

دراسة تأثير تغيير زاوية شفرات توجيه الضاغط الهوائي على أداء عنفة غازية من طراز TG 50 D5 بالاعتماد على الخوارزمية الرياضية

الدكتور صلاح داود*
الدكتور علي درويش**
علي سعد***

(تاريخ الإيداع 10 / 5 / 2010. قُبل للنشر في 5 / 10 / 2010)

□ ملخص □

يعتبر توليد الطاقة الكهربائية من أهم الأهداف التي يتم السعي لتحقيقها في كافة الأوقات والظروف ومن هنا فإن دراسة وتحليل الحسابات المعقدة لكل ما يحيط بعملية التوليد يؤدي إلى فهم ومعرفة المشاكل والمصاعب التي تنجم عن التجهيزات والأدوات المستخدمة في نظام إنتاج الطاقة الكهربائية وبالتالي إلى تحسين ظروف وآلية العمل ورفع الأداء والمردود.

وباعتبار إن إنتاج الطاقة الكهربائية يتعلق بمنحني الاستهلاك و حاجة الشبكة الكهربائية العامة الأمر الذي يستدعي إلى العمل بحمولات جزئية منخفضة لتغطية متطلبات هذه الشبكة العامة وفق الحاجة و خارج أوقات الذروة، لذا من الضروري دراسة تأثير خفض الطاقة الميكانيكية اللازمة لتدوير الضاغط المحوري مع المحافظة على ثبات الحمل المعطى على أداء العنفات الغازية خلال التحميل الجزئي عن طريق الاختيار الأمثل لزاوية شفرات توجيه دخول الهواء و كميته عبر الضاغط .

إن التحليل الرياضي للحسابات المعقدة الواصفة للتأثيرات المحتملة الناجمة عن الإغلاق الجزئي لشفرات توجيه الهواء على مدخل الضاغط (IGV) مع المحافظة على ثبات الحمل المعطى على عمل العنفات الغازية المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية، يُعتبر من الأهمية بحيث يمكننا من تحسين أداء محطات التوليد الكهربائية التي تعتمد في عملها على العنفات الغازية، حيث تتأثر التوربينات الغازية بكميات الهواء الذي يتم ضخه إلى تلك التوربينات والذي يؤدي إلى خفض الطاقة الميكانيكية اللازمة لعمل الضاغط المحوري .

الكلمات المفتاحية: توليد الطاقة الكهربائية- العنفة الغازية- زاوية توجيه دخول الهواء إلى الضاغط.

* أستاذ مساعد - قسم هندسة القوى الميكانيكية- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية- جامعة تشرين اللاذقية- سورية.

** دكتور في الهندسة الميكانيكية- وزارة الكهرباء- دمشق.

*** طالب ماجستير- قسم هندسة القوى الميكانيكية والكهربائية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية..

Studying the influence of changing the IGV angle position degree, on parameters gas turbine TG 50 D5 Depending on mathematical Algorithm

Dr. Salah Dawoud*
Dr. Ali Darwich**
Ali Saad***

(Received 10 / 5 / 2010. Accepted 5 / 10 / 2010)

□ ABSTRACT □

The generating of electrical power is considered one of the most important goals which are desired to achieve in all times and circumstances, so studying and analyzing the complicated issues related to the same, lead to understanding and knowing the problems and the troubles resulted from the instruments and the equipments of electrical power system. This leads to improve the circumstances of the work and increasing the performance and output.

The power production depends on consumption energy curve which recalls partial load to cover needed requirements out of peak period.

The mathematical analysis of complicated calculation which describe the effects made by changing of IGV angle position degree, on parameters gas turbine used in electrical power generating field.

This paper will define the efficiency of gas turbine generated electrical power according to the differences of IGV angle position degree where the gas turbine is related to the air amount and state pumping into gas turbine, particularly decreasing the amount of air crossed into compressor (decrease the necessary mechanical energy used to drive the axial compressor).

Key Words: Electrical Power Generation – Gas Turbines – Inlet guide vane.

* Associated Prof. Mechanical power department , Mechanical & Electrical Engineering Faculty, Tishreen University , Lattakia, Syria.

** Dr. Engineer , Ministry Of Electricity - Syria.

*** postgraduate Student , the Mechanical power department Mechanical & Electrical Engineering Faculty, Tishreen University, lattakia, syria.

مقدمة:

المجموعة الغازية هي الآلة التي تقوم بتحويل الطاقة الحرارية التي تحملها الغازات إلى طاقة ميكانيكية منقولة على شكل حركة دورانية إلى محور الآلة، والتي يمكن توظيفها بالشكل الذي يريده المستثمر. تتألف المجموعة الغازية في أبسط أجزائها من ضاغط، حجرة احتراق، عنفة تمدد، مولدة كهربائية ومجموعة من الدارات المساعدة. مجمل العمليات التي تتم في العنفة الغازية، أثناء عملية توليد الطاقة هي تمدد الغازات التي تتمتع بحرارة وضغوط عالية وتبريد أجزاء المسار الساخن فيها.

تتلائم هاتين العمليتين هو الأساس في عمل المجموعات الغازية، و يترتب على ذلك توافق عمل الأجزاء المكونة لها. يوصف عمل كل جزء من هذه المجموعات بجملة من المؤشرات تدعى بمؤشرات العمل لهذا الجزء [1]. يكون الجسم العامل في المجموعة الغازية عبارة عن الهواء ومنتجات الاحتراق. فالهواء الوارد إلى المجموعة من الوسط المحيط ينضغط ادبياتياً في الضاغط *Compressor* إلى الضغوط التي لا تتجاوز عادة 1.5 Mpa، وعند احتراق الوقود الغازي أو المائع في حجرة الاحتراق ترتفع درجة حرارة الغاز بضغط ثابت تقريباً، و تنتج العملية الادبياتية لتمدد الغازات في العنفة الغازية حتى الضغط الأولي الذي يساوي ضغط الوسط المحيط، أما الغازات العادمة فتخرج من العنفة إلى الوسط المحيط حيث تبرد إلى الدرجة الأولية [2].

