مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(11) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (11) 2022

تأثير بعض البارامترات الأساسية على أداء محرك الديزل

د. وسيم مرشد*

د. عدنان أحمد**

م. ريما بلقيس***

(تاريخ الإيداع 2022/9/27 . قُبِل للنشر في 2022/12/12)

□ ملخّص□

تعتمد معظم المعامل و المصانع و المنشآت الميكانيكية والآلات الثقيلة في الجمهورية العربية السورية على محرك الديزل بمختلف الاستطاعات، وذلك من أجل تشغيل الخطوط الإنتاجية أو توليد الكهرباء أو لأغراض أخرى مختلفة، ذلك بسبب توفر المادة وانخفاض ثمنها مقارنة مع محركات البنزين.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مدى تأثير تبديل(مصافي الزيت و الوقود ، الزيت ومصافي الزيت معاً) على أداء محرك الديزل، حيث تم تقييم أدائه من خلال قياس قيمة الضغط (P_p) و تحليل غازات العادم و قياس نسبة الضبابية و الدخان.

بينت النتائج تحسُن في أداء المحرك حيث كانت نسبة الزيادة في قيمة الضغط بين الحالة الأولية(المرجع) وحالة تبديل مصافي الزيت و الوقود ، وحالة تبديل الزيت ومصافي الزيت معاً هي على التوالي(2.22% , 7.22%)، كما ساهمت في تخفيض في النسب المئوية غازات العادم وفق مايلي: انخفضت نسبة (O_2) بمقدار (1.41% – 1.42%) و(CO_2) بمقدار(0.69% , 2.77%) و(CO) بمقدار(5% –17.5%) و(HC) بمقدار (1.28% ,2.14%) للمرحلتين على التوالي، أما نسبة الضبابية فقد انخفضت بمقدار (0.48%–0.97%) والدخان (0.32%–0.48%) على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الصيانة والإصلاح، محركات الاحتراق الداخلي(ديزل)، المؤشرات الفنية للمحرك.

* مدرس في كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، طرطوس–سوريا.

** مدرس في كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، طرطوس–سوريا.

*** طالبة دراسات عليا في كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، طرطوس–سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(11) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (11) 2022

Effect Of Some Basic Barameters On The Performance Of Diesel Engine

Dr. Wasseem Morshed*
Dr. Adnan Ahmad **
Eng. Rema Balkeas ***

(Received 27/9/ 2022 . Accepted 12/12/ 2022)

ABSTRACT

Most of the laboratories depend And factories, mechanical facilities and heavy machinery in the Syrian Arab Republic are powered by a diesel engine of various capacities for production lines, electricity generation, or for various other purposes, due to the availability of the material and its low price compared to gasoline engines, This study aims to evaluate the impact of replacing (oil and fuel filters, oil and oil filters together)on the performance of a diesel engine, where its performance was evaluated by measuring compression pressure (P_p), exhaust gas analysis, and measuring the proportion of fog and smoke.

The results showed an improvement in engine performance, as the percentage increase in the compression pressure was between the initial state (reference) and the condition of changing the oil and fuel filters, and the case of changing the oil and oil filters together were (2.22% and 7.22%), and it also contributed to a reduction in the percentages of exhaust gases according to the following The percentage decreased for (O_2 by 1.41%-1.42%), (CO_2 by 0.69% - 2.77%), (CO by 5% - 17.5%), and for(HC by 1.28%- 2.14%) for the two phases respectively, while the percentage of fog has decreased by (0.48%-0.97%) and smoke (0.32%-0.48%), respectively.

Key words: maintenance and repair, internal combustion engines (diesel), technical indicators of the engine.

* Instructor at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Tartous-Syria.
** Instructor at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Tartous-Syria.
*** Postgraduate student at the Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Tartous-Syria.

1- المقدمة

يعتبر محرك الديزل من أكثر المحركات الحرارية جودة، ومعنى ذلك أنه يولد عند حرق كمية محددة من الوقود طاقة أكبر مما تولده الأنواع الأخرى، وكذلك يعتبر وقود الديزل أرخص ثمناً من الوقود اللازم لمحرك البنزين، كما يتميز محرك الديزل بالأمان عند الاستعمال نظراً لأن الوقود المستخدم أقل عرضة للاشتعال السريع مثل البنزين، لذلك يفضل استعماله في التطبيقات البحرية، ويحتفظ محرك الديزل بجودة عالية مهما طالت مدة تشغيله، وذلك اذا توفرت له العناية اللازمة أثناء التشغيل والصيانة الدورية اللازمة وتعد محركات الديزل أهم إنجازات العلوم التطبيقية في عصرنا الحديث [1,2].

