



مجلة الهندسة والتنمية المستدامة

المجلد 23، العدد 4، تموز 2019

ISSN 2520-0917

<https://doi.org/10.31272/jeasd.23.4.14>

دراسة نظرية لتقييم اداء محرك احتراق داخلي يعمل بنظام القدح وباستخدام مزيج من الكازولين مع الوقود الحاوي على الاوكسجين

نورالدين صالح خضر أحمد¹، د. عبدالرحمن حبو محمد الحبو²

(1) طالب ماجستير، قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة الموصل، موصل، العراق

(2) استاذ مساعد، قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة الموصل، موصل، العراق

تاريخ النشر 2019/7/1

تاريخ القبول 2018/3/5

تاريخ التقديم 2017/10/25

الخلاصة: يهدف البحث الى دراسة تأثير إضافة الوقود الكحولي الحاوي على الاوكسجين (الايثانول او الميثانول) بنسبة حجمية مقدارها (5%) الى الكازولين ، على اداء محرك احتراق داخلي الذي يعمل بالقدح والتي شملت كل من (عزم المحرك ، الاستهلاك النوعي للوقود ، الكفاءة الحرارية ، وملاحظة تأثير هذه الاضافات على كمية انبعاث الملوثات والمتمثلة بانبعاث غاز اول اوكسيد الكربون (CO) ، واكاسيد النتروجين (NO_x). اظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ، ازدياد التحسن الحاصل في عزم المحرك والاستهلاك النوعي الفرمل للوقود والكفاءة الحرارية الفرملية مع تقديم توقيت القدح بصورة واضحة ، انخفاض في عزم المحرك، زيادة في الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود والكفاءة الحرارية الفرملية عند اضافة الكحول الى الكازولين ، فيما يتعلق بالملوثات لوحظ انخفاض في انبعاث كل من (NO_x) و (CO) عند اضافة الكحول الى الكازولين ، تم اعداد برنامج حاسوبي بلغة فيجول بيسك (VISUAL BASIC) لمحاكاة عمل المحرك عند ظروف تشغيلية مختلفة شملت كلا من توقيت القدح (Spark timing) والتي تراوحت ما بين (5 btdc-35 btdc) وبواقع زيادة (5) درجة كل مرة ،نسبة الانضغاط (Compression ratio) كانت ثابتة عند (1:10) ، مع تثبيت كلا من النسبة المكافئة (Equivalence ratio $\phi = 1$) والسرعة الدورانية للمحرك عند (2000) دورة لكل دقيقة .

الكلمات الدالة : محاكاة ، الايثانول ، الميثانول ، عزم ، كفاءة الحرارة النوعية

Theoretical Study of Spark Ignition Engine Performance Using A Blend of Gasoline and Oxygenated Fuels

Abstract: The aim of this research is to Study the influence of added Oxygenated fuel (Ethanol or Methanol) at volume ratio values (5%) of each type to gasoline on Spark Ignition Engine Performance included both the engine torque , brake specific fuel consumption , finally brake thermal efficacy of engine and monitor the influence of this added fuel on pollutants quantity emitted included Carbon monoxide (CO), Nitrogen monoxide (NO_x). A computer program was prepared in (VISUAL BASIC) to simulated the engine at different operating conditions included both the spark timing at ratio ranged from 5 btdc to 35 btdc with increasing 5 degree in each iteration The compression ratio kept constant at (1:10) with equivalence ratio $\phi = 1$ as well as engine speed of 2000 rpm .