يتحدد عمل العنفة وعمل الضاغط بموجب فروق انتالبية الوسيط العامل، وبما أن العنفة والضاغط والمولدة تقع على عمود واحد لذا فإن قسماً من العمل الذي ينجزه الغاز في العنفة يصرف على إدارة الضاغط (طاقة ميكانيكية) أما العمل الباقي فيتحول إلى طاقة كهربائية.

تمتلك الغازات المنفلتة على خرج العنفات الغازية درجات حرارة عالية تتعلق بشكل أو بآخر ببارامترات الوسط المحيط من درجة حرارة، ورطوبة، ودرجة انضغاط الهواء في الضاغط.

يقتضي عمل المجموعة الغازية المخصصة لتوليد الطاقة الكهربائية (أي التي تعمل بسرعة دوران ثابتة لمحاورها) ترابطاً طردياً بين ضغوط الغازات و قيم درجات الحرارة عند مدخل العنفة و قيم درجات الحرارة وراء العنفة، و ترابط عكسي نسبي مع قيم تدفق الهواء عند مدخل الضاغط [3].

وباعتبار أن إنتاج الطاقة الكهربائية من المجموعات الغازية يتعلق بمنحني الاستهلاك وحاجة الشبكة الكهربائية العامة فإن هذه الوحدات تعمل وفقاً لمتطلبات الشبكة الكهربائية العامة أي بالاستطاعات المتغيرة تبعاً لحاجة تغطية أوقات الذروة ووفقاً لمنحني احتياجات الطاقة الكهربائية، و لما كان مقدار استهلاك الطاقة الكهربائية والحاجة إليها لا يبقى ثابتاً و إنما يتغير خلال اليوم و الأسبوع و السنة فإن هذه العنفات تعمل ضمن مجال الحملات المنخفضة، الأمر الذي يؤدي إلى خفض المردود عموماً [3.4].

يتحدد عمل المجموعات الغازية على الحملات الجزئية بمجموعة من العوامل والمعطيات المرتبطة بظروف عمل كل جزء من المجموعة مع الجزء الأخر. فكل نظام عمل مستقر للمجموعة يتحدد بشروط معينة للجسم العامل وهو الهواء [2]. ولكل حمولة جزئية للمجموعة الغازية يجب أن تتحقق مجموعة من المؤشرات التي تتوافق مع هذه الحمولة أو تلك منها: عامل انضغاط الهواء في الضاغط؛ تدفق الوقود في حجرة الاحتراق؛ درجة حرارة الغازات على مدخل العنفة [5].

المرحلة الوحيدة المتغيرة الوضعية في المجموعة الغازية هي *IGV : Inlet Guide Van* (شفرات توجيه دخول الهواء) في المجموعة الغازية العاملة في حالة الدارة البسيطة، الوظيفة الرئيسية لهذه المرحلة هي التحكم بتدفق

الهواء الداخلى إلى ضاغط المجموعة وذلك خلال أطوار إقلاع و إيقاف المجموعة. الغاية هنا من الإغلاق الجزئي أو الكلي لشفرات هذه المرحلة هي الحيلولة دون وقوع مراحل الضاغط في مجال الجريانات الاضطرابية. تتغير زاوية هذه المرحلة خلال طور الإقلاع من الإغلاق الكلي 37° في حالة التدوير البطيء لمحور العنفة الغازية إلى الزاوية 21° عند إعطاء أمر الإقلاع ، وتبقى على هذه الوضعية حتى بلوغ السرعة Rpm 2725 ثم تعود للإغلاق مرة أخرى إلى الزاوية 37° عند السرعة Rpm 2730 حتى الحموله 16 % أي 21 Mw وعند الاستمرار بالتحميل إلى ما بعد 21 Mw تبدأ IGV بالفتح حتى الوضعية الكاملة 0° [6].

إن لتأثير الإغلاق الجزئي لشفرات توجيه دخول الهواء إلى الضاغط المحوري مدلولاً كبيراً في إطار تقييم فعالية العمل والأداء، و بالتالي فإنه كلما استطعنا تحديد العناصر و الحدود الداخلة في إنقاص القدرة الميكانيكية اللازمة لتدوير الضاغط وتقليل الخسائر الناجمة عن الاختلاف في قيم الزوايا أدى ذلك إلى تحسين إنتاج العنفات الغازية [6] . خاصة وأن العنفات الغازية هي وحدات ذات كلفة عالية في أنظمة توليد الطاقة الكهربائية.

أهمية البحث وأهدافه:

باعتبار أن العنفات الغازية تعمل عند حمولات متغيرة وفقاً لمتطلبات الشبكة الكهربائية العامة، و بما أن عمل المجموعة الغازية في الدارة البسيطة (محطة توليد زيزون) تعمل عند حمولات جزئية تتراوح بين 21 ميغا واط و الاستطاعة الاسمية مع بقاء زاوية IGV مفتوحة بشكل كامل عند العمل ضمن الحمولات المشار إليها، لوحظ تغير الخصائص المميزة للمنشأة الغازية مع تغير الحموله (ضياع في المردود بسبب عدم تغير زاوية دخول الهواء إلى الضاغط وعلاقة ذلك بالاستهلاك النوعي للحرارة وللوقود).