إن تحسين إمكانية استثمار الآلات بدون أعطال طارئة والتخفيض من المصاريف المالية المنفقة على هذه الآلات خلال فترة استثمارها وزيادة طول عمرها الاستثماري تعتبر من أهم المواضيع التي تهتم بها دول العالم، وتحقيق ذلك يتطلب الصيانة الدورية الفعالة وتكاليف قليلة لعملية الإصلاح في الوقت المناسب، لا يكون الهدف من هذه الصيانة في استعادة مردود الآلة أو استعادة درجة وثوقيتها الأصلية فحسب، بل في زيادة العمر الاستثماري لهذه الآلات، وتؤدي إلى عمل الآلات بصورة مستمرة ومنظمة بدون توقف مفاجئ وأعطال طارئة، وهذا بدوره يسمح باستثمارها المجدي والكامل مع رفع إنتاجيتها، وهذا يتبعه إمكانية التقليل من استيراد الآليات الجديدة أو التخفيض من عدد الآلات المصنعة حديثاً مع المحافظة على حجم الأعمال التي تقوم بها خلال فترة محددة من استثمارها حيث يؤدي انخفاض الصفات الفنية للآلية (الديناميكية– الاقتصادية– الوثوقية– عوامل أمان الحركة والفرملة) إلى زيادة المصروفات المالية و بذل جهود بشرية ضخمة [3].

قام كل من عدنان أحمد وآخرون،2021 في كلية الهندسة التقنية، بدراسة لبيان تأثير إضافة التقانة الحيوية مع وقود الديزل في أداء المحركات، حيث تم إضافة ما يعادل (5%) من التقانة الحيوية وبمقدار (250ml) لكل (5 L) ديزل، وتم اختبار أداء المحرك عند سرعة دوران الريلانتي (دون حمل)، وعند سرعة الدوران العظمى للمحرك المختبر، وتم قياس استهلاك الوقود والضغط الأصغري والأعظمي في كل أسطوانة، ومن ثم تم تحليل غازات العادم (Hc, CO_2, CO, O_2) وبيان تأثيرها على أداء المحرك والبيئة، ثم اختبرت نسبة الدخان والضبابية المنبعثة من المحرك بدون إضافة تقانة حيوية ومع إضافتها فبينت النتائج أنه عند إضافة التقانة الحيوية إلى الديزل انخفضت انبعاثات كل من غاز(CO) بنسبة (40%) وغاز(CO_2) بنسبة (32.14%) وغاز(HC) بنسبة (18.18%) بينما ازدادت انبعاثات غاز الأوكسجين بنسبة (10.86%) كما انخفض استهلاك الوقود بنسبة (20%) عند سرعة دوران للمحرك (2000 rpm)، وكذلك انخفضت نسبة الدخان المنبعثة من المحرك بحدود (66.66%)، وكمية الضبابية بحدود (60%) كما زادت سرعة الدوران بنسبة (6.62%) ونسبة الضغط في كل أسطوانة (24.86%).

وفي دراسة (Huang et al,2019) تم محاكاة تأثير أعطال المحرك المختلفة على استهلاك الوقود و الانبعاثات الغازية لشاحنة ديزل Euro VI سعة 16 طناً باستخدام مقياس الدينامو ميتر، تضمنت الأعطال التي تمت محاكاتها تلك التي تحدث بشكل شائع في المداخل وحقن الوقود والمعالجة اللاحقة للعادم وأنظمة أخرى تبين أن جميع الأعطال أدت إلى زيادة استهلاك الوقود باستثناء عطل EGR مغلق بالكامل مما قلل من استهلاك الوقود بنسبة (31%)، وكانت أكبر الزيادات في استهلاك الوقود بسبب نظام السحب (43%–16) يليه العادم بعد المعالجة (30–6%)، حقن الوقود (24–4%) وأنظمة أخرى (11–6%)، أما فيما يتعلق بانبعاثات الملوثات، كان تأثير أعطال المحرك على انبعاثات (HC و CO) ضئيلاً والذي ظل دون تغيير أو حتى انخفض في معظم الحالات باستثناء EGR مفتوح بالكامل أدى إلى زيادة انبعاثات (HC و) CO بنسبة (343% و 1124%)على التوالي و زادت انبعاثات أكسيد النيتروجين بشكل كبير بسبب الأعطال، أظهرت هذه

الدراسة بوضوح أهمية الصيانة الجيدة و وجود أنظمة تحكم في المحرك تعمل بشكل صحيح وأنظمة المعالجة اللاحقة للعادم لتحقيق الأداء المطلوب لاستهلاك الوقود وانبعاثات الملوثات.

