنية والبلاستيكية والأتربة.
- منع التسرب وخصوصاً بين حلقات المكبس وسطح تشغيل الأسطوانة.

5.8.2 نظام التبريد:

احتراق خليط الوقود والهواء يولد درجات حرارة عالية، فيجب على المحرك ان يتخلص من هذه الحرارة حتى لا يتلف نتيجة لشده سخونته، ويتم التخلص من هذه الحرارة الإضافية بواسطة نظام التبريد.

يوجد نوعان من أنظمة تبريد المحركات فهنالك التبريد بالهواء يستخدم هذا النظام في المحركات الصغيرة، ويعتمد على التيارات الهوائية الناتجة عن أي حركة تستخدم لسحب الهواء وينتشر استخدام التبريد بالهواء في محركات الديزل أكثر من محركات البنزين وذلك نظراً لزيادة الجودة الحرارية لمحركات الديزل مقارنة بمحركات البنزين، أما المحركات الكبيرة فتستخدم نظام التبريد بالماء، نظرا لكفاءة التبريد بهذا النوع من الأنظمة.

تقوم منظومة التبريد في محركات الاحتراق الداخلي بالوظائف الاتية:

- تبريد أجزاء المحرك.
- الوصول السريع لدرجة حرارة التشغيل للمحرك.
- المحافظة على درجة حرارة التشغيل للمحرك الطبيعية.
- التخلص من الحرارة الزائدة بالمحرك.

5.8.3 نظام الوقود:

يشير نظام الوقود الي المعدات التي تسمح للمحرك بالعمل بشكل مستقل بسبب احتراق خليط الهواء والوقود المضغوط في الأسطوانات، اعتمادا على نوع المحرك وعوامل اخري يمكن ان يكون نظام وقود واحدا مختلفا تمام عن الاخر ن ولكن بنفس مبدا التشغيل (مزج الهواء مع الوقود) وضمان الامداد غير المنقطع للوقود خليط على الأسطوانات.

5.8.4 نظام الإشعال:

يحتاج المحرك لنظام الاشعال الذي ويتكون من خزان الوقود لتخزين الوقود وخط نقل الوقود بالإضافة الي مرشح ومضخة الوقود لسحب الوقود من الخزان ورفع ضغطه لتوصيله الي المغذي ومنه الي غرفه الاحتراق للتم عمليه الاشتعال اما بشراره كهربائية (محركات البنزين) او بالحرارة والضغط الذين يحدثهما المحرك خلال عمليه الكبس كما في الديزل.

5.9 المصطلحات الخاصة بعمل المحرك:

- **النقطة الميتة العليا:** يطلق عليها تعبير اسم النقطة الميتة الداخلية، وهي التي يكون فيها الكباس في أعلي موضع له بالقرب من رأس الأسطوانة، ويراعي في هذا الوضع وجود مساحة صغيره بين سطح الكباس ورأس الأسطوانة وتعرف بحجم الخلوص حتى لا يرتطم الكباس برأس الأسطوانة، ويلاحظ عندئذ أن يكون عمود المرفق وزراع التوصيل على استقامة واحده رأسيه مع الكباس.
- **النقطة الميتة السفلي:** وقد يطلق عليها النقطة الميتة الخارجية، وهي النقطة التي يكون فيها الكباس في أسفل موضع له من رأس الأسطوانة، ويكون فيها عمود المرفق وعمود زراع التوصيل على استقامة واحده رأسيه مع الكباس ويلاحظ أن انتقال الكباس من النقطة الميتة العليا الي النقطة الميتة السفلي في دوران عمود المرفق نصف لفه أي 180درجه.
- **مشوار الكباس:** يعرف بالمسافة التي يقطعها الكباس من النقطة الميتة العليا الي النقطة الميه السفلي، وحتى يكمل دوران عمود المرفق لفه كامله فلابد من أن يقطع الكباس مشوارين أحدهما هبوطا والآخر صعودا، ويعرف مشوار الكباس أيضا باسم الشوط، ويراعي ان قطر الدائرة التي بدورها محور عمود المرفق لابد أن تساوي مشوار الكباس.