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر تغير زاوية IGV على الخصائص المميزة للمنشأة الغازية وتحقيق الوفرة الاقتصادي الأمثل لوحددة الطاقة الكهربائية المنتجة من المجموعات الغازية العاملة بالاستطاعات الجزئية المتغيرة . إن تحقيق المردود الأعظمي المثالي للعنفات الغازية العاملة وفقاً للطلب العشوائي للطاقة الكهربائية يعتبر من الأبحاث الهامة جداً ومن أهم الأهداف التي يتم السعي لتحقيقها في كافة الأوقات والظروف.

ومن خلال هذا البحث تم التوصل إلى إيجاد آلية من شأنها تحقيق خفض الطاقة الميكانيكية اللازمة لتدوير الضاغط المحوري مع المحافظة على ثبات الحمل المعطى المطلوب ، و دراسة الخوارزمية الرياضية التي تسمح لنا بمعرفة تأثير تغيير زاوية شفرات توجيه الهواء إلى الضاغط على أداء وعمل العنفات الغازية و أثرها على إنتاج الطاقة الكهربائية.

طرائق البحث ومواده:

أجريت هذه التجارب في الشركة العامة لتوليد الطاقة الكهربائية في زيزون الواقعة في محافظة إلب - جسر الشغور على مجموعات غازية من طراز TG 50 D5 .

استخدم في هذا البحث الطريقة التجريبية ، التحليلية و الإحصائية لمعرفة زوايا توضع شفرات توجيه دخول الهواء إلى الضاغط المحوري وعلى حمولتين مختلفتين للعنفة الغازية 60 - 70 Mw بالاعتماد على الخوارزمية الرياضية لتأثير تغيير زاوية IGV على توليد و إنتاج الطاقة الكهربائية.

تتلخص هذه الطريقة في إيجاد العلاقة الرياضية لمجموعة المقادير المتغيرة التي تم الحصول عليها خلال التجربة ومن ثم حل جملة المعادلات الرياضية المعبرة عن التجربة المدروسة.

طريقة تنفيذ التجربة:

استخدمت تعليمات وأوامر كمبيوتر التحكم و المراقبة في صالات التحكم للمجموعات الغازية بعد تعديل أيقونة التحكم (تصحيح الحمولة بعلاقة التردد) بغية المحافظة على الحمل المعطى المطلوب في عملية الإغلاق التدريجي لزوايا IGV وقد نفذت التجارب على الزوايا (37° , 30° , 25° , 20° , 15° , 10° , 5° , 0°) وبعد كل خطوة في عملية الإغلاق التدريجي لزوايا شفرات التوجيه أخذت القراءات وفق التالي :

1. انتظار خمس دقائق بهدف استقرار بارامترات العنفة الغازية.
2. دقيقتان أو ثلاث دقائق أخرى لتدوين القراءات بفواصل زمني بين القراءة الواحدة و الأخرى خمس ثوانٍ.
3. عند الحمولة 60 Mw كررت التجربة خمس مرات كما هو مبين في جداول قياس قراءات التجارب (1)، (2)، (3)، (4)، (5).
4. عند الحمولة 70 Mw كررت التجربة خمس مرات كما هو مبين في جداول قياس قراءات التجارب (6)، (7)، (8)، (9)، (10).
5. أخذت المتوسطات الحسابية للقراءات في الجداول السابقة و فرغت في الجدولين (11)، (12).
6. تم الحصول على المخططات البيانية المرفقة.

الخوارزمية الرياضية الواصفة لتأثير تغيير شفرات توجيه الضاغط الهوائي على بارامترات عنفة غازية من طراز TG 50 D5 فقد جاءت وفق التالي:

يحسب المردود على أساس تقسيم المكافئ الحراري لوحد ك. و. س على الاستهلاك الحراري توضح العلاقة (1) التأثير بين تغير تدفق الوقود و المردود

$$\eta = \frac{860}{C_s} \quad (1)$$

حيث إن:

860 : المكافئ الحراري لوحد كيلو وات ساعي.

C_s : الاستهلاك الحراري النوعي.

η : المردود .

أما معدل الاستهلاك الحراري فيرتبط بتدفق الوقود المستهلك حسب العلاقة (2)

$$C_s = \frac{G_{fuel} \times P_c^i}{N} \quad (2)$$

حيث إن :

P_c^i : هي القيمة الحرارية الصغرى للوقود المستخدم .

و بمعالجة المعادلتين (1) و (2) يمكن الحصول على المعادلة (3) التي توضح علاقة التأثير المتبادل بين تغيير تدفق الوقود و المردود

$$G_{fuel} = \frac{860 \times N}{\eta \times P_c} \quad (3)$$

و عند تحقيق الظروف المناسبة للتجربة أي ثبات الحمل المعطى للمجموعة الغازية والقيمة الحرارية للوقود المستخدم و نوع الوقود المستخدم مع ثبات الظروف الجوية السائدة خلال فترة التجربة يمكن الحصول على المعادلات التالية :

1. معدل الاستهلاك النوعي للوقود

$$g_{specific_fuel} = G_{fuel} \times N \quad (4)$$

2. معدل الاستهلاك الحراري.

$$C_s = \frac{G_{fuel} \times P_c}{N} \quad (5)$$

3. المردود

$$\eta = \frac{860 \times N}{G_{fuel} \times P_c} \quad (6)$$

النتائج والمناقشة:

بما أن العنفات الغازية هي وحدات ذات كلفة عالية في أنظمة توليد الطاقة الكهربائية. وأن لتأثير الإغلاق الجزئي لشفرات توجيه دخول الهواء إلى الضاغط المحوري مدلولاً كبيراً في إطار تقييم فعالية العمل و الأداء، فإنه كلما استطعنا تحديد العناصر و الحدود الداخلة في إنقاص القدرة الميكانيكية اللازمة لتدوير الضاغط وتقليل الخسائر الناجمة عن الاختلاف في قيم الزوايا أدى ذلك إلى تحسين إنتاج العنفات الغازية.