* الباحث المتابع: nooraleln2017@gmail.com

1. المقدمة

تعتبر محركات الاحتراق الداخلي من أهم مصادر تلوث الهواء في الوقت الحاضر وأوسعها، هذا ما أكدته إحصائيات الأمم المتحدة حيث أفادت إن ما نسبته 40% من تلوث الهواء سببه محركات الاحتراق الداخلي [1]. لذلك دأب الباحثون ولسنوات عدة على القيام بدراسات علمية وبحوث علمية عديدة ونظرية وتجارب مختلفة كان الهدف منها رفع كفاءة المحركات الاحتراق الداخلي من جهة ولتقليل الانبعاثات الصادرة عن محرك الاحتراق الداخلي، منها تلك التي قدمت من قبل الباحثة (Summera Bonday) & M Maroufwani [2]، بدراسة نظرية لمعرفة تأثير إضافة الايثانول بنسب حجمية مختلفة تراوحت ما بين (10% , 20% , 30%) الى الكازولين وتم اعتماد نظام المحاكاة (Boost AVL Austria named Simulation) لمحرك احتراق داخلي نوع (OHV engine) يعمل بشمعة قدح ذات اسطوانة واحدة رباعي الاشواط ذو المكابح المتولدة، وذلك من خلال معادلات تفاضلية من الدرجة الاولى وبلاستعانة بمعادلات قانون الترمودانميك الاول، وتحت أحمال مختلفة (100% , 90% , 80% , 70% , 60% , 50% , 40%) من الحمل الكامل عند سرعة ثابتة للمحرك، ومقارنة النتائج التي حصلوا عليها مع نتائج استخدام الكازولين منفردا. وقد توصل الباحثان الى نتائج الآتية: إمكانية استخدام خلاط الايثانول كوقود بديل في محركات البترول، انخفاض كل من القدرة المنجزة والعزم المتولد عند زيادة نسبة الايثانول المضافة، انخفاض انبعاث (CO) عند زيادة نسبة الايثانول المضافة، اما بالنسبة الى انبعاث (HC) فكانت منخفضة عند نسبة التحميل العالية، وأخيراً كانت انبعاث (NO_x) عالية نسبياً بالمقارنة مع استخدام الكازولين لوحده بدون اضافات. أما في عام 2015 نشر الباحث (Simon) [3]، دراسة تناول فيها تأثير إضافة الميثانول او الايثانول بنسب حجمية مختلفة من كل منهما إلى الكازولين في أداء محرك احتراق داخلي يعمل بالقدح فضلاً عن نسبة الانبعاثات منها. حيث تم اعتماد نظام (Boost AVL Simulation) لمحاكاة محرك. واستخدام محرك نوع (1-D engine) ذات الاسطوانات الاربعة ورباعي الاشواط يعمل بنظام القدح. وتوصل الباحث الى اهم النتائج الآتية: إذ اظهر نظام المحاكاة ان زيادة محتوى الايثانول عند استخدام خلاط مختلفة من الوقود البديل (خلاط الايثانول مع الكازولين) ادت الى انخفاض القدرة المجهزة بالمقارنة مع استخدام الكازولين خالي من الإضافات عند جميع السرع للمحرك، انخفاض في تراكيز انبعاثات كل من غاز اول اوكسيد الكربون (CO) والهيدروكربونات الغير المحترقة (HC) عند زيادة نسبة كل من الايثانول او الميثانول الى الكازولين في خلاط الوقود، وكانت أقل انبعاثات لغاز أول اوكسيد الكربون (CO) والهيدروكربونات غير المحترقة (HC) عندما كانت نسبة الإضافة من الميثانول (50%) الى الكازولين، و انخفاض في انبعاث أكاسيد النتروجين (NO_x) عندما تكون نسبة الإضافة لكل من الايثانول أو الميثانول اكثر من (30%) الى الكازولين في خلاط الوقود، زيادة في الاستهلاك النوعي للوقود (BCFC) عند زيادة نسبة الإضافة لكل من الايثانول أو الميثانول إلى الكازولين في خلاط الوقود بالمقارنة مع استخدام الكازولين الخالي من الإضافات.

2. التحليل النظري

تم بناء برنامج حاسوبي بلغة فيجول بيسك (Visual Basic) يقوم بحساب مكونات نواتج الاحتراق فضلاً عن معاملات الأداء لمحرك احتراق داخلي يعمل بالشرارة بالاعتماد على النموذج الترموديناميكي. ان معالم الادخال للبرنامج الحاسوبي هي: قطر الاسطوانة (Cylinder Bore)، طول الشوط (Stroke)، نسبة الانضغاط (Compression Ratio)، نسبة طول ذراع التوصيل الى فرع محور الدوران (Ratio Of Connecting Rod Length To Crank Offset)، نوع الوقود وتركيبه الكيميائي (Kind Of Fuel)، درجة الحرارة والضغط الاولى للشحنة الداخلة (Inlet Mixture Temperature and Pressure)، زاوية فتح صمام العادم (Exhaust valve open).

3. المعادلات

بعد إدخال المعلومات أعلاه يقوم البرنامج بحساب درجة حرارة الخليط المكون من هواء ووقود وغاز عادم متبقي في شوط السحب (Intake stroke) باستخدام العلاقة الآتية: [4]

$$T_i = (1 - f) \times T_i + f \left[1 - \left(1 - \frac{P_i}{P_e} \right)^{\frac{(K-1)}{K}} \right] \times T_e \quad (1)$$

إذ ان : (T_e) و (P_e) درجة حرارة وضغط غازات العادم و (T_i) و (P_i) درجة حرارة وضغط الاولية علماً بان نسبة الانبعاثات المتخلفة (f) تم حسابها عن طريق المعادلة الآتية: [4]

$$f = \frac{1}{CR} \times \left[\frac{P_e}{P_4} \right]^{\frac{1}{K}} \quad (2)$$

إذ ان (CR) نسبة الانضغاط ، و (P_4) الضغط عند بداية فتح صمام العادم ولإيجاد حالة الخليط من ضغط ودرجة حرارة يتم تقسيم شوط الانضغاط (compression stroke) الى فترات (Intervals) مساوية الى خطوات حسابية $(\Delta\theta)$ ومن ثم يتم تصحيح القيم المحسوبة من ضغط ودرجة حرارة لكل خطوة باستخدام القانون الاول للحرارة.

إذ ان (θ) زاوية محورن الدوران لعمود المرفق

ايجاد حجم الاسطوانة الكلية عند كل خطوة حسابية بدلالة زاوية عمود المرفق من العلاقة التالية. [4]

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

حساب درجة الحرارة والضغط (T_2) و (P_2) على التوالي عند نهاية الخطوة الحسابية باستخدام المعادلتين وكمايلي: [4] و [5]

$$T_2 = T_1 \times \left[\frac{V_1}{V_2} \right]^{(K-1)} \quad (4)$$

$$P_2 = \left[\frac{V_1}{V_2} \right] \times \left[\frac{T_2}{T_1} \right] \times P_1 \quad (5)$$

إذ ان (k) يمثل نسبة الحرارة النوعية و تحسب قيمته من هذه العلاقة: [6]

$$K = \frac{R_o}{Cv(T_1)} + 1 \quad (6)$$

وإن الحرارة النوعية لخليط معين (Cv) يمكن الحصول عليها من المعادلة الآتية: [7]

$$Cv(T) = R_o \sum_{i=1}^{i=N} \frac{W_i}{W_m} \left[\left\{ \sum_{j=1}^{j=5} j U_{ij} T^{(j-1)} \right\} - 1 \right] \quad (7)$$

إذ ان : (W_i) و (W_m) عدد مولات المركب والكلية على التوالي.

يتم تصحيح القيم المحسوبة (P_2, T_2) من خلال تطبيق القانون الاول الحرارة بالشكل التالي: [8]

$$d(E) = E(T_2) - E(T_1) = dQ - dW \quad (8)$$

يمكن كتابة الطاقة الداخلية النوعية للخليط بالصيغة الآتية: [6]

$$E(T) = R_o \sum_{i=1}^{i=N} w_i \left[\left\{ \sum_{j=1}^{j=5} U_{ij} T^j \right\} - T \right] \quad (9)$$

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 يتم افتراض الأجراء خلال هذه الفترة اديباتيكي مع ثبوت الحجم (Adiabatic and Constant Volume) ويتم حساب درجة حرارة الشحنة المحترقة (T_b) خلال هذه المرحلة بالاعتماد على المعادلات (10) و(11) على التوالي وبالاعتماد على النسبة المكافئة، (T_{un}) درجة حرارة الشحنة الغير المحترقة.

$$T_b = T_{un} + 2500(\phi) \text{ for } \phi \leq 1 \quad (10)$$

$$T_b = T_{un} + 2500(\phi) - 700(\phi - 1) \text{ for } \phi > 1 \quad (11)$$

اما كمية الحرارة المطروحة عبر جدار غرفة الاحتراق في المحرك (dQ_{conv}) يمكن حسابها باستخدام معادلة (Eichel berg equation): [9]

$$dQ_{conv} = h \times A_s \times (T - T_{wall}) \quad (12)$$

وان معامل انتقال الحرارة النوعي يتم الحصول عليها من المعادلة الآتية [6]:

$$h = 2.466 \times 10^{-4} \times (\overline{U_p})^{\frac{1}{3}} (PT)^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

$$P = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right), T = \frac{(T_1 + T_2)}{2} \quad \text{إذ ان:}$$

كما يمكن حساب معدل سرعة الاسطوانة من العلاقة التالية [4]:

$$\overline{U_p} = \left\{ \frac{2 \times S \times N}{60} \right\} \quad (14)$$

واما بالنسبة لمساحة التي تنقل من خلالها الحرارة بالحمل يتم حسابها من العلاقة التالية: [11]

$$A_s = A_{ch} + A_p + \frac{\pi BS}{2} \times \left[R + 1 - \cos \theta - \sqrt{(R^2 - \sin^2 \theta)} \right] \quad (15)$$

إذ ان: (A_{ch}) و (A_p) مساحة غرفة الاحتراق و مساحة المكبس على التوالي.

يمكن تمثيل القانون الأول لديناميك الحرارة بالشكل التالي: [7]

$$f(E) = E(T_2) - E(T_1) + dW - dQ_{conv} - dQ_{releas} \quad (16)$$

ويكون الحل الصحيح عندما يتحقق القانون الأول للحرارة أي عندما تكون قيمة $f(E)$ تساوي صفرًا. إذ إن قيمة $(dQ_{releas} = 0)$ في شوط الانضغاط.

لحساب سرعة اللهب الانسيابي (U_L) (Laminar flame speed). [12]

$$U_L = \left[\frac{1.087 \times 10^6}{\left\{ \left(\frac{10^4}{T_b} \right) + \left(\frac{900}{T_{un}} \right) \right\}^{4.939}} \right] \times P^{-0.09876} \quad (17)$$

وكذلك لحساب سرعة اللهب المضطرب (U_T) (Turbulent flame speed). [7]

$$U_T = U_L \times ff \quad (18)$$

إذ إن معامل اللهب المضطرب (ff)

أما بالنسبة لفترة التأخير فقد تم حسابها بدلالة سرعة الدوران عمود المرفق وباستخدام هذه العلاقة الآتية. [7]

$$(\Delta\alpha)_{delay} = \frac{360 \times N \times R_f}{U_T} \quad (19)$$

إذ إن (R_f) نصف قطر جبهة اللهب.

يمكن كتابة حجم للأسطوانة عند بداية الاحتراق بالصيغة التالية:

$$V_p = \frac{2}{3} \times \pi \times R_f^3 \quad (20)$$

إذ إن قيمة (R_f):

$$R_f = \left[\frac{0.001 \times V_C}{2/3 \times \pi} \right]^{1/3} \quad (21)$$

بما إن فترة الاحتراق تتناسب مع سرعة المحرك ، لذلك يمكن تخمين فترة الاحتراق من خلال العلاقة الآتية [13].

$$\theta_b = 40 + 5 \times \left[\frac{N}{600} - 1 \right] + 166 \times [\phi - 1.1]^2 \quad (22)$$

ولحساب كتلة الوقود (m'_f) المستخدم كخليط مع الهواء الداخل الى المحرك اثناء شوط السحب يتطلب اولاً حساب كتلة الهواء المضافة ضمن هذه العلاقة: [11]

$$m'_a = \frac{C_{Dt} A_t p_o}{6N(RT_o)^{0.5}} \times \left(\frac{p_c}{p_o}\right)^{1/k} \times \left\{ \frac{2k}{k-1} \times \left[1 - \left(\frac{p_c}{p_o}\right)^{(k-1)/k} \right] \right\}^{0.5} \quad (23)$$

إذ إن: (C_{Dt}) معامل التصريف في عنق الفنجوري، (P_o) و (T_o) ضغط ودرجة حرارة الجو على التوالي. إذ إن (A_t) يمثل تدفق في عنق الفنجوري تحسب من العلاقة الآتية:

$$A_t = \pi \times D_v \times L_v \quad (24)$$

إذ إن: (D_v) قطر صمام السحب

وإن (L_v) المسافة التي يتحركها صمام السحب يمثل بالعلاقة التالية [14]:

$$L_v(\theta) = \frac{L_{iv,max} \times (1 + \cos \varphi)}{2} \quad (25)$$

إذ إن: $(L_{iv,max})$ مقدار رفع صمام السحب عند فتحة كاملة للصمام.

إذ إن φ يمكن الحصول عليها من المعادلة التالية:

$$\varphi = \frac{\pi(IVO - IVC + 2\theta + 540)}{IVO + IVC + 180} \quad (26)$$

إذ إن: IVO و IVC زاوية عمود المرفق عند فتح وغلق صمام السحب.

أما معدل الحرارة المتحررة (apparent heat release) أثناء عملية الاحتراق فيمكن حسابها بدلالة زاوية محور الدوران $\left(\frac{dQ}{d\theta}\right)$. [13].

$$\left(\frac{dQ}{d\theta}\right)_{app} = \frac{LHV(mt)\pi}{2 * (\theta_b) \times (AF+1)} \sin \left[\pi \frac{\theta - \theta_{spa}}{\theta_b} \right] \quad (27)$$

$$\frac{dP}{d\theta} = -K \frac{P}{V} \times \frac{dV}{d\theta} + (K - 1) \times \frac{1}{V} \times \frac{dQ}{d\theta} \quad (28)$$

إذ إن الحد $\left(\frac{dQ}{d\theta}\right)$ يمثل الحرارة المضافة أثناء عملية الاحتراق بدلالة زاوية محور الدوران ويمكن حسابها بهذا العلاقة. [13].

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left[\frac{dQ}{d\theta}\right]_{app} + h \times A_s \times (T - T_{wall}) \quad (29)$$

إذ إن المعادلة (27) تمثل معادلة تفاضلية اعتيادية من الدرجة الأولى (F. O. O. D Equation) والتي يمكن حلها باستخدام إحدى طرق التكامل، وتم استخدام طريقة رانج - كوتا (Fourth Order Rung- Kutta Method). [14]. لحساب الضغط عند نهاية كل خطوة حسابية، أما بالنسبة ل (T_2) فيتم إيجادها من المعادلة (4) لحين الحصول على الدقة المطلوبة. من ثم تبدأ حسابات نواتج الاحتراق عند كل خطوة من خطوات فترة الاحتراق لإعتماد حسابات الحرارة النوعية والطاقة الداخلية والقانون الأول لديناميك الحرارة عليها، وعلى هذا الأساس يمكن وصف المعادلة العامة لاحتراق الوقود الهيدروكربوني مع الهواء بالصورة التالية. [15]

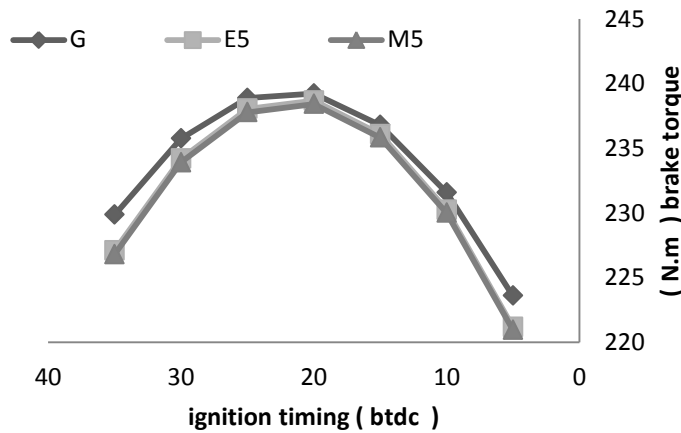
$$a(C_n H_m O_r) + \frac{1}{\phi} \left(n + \frac{m}{4} - \frac{r}{2} \right) [O_2 + \frac{79}{21} N_2] \rightarrow \sum_{i=1}^{i=n} Y_i Z_i \quad (30)$$

إذ إن (a) يمثل عدد مولات الوقود الكلي.

بعد انتهاء عملية الاحتراق يبدأ شوط التمدد ، خلال هذا الشوط يتم استخدام نفس المعادلات المستخدمة في شوط الانضغاط مع الاخذ بنظر الاعتبار حساب عدد مولات نواتج الاحتراق عند نهاية الخطوة الحسابية ، ويستمر شوط التمدد لحين فتح صمام العادم ، اي تكون قيمة الزاوية $(\theta = 120)$.

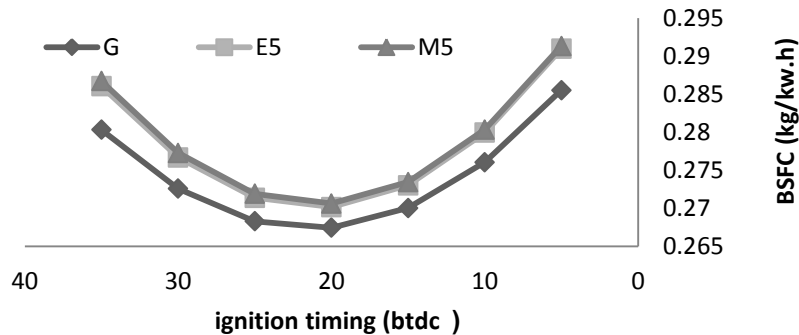
4.النتائج والمناقشة

عزم المحرك: يلاحظ من خلال الشكل (1) زيادة تدريجية في عزم المحرك مع تقديم توقيت القدحة حتى يصل الى اعلى قيمة لها عند زاوية قدح قدرها (20 BTDC) ، ومن ثم يبدأ بالانخفاض ، يظهر الشكل ايضا انخفاض في قيمة عزم المحرك عند استخدام خليط الكحول (الايثانول او الميثانول) مع الكازولين ، حيث بلغت نسبة الانخفاض في عزم المحرك قدرها (0.210%) و (0.3148%) عند استخدام خليط الوقود (E5) و (M5) على التوالي بالمقارنة مع الكازولين الخالي من الاضافات (G) وذلك لان قيمة حرارة الواطنة منخفضة للخليط بالمقارنة مع الكازولين الخالي من الاضافات يستنتج من ذلك ان خليط الوقود (E5) يعتبر الافضل.



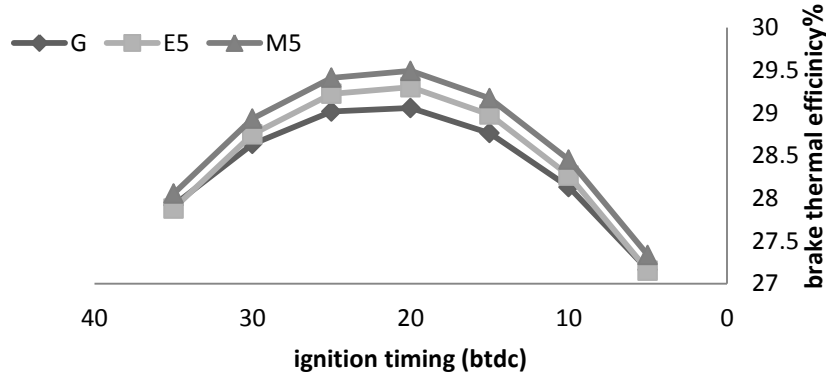
الشكل (1): العلاقة بين عزم المحرك وتوقيت إعطاء القدحة

الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود: يلاحظ من خلال الشكل (2) انخفاض تدريجي في الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود مع تقديم توقيت القدحة حتى يصل الى اقل قيمة لها عند زاوية قدح قدرها (20 BTDC) ، ومن ثم تبدأ بزيادة التدريجية . يظهر الشكل ايضا زيادة تدريجية في قيمة الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود عند استخدام خليط الكحول (الايثانول او الميثانول) مع الكازولين حيث ان الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود تعتمد على الحرارة الكامنة للتبخير لاحظ الملحق رقم (2)، حيث بلغت نسبة الزيادة في الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود قدرها (0.346%) و (0.935%) عند استخدام خليط الوقود (E5) و (M5) على التوالي بالمقارنة مع الكازولين الخالي من الاضافات (G)



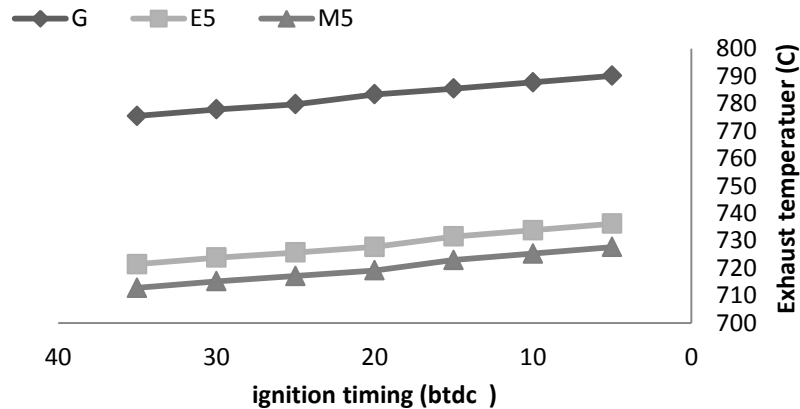
شكل (2) العلاقة بين الاستهلاك النوعي الفرمل للوقود وتوقيت إعطاء القدحة

كفاءة الحرارة الفرملية للمحرك: يلاحظ من خلال الشكل (3) زيادة تدريجية في كفاءة حرارة الفرملية للمحرك مع تقديم تقبيل القعدة حتى يصل الى اعلى قيمة لها عند زاوية قده قدرها (20 BTDC) ، ومن ثم يبدأ بالانخفاض. يظهر الشكل ايضا زيادة في قيمة كفاءة الحرارية الفرملية للمحرك عند استخدام خليط الكحول (الايثانول او الميثانول) مع الكازولين ، حيث بلغت نسبة الزيادة في كفاءة حرارة الفرملية للمحرك قدرها (0.688%) و(1.154%) عند استخدام خليط الوقود (E5) و(M5) على التوالي بالمقارنة مع الكازولين الخالي من الاضافات (G) بسبب ارتفاع القيمة الحرارة الكامنة للتبخير للكحول بالمقارنة مع الكازولين الخالي من الاضافات.



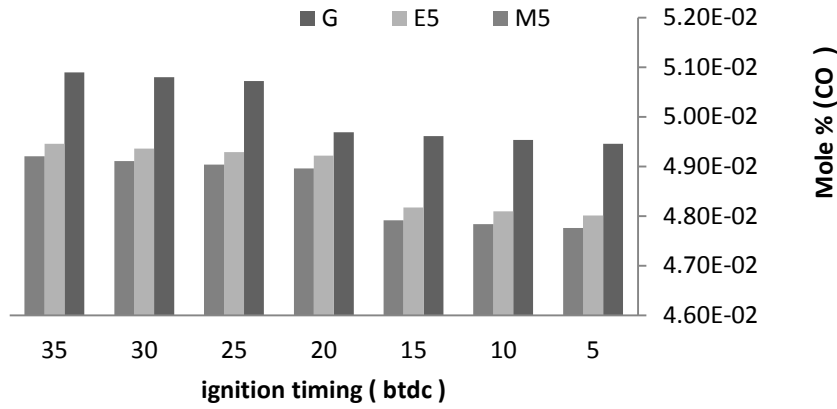
شكل (3) العلاقة بين كفاءة الحرارة الفرملية للمحرك وتوقيت إعطاء القعدة

درجة حرارة غازات العادم: يظهر الشكل (4) الانحدار التدريجي في درجة حرارة غازات العادم الخارجة من المحرك مع زيادة في النسبة المكافئة ، حيث تكون اقل قيمة لها عندما تكون النسبة المكافئة بالحالة المثالية ($\phi = 1$) ولجميع انواع الوقود المستخدمة ، بسبب تحسن عملية الاحتراق داخل غرفة الاحتراق للاسطوانة ، وكذلك نتيجة تحول جزء كبير من الطاقة الحرارية المتحررة من جراء عملية الاحتراق الى شغل المنجز على المكبس ، مما يؤدي الى انخفاض في درجة حرارة غازات العادم الخارجة من المحرك ، بما يتناسب مع الزيادة في عزم المحرك ، اما تأثير اضافة الكحول (الايثانول او الميثانول) الى الكازولين كانت ذات تأثير واضح ادت الى انخفاض درجة حرارة غازات العادم مع زيادة نسبة الكحول (الايثانول او الميثانول) المضافة الى خليط الوقود ، وذلك لان درجة حرارة غازات العادم يعتمد على درجة الحرارة القصوى للاحتراق (Peak combustion temperature) وبما ان الحرارة الكامنة لتبخير الكحول (الايثانول او الميثانول) عالية فانه كي يتبخر الوقود يمتص كمية اكبر من الحرارة الاسطوانة مما يؤدي الى خفض درجة حرارة اللهب الاديباتيكية لخليط الوقود ونتيجة ذلك تنخفض درجة حرارة غازات العادم الخارج من المحرك.



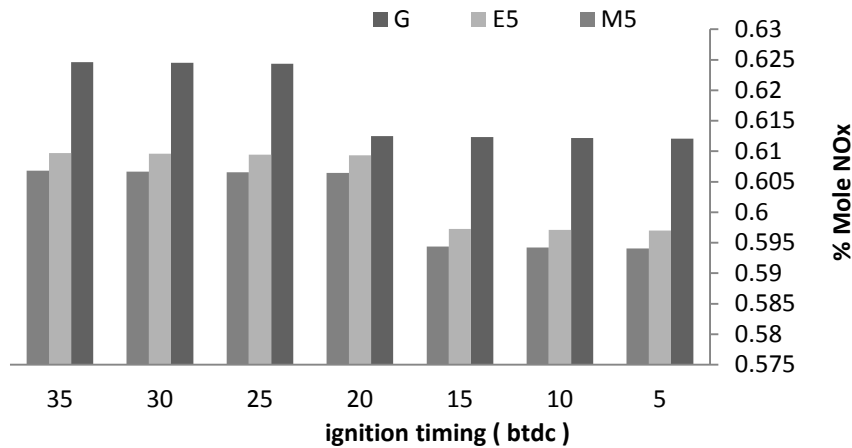
الشكل (4) العلاقة بين درجة حرارة غازات العادم وتوقيت إعطاء القعدة

انبعاث غاز اول اوكسيد الكربون (CO): يلاحظ من خلال الشكل (5) ارتفاع انبعاث غاز اول اوكسيد الكربون (CO) مع استمرار تقديم توقيت اعطاء شرارة القدحة مع استخدام الكازولين وخليط الكحول 5% مع الكازولين ، اما تأثير اضافة الكحول بنسبة 5% الكازولين قادت الى انخفاض انبعاث غاز اول اوكسيد الكربون (CO) مع استمرار تقديم توقيت القدحة نتيجة ارتفاع الحرارة الكامنة لتبخير الكحول. نستنتج من ذلك ان افضل وقود (M5) من حيث انبعاث غاز اول اوكسيد الكربون (CO).



الشكل (5) العلاقة بين انبعاث غاز اول اوكسيد الكربون (CO) وتوقيت إعطاء القدحة

انبعاث اوكسيد النتروجين (NO_x): يلاحظ من خلال الشكل (6) ارتفاع انبعاث اوكسيد النتروجين (NO_x) مع استمرار تقديم توقيت اعطاء شرارة القدحة مع استخدام الكازولين وخليط الكحول 5% مع الكازولين ، اما تأثير اضافة الكحول بنسبة 5% الكازولين قادت الى انخفاض انبعاث اوكسيد النتروجين (NO_x) مع استمرار تقديم توقيت القدحة نتيجة ارتفاع الحرارة الكامنة لتبخير الكحول. نستنتج ان افضل وقود (M5) من حيث انبعاث اوكسيد النتروجين (NO_x).



الشكل (6) العلاقة بين انبعاث اوكسيد النتروجين (NO_x) وتوقيت إعطاء القدحة

وقد تم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع نتائج الباحث عبد الله شمس الدين [17] حمزة حيث اظهرت ان اضافة الايثانول بنسبة 5% الى الكازولين وعند تقديم توقيت قدح من 5 BTDC الى 30BTDC ادت الى الزيادة في العزم ما مقداره (8.45%) في حين ضمن البحث الحالي كانت الزيادة في عزم المحرك مقدارها (7.65%).

5. الاستنتاجات

1. يزداد عزم المحرك مع تقديم توقيت اعطاء شرارة القدحة بصورة ملموسة حتى الوصول إلى أعلى عزم فرملي ثم ينخفض بعد ذلك ، أما بالنسبة لتأثير إضافة الكحول (الايثانول أو الميثانول) الى الكازولين فقد لوحظ إنخفاض في عزم المحرك وان افضل زاوية قذح كانت (20 btdc).
2. إنخفاض في الإستهلاك النوعي الفرملي للوقود (BSFC) مع تقديم توقيت إعطاء شرارة القدحة ولجميع أنواع الوقود المستخدمة ،ويستمر إنخفاض ليصل إلى أقل قيمة لها عند أعلى قيمة عزم للمحرك ،ومن ثم تبدأ بالازدياد التدريجي . أما بالنسبة لتأثير إضافة الكحول (الايثانول او الميثانول) إلى الكازولين فقد لوحظ زيادة في كمية الإستهلاك النوعي الفرملي للوقود .
3. زيادة في الكفاءة الحرارية الفرملية للمحرك مع تقديم توقيت إعطاء شرارة القدحة بصورة واضحة حتى الوصول إلى أعلى قيمة لها عند أعلى قيمة لعزم المحرك ،ومن ثم تبدأ بالإنخفاض التدريجي، أما بالنسبة لتأثير إضافة الكحول (إيثانول أو الميثانول) إلى الكازولين فقد لوحظ زيادة في الكفاءة الحرارية الفرملية للمحرك .
4. أظهرت النتائج إنخفاض درجة حرارة غازات العادم الخارجة من المحرك مع تقديم توقيت اعطاء شرارة القدحة ولجميع أنواع الوقود المستخدمة في البحث ، أما بالنسبة لإضافة الكحول (إيثانول أو الميثانول) إلى الكازولين قاده إلى انخفاض درجة الحرارة الانبعاثات .
5. أظهرت النتائج إنخفاض في إنبعاث غاز أول أكسيد الكربون (CO) وأكاسيد النتروجين (NO_x) مع إضافة الكحول (الايثانول او الميثانول) المضافة الى الكازولين وبشكل واضح ولموس .

6. المراجع

- 1) طه احمد الطيار ، ساطع محمود الراوي "انعكاسات أنشطة النقل البري على تلوث البيئة في العراق "مركز البحوث البيئية والسيطرة على التلوث /جامعة الموصل / العراق.
- 2) Summera Banday & M Maroufwani 2015 " Investigation on a single cylinder spark ignition engine using ethanol gasoline blends for power generation" Ijmerr. All Rights reserved , Vol.4, No.2 , April.
- 3) Simon I.Liev.2015 " A comparison of ethanol and methanol blending with gasoline using a1-D engine Model." J.proeng. Vol.1 , pp.461
- 4) Colin R .Ferguson and Allan T . Kirkpatrick .2001 " Internal combustion Engines Applied Thermo sciences " 2nd edition, john Wiley & sons.
- 5) Rowland .S. Benson1976 " Advanced Engineering Thermodynamics"2nd Edition , Oxford.
- 6) موسى مصطفى ويس كيهة 2009 "دراسة تأثير درجة حرارة الشحنة الداخلة على اداء وملوثات محرك احتراق داخلي يعمل بالشرارة " رسالة ماجستير ، جامعة تكريت .
- 7) Willard W. Pulk rabeK 1997" Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine", prentice HALL-INC .
- 8) W.J.D. Annand 1963 " Heat Transfer in The Cylinder of Reciprocating Internal Combustion Engines", Proc.Inst.Mech.Eng, Vol.177, No.973.
- 9) Rowland .S. Benson . & W.J.D. Annand & P. C.Baruah 1975 " Simulation Model Including Intake and Exhaust System for Single Cylinder Four-Cycle Spark Ignition Engine " Int . J. Mech . Sci, Vol .17.

- 10) Rowland .S. Benson 1976" *Advanced Engineering Thermodynamics*"2nd Edition , Oxford .
- 11) Baird & S.R. Gollahalli 2000" *Emission and Efficiency of Spark Ignition Engine* " ,International Joint Power Generation Conference, Florida, July 23-26 .
- 12) Hazim .M. Mahdi1990 " *Simulation Model for Exhaust Emission and Performance of Single Cylinder Spark Ignition Engines*" A Thesis Submitted for Degree of Master in The University of Technology Baghdad.
- 13) MR .Sithichok Sitthiracha 2006" *An Analytical Model of Spark Ignition engine for performance*" prediction . king . Mongkut's Institute of technology North Bangkok
- 14) Summera Banday &M Maroufwani 2015 " *Investigation on a single cylinder spark ignition engine using ethanol gasoline blends for power generation* " Ijmerr. All Rights reserved , Vol.4, No.2 , April .
- 15) Boston Burr Ridge,IL Dubuque, IA Madison,WI 2002" *Numerical Methods for Engineers*"4th ed. McGraw-Hill,copyright.
- 16) Turns R.S1996 " *An introduction to combustion* " Concept & Application , MC Graw-Hill International edition.
- 17) عبد الله شمس الدين حمزة 2009"تقييم اداء محرك احتراق داخلي يعمل بنظام القذح وباستخدام خلائط الكازولين والميثانول". رسالة ماجستير، جامعة الموصل.