5.10 متغيرات الأداء في المحركات:

يعد أداء المحرك مؤشرا لدرجه نجاح المحرك في تحويل الطاقة الكيميائية المخزونة في الوقود الي شغل ميكانيكي مفيد ولتقييم أداء المحرك هنالك بعض العناصر او كما يعرف بمعاملات وهي:

- **متوسط الضغط الفعال:** يتغير الضغط داخل أسطوانة المحرك اثنا شوط القدرة ما بين الضغط الجوي وأقصي ضغط داخل الأسطوانة حسب موقع المكبس، لذلك يستخدم عمليه ضغط يعرف بمتوسط الضغط الفعال إذا تم حساب متوسط الضغط الفعال علي أساس القدرة الفرملية سمي متوسط الضغط الفعال الفرملي، وإذا تم حسابه على أساس القدرة البيانية يعرف بمتوسط الضغط الفعال البياني.
- **الكفاءة الحرارية البيانية:** هي النسبة بين كميه الحرارة التي تؤدي الي شغل إلى كميه الحرارة الناتجة من احتراق الوقود، وتستخدم الكفاءة الحرارية البيانية لبيان مدي الاستفادة من الحرارة الكلية الناتجة من الاحتراق.
- **الكفاءة الحرارية الفرملية:** هي النسبة بين القدرة الفرملية المنتفع بها عند عمود المرفق والقدرة الناتجة من احتراق الوقود، أو النسبة بين كميه الحرارة التي تتحول إلى شغل على عمود المرفق الي كميه الحرارة الناتجة من احتراق الوقود
- **الكفاءة الميكانيكية:** هي النسبة بين ما يدخل المحرك من طاقة، وما يستفاد به من شغل نافع وتقدر كنسبه مئوية، وهي أيضا النسبة بين القدرة الفرملية الي القدرة البيانية.

5.11 محركات الديزل:

ينتمي محرك الديزل بجميع أنواعه الي مجموعه محركات الاحتراق الداخلي، وهي التي تدل على الاسم الخاص بها انها تقوم بعمليه حرق الوقود داخل جسم المحرك تحديدا داخل الأسطوانات، بحيث تقوم محركات الديزل بتحويل الطاقة الكيميائية الناتجة من حرق الوقود الي طاقة حركيه، تستخدم الكثير من التطبيقات مثل السيارات والشاحنات وغيرها، وتمتاز محركات الاحتراق الداخلي وتشمل الديزل عن تلك المحركات ذات الاحتراق الخارجي بكفاءتها وقدرتها على انتاج مقدار طاقة أكبر بكميه وقود معينه.

5.11.1 مزايا وعيوب محركات الديزل:

يعتبر محرك الديزل من أكثر المحركات الحرارية جوده، فهو يولد عن حرق كميه محدودة من الوقود طاقة أكبر مما يمكن للأنواع الأخرى ان تولده من طاقة يعتبر وقود الديزل أرخص ثمنا من الوقود الازم لمحرك البنزين ويحقق محرك الديزل وفرا ملحوظا من الوقود عند دورانه على احمال جزئيه معني ذلك ان استهلاك الوقود لا يزيد بنفس المعدل الذي يزيد لكل وحده قدره في غيره من المحركات إذا دارت بنصف الحمل مثلا.

يتميز محرك الديزل بالأمان عند الاستعمال نظرا لان الوقود المستخدم اقل عرضة للاشتعال السريع مثل البنزين، لذلك يفضل استعماله في التطبيقات البحرية ، يحتفظ المحرك بجوده عالية مهما طالت مده تشغيله هذا إذا توفرت له العناية الازمه أثناء التشغيل والصيانة الدورية الازمه، لا يحتاج محرك الديزل الي كثير منم المياه التي تستخدم في تشغيل المحطات البخارية لتوليد الطاقة مما يشجع على استخدامه في المناطق النائية ويعتبر المحرك وحده كامله لتوليد الطاقة بوزن وحجم مناسبين، مما أشاع استخدامه في وحدات النقل والسفن ، تسهل إدارة المحرك البارد بحيث لا يحتاج الي بضع دقائق لتشغيل الحمل الكامل، فيلائم توليد الطاقة في أحوال الطوارئ كذلك يسهل عكس اتجاه دوران المحرك في لحظات، بالإضافة الي قله الايدي العاملة المطلوبة للتشغيل، تصل القدرة المستفادة من أسطوانة واحده ما يزيد عن 4000KW

لا يخلو من العيوب عند مقارنته بغيره من المحركات مما يحد من استعماله في تطبيقات محدده، وتعتبر الضوضاء الناتجة من تشغيل المحرك في السرعات العالية من العيوب الظاهرة للمحرك.