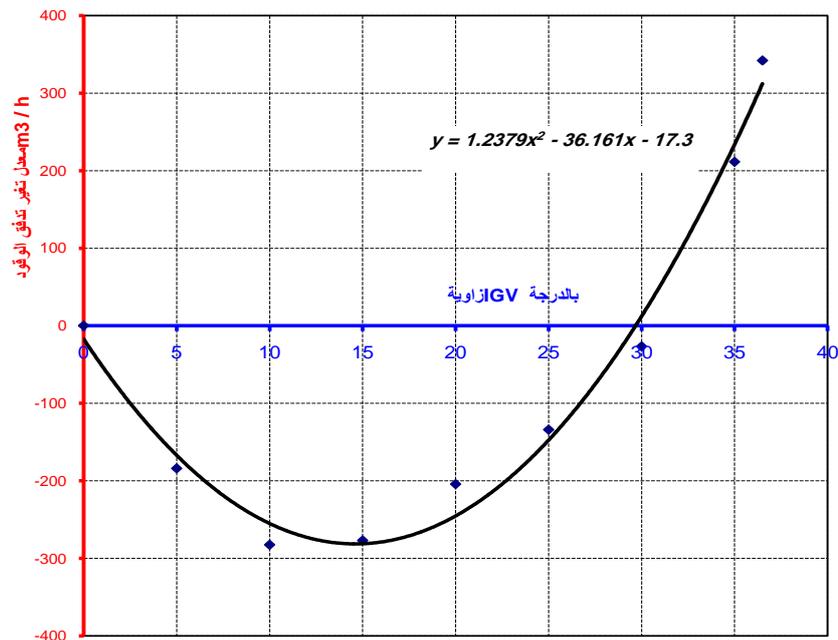
وانطلاقاً من أن إدخال بارامترات العنفة الغازية التصميمية في الدراسات التجريبية يؤدي إلى ابتكار طرق تسهم في تحسين الأداء لمحطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعتمد على هذه العنفات ، وأن الطاقة الميكانيكية اللازمة لتدوير الضاغط المحوري للعنفات الغازية يتناسب طردياً و كميات الهواء الذي يتم ضخه إليها مع ثبات الحمل المعطى، فقد اعتمد المحور الرئيس للدراسة إلى استخدام العلاقات الرياضية التي تعطي قيم الزوايا المثالية لتوضع شفرات توجيه دخول هواء الضاغط المحوري، حيث يلاحظ زيادة المردود (الأداء) و بالتالي إنتاج الطاقة الكهربائية السنوي مقارنة بالشروط التصميمية المعتمدة في البحث و هي : (ثبات زاوية IGV) على اختلاف الحملات للعنفة الغازية .

بتحليل النتائج وفق الجدول (11) و الشكل (1) عند الحمولة الجزئية Mw 60 و بمقارنة تغيير زوايا دخول الهواء IGV من 0° وحتى 37° يلاحظ أن الزوايا التي توافق أقل مقدار لتدفق الوقود هي من 0° إلى 27.5° حيث يبدأ تدفق الوقود بالانخفاض التدريجي تبعاً لإغلاق زاوية IGV التدريجي حتى الزاوية 15°، و الزاوية 15° تمثل الزاوية

المثالية التي يتحقق عندها المقدار الأصغري لتدفق الوقود و يرافقه انخفاض الاستهلاك النوعي للوقود وكذلك الاستهلاك الحراري النوعي

الجدول (11) المتوسط الحسابي لقياسات التجربة عند الحمولة 60 Mw

تغير الاستهلاك الحراري النوعي kcal/kWh	الاستهلاك الحراري النوعي kcal/kWh	تغير الاستهلاك النوعي للوقود gram/Kwh	الاستهلاك النوعي للوقود gram/Kw-h	تغير تدفق الوقود m ³ / h	تدفق الوقود في حجرة احتراق العنفة الغازية m ³ / h	الاستطاعة الكهربائية العنفة الغازية kW	زاوية شفرات توجيه الضاغط degree
0.00	3123.56	0.00	282.57	0.00	23514.09	60021.00	0
-30.45	3093.11	-2.62	279.95	-160.64	23353.45	60197.92	5
-27.32	3096.24	-3.32	279.25	-255.83	23258.26	59891.77	10
-39.23	3084.33	-3.12	279.45	-259.93	23254.16	60112.46	15
-11.96	3111.60	-1.50	281.07	-166.19	23347.90	59825.92	20
-8.95	3114.61	-1.68	280.89	-100.62	23413.47	59935.85	25
0.87	3124.43	-0.19	282.38	-4.10	23509.99	59993.85	30
27.96	3151.52	2.03	284.60	238.90	23752.99	60092.92	35
49.53	3173.09	3.97	286.54	369.53	23883.62	60012.62	36.5