قام الباحث (Abdullah ،2014) بدراسة حول تأثير ضغط الهواء على أداء المحرك و الاقتصاد في استهلاك الوقود وانبعاثات العادم في المحرك حيث تعرض الدراسة أداء المحرك واقتصاد الوقود وانبعاثات العادم بتغير ضغط الهواء الداخل وفي النظام المكربن حيث يتأثر ضغط دخول الهواء بدرجة فتح الصفيحة الخانقة وتأثير الجهاز الذي يسحب الوقود إلى غرفة الاحتراق. ونفذت التجارب عند مستويات مختلفة لكل من سرعة المحرك والتحميل وذلك باستخدام محرك ذو أسطوانة واحدة مربوطة إلى مقياس الدينامو ميتر وخلال حركة نظامية متكررة حيث تستخدم تراكيب انبعاثات العادم المقاسة لتحديد طريقة الاحتراق وتم التوصل إلى أن ارتفاع ضغط الهواء يزيد من أداء المحرك عند الحمل المطبق مقارنة بأدائه عند ضغط منخفض و يحسن اقتصاد الوقود بإدخال خليط من وقود / هواء أصغر حجماً ويتأثر استهلاك الوقود تأثراً مباشراً بنسبة خليط وقود/ هواء كما أنه يزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عن طريق الاستخدام الأمثل للتفاعل الكيمائي بين الفحم والوقود بالأكسجين من الهواء ويزيد من انبعاثات اكاسيد النتروجين حيث أن تكوين أكاسيد النيتروجين يتناسب طرداً مع أقصى ضغط ودرجة حرارة لعملية الاحتراق كما يعزز تحويل الطاقة الكيمائية إلى طاقة حرارية مما يرفع درجة حرارة غاز العادم.

كما أجريت دراسات من قبل (Mamat et al، 2010) حول تأثير زيادة درجة الحرارة على الأداء والانبعاثات المشتركة لمحرك ديزل بالسكك الحديدية العاملة مع وقود الديزل الحيوي.

أجريت هذه الدراسة على العديد من الجوانب والمعايير لتقييم الأداء وخصائص الانبعاثات المشتركة لمحرك الديزل بالسكك الحديدية العاملة مع وقود الديزل الحيوي. وقد استخدمت محرك ديزل تقليدي توربيني (V6) حيث التكنولوجيا الحديثة المجهزة للمحرك، كما تم الكشف عن انبعاثات غازات العادم وقد أظهرت النتائج الإجمالية للدراسة أن زيادة درجة حرارة الهواء قد أثرت بشكل كبير على الأداء وكذلك انبعاثات المحرك وخاصة في ارتفاع التحميل وأن ضغط الذروة في الاسطوانة يزداد عند زيادة الهواء دفعة واحدة وقد أدت زيادة درجات الحرارة لزيادة انبعاثات أكاسيد النيتروجين و خفض الأوكسجين والقدرة الحرارية للهواء المشحون.

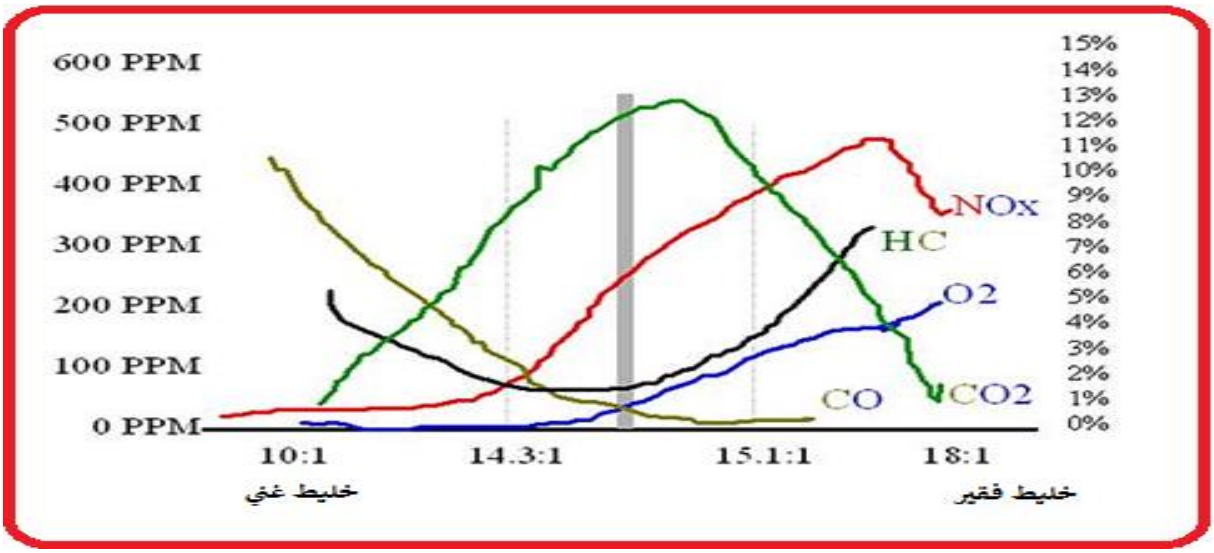
وفي دراسة أخرى (Ghosh et al,2014) تم فيها تقييم آثار سماكة طلاءات العزل الحراري على أداء محرك الديزل وانبعاثاته مع المقارنة بنتائج محرك ديزل بمكبس غير مطلي، حيث تم طلاء تيجان ثلاثة مكابس بشكل أساسي بـ Al_2O_3 (طبقة رابطة) بسماكة ($100\ \mu m$) لكل منها باستخدام تقنية الطلاء بالرش بالبلازما، ثم تم طلاء تيجان المكابس بزركونيا مستقرة جزئياً (PSZ) بسمك (250 μm ، 350 ، 450) على التوالي باستخدام نفس التقنية فوق طبقة الرابطة، ثم تم إدخال هذه المكابس في أسطوانة محرك الديزل واحدة تلو الأخرى لجمع بيانات الاحتراق والانبعاثات ثم تمت مقارنة هذه البيانات مع محرك الديزل القياسي.