الفصل السادس

التجارب والحسابات

6.0 التجارب:

بعد تشغيل المحرك واختيار الحمل المناسب تؤخذ القراءات الاتية:

- قراءه التيار الكهربي (I)
- قراءة فرق الجهد (V)
- قراءة قوة الديناميتر (N)
- قراءة سرعة المحرك مباشرة بواسطة تاكوميتر (N)
- قراءة زمن استهلاك حجم محدد من الوقود (Vg) عند 50cc (0.05 lit) (t)

تم الحصول على القراءات التالية عند استخدام الديزل فقط.

رقم الحمل	التيار (I) (Amp)	فرق الجهد (V)	القوة (F) (N)	السرعة (N) (rev/min)	الزمن (t) (sec)
1	2	110	8	850.33	310
2	5	111	13	846.44	300
3	10	120	24	846.16	246
4	17	125	42	841.46	234

جدول (1-6) قراءات ديزل فقط .

6.1 الحسابات :

- **نموذج من الحسابات: (ديزل فقط)**
- **القدرة الفرملية:**
  - **الطريقة الكهربائية:**

BHP = I*V watts.

BHP = 2*110= 220 watts.

- **الطريقة الميكانيكية:**

BHP = F * N /43.4

BHP = 8*850.33/43.41 = 156 watts.

- **القدرة البيانية:**

IHP = BHP + FHP

حيث FHPهي القدرة الاحتكاكية وتحسب من خط ويلان والذي يتم رسمه من مخطط العلاقة بين ال BHP ومعدل استهلاك الوقود (v)

معدل استهلاك الوقود (Fuel Consumption) يحسب من بالعلاقة:

V= 3600Vg/t

حيث Vg استهلاك الوقود عند حجم محدد 50 cc

- **الطريقة الكهربية (IHP):**

من خط ويلان:

FHP = 7.6*100 = 760 watts.

IHP =220 + 760 = 980 watts.

معدل استهلاك الوقود (v):

V = 3600*50/310 = 580

- **الطريقة الميكانيكية (IHP):**

FHP = 6.5 *150 = 975 watts.

IHP = 156 +975 = 1131 watts.

- **الكفاءة الميكانيكية (η_m):**

η_m = BHP/ IHP

- **الطريقة الكهربائية:**

η_m = 220/980 = 22.4%.

- **الطريقة الميكانيكية:**

η_m = 156/1131 = 13.7%.

- **الكفاءة الحرارية الفرملية η_{th}):**

η_{th} = BHP / Fuel power ≈ 0.1011/vs

- **الطريقة الكهربائية:**

vs = V/BHP =580/220 = 2.63 $\quad \therefore Brake(\eta_{th}) = \frac{0.1011}{2.63} = 0.038$

IHP = 158.43 + 660 = 818.43 watts.