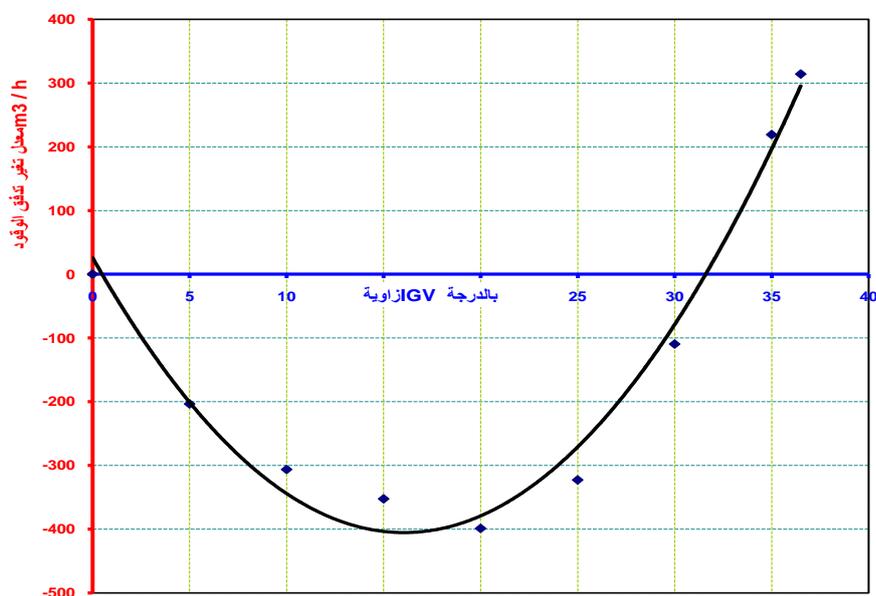
الشكل (1) العلاقة بين الزاوية IGV ومعدل تغير تدفق الوقود عند الحمولة 60 Mw

و بمتابعة إغلاق IGV من الزاوية 15° حتى الزاوية 27.5° يبدأ التدفق بالزيادة عن المقدار الاصغري الذي تم الحصول عليه و يتساوى مقدار تدفق الوقود عند الزاوية 27.5° مع مقدار تدفق الوقود التصميمي عند الزاوية 0° و بمتابعة الإغلاق أكثر من 27.5° يبدأ التدفق بالزيادة عن الحد التصميمي .

بالنسبة للحمولة الجزئية 70 Mw يلاحظ من الشكل (2) و الجدول (12) بأن العمل عند زوايا IGV بين 5° و 25° قد أدى إلى انخفاض معدل تغير تدفق الوقود بالمقارنة مع حالة الفتح الكامل (زاوية IGV = 0°) وأن أفضل قيم لزوايا IGV هي الواقعة بين 15° و 20° .

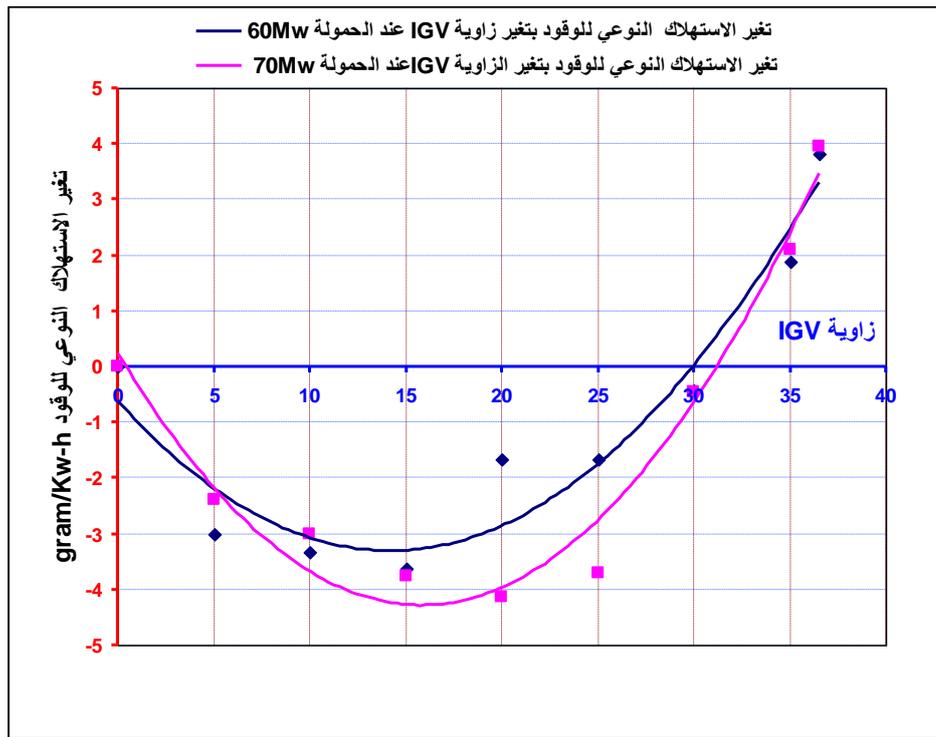
الجدول (12) المتوسط الحسابي لقياسات التجربة عند الحمولة 70 Mw

تغير الاستهلاك الحراري النوعي kcal/kWh	الاستهلاك الحراري النوعي kcal/kWh	تغير الاستهلاك النوعي للوقود gram/Kwh	الاستهلاك النوعي للوقود gram/Kw-h	تغير تدفق الوقود m^3 / h	تدفق الوقود في حجرة احتراق العنفة الغازية m^3 / h	الاستطاعة الكهربائية للعنفة الغازية kW	زاوية شفرات توجيه الضاغط degree
0	2965.81	0	267.85	0	26023.74	69960.19	0
-25.04	2940.77	-2.39	265.46	-203.66	25820.08	70003.75	5
-33.1	2932.71	-3	264.85	-306.48	25717.26	69916.75	10
-41.16	2924.65	-3.77	264.08	-352.59	25671.15	69983.65	15
-45.77	2920.04	-4.14	263.71	-398.94	25624.8	69967.68	20
-41.58	2924.23	-3.7	264.15	-322.88	25700.86	70074.72	25
-3.24	2962.57	-0.47	267.38	-109.69	25914.05	69741.69	30
25.76	2991.57	2.11	269.96	218.93	26242.67	69941.59	35
43.72	3009.53	3.96	271.81	313.97	26337.71	69775.68	36.5



