

دراسة تأثير درجة حرارة الشحنة على أداء وملوثات محرك احتراق داخلي يعمل بالشرارة +
**STUDY OF INLET MIXTURE TEMPERATURE INFLUENCE ON THE
SPARK IGNITION ENGINE PERFORMANCE AND EXHAUST
EMISSIONS.**

موسى مصطفى ويس**

محمد حسن عبود الموسوي*

المستخلص:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على أداء وملوثات محرك احتراق داخلي يعمل بالشرارة نظرياً وعملياً.

في الجانب النظري تم بناء برنامج حاسبي بلغة البيسك السريع (Quick Basic) يقوم بحساب معدل الحرارة المتحررة ومكونات نواتج الاحتراق بالإضافة إلى معاملات الأداء لمحرك احتراق داخلي يعمل بالشرارة بالاعتماد على النموذج الترموديناميكي.

أما في الجانب العملي فقد تم استخدام محرك احتراق داخلي نوع (TD-110) أحادي الاسطوانة، رباعي الأشواط، يستخدم وقود البنزين. تم تسخين وتبريد الشحنة الداخلة بواسطة رفع وخفض درجة حرارة الهواء الداخل باستعمال جهاز تكييف الهواء من صنع شركة (DIDACTA) الإيطالية. إذ تم وضع أنبوب السحب للمحرك في مخرج مجاري الهواء ليتسنى الحصول على ست درجات حرارة للشحنة وهي (70,60,50,40,20,10) درجة مئوية.

قورنت النتائج النظرية والعملية لحالات التسخين والتبريد للشحنة مع حالة العمل بدرجة حرارة الشحنة (20) درجة مئوية وكانت المحصلة كالتالي:

1. أظهرت النتائج النظرية والعملية بان هنالك أنحراف فيما بينها تصل إلى 22%.
2. أزدباد التحسن الحاصل في استهلاك الوقود النوعي والكفاءة الحرارية مع أزدباد درجة حرارة الشحنة تصل إلى (16% و 14%) عند (50) درجة مئوية على التوالي.
3. فيما يتعلق، بالملوثات لوحظ أنخفاض أنبعائية كل من HC و CO مع زيادة درجة حرارة الشحنة تصل إلى (17% و 1.5%) على التوالي وعند نفس الدرجة أعلاه.

Abstrcat:

The aim of this research is to study the influence of inlet mixture temperature on the spark ignition engine performance and exhaust emissions.

For theoretical study we prepare computer program to calculate the performance variable and exhaust composition using Thermodynamic Model.

As for practical study we used spark ignition engine type (TD-110) single cylinder, four stroke, work gasoline fuel. The inlet mixture temperature increased and

* تاريخ استلام البحث ٢٠٠٩/١٠/١، تاريخ قبول النشر ٢٠١٠/١١/٢٤ .

* استاذ مساعد /كلية الهندسة /جامعة كربلاء .

** مدرس مساعد /الكلية التقنية /كركوك .

decreased by increasing and decreasing inlet air temperature using an air conditioning instrument type (T110D) made by Italian Didacta factory . we insert intake air manifold into the outlet unit of air conditioning instrument in order to achieve six inlet mixture temperature (10,20,40,50,60,70) °C . The mean results of investigation in comparison to the operating (20 °C) were as follow:-

1. We observed through comparison between theoretical and practical results, that there is an error about (22%).
2. Increasing inlet mixture temperature from (20-50) °C improve in fuel consumption and thermal efficiency about (16%, 14%) consecutively.
3. Regarding the exhaust emissions the results show that the concentration of (CO,HC& NO_x) decrease about (1.5%,17%,%12.5) consecutively with increasing inlet mixture temperature from (20-50) °C .

قائمة الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
A/F	نسبة الهواء إلى الوقود	
b.s.f.c	معدل الاستهلاك النوعي للمكبج للوقود	g/ kW.h
CO	أول أكسيد الكربون الناتج في غاز العادم	%
CO ₂	ثاني أكسيد الكربون الناتج في غاز العادم	%
C _v	الحرارة النوعية عند ثبوت الحجم	kJ/kg.mol° K
dE	تغير الطاقة الداخلية نسبة إلى زاوية عمود المرفق	kJ/deg
$\left. \frac{dQ}{d\theta} \right _{app}$	معدل الحرارة المتحررة خلال الخطوة الحسابية	kJ/deg.
dW	تغير الشغل نسبة إلى زاوية عمود المرفق	kJ/deg
HC	الهيدروكربونات الغير المحترقة الناتجة في غاز العادم	PPM
i.s.f.c	معدل الاستهلاك النوعي البياني للوقود	g/kW.h
KP	ثابت الاتزان الكيميائي	
L	طول ذراع التوصيل	m
LHV	القيمة الحرارية الدنيا للوقود	kJ/kg
m	كتلة التقل المعلق	kg
NO _x	أكاسيد النتروجين الناتجة في غاز العادم	PPM
P	الضغط	Pa
S	طول الشوط	m
T	درجة حرارة	K
T _{in}	درجة حرارة الهواء الداخل	K
T _m	درجة حرارة الشحنة الداخلة	K
v	الحجم	m ³
X _f	الكسر الكتلي للغازات المحترقة	
Z _i	نواتج الاحتراق	

الرموز الإغريقية:

الرمز	المعنى	الوحدة
Φ	النسبة المكافئة	
$\Delta\theta$	الخطوة الحسابية	deg
$\Delta\theta_c$	فترة الاحتراق	deg
θ_{SPA}	زاوية عمود المرفق عند حدوث شرارة الاشتعال	deg
η_v	الكفاءة الحجمية	

الرموز التحتية والفوقية:

الرمز	المعنى	الوحدة
b	الشحنة المحترقة	
c	الخلوص	
s	المزاح	
un	الشحنة الغير المحترقة	
1	بداية الخطوة الحسابية	
2	نهاية الخطوة الحسابية	

المقدمة:

برزت نتيجة التقدم الحضاري الهائل للإنسانية في العقود الأخيرة مشكلتان رئيسيتان الأولى عدم كفاية مصادر الطاقة التقليدية المستخرجة من باطن الأرض لسد حاجة البشرية. والثانية تلوث البيئة التي باتت تشكل أزمة اجتماعية وأقتصادية لما لها من أضرار على صحة الإنسان والثروات الحيوانية والنباتية. وبينما نحن نبحث عن حل أزمة الطاقة والتلوث يجب علينا في الوقت نفسه البحث عن سبل تحسين أداء المصادر المسببة لتلك الأزمات [1]. وتشكل محركات الاحتراق الداخلي مصدر رئيسي لاستهلاك الطاقة والتلوث البيئي لذا فان العديد من الدراسات تناولت سبل رفع كفاءة المحرك وتقليل نسب الانبعاثات الصادرة عنها منها تلك التي قدمت من قبل الباحث [2] حيث أجرى دراسة عملية حول إمكانية تقليل التفاوت الدوري وتمديد الحد الضعيف للتشغيل بواسطة تسخين الهواء الداخل كهربائياً، على محرك من نوع (Recardo E6/US) أحادي الاسطوانة ذو نسبة أنضغاط متغيرة، عند سرعة مقدارها (1500 R.P.M) فقط، دون التطرق إلى مستوى رفع درجة حرارة الهواء الداخل، وقد أوضحت الدراسة تأثير التسخين على معدل الاستهلاك النوعي للوقود بالصورة الآتية :

1-إن عملية التسخين تساعد في تمديد حدود التشغيل من نسبة الهواء الى الوقود ($A/F=18$) في الحالة الاعتيادية إلى ($A/F=21$) وذلك عند تسخين الهواء الداخل بمقدار (600) واط .

2-هنالك تحسن في مقدار الاستهلاك النوعي للوقود تصل إلى (14%) عند نفس المقدار من التسخين ، إلا إن الدراسة اقتصرت على الاستهلاك النوعي للوقود في تحديد معالم الأداء من دون الأخذ بنظر الاعتبار تأثير الحرارة على معاملات الأداء الأخرى (القدرة المكبحية ، الكفاءة الحجمية والحرارية، وتراكيز ملوثات غازات العادم نظرياً وعملياً).

أما في عام (2001) فقد قدم الباحث [3] دراسة تأثير درجة حرارة الهواء الداخل على أداء وملوثات محرك وأنكل حيث استخدم الباحث مسخنات كهربائية مبرودة داخل حاوية في مجرى تيار الهواء الداخل إلى المبخر، ومن خلال إجراء المقارنة بين الحالة الاعتيادية وحالة التسخين إلى ($50^{\circ}C$) التي اعتبرها الباحث أنها تعطي خليط متجانس دون أن يأخذ درجات حرارة أخرى وإستنتج الأتي :

أ- إن تبخر الوقود بواسطة تسخين الهواء في مجرى الدخول طريقة فعالة لتوليد خليط متجانس وضمان حصول الاحتراق التام.

ب- تمديد الحد الفقير للتشغيل في حالة تسخين الهواء عن الحالة الاعتيادية ولمدى واسع من السرعة يتراوح بين نسبة ($A/F=17$) في الحالة الاعتيادية ونسبة خلط ($A/F=21$) في حالة العمل بنسبة تبخر تام أي عند ($50^{\circ}C$) . كما أكد الباحث حصول انخفاض في نسب ملوثات الغاز العادم من خلال النموذج الرياضي الذي أعده لهذا الغرض وعزى ذلك إلى حصول حالة التمديد في نسب الخلط دون تأكيد ذلك عملياً.

أستناداً إلى ما متوفر من البحوث السابقة، يتبين أن مجال تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على أداء وملوثات محرك الاحتراق الداخلي يعمل بالشرارة لم يحظى باهتمام الباحثين من الناحية النظرية والعملية وخاصة في مجال تأثير حرارة الشحنة على تراكيز ملوثات العادم الرئيسية (NO_x)، (HC) و (CO) وعلى معاملات الأداء كالقدرة المكبحية والكفاءة الحجمية والحرارية ودرجة حرارة الغاز العادم . لذا كان من الضروري أن يتضمن البحث الحالي هذا الجانب وذلك لدعم الدراسات السابقة.

الجانب النظري:

تم في هذا الجانب بناء برنامج حاسبي بلغة البيسك السريع (Quick Basic) يقوم بحساب معدل الحرارة المتحررة ومكونات نواتج الاحتراق بالإضافة إلى معاملات الأداء لمحرك احتراق داخلي يعمل بالشرارة بالاعتماد على النموذج الترموديناميكي (Thermodynamic Model) . يبدأ البرنامج بطلب المعلومات التالية:

- 1- قطر الاسطوانة (Cylinder Bore)
- 2- طول الشوط (Stroke)
- 3- نسبة الانضغاط (Compression Ratio)
- 4- طول ذراع التوصيل (Connecting Rod Length)
- 5- نوع الوقود وتركيبه الكيميائي (Kind Of Fuel)
- 6- ثابت الغازات العام (Universal Gas Constant)
- 7- درجة حرارة الشحنة الداخلة والضغط (Inlet Mixture Temperature and Pressure).

بعد إدخال المعلومات أعلاه يقوم البرنامج بحساب عدد المولات الكلية لمكونات غرفة الاحتراق بتطبيق معادلة الحالة ($PV = mRT$) وبإهمال تأثير كمية الخليط الخارج مع الغاز العادم .