- **الطريقة الميكانيكية:**

580/156 = 3.71 $\quad \therefore Brake(\eta_{th}) = \frac{0.1011}{3.71} = 0.027$

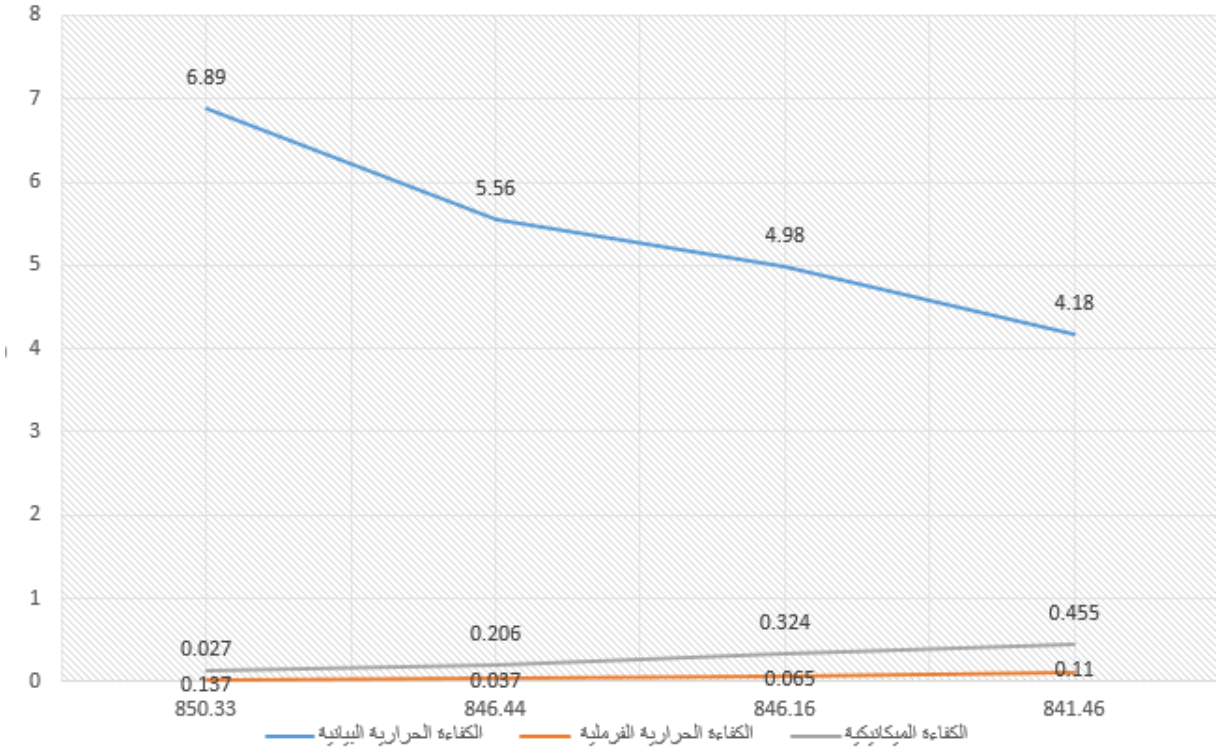
- **الكفاءة الحرارية البيانية : $(\eta_{th\,I})$**
- **الطريقة الكهربائية:**

$(\eta_{th\,I})$ = η_m / $Brake(\eta_{th})$

=0.224 / 0.038 = 5.9%

- **الطريقة الميكانيكية:**

= 0.137 / 0.027 = 5.07%.



شكل (6.1) مخطط التغير في الكفاءة بالنسبة للسرعة

المخطط أعلاه يوضح التغير في الكفاءة بالنسبة للسرعة عند استخدام الديزل فقط.

لكفاءة الحرارية البيانية		الكفاءة الحرارية		V(Lit/h)	الكفاءة الميكانيكية		IHP(w)		BHP(w)		رقم الحمل
M	E	M	E		M	E	M	E	M	E	
6.8	5.9	0.027	0.038	500	0.137	0.224	1131	980	156	220	1
5.56	4.68	0.037	0.09	600	O.206	0.42	1228	1315	253	555	2
4.98	3.825	0.065	0.16	730	0.324	O.612	1443	1960	468	1200	3
4.18	2.37	0.11	0.31	770	0.455	O.736	1790	2885	815	2125	4

جدول (2-6) نتائج ديزل فقط

عند خلط الديزل مع الغاز تم الحصول على القراءات التالية:

رقم الحمل	التيار (I) (Amp)	فرق الجهد(v) (V)	القوة (F) (N)	السرعة (N) (rev/min)	الزمن (t) (Sce)
1	2	110	8	859.7	435
2	5	114	13	862.6	418
3	10	122	25	869.4	425
4	17	136	45	858.2	389

جدول (3-6) قراءات خليط ديزل مع غاز.

- **نموذج من الحسابات :(خليط الغاز مع الديزل)**
  - **القدرة الفرملية:**
    - **الطريقة الكهربائية:**

BHP = I*V watts.

BHP = 2*110 = 220 watts.

- **الطريقة الميكانيكية:**

BHP = F * N /43.41

BHP = 8 * 859.7/43.41 = 158.43 watts.

- **القدرة البيانية:**

IHP = BHP + FHP.

- **الطريقة الميكانيكية (IHP):**

V = 3600*50/435 = 413.79

FHP = 1.6 *413 = 660 watts.

IHP = 158.43 + 660 = 818.43 watts.

- **الكفاءة الميكانيكية (η_m):**

η_m = BHP/ IHP

- **الطريقة الكهربائية:**

η_m = 220/920 = 0.24%.

- **الطريقة الميكانيكية:**

η_m = 158.43/818 = 19.3%.