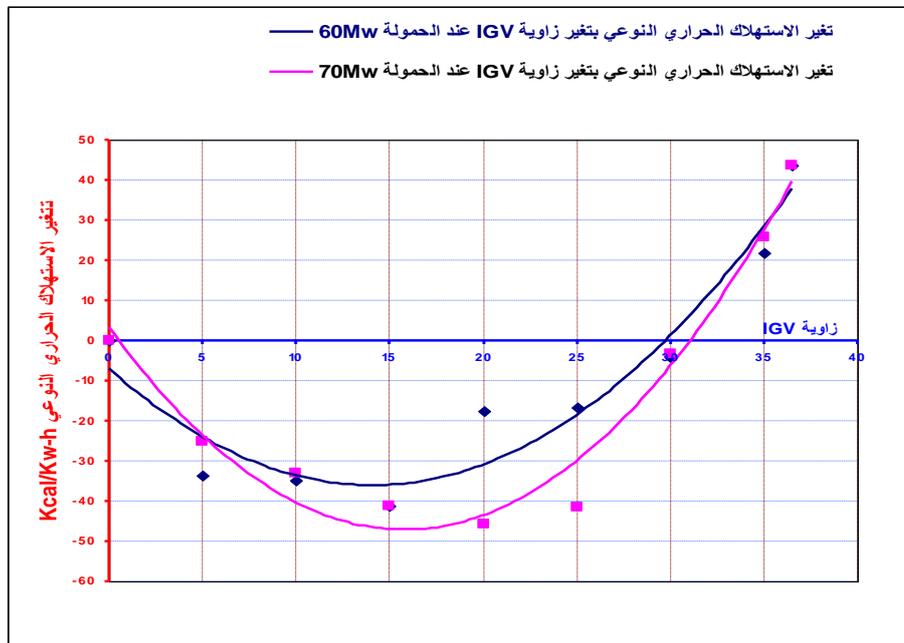
الشكل (2) العلاقة بين الزاوية IGV ومعدل تغير تدفق الوقود عند الحمولة 70 Mw

يلاحظ من الشكل (3) أن تغير الاستهلاك النوعي للوقود عند زوايا IGV تساوي 15° و 20° هو أخفض منه عند حالة العمل التصميمي أي حالة الفتح الكامل (زاوية IGV = 0°) بشكل ملحوظ.



الشكل (3) العلاقة بين الزاوية IGV وتغير الاستهلاك النوعي للوقود عند الحملتين 60 Mw - 70 Mw

يظهر الشكل (4) انخفاض قيم الاستهلاك الحراري النوعي عند زوايا IGV تساوي 15° و 20° أيضا



الشكل (4) العلاقة بين الزاوية IGV وتغير الاستهلاك الحراري النوعي عند الحملتين 60 Mw - 70 Mw

الاستنتاجات والتوصيات:

1. من الجداول ذات الأرقام من 1 و حتى 10 يلاحظ انخفاض ملموس في تدفق الوقود المستخدم في العنفة الغازية عند العمل بحمولات جزئية أثناء تغير زوايا IGV عن زاوية الفتح الكامل وينعكس ذلك انخفاضاً في تلوث البيئة الناتج عن خفض كمية الوقود المحترق.

2. من الجداول ذات الأرقام من 1 و حتى 10 أيضا يلاحظ الانخفاض في الاستهلاك النوعي للوقود مع تغير زوايا IGV و كان هذا الانخفاض كبيراً عند الزوايا 15° و 20° . أعطى مقدار الوفرة في الوقود و عند حمولة 60Mw على سبيل المثال و فرأ في الوقود مقداره $2649900 \text{ m}^3/\text{Year}$ و هذا يعادل ما قيمته 45 مليون ليرة سورية في العام. ومن الطبيعي أن يضرب هذا الرقم بعدد سنوات العمل (التي تشكل العمر الاقتصادي للمنشأة) والذي لا يقل عن عشرين سنة.

3. من الشكل (4) يلاحظ أيضا الانخفاض في الاستهلاك الحراري النوعي.

4. إن النتائج السابقة المذكورة تؤدي إلى زيادة المردود ، فلو أخذنا حالة الحمولة 70Mw نجد أن المردود الإجمالي للمنشأة الغازية في حالة الفتح الكامل (زاوية IGV = 0°) يبلغ 29% و عند (زاوية IGV = 20°) يبلغ المردود 29.45% .

نوصي بتعميم نتائج هذه الدراسة على المحطات الغازية العاملة بشكل مماثل في القطر العربي السوري للاستفادة منها والعمل على تطبيقها.

جدول (1): قياسات قراءة التجربة |
نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للغة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترقب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط اللغة الغازية.
الاستطاعة الكهربائية للغة الغازية الثانية = 60000 kw التجربة 1