ومن ثم تبدأ حسابات شوط الانضغاط (Compression Stroke) وباستخدام طريقة خطوة اثر الخطوة (Step By Step) يتم حساب الضغط ودرجة الحرارة عند نهاية كل خطوة حسابية من المعادلتين (1) و(2) [4] وكالاتي:

$$T_2 = T_1 * \left[\frac{V_1}{V_2} \right]^{k-1} = T_1 * \left[\frac{V_1}{V_2} \right]^{\frac{R_o}{C_v(T_1)}} \dots\dots\dots(1)$$

$$P_2 = \left[\frac{V_1}{V_2} \right] * \left[\frac{T_2}{T_1} \right] * P_1 \dots\dots\dots(2)$$

علما أن حجم الاسطوانة الكلية عند كل خطوة الحسابية ($\Delta\theta$) والتي مقدارها درجة واحدة تحسب بدلالة زاوية عمود المرفق من العلاقة التالية [5]:

$$V(\theta) = V_c + \frac{V_s}{2} \left[1 - \cos(\theta) + \frac{2L}{S} - \sqrt{\left(\frac{2L}{S} \right)^2 - \sin^2 \theta} \right] \dots\dots\dots(3)$$

يتم تصحيح القيم المحسوبة (T_2, P_2) من خلال تطبيق القانون الأول للحرارة [5]:

$$dQ - dW = dE = E(T_2) - E(T_1) \dots\dots\dots(4)$$

تستمر حسابات شوط الانضغاط إلى أن يتحقق شرط الانتهاء وهي عندما يكون زاوية عمود المرفق مساوية ($\theta = \theta_{SPA}$) ، بعد ذلك تبدأ حسابات فترة التأخير (Delay Time) حيث تم افتراض الأجراء خلال هذه الفترة اديباتيكي مع ثبوت الحجم (Adiabatic and Constant Volume) ويتم حساب درجة حرارة الشحنة المحترقة خلال هذه المرحلة بالاعتماد على النسبة المكافئة وكالتالي [6]:

$$T_b = T_{un} + 2500(\Phi - 500_r) \quad \text{For } (\Phi \leq 1.0) \dots\dots\dots(5)$$

$$T_b = T_{un} + 2500(\Phi)(X_r) - 700(X_r)(\Phi - 1) \quad \text{for } (\Phi > 1.0) \dots\dots\dots(6)$$

يتم تصحيح حالة الخليط من ضغط ودرجة حرارة باستخدام طريقة نيوتن رافسون والقانون الأول للحرارة لكلا الحالتين شوط الانضغاط و فترة التأخير وبعد الحصول على الدقة المطلوبة يقوم البرنامج بحساب فترة الاحتراق (Combustion Duration) من خلال العلاقة الآتية [7]:

$$\Delta\theta_c = 40 + 5 \left[\frac{N}{600} - 1 \right] + \left[166 \frac{Y_{cc}}{Y} - 1.1 \right]^2 \dots\dots\dots(7)$$

حيث أن:

Y_{cc} : نسبة الأوكسجين الصحيحة المطلوبة.

Y : عدد مولات الأوكسجين في الخليط.

و حالما تبدأ جبهة اللهب بالتقدم يتم حساب معدل الحرارة المتحررة من احتراق الوقود باستخدام العلاقة المتأنية التالية [8]:

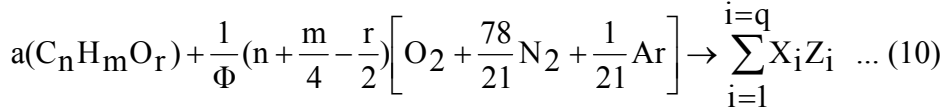
$$\left| \frac{dQ}{d\theta} \right|_{app} = (LHV) * (\dot{m}) * (F/A) / \left[2(\theta_c)(1 + F/A) \right] \sin \left[\pi \frac{\theta - \theta_{SPA}}{\theta_c} \right] \dots\dots\dots(8)$$

من $\left\{ \frac{dP}{d\theta} \right\}$ عند نهاية الخطوة بعد إيجاد قيمة (P_2) وبإتباع طريقة خطوة اثر خطوة الحسابية يتم حساب الضغط

[5]المعادلة الآتية:

$$\frac{dP}{d\theta} = -K \frac{P}{V} \frac{dV}{d\theta} + (K-1) \frac{1}{V} \frac{dQ}{d\theta} \dots\dots\dots(9)$$

وباستخدام طريقة رانج - كوتا من المرتبة الرابعة (Rung Kutte) ، ومن ثم تبدأ حسابات نواتج الاحتراق عند كل خطوة من خطوات فترة الاحتراق لاعتماد حسابات الحرارة النوعية والطاقة الداخلية والقانون الأول للحرارة عليها ، وعلى هذا الأساس يمكن وصف المعادلة العامة لاحتراق الوقود الهيدروكربوني في الهواء بالصورة التالية [8]:



إن المركبات الاثنى عشر التالية تمثل نواتج الاحتراق والتي هي مكونات غازات العادم وسوف نشير إلى كل مكون برقم يمثل ذلك المكون الذي يحمل الرقم.

- $$\left\{ \begin{array}{l} (1)H_2O, (2)H_2, (3)OH, (4)H, (5)N_2, (6)NO, (7)N, (8)CO_2, \\ (9)CO, (10)O_2, (11)O, (12)Ar \end{array} \right\}$$

بعد انتهاء عملية الاحتراق يبدأ شوط التمدد (Expansion Stroke) خلال هذا الشوط يتم أستخدام نفس العلاقات المستخدمة في شوط الانضغاط مع الأخذ بنظر الاعتبار حساب عدد مولات نواتج الاحتراق عند نهاية كل خطوة حسابية.ويستمر شوط التمدد لحين فتح صمام العادم (Exhaust Valve Open) التي عندها تكون قيمة الزاوية $(\theta = 180)$.

الجانب العملي:

1-وصف محرك الاحتراق الداخلي:

تم أستخدام محرك أحتراق داخلي نوع (TD110) يعمل بالشرارة، وهو أحادي الاسطوانة، رباعي الأشواط، يتم تشغيله يدوياً. يستخدم وقود البنزين، ويحتوي على شمعة قذح (Spark Plug) واحدة. نظام أشتعال المحرك من النوع التفريغ أمتسعي (Capacitor Discharge) ، أما نظام التزيت فهو من النوع ألوحي (Wet Sump) والجزء الرئيسي فيه مضخة الزيت والمربوطة بعمود الحدبات، مهمتها ضخ الزيت إلى أجزاء أسطوانة المحرك وعمود المرفق.