حيث أنه من خلال العزل الحراري يتم تحسين عملية الاحتراق وتقليل فقدان المحرك الحراري من خلال غازات العادم، يزيد الأداء ويقلل من الانبعاثات و يمكن تسخيرها لزيادة إنتاج الطاقة للنظام، وبالتالي رفع الكفاءة الحرارية وتقليل استهلاك الوقود المحدد حيث يمثل انتقال الحرارة من غاز العمل إلى نظام التبريد لمحرك ديزل تقليدي ما يصل إلى (30%) من طاقة الوقود.

من الملاحظات التجريبية لمحرك الديزل المطلي بالسيراميك ومحرك الديزل القياسي تم تلخيص النتائج التالية: تم تطبيق مادة الطلاء (TBC) على المكبس والصمامات وما إلى ذلك لمنع فقدان الحرارة المفرط أثناء

الاحتراق و تم العثور على زيادة كبيرة في أداء المحرك عند زيادة حمل المحرك و زادت الكفاءة الحرارية للفرامل، بينما انخفض استهلاك الوقود المحدد وهذا يعود لعدم تأخير الاشتعال وتعزيز سرعة اللهب وحدوث الاحتراق الكامل أثناء الاحتراق كما تم تقليل الغازات والجسيمات الضارة مثل (CO) والدخان و(HC) في جميع أنواع محركات المكبس المطلية مع زيادة الحمل بسبب درجات الحرارة العالية للغاز بعد الاحتراق والذي يرجع إلى انخفاض الحرارة المرفوضة للتبريد وفقدان الحرارة في الغلاف الجوي والاضطراب الشديد وجدران غرفة الاحتراق المسؤولة عن تقليل كثافة الدخان، كما تسرع الحرارة المرتفعة من أكسدة (CO) كما تصدر جميع المكابس الثلاثة كمية أكبر من أكاسيد النيتروجين لارتفاع درجة حرارة الاحتراق وقصر مدة الاحتراق حيث تؤدي زيادة مدة الاحتراق إلى زيادة جزء الوقود الذي يحترق لاحقاً في الدورة، وبالتالي يمكن تقليل انبعاثات أكاسيد النيتروجين، كما ازداد معدل إطلاق الحرارة بشكل طفيف لمحركات المكابس الخزفية المطلية بسبب تقليل وقت تأخير الإشعال ومعدل إطلاق الحرارة السريع وعند الحمل الأقصى، يستهلك محرك الديزل ذو المكبس المطلي وقوداً أقل مقارنةً بالمحرك التقليدي لأن زيادة درجة حرارة غرفة الاحتراق وجدرانها تزيد من درجة حرارة الوقود، مما يقلل من لزوجة الوقود المنبعث من فوهة التسخين ويؤدي هذا إلى تسرب شديد للوقود داخل الفوهة وإطالة مدة الحقن أيضًا

دراسة قام بها(Duran et al,2012) لمعرفة مدى تأثير تشغيل وصيانة المحرك البحري على الانبعاثات أشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن أي جهود يبذلها مصنعو محركات الديزل البحرية لتقليل انبعاثات أكاسيد النيتروجين لن تؤدي إلى النتائج المرجوة ما لم يتم تشغيل المحرك وصيانته بشكل صحيح، حيث يمكن أن يؤدي أي خلل في فوهات الحقن أو الحقن الخاطئ الناتج عن سوء الصيانة إلى زيادة انبعاثات أكاسيد النيتروجين بشكل كبير وتظل مرتفعة عند عدم مراقبتها لفترات طويلة من الزمن كما أن مع وجود أي خطأ بسيط في توقيت الحقن، فإن انبعاثات أكاسيد النيتروجين تتجاوز الحدود، ويؤدي حدوث خطأ في صيانة الفوهات إلى زيادة انبعاثات CO إلى مستوى عالٍ، كما بين الشكل(1).