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]									
		35	30	25	20	15	10	5	0		
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]	16.16	16.24	16.17	16.09	16.01	16.16	15.89	16.02		
16.07	الضغط الجوي المطلق [mbar]	999.80							999.80		
408.53	درجة حرارة الغازات العادمة [C]	399.29	385.30	372.28	362.70	355.34	348.20	342.90	338.70		
449.84	درجة حرارة الغازات وراء ممرات شفرات اللغة [C]	437.80	406.50	384.20	366.89	353.73	343.35	335.57	331.57		
8.89	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	9.03	9.51	9.91	10.30	10.58	10.87	11.16	11.38		
345.69	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	347.07	350.36	354.24	358.20	361.56	365.75	369.50	372.71		
185.72	درجة حرارة هواء تبريد المراحل الثانية للغة [C]	188.73	193.07	197.49	200.63	203.24	207.21	208.82	210.72		
202.98	درجة حرارة محور اللغة الغازية [C]	205.07	209.05	213.17	216.25	218.92	222.62	224.28	226.19		
20.00	درجة الغازات وراء ممرات شفرات اللغة تغير درجة [C]								14.50		
305.70	درجة حرارة المرحلة الأولى للغة الغازية [C]								324.20		
60013	الاستطاعة الكهربائية للغة الغازية [kW]	60093	59994	59936	59826	60112	59892	60198	60021		
23884	تدفق الوقود في حجرة احتراق اللغة الغازية [Nm ³ / h]	23753	23510	23413	23348	23254	23258	23353	23514		
369.53	تغير تدفق الوقود في حجرة احتراق اللغة [Nm ³ / h]	238.81	-4.10	-100.61	-166.19	-259.93	-255.83	-160.64	0.00		
286.54	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	284.60	282.38	280.89	281.07	279.45	279.25	278.95	282.57		
3.97	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	2.02	-0.19	-1.68	-1.50	-3.12	-3.32	-2.62	0.00		
330.80	تغير تدفق الوقود في حجرة احتراق اللغة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	168.66	-15.59	-140.17	-124.62	-260.19	-276.81	-218.31	0.00		
3173.09	الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	3151.52	3124.43	3114.61	3111.60	3084.33	3096.24	3093.11	3123.58		
49.53	تغير الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	27.96	0.87	-8.95	-11.96	-39.23	-27.32	-30.46	0.00		
43.95	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للغة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	22.39	-2.07	-18.63	-15.58	-34.54	-36.81	-28.96	0.00		
1885.58	التأثير الاقتصادي للغة الغازية المترقب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [مورد سورية/ساعة]	961.35	-88.89	-798.95	-710.34	-1483	-1578	-1244	0.00		

نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للنفثة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي
المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط النفثة الغازية.
الاستطاعة الكهربائية للنفثة الغازية الثانية = 60000 kW
التجربة 2

القياسات للتجربة رقم : 2

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]										
		36.8	35	30	25	20	15	10	5	0		
درجة حرارة الهواء الخارجي [C]		16.07	16.16	16.24	16.17	16.09	16.01	16.16	15.89	16.02		
الضغط الجوي المطلق [mbar]		999.80								999.80		
درجة حرارة الغازات المتدفقة [C]		408.53	399.29	385.30	372.28	362.70	355.34	348.20	342.90	338.70		
درجة حرارة الغازات وراء معمرات شفرات النفثة درجة [C]		448.84	437.80	406.50	384.20	366.89	353.73	343.35	335.57	331.57		
ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]		8.89	9.03	9.51	9.91	10.30	10.58	10.87	11.16	11.38		
درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]		345.69	347.07	350.36	354.24	358.20	361.56	365.75	369.50	372.71		
درجة حرارة هواء تبريد المراجل الثانية للنفثة [C]		185.72	188.73	193.07	197.49	200.63	203.24	207.21	208.82	210.72		
درجة حرارة محور النفثة الغازية [C]		202.98	205.07	209.05	213.17	216.25	218.92	222.62	224.28	226.19		
درجة حرارة الغازات وراء معمرات شفرات النفثة تغير درجة [C]		20.00								14.50		
الاستطاعة الكهربائية للنفثة الغازية [KW]		305.70	60013	59876	59878	59741	59983	59974	60089	59930		
تدفق الوقود في حجيرة احتراق النفثة الغازية [Nm ³ / h]		23894	23753	23522	23399	23322	23281	23260	23364	23520		
تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق النفثة [Nm ³ / h]		363.28	232.66	2.08	-121.62	-198.76	-239.80	-259.94	-156.48	0.00		
الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]		286.54	284.60	282.38	280.89	281.37	279.45	279.25	278.95	282.57		
تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]		3.97	2.02	-0.19	-1.68	-1.50	-3.12	-3.32	-2.62	0.00		
تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق النفثة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]		330.80	188.66	-15.59	-140.17	-124.62	-260.19	-276.81	-218.31	0.00		
الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]		3173.09	3151.52	3127.04	3110.47	3112.51	3094.51	3092.30	3100.11	3129.11		
تغير الاستهلاك الحراري النوعي للنفثة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]		43.98	22.41	-2.07	-18.64	-16.91	-34.60	-36.81	-29.00	0.00		
تغير الاستهلاك الاقتصادي للنفثة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [تيرة سورية/ساعة]		43.98	22.41	-2.07	-18.64	-16.91	-34.60	-36.81	-29.00	0.00		
		1885.58	961.35	-88.89	-798.95	-710.34	-1483	-1578	-1244	0.00		

نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للتعفة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط التعفة الغازية،
الاستطاعة الكهربائية للتعفة الغازية الثانية = **60000 KW** التجربة 3
جدول (3): قياسات قراءة التجربة 3

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]									
		30	35	30	25	20	15	10	5	0	
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]										0
16.07	الضغط الجوي المطلق [mbar]	16.24	16.16	16.09	16.17	16.09	16.01	16.16	15.89	16.02	
999.80	درجة حرارة الغازات العادمة [C]									999.80	
408.53	درجة حرارة الغازات العادمة [C]	385.30	399.29	362.70	372.28	355.34	348.20	342.90	338.70		
449.84	درجة حرارة غازات عمود شفرات التعفة درجة [C]	406.50	437.80	366.89	384.20	353.73	343.35	335.57	331.57		
8.89	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	9.51	9.03	10.30	9.81	10.58	10.87	11.16	11.38		
345.69	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	350.36	347.07	358.20	354.24	361.56	365.75	369.50	372.71		
185.72	درجة حرارة بخار تبريد المراجل الثانية للتعفة [C]	193.07	188.73	200.63	197.49	203.24	207.21	208.82	210.72		
202.98	درجة حرارة محور التعفة الغازية [C]	209.05	205.07	213.17	213.17	218.92	222.62	224.28	228.19		
20.00	درجة الغازات وراء عمود شفرات التعفة تغير درجة [C]								14.50		
305.70	درجة حرارة المرحلة الأولى للتعفة الغازية [C]								324.20		
60013	الاستطاعة الكهربائية للتعفة الغازية [KW]	59976	60093	59741	59978	59983	59974	60089	60021		
23884	تدفق الوقود في حجرة احتراق التعفة الغازية [Nm ³ / h]	23522	23753	23322	23399	23281	23260	23364	23514		
369.53	تغير تدفق الوقود في حجرة احتراق التعفة [Nm ³ / h]	8.34	238.91	-115.37	-192.51	-233.55	-253.69	-150.22	0.00		
288.54	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	282.38	284.60	280.89	281.07	279.45	279.25	279.95	282.07		
4.47	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	0.31	2.52	-1.18	-1.00	-2.62	-2.82	-2.12	0.00		
372.84	تغير تدفق الوقود في حجرة احتراق التعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	26.17	210.60	-98.49	-83.02	-218.61	-235.25	-176.65	0.00		
3173.09	الاستهلاك الحراري النوعي [Kcal / Kwh]	3127.04	3151.52	3110.47	3112.51	3094.51	3092.30	3100.11	3123.96		
49.53	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للتعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Kcal / Kwh]	3.48	27.96	-13.09	-11.05	-29.05	-31.26	-23.45	0.00		
49.53	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للتعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Kcal / Kwh]	3.48	27.96	-13.09	-11.05	-29.05	-31.26	-23.45	0.00		
2125.20	التأثير الاقتصادي للتعفة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [ثيرة سورية/ساعة]	149.17	1200.44	-561.42	-473.22	-1246	-1341	-1007	0.00		

نتائج تغير المؤشرات الرئيسية لنعفة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط نعفة الغازية.
الاستطاعة الكهربائية للنعفة الغازية الثانية = 60000 kW
التجربة 4

جدول (4): قياسات قراءة التجربة 4

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]									
		35	30	25	20	15	10	5	0		
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]	16.16	16.24	16.17	16.09	16.01	16.16	15.89	16.02		
16.07	الضغط الجوي المطلق [mbar]	999.80							999.80		
999.80	درجة حرارة الغازات العنفة [C]	399.29	385.30	372.28	362.70	355.34	348.20	342.90	338.70		
408.53	درجة حرارة الغازات العنفة [C]	449.84	406.50	384.20	366.89	353.73	343.35	335.57	331.57		
449.84	درجة حرارة غازات توجيه شفرات العنفة درجة [C]	8.89	9.51	9.91	10.30	10.58	10.87	11.16	11.38		
8.89	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	345.69	347.07	350.36	354.24	358.20	361.66	365.75	369.50		
345.69	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	185.72	188.73	193.07	197.49	200.63	203.24	207.21	208.82		
185.72	درجة حرارة هواء تبريد المراحل الثانية العنفة [C]	202.98	205.07	209.05	213.17	216.25	218.92	222.82	224.28		
202.98	درجة حرارة محور العنفة الغازية [C]	20.00							14.50		
20.00	درجة الغازات وراء سموات شفرات العنفة تغير درجة [C]	305.70							324.20		
305.70	درجة حرارة المرحلة الأولى للنعفة الغازية [C]	60013	59994	59936	59826	60112	59892	60198	59930		
60013	الاستطاعة الكهربائية للنعفة الغازية [KW]	23984	23753	23413	23348	23254	23258	23353	23520		
23984	تدفق الوقود في حجيرة احتراق العنفة الغازية [Nm ³ / h]	363.28	232.66	-10.35	-106.86	-172.44	-286.18	-262.08	-166.89		
363.28	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق العنفة [Nm ³ / h]	286.54	284.60	282.15	281.26	280.99	278.53	279.60	279.32		
286.54	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	3.97	2.02	-0.42	-1.31	-1.58	-4.04	-2.97	-3.25		
3.97	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	330.80	168.68	-35.22	-108.98	-131.54	-337.10	-246.98	-271.26		
330.80	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق العنفة المنسوب الى واحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	3173.09	3151.52	3124.43	3114.61	3084.33	3096.24	3093.11	3128.11		
3173.09	الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	43.98	22.41	-4.68	-14.50	-17.51	-44.78	-32.87	-36.01		
43.98	تغير الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	43.98	22.41	-4.68	-14.50	-17.51	-44.78	-32.87	-36.01		
43.98	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للنعفة المنسوب الى واحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	1885.58	981.35	-200.73	-621.19	-749.76	-1921	-1408	-1546		
1885.58	التأثير الاقتصادي للنعفة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [حجيرة متوربة/ساعة]								0.00		

جدول (5): قياسات قراءاة التجربة 5
 نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للتعفة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط التعفة الغازية.
 kW 60000 = التعفة الغازية الثانية = التجربة 5

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]										
		35	30	25	20	15	10	5	0			
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]											0
16.07	الضغط الجوي المطلق [mbar]	16.16	16.24	16.17	16.09	16.01	16.16	15.89	16.02			
999.80	درجة حرارة الغازات العادمة [