- **الكفاءة الحرارية الفرملية η_{th}:**

η_{th} = BHP / Fuel power $\approx$ 0.1011/vs

- **الطريقة الكهربائية:**

vs = V/BHP =413.79/220 = 1.88

$$\therefore Brake(\eta_{th}) = \frac{0.1011}{1.88} = 0.05$$

- **الطريقة الميكانيكية:**

vs = V/BHP =413.79/158.43 = 2.7 $\quad \therefore Brake(\eta_{th}) = \frac{0.1011}{2.7} = 0.03$

- **الكفاءة الحرارية البيانية : ($\eta_{th\ I}$)**
- **الطريقة الكهربائية:**

$(\eta_{th\ I})$ = η_m / $Brake(\eta_{th})$

=0.24 /0.05 = 4.8%

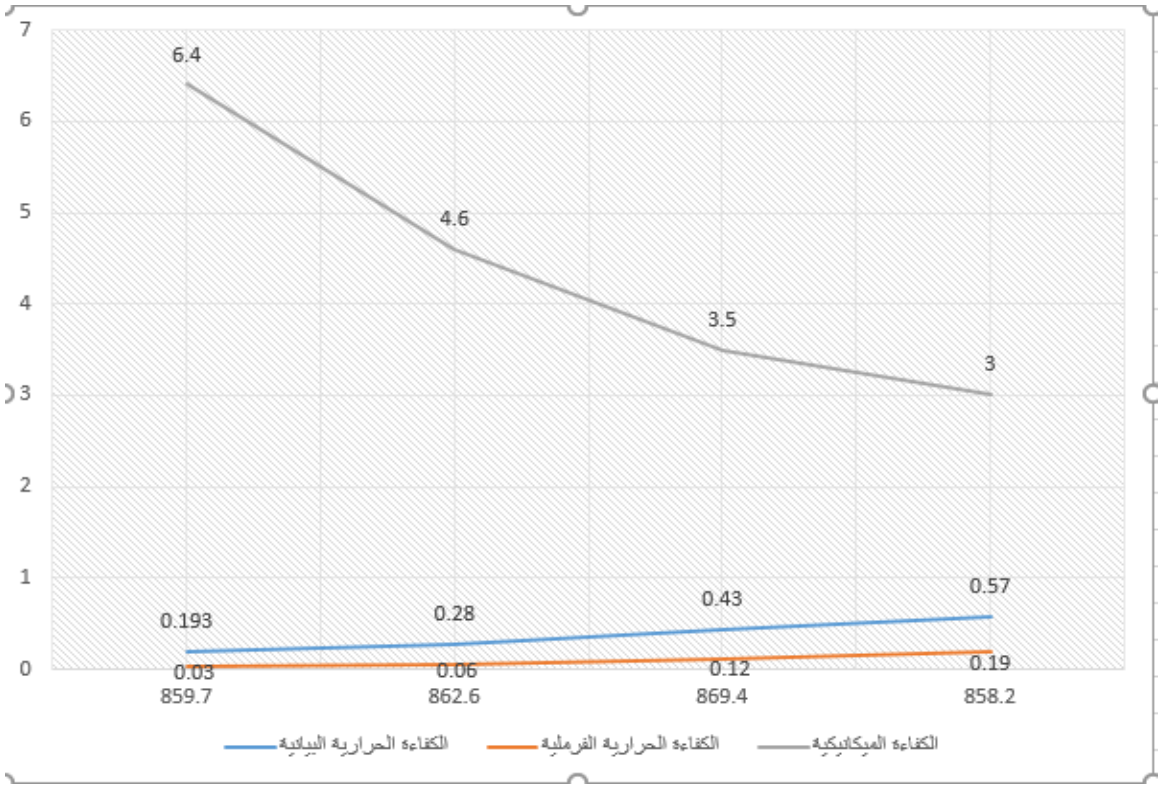
- **الطريقة الميكانيكية:**

= 0.193/ 0.03 = 6.4%.

رقم الحمل	BHP(w)		IHP(w)		الكفاءة الميكانيكية		(V cc/)	الكفاءة الفرملية الحرارية		الكفاءة البيانية الحرارية	
	E	M	E	M	E	M		E	M	E	M
1	220	158.43	920	818	0.24	0.193	413.6	0.05	0.03	4.8	6.4
2	570	259	1252	919	0.45	0.28	430.6	0.13	0.06	3.4	4.6
3	1220	500	1902	1160	0.64	0.43	423.52	0.29	0.12	2.2	3.5
4	2312	890	2994	1550	0.77	0.57	462.72	0.5	0.18	1.5	3

جدول (4-6) نتائج خليط الديزل مع الغاز.