الشكل(1)، النسبة المئوية لغازات العادم في المحرك المرجعي

2- أهمية البحث وأهدافه

انطلاقاً من كون جميع المحركات المستثمرة محلياً تستورد مع المواصفات الفنية وهذه المواصفات المصنعة بها لا تتطابق مع ظروف التشغيل المحلية، لذلك كان لابد من اختبار مؤشرات هذه المحركات المؤثرة في عمليات الصيانة والإصلاح مما يضمن استثمارها بصورة فعالة ولفترة طويلة بدون أعطال طارئة ولذلك تم إجراء البحث لتقييم مدى تأثُّر أداء المحرك ببعض البارامترات الأساسية.

وتكتسب الدراسة أهميتها من خلال العلاقة بين خدمات الصيانة و بعض البارامترات الأساسية وأداء المحرك ومؤشراته الفنية المختلفة وأثر هذه العلاقة، كما أن إجراء الدراسة العلمية في مجال علوم استثمار وصيانة وإصلاح الآلات له أهمية كبيرة، حيث يحدد إمكانية تجديد وتطوير طرق صيانة وإصلاح الآلات، لذلك فإن الاهتمام بها في بلد مثل سوريا يؤدي إلى تحسين طرق استخدامها بأقصى إمكانياتها وتخفيض التكاليف المصروفة وتحسين المواصفات الفنية المختلفة، ويقلص بالتالي من حاجة الوطن لاستيراد آلات جديدة تكلف الكثير من الأموال والقطع النادرة.

3- طرائق البحث ومواده:

نفذت التجربة في ثانوية منير ديب الصناعية في مدينة طرطوس خلال العام (2022).

وتم في هذا البحث استخدام المواد والأجهزة الآتية:

1- وقود الديزل

2- محرك احتراق داخلي نوع ديزل يتمتع بالمواصفات التالية:

- ✓ محرك ديزل رباعي الأشواط حيث تقع الأسطوانات على استقامة واحدة.
- ✓ الاستطاعة القصوى (17 hp).
- ✓ الشركة المصنعة للمحرك (HYUNDAI).

الشكل (2): محرك احتراق داخلي (ديزل)

2- جهاز تحليل غازات العادم (KEG-500)، حيث تم من خلاله قياس انبعاث الغازات $(HC\,,CO_2\,,CO\,,O_2)$ وأخذ القراءات عند كل حالة من الحالات المدروسة (الجهاز موضح في الشكل3).

الشكل (3): جهاز تحليل غازات العادم (KEG-500)

3- ساعة قياس الضغط مبينة بالشكل (4).

الشكل (4): ساعة قياس الضغط

4- جهاز تحليل الضبابية والدخان المبين بالشكل (5)

الشكل (5): جهاز تحليل الضبابية والدخان

4- الدراسة التجريبية وشروط الأمان

تم اختبار أداء المحرك عند سرعات عمل مختلفة وضمن الشروط والحالات المذكورة وتم قياس ضغط الانضغاط ونسب الانبعاث لغازات العادم و تأثير الحالات المدروسة على نسب الضبابية والدخان للمحرك المختبر.

تمت الاختبارات ضمن الشروط التالية:

محرك ديزل مستثمر أكثر من (60 ألف ساعة).

الوصول للنظام الحراري.

تثبيت السرعة الدورانية لفترة زمنية محددة(min 10) عند كل قياس.

تنظيف فلاتر الهواء قبل كل اختبار.

تمت دراسة مؤشرات المحرك المذكور عند الحالات التالية:

المحرك المخبري في شروط الحالة الفنية الأولية(المرجع).