2-أجهزة القياس:

تتألف منظومة القياس من جهاز قياس العزم وهو من النوع الهيدروليكي يعتمد على قياس العزم الخارج من المحرك بمائع أحتكاك والمائع هنا هو الماء. مثبت على قاعدة فولاذية (TD115) مصممة لهذا الغرض . أما نظام تجهيز المحرك بالوقود، فيتكون من خزان سعة (4.5 L) يحتوي على عدد من الصمامات التي تعمل على فتح وغلق وتغير مجرى الوقود ،كما تتضمن مقياس حجمي لكمية الوقود المستهلك من قبل المحرك المتكون من أنبوبة زجاجية مدرجة بسعة (8-16-32) مللتر . أما قياس كمية الهواء الداخل إلى المحرك فقد تم بمقياس من نوع (Viscous Flow Meter) .

في حين تم قياس سرعة المحرك بواسطة جهاز (Tachometer) ،وهو من النوع الالكتروني (Movistrob) - (4000- 150 دورة/دقيقة).

أما قياس درجة حرارة الهواء الداخل (T_m) إلى المحرك (الخارج من وحدة تكييف الهواء) ، ودرجة حرارة الشحنة الداخلة (T_m) فقد تم باستخدام مزودج حراري من نوع (T). حيث تم تثبيت المزودج الخاص بقياس درجة حرارة الهواء الداخل عند نهاية أنبوب السحب (عند مدخل الهواء إلى المبخرة) ، أما بالنسبة لدرجة حرارة الشحنة فقد تم عند مدخل شحنة الهواء-الوقود إلى أسطوانة المحرك (بعد المبخرة).

وللتحكم بدرجة حرارة الهواء الداخل ودرجة حرارة الشحنة تم استخدام جهاز تكييف الهواء نوع (T110D) وهو من تصنيع شركة (DIDACTA) الإيطالية ، حيث تم وضع أنبوب السحب للمحرك في مخرج مجاري الهواء ليتسنى الحصول على درجة حرارة الهواء الداخل (وبالتالي درجة حرارة الشحنة) لإجراء التجارب عبر (5) مسخنات مثبتة بصورة صف بعد جهاز المبخر (evaporator) تبلغ قدرة كل مسخن (3kW) ، تم تسخين الهواء باستخدام مسخن كهربائي واحد أو أكثر اعتماداً على درجة حرارة الشحنة المطلوبة.

تم استخدام جهاز تحليل الغاز العادم نوع (T156D) إيطالي المنشأ، مزود بحاسبة الكترونية بانتيوم (P4) ، يمكنها قياس ملوثات الغاز العادم بالنسب الحجمية والتي هي:

- 1- غاز أول أكسيد الكربون (CO) (%) .
- 2- غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂) (%) .
- 3- الهيدروكربونات الغير المحترقة (HC) (PPM).

الجهاز يحتوي على مضخة لضخ عينات الغاز العادم عبر أنبوب مصنوع من الفولاذ الغير قابل للصدأ ، يوضع عند فتحة خروج الغاز العادم وبعمق (30) سم.

النتائج والمناقشة:

تم تحديد الفروقات المئوية بين نتائج حالات التسخين والتبريد للشحنة بالاعتماد على نتائج درجة حرارة الشحنة (20) درجة مئوية كنموذج للمقارنة ، وذلك لسهولة إمكانية الحصول عليها في أجوائنا.

1- تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على معاملات الأداء.

الشكلان (1) و(2) توضحان تأثير نسب الخلط (A/F) ودرجة حرارة الشحنة الداخلة على القدرة المكبحة عند سرعة (2000 ، R.P.M) . حيث يتبين أن إضافة الحرارة إلى الشحنة الداخلة بغية الحصول على خليط متجانس تسبب هبوط في القدرة المكبحة تصل أعظم قيمة لها (20%) عند العمل بدرجة حرارة (70) درجة مئوية، وتقل هذه النسب مع العمل بنسب تسخين أقل تصل إلى (7% و 10%) عند العمل بدرجة حرارة (40) درجة مئوية للنتائج النظرية والعملية على التوالي. والسبب يعود إلى أن هنالك تأثيران متضادان على القدرة المكبحة:

الأول: ناتج عن الحالة الفيزيائية للشحنة الداخلة واحتراقها بصورة تامة وكفاءة ويتجلى هذا التأثير على الجانب الضعيف من خلال زيادة الحد الضعيف للتشغيل المستقر من نسبة الخلط (A/F=17.5) إلى (A/F=20) عند العمل

بدرجة حرارة (50) درجة مئوية، مما يؤكد من خلال تدقيق النظر في النتائج ، إمكانية الحصول على قدرة تفوق حالة العمل عند (20) درجة مئوية وباستقرارية عمل عالية نسبياً.

الثاني: نقصان في كثافة الشحنة الداخلة بازدياد الحرارة وبالتالي حدوث هبوط في الكفاءة الحجمية ويكون هذا التأثير هو الحاكم ضمن نسب الخلط الغني.

أما الشكلان (3) و(4) فتوضحان تأثير درجة حرارة الشحنة على معدل استهلاك الوقود لكل سرعة من سرع الاختبار، وبالشكل التالي:

أزدياد التحسن في معدل الاستهلاك الوقود النوعي مع زيادة درجة حرارة الشحنة تصل أعظم قيمة لها (8.5) % و(16%) عند العمل بدرجة حرارة (50) درجة مئوية بالنسبة للنتائج النظرية والعملية على التوالي، ولسببين: الأول: أستثمار معظم الطاقة الكيميائية المخزونة في الوقود بسبب الحالة الفيزيائية للمزيج الداخل والناجم من الخلط الجيد بالشكل الذي يؤدي إلى سهولة اشتعاله.