المخطط يوضح التغير في الكفاءات بالنسبة للسرعة في حالة خلط الديزل مع الغاز



شكل (6.2) مخطط التغير في الكفاءة بالنسبة للسرعة في حاله الخليط.

- **قراءات جهاز قياس انبعاثات العادم**

رقم الحمل	C0% (في حاله ديزل فقط)	C0% (في حاله ديزل مع غاز)
1	47%	38%
2	40%	25%
3	33%	24%
4	40%	22%

جدول (5-6) مقارنه بين نسبه غاز COفي العادم في الحالتين.

الفصل السابع

النتائج والمناقشة

7.0 المناقشة:

من خلال التجارب التي أجريت تم التعرف علي كميه الوقود المستهلك ، تم حساب القدرة البيانيه الفرملية ، القدرة الاحتكاكية والكفاءة الحرارية الفرملية ، الكفاءة المميكانيكية ، تم وزن اسطوانه الغاز قبل وبعد التجربه وتم معرفه كمية الغاز المستهلك خلال الزمن المعني .

7.1 النتائج:

جدول (7.1) تم التحصل على النتائج التالية عند استخدام الجازولين فقط:

الحمل	كمية الوقود لتر/ساعه	الزمن/دقائق	السعر/جنية	الكفاءة الميكانيكية
3	0.73	4	458	32%

جدول (7.2) حالة خلط الغاز مع الجازولين:

الحمل	كمية الوقود لتر/ساعه	كمية الغاز	الزمن	سعر الوقود/جنية	سعر الغاز 2500/0.06	اجمالي السعر	الكفاءة الحرارية الميكانيكية
3	0.42	0.06	7	263	0.0003	263.0003	43%

وجد ان محرك الديزل (ليستر) بحاله جيدة يستهلك حوالي 2.6 لتر من وقود الديزل خلال 20 min.

بمعدل (2 جالون في الساعة).

عند خلط الديزل مع الغاز يتم صرف حوالي 1.3 لتر من وقود الديزل و 0.25kg من الغاز خلال 20min

ما يعادل جالون واحد.

تم استخدام جهاز لقياس غازات العادم وجد ان نسبة الخفض في غاز CO عند خلط الديزل مع الغاز قد تصل حوالي 50-60%.

نلاحظ زيادة في الكفاءة الميكانيكية في حاله خلط الغاز مع الديزل بالتالي تكون أفضل.

الفصل الثامن

الخاتمة والتوصيات

8.0 الخاتمة:

من خلال هذا البحث تم التوصل الي إمكانيه استخدام الغاز الطبيعي مع الجازولين في محرك ديزل (ليستر) للحصول علي أعلي كفاءة للمحرك وتقليل كمية الانبعاثات الضارة والتقليل بشكل كبير من تكاليف الوقود.

وجد ان استخدام الغاز الطبيعي مع الديزل يقلل بشكل كبير من تكاليف الوقود حيث ان تكلفه الغاز أقل مقارنه بأنواع الوقود الأخرى.

8.1 التوصيات:

1. يجب إجراء المزيد من التجارب على ماكينة الاحتراق الداخلي.
2. نوصي باستخدام أجهزة متقدمة في أخذ التجارب مستقبلا
3. عند التشغيل يجب مراعاة إجراءات السلامة المتبعة في التشغيل.
4. اجراء التجربة على محرك بحاله أفضل للحصول على نتائج أدق.
5. الالتزام بإجراء صيانة دورية للمحرك.

8-2 المراجع:

1. WWW.WIKPEDIA.COM
2. Internal Combustion Engine Dr. Emad Toma bane Karash tara.29.2014
3. محركات الاحتراق الداخلي (السعيد لرمضان العشري) الطبعة 2010 .
4. الغاز الطبيعي – والطاقة النووية – والتغير المناخي من منظور اقتصادي (كراسات مستقبلية) (حسين عبد الله) تاريخ الإصدار 01/Jan 2011

محرك ديزل (ليستر)

مقياس قياس سرعة الدوران.

جهاز قياس غازات العادم

مقياس الوقود.