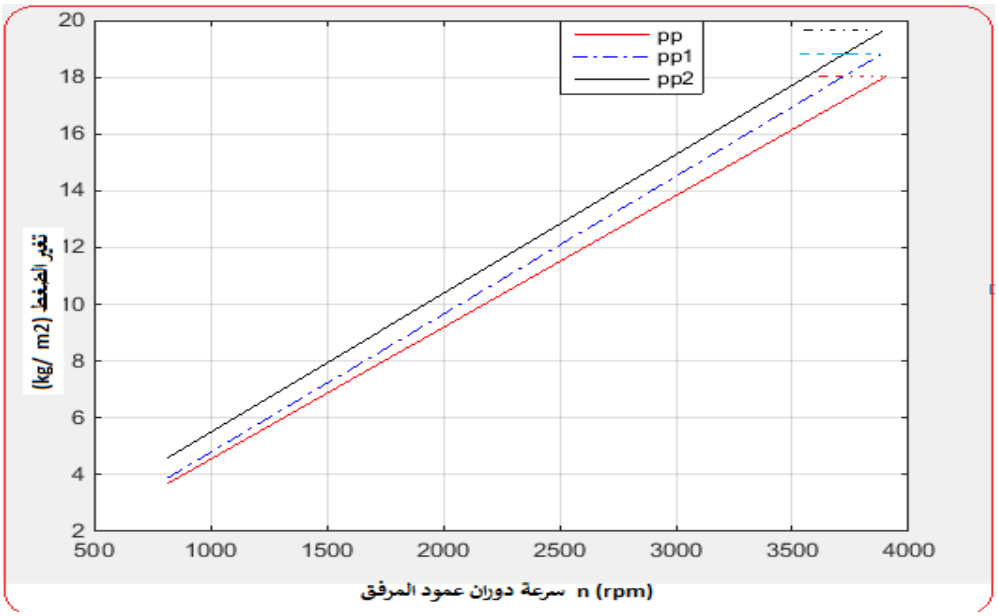
تبديل مصافي الزيت والوقود.

تبديل الزيت ومصافي الزيت.

5- النتائج والمناقشة:

5-1 -تأثير الحالات المدروسة على قيمة الضغط للمحرك المختبر:

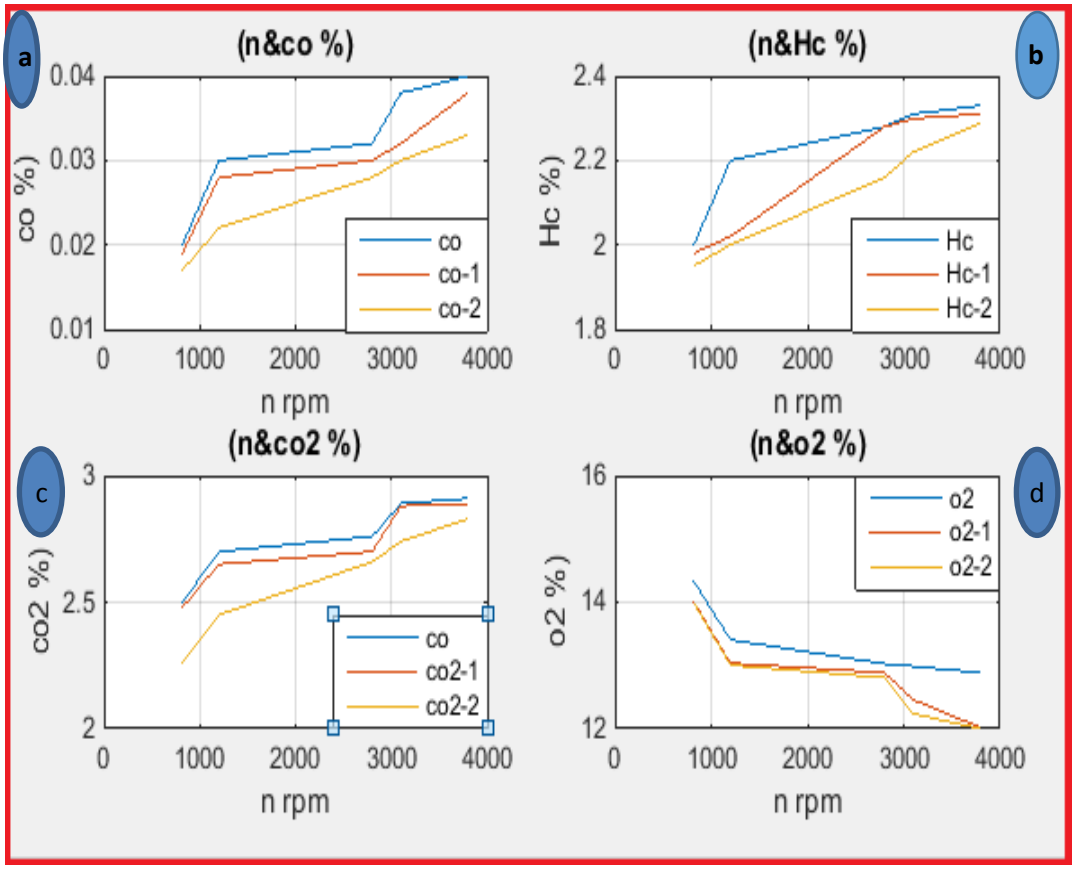
تم قياس قيمة الضغط المحرك عند سرعات عمل مختلفة(rpm 3800-819)، تبين أن هناك تحسُن في قيمة الضغط في الحالة الثانية (p_{p1}) والثالثة (p_{p2}) مقارنة بالحالة المرجعية الأولى (p_p)، ففي حال تبديل مصافي الزيت والوقود ازداد(p_{p1}) بمقدار(2.22%)، بينما زاد في حال تبديل الزيت ومصافي الزيت (p_{p2}) زاد بمقدار(7.22%) هي كانت الحالة المثالية الافضل كما هو موضح في الشكل(6)، وذلك بسبب زيادة تحسُن عملية الاحتراق ضمن حجرات الاحتراق عند تبديل مصافي الزيت والوقود وزيادة تحسُنها أكثر مع تبديل الزيت ومصافي الزيت.