الثاني: أزدياد مدى تشغيل المحرك بخليط ضعيف من ($A/F=17.5$) عند العمل بدرجة حرارة (20) درجة مئوية إلى ($A/F=20$) عند العمل بدرجة حرارة (50) درجة مئوية ،مما يؤدي إلى توفير كبير في معدلات استهلاك الوقود عند الحمل الجزئي.

ولإعطاء صورة عن مدى تأثير درجة الشحنة على الكفاءة الحرارية. تم ومن خلال الشكلين (5) و(6) التوصل إلى النقاط التالية:

أ- أزدياد الكفاءة الحرارية للمحرك مع زيادة حرارة الشحنة الداخلة ونسب الخلط (A/F) تصل إلى (10) % و(14%) عند العمل بدرجة حرارة (50) درجة مئوية بالنسبة للنتائج النظرية والعملية على التوالي. وتفسير الزيادة هو تجانس الشحنة الداخلة نتيجة فقدان الوقود خاصية التبريد التبخيري مسبباً ارتفاع درجة الحرارة العظمى للدورة مما يزيد من سرعة انتشار اللهب ويقلل من فترة الاحتراق (زمنياً) وبذلك يضمن حصول الاحتراق بصورة كاملة وكفاءة. كما ومن خلال النتائج العملية تم الحصول على الشكل (7) الذي يوضح تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على الكفاءة الحجمية للمحرك عند العمل بنسبة خلط ثابتة ($A/F=15$). حيث يلاحظ أزدياد الانخفاض الحاصل في الكفاءة الحجمية مع زيادة العمل بدرجة حرارة الشحنة الداخلة تصل إلى (7% و 10% و 18.5%) عند العمل بدرجة حرارة (40 و 50 و 70) درجة مئوية على التوالي. والسبب هو نقصان كثافة الشحنة الممتصة خلال شوط السحب مع أزدياد درجة حرارة الشحنة.

2- تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على نواتج الاحتراق (الملوثات).

الأشكال من (8) إلى (11) تبين تغير نسب أنبعاثات كل من (CO) و (CO_2) و (HC) و (NO_x) مع درجات حرارة الشحنة عند نسب خلط [15,12] ،وسرعة محرك (2000، R.P.M) للنتائج النظرية والعملية على التوالي وبالشكل التالي:

أ- أنخفاض تراكيز (CO) مع زيادة درجة حرارة الشحنة وزيادة العمل بنسب الخلط (A/F) تصل إلى (0.9% و 1.5%) عند (50) درجة مئوية للنتائج النظرية والعملية على التوالي. أما عند العمل بدرجة حرارة (70) درجة مئوية فقد لوحظ ارتفاع تراكيز (CO) بنسبة تتراوح (0.2-0.65)%.

ب- أنخفاض قيم (CO_2) بنسبة (0.5%) عند زيادة درجة حرارة الشحنة من (20) درجة مئوية إلى (50) درجة مئوية نتيجة حالة التمدد الحاصل في النسب الخلط عند العمل بنظام تسخين الهواء الداخل . كما يلاحظ استمرار أنخفاض قيم (CO_2) بزيادة حرارة الشحنة تصل إلى (1%) عند العمل بدرجة حرارة (70) درجة مئوية.

ج- أنخفاض قيم (HC) مع زيادة درجة حرارة الشحنة من (20) درجة مئوية إلى (50) درجة مئوية تصل إلى (17%) . والسبب يعود إلى ارتفاع درجة حرارة الاحتراق في كل نقاط الدورة وبضمنها درجة حرارة الغاز العادم نتيجة فقدان الوقود خاصية التبريد التبخيري عند استخدام التسخين. في حين ان استمرار زيادة إلى (70) درجة مئوية تؤدي إلى ارتفاع تراكيز (HC) بنسبة (10%) .

د- أنخفاض قيم (NO_x) مع زيادة درجة حرارة الشحنة تصل إلى (12.5%) عند (50) درجة مئوية ولسببين هما تحسن الكفاءة الحرارية الناجمة من ارتفاع درجة الحرارة الابتدائية للدورة، وقصر فترة الاحتراق زمنياً.

الاستنتاجات:

- 1- أن العمل بنظام تسخين الهواء الداخل طريقة فعالة لتوليد خليط متجانس الذي بدوره يسهم في رفع معالم أداء المحرك.
- 2 - أن أقصى تحسن في معالم الأداء (القدرة المكبحية، الاستهلاك النوعي للوقود، الكفاءة الحرارية، نسب ملوثات العادم) تحدث عند العمل بدرجة حرارة الشحنة (40 و 50) مئوية وعند الجانب الضعيف.
- 3- أن الإفراط بتسخين الشحنة إلى (70) درجة مئوية تؤدي إلى تراجع في معالم الأداء نتيجة حالة الخليط الغير مؤهل لإجراء الاحتراق بصورته التامة والناجم من أنخفاض شديد في كمية الهواء الداخل إلى المحرك يرافقه وجود كمية كبيرة نسبياً من الوقود.

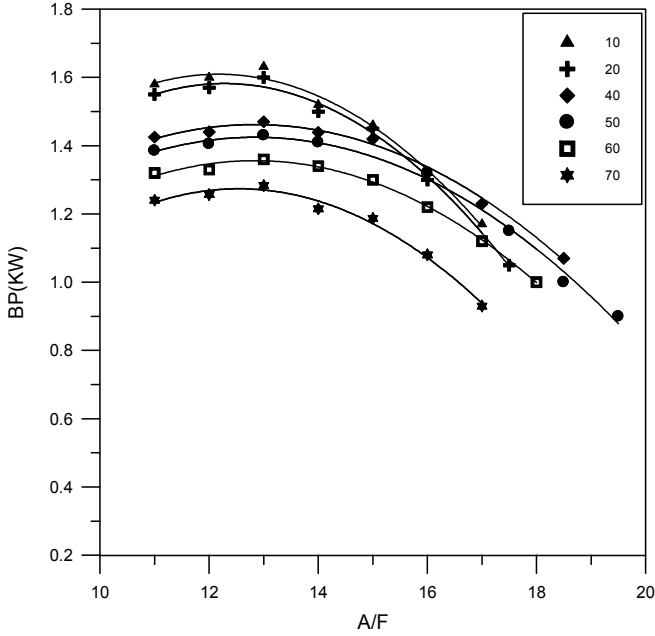
المصادر:

1. Willard .W. Pulkrabed " *Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engines* ", 1997 - Prentice-Hall-Inc.
2. Tariq Abdul Kairm AL- Rawi " *Extension of Lean Limit of Spark Ignition Engine Operation Using Fuel Vaporization* " A Thesis Submitted for Degree of Master in The University of Technology Baghdad ,1979.
- 3 . كريم خلف علي المراح التميمي " دراسة تأثير درجة حرارة الهواء الداخل على أداء المحرك دوار وأنكل " رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية ، 2001.
- 4 "مدخل إلى محركات الاحتراق الداخلي " تأليف : ريجرد ستون ، ترجمة د. هارون عبد الكاظم الجنابي ، جامعة البصرة ، 1988 .
5. Rowland .S. Benson . & W.J.D. Annand & P. C.Baruah " Simulation Model Including Intake and Exhaust System for Single Cylinder Four-Cycle Spark Ignition Engine " *Int . J. Mech . Sci* , Vol .17, 1975.
6. Rowland .S. Benson . & N .D . Whitehouse " *Internal Cobustion Engines* "

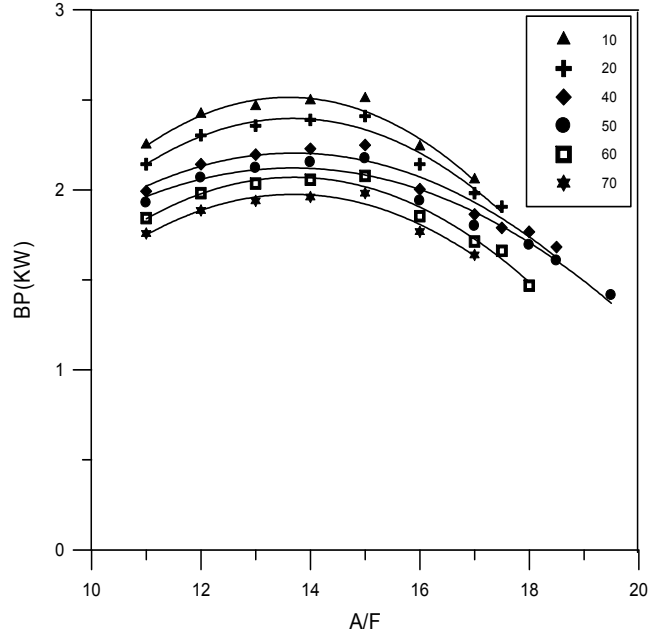
1st Edition ,1979 -William Clowes & Sons Ltd.

7. Markatos .N.C " Computer Simulation for Fluid Flow ,Heat and Mass Transfer and Combustion in Reciprocating Engines-Rotary Engines" 1989.

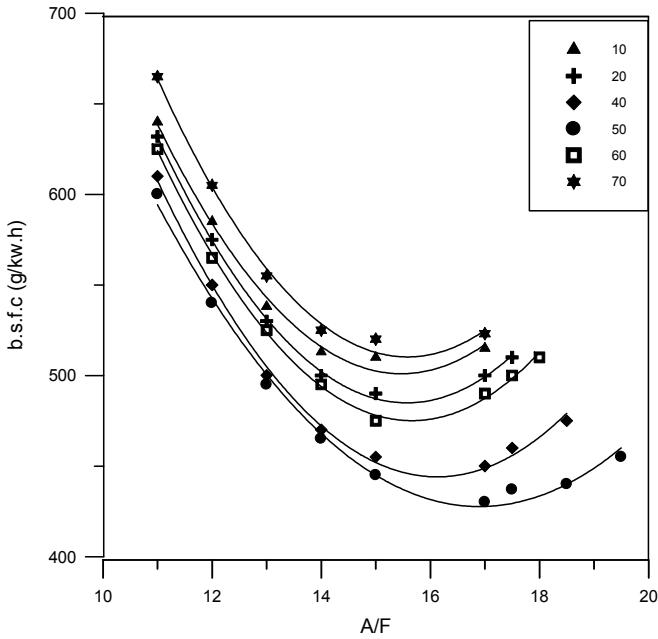
8. S.C. Sorenson " Simple Computer Simulation for Internal Combustion Engine" ,*Int J. Mech.Eng*, Vol.9,No.39,1981.



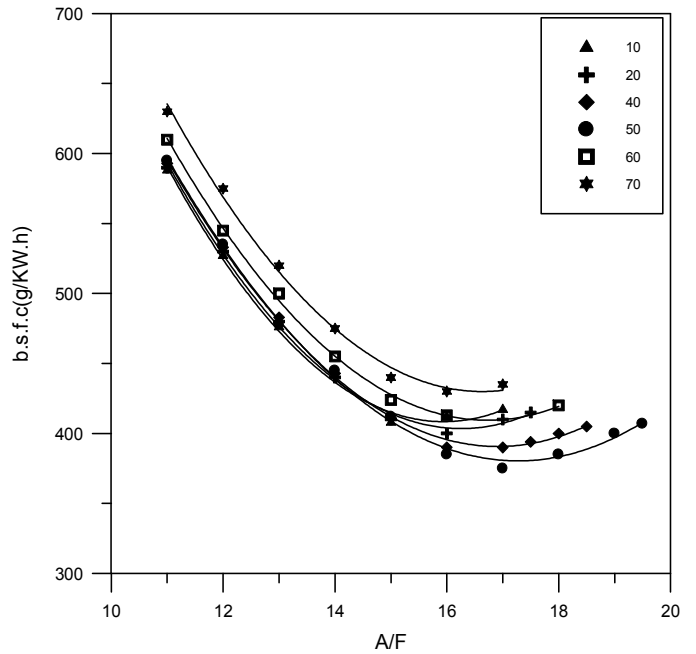
الشكل (2) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على القدرة المكبحة عند سرعة (N=2000 R.P.M) ونسب خلط متغيرة للنتائج العملية.



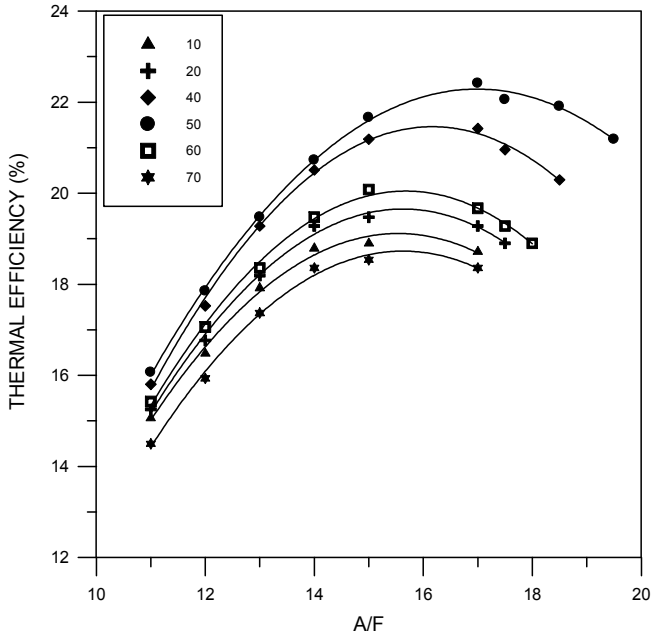
الشكل (1) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على القدرة المكبحة عند سرعة (N=2000 R.P.M) ونسبة خلط متغيرة للنتائج النظرية.



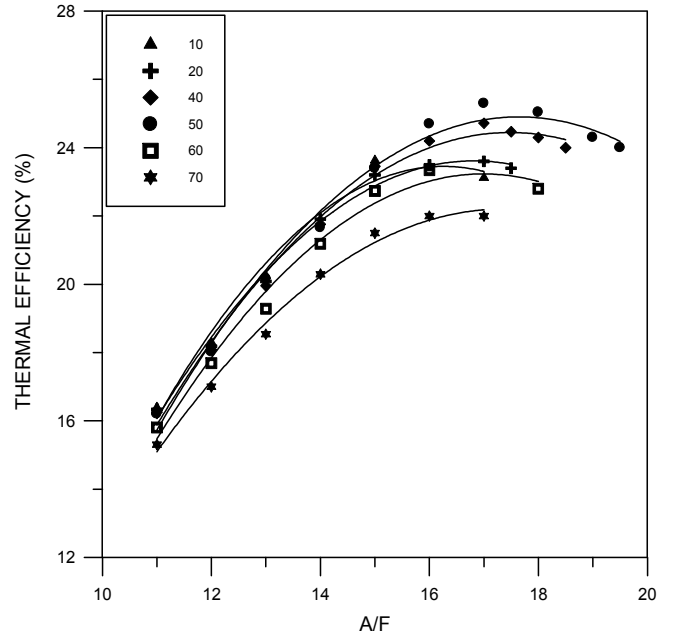
الشكل (4) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على معدل استهلاك الوقود النوعي عند سرعة (N=2000 R.P.M) ونسب خلط متغيرة لنتائج لعملية .



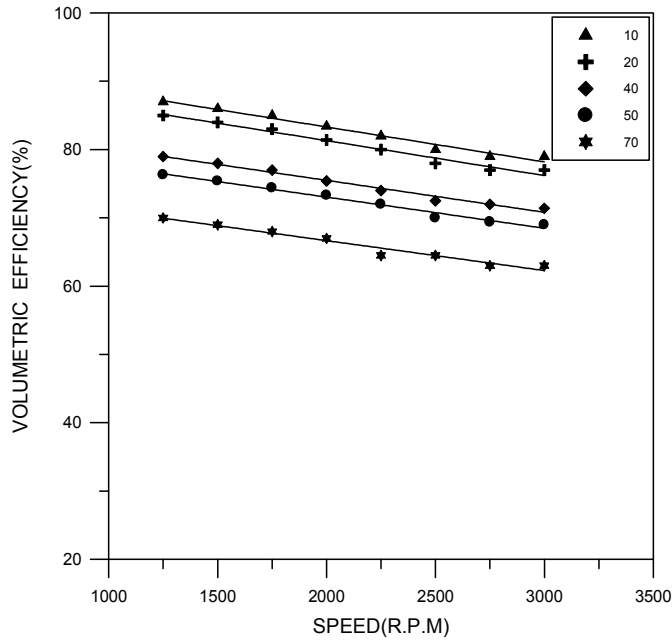
الشكل (3) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على معدل استهلاك الوقود النوعي عند سرعة (N=2000 R.P.M) ونسبة خلط متغيرة للنتائج النظرية.



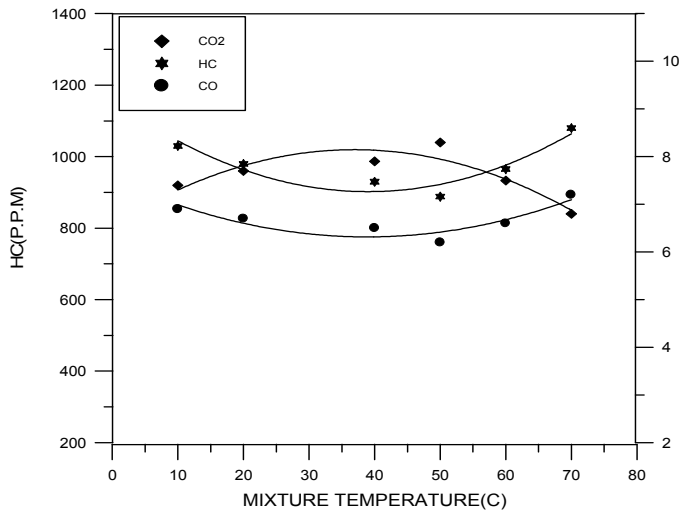
الشكل (6) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على الكفاءة الحرارية للمحرك عند سرعة (N=2000R.P.M) ونسب خلط متغيرة لنتائج العملية .



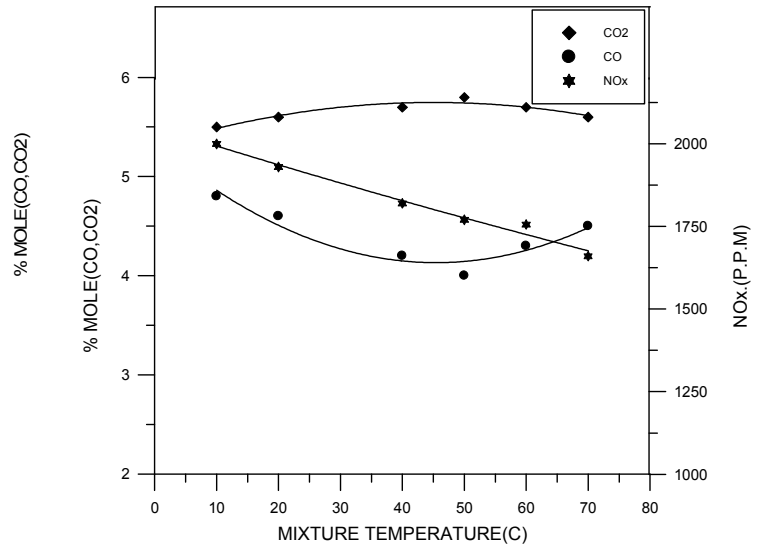
الشكل (5) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على الكفاءة الحرارية للمحرك عند سرعة (N=2000 R.P.M) ونسبة خلط متغيرة للنتائج النظرية.



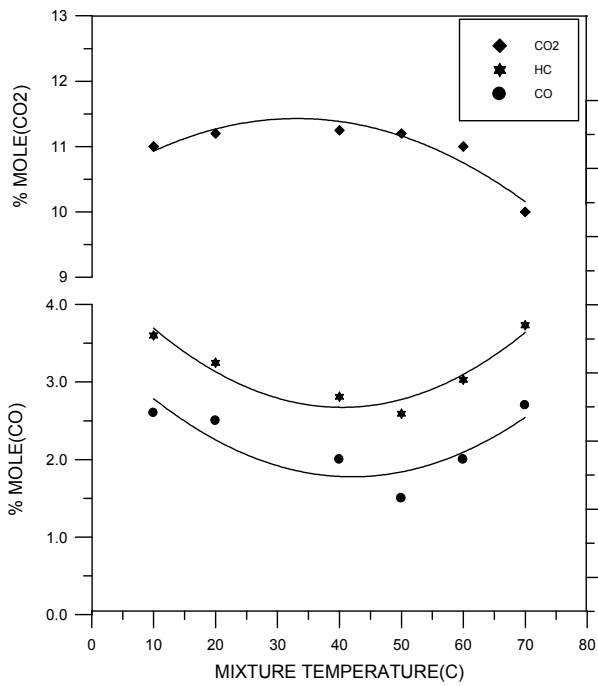
الشكل (7) تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على الكفاءة الحجمية عند العمل بنسبة خلط (A/F=15) ولمدى واسع من السرعة .



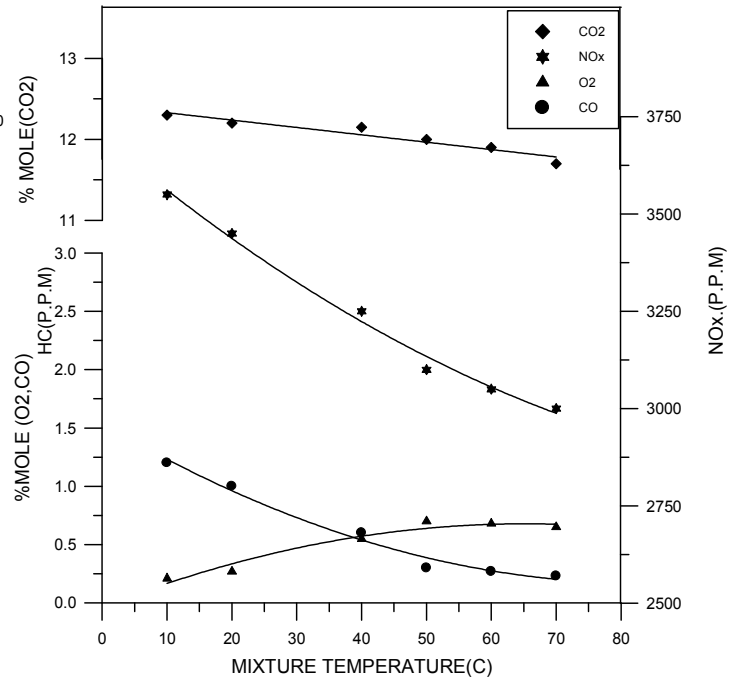
الشكل (9) علاقة تراكيز مكونات الغاز العادم مع درجة حرارة الشحنة الداخلة عند (A/F=12) وسرعة (N=2000 R.P.M) للنتائج



الشكل (8) علاقة تراكيز مكونات الغاز العادم مع درجة حرارة الشحنة الداخلة عند (A/F=12) وسرعة (N=2000 R.P.M) للنتائج



الشكل (11) علاقة تراكيز مكونات الغاز العادم مع درجة حرارة الشحنة الداخلة عند (A/F=15) وسرعة (N=2000 R.P.M) للنتائج العملية.



الشكل (10) علاقة تراكيز مكونات الغاز العادم مع درجة حرارة الشحنة الداخلة عند (A/F=15) وسرعة (N=2000 R.P.M) للنتائج النظرية.