شكل (6): قيم ضغط الانضغاط للمحرك عند الحالة المرجعية(p_p)، في حالة تبديل مصافي الزيت والوقود(p_{p1})، تبديل الزيت ومصافي الزيت (p_{p2}).

5-2 تأثير الحالات المدروسة على نسب الانبعاث لغازات العادم:

تم قياس نسب الغازات(CO_2 , CO, HC , O_2) عند سرعات مختلفة بواسطة جهاز تحليل غازات العادم عن طريق مجس يوضع على مخرج نهاية العادم ويقيس التراكيز بشكل أتوماتيكي (رقمياً) وذلك بحالة المحرك المخبري في شروط الحالة الفنية الأولية(المرجع)، تبديل مصافي الزيت والوقود، تبديل الزيت ومصافي الزيت، فكانت النتائج كما في الشكل (7).



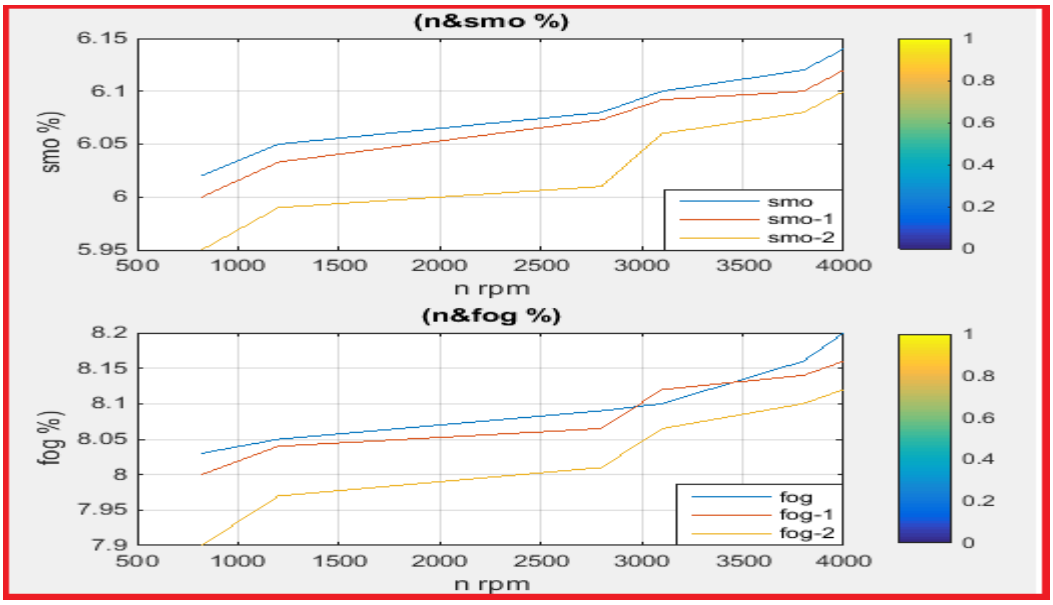
الشكل (7): تأثير الحالات المدروسة على غازات العادم عند سرعات عمل مختلفة

يبين الشكل (7-a)(7- b)(7- c) نسب الانبعاث المختلفة لغاز(CO_2–HC– CO) على التوالي، نلاحظ زيادة نسب الغازات مع زيادة السرعة نتيجة الاحتراق غير الكامل(غير التام) و وجود مشاكل في نظام حقن الوقود وضغط المحرك المنخفض نتيجة لخواص الزيت المتدنية التي تسبب مشاكل في الصمامات و حلقات المكبس بالتالي احتراق غير كامل، كما أن الزيت المستهلك القديم نتيجة لوجود الرواسب الكربونية فيه التي يمكن أن تغلق فلتر الزيت وخطوط الوقود مما يؤدي الى انخفاض ضغط الزيت و وصوله للمحرك بكميات قليلة كما يمكن أن تسد صمام إعادة تدوير غازات العادم مما يؤدي لعمل المحرك بحمل زائد وحرارة عالية بالتالي تسرع معدل التآكل للأجزاء وزيادة انبعاث غازات العادم، هذا ما نلاحظ تحسنه عند تبديل مصافي الزيت والوقود في الحالة الاولى، وتبديل الزيت و مصافي الزيت في الحالة الثانية، حيث يؤدي لانخفاض انبعاث غازات العادم (CO_2 – HC – CO) بنسب (17.5%-5%)،(2.14%-1.28%)،(2.77%-0.69%) على التوالي وذلك بسبب تحسين الاحتراق وتحسين عملية التزييت.

الشكل (7-d) يبين نسب الانبعاث المختلفة لغاز(O_2)، نلاحظ انخفاض نسبة الانبعاث بسبب تحسُن عملية الحقن والاحتراق في حجرات الاحتراق حيث انخفضت بنسبة (1.42%-1.41%) على التوالي في المرحلتين.

3-5 تأثير الحالات المدروسة على نسب الضبابية والدخان:

تم قياس نسبة الضبابية والدخان عند سرعات عمل مختلفة (819–3800 rpm)



الشكل (8): تأثير الحالات المدروسة عند سرعات عمل مختلفة على نسب الضبابية والدخان

نلاحظ من الشكل (8) أن نسبة الضبابية قد انخفضت بمقدار(0.48%–0.97%)، ونسبة الدخان انخفضت بمقدار (0.32%–0.48%) على التوالي وهذا يدل على أن الاحتراق أصبح أفضل في الحالة الثالثة عن الحالة الثانية مقارنة بالحالة الاولى (المرجعية)، ذلك نتيجة لتبديل المصافي والزيت معاً ولكن تنخفض اقتصادية الاستثمار.

6- الاستنتاجات

1. بينت التجارب أن الضغط في حجرة الاحتراق قد ازداد بنسبة عالية عن الحالة المرجعية، هذا يدل على أن الاحتراق جيد والشحنة ضمن الحدود المقبولة (14:1–15:1) .
2. هناك انخفاض واضح في نسب الغازات المضرة بالبيئة (CO–CO2) وعند عدم وجود جهاز حفاز بعد تغيير المصافي والزيت معاً.
3. انخفضت النسبة المئوية للضبابية والدخان بنسب متفاوتة وهذا ما يتطابق مع الاستنتاجين الأول والثاني.

7- التوصيات

1. دراسة تأثير عملية تبديل الزيت والمصافي معاً على الاهتراء والتآكل و العمر الاستثماري للمحرك.

المراجع

[1] – غوجل، جميل (1992). محركات الاحتراق الداخلي. كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق، سورية.

[2]– الملط، محمود (1999). محركات الديزل. منشأة المعارف بالإسكندرية، الطبعة الثانية.

[3]– غانم ،محمد؛ أحمد،عدنان؛ وسوف،حسن؛ يونس،أسامة(2013). ***صيانة وإصلاح المعدات. كلية الهندسة التقنية***، جامعة تشرين، سورية .

[4] – علي، علي؛ أحمد، عدنان؛ محمود، جعفر(2021).***تقييم أداء محرك ديزل باستخدام وقود ديزل معالج بالتقانة الحيوية***. مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية، المجلد الخامس، العدد الخامس.

[5]- Huang, Y., Ng, E.C.Y., Yam, Y., Lee, C.K.C., Surawski, N.C., Mok, W., et al., 2019**.** ***Impact of potential engine malfunctions on fuel consumption and gaseous emissions of a euro VI diesel truck***. Energy Convers. Manag. 184, 521–**529.**

[**6**]- Abdullah, N. R., Shahruddin, N. S., Mamat, R., Ihsan Mamat, A. M., & Zulkifli, A. (2014).***Effects of air intake pressure on the engine performance, fuel economy and exhaust emissions of a small gasoline engine.*** *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, *6*, 949-58.

[7]- Mamat, R., Abdullah, N. R., Xu, H., Wyszynski, M. L., & Tsolakis, A. (2010, June). **Effect of boost temperature on the performance and emissions of a common rail diesel engine operating with rapeseed methyl ester (RME)**. In *Proceedings of the World Congress on Engineering* (Vol. 2).

[8]- Ghosh,B.B., Das,D. Majumdar.G, Sen,R.S., 2014. ***The Effects of Thermal Barrier Coatings on Diesel Engine Performance and Emission***. The Institution of Engineers (India).

[9]- Duran,V. Uriondo,Z. Moreno,J .2012. ***The impact of marine engine operation and maintenance on emissions***. Transportation Research, D 17, 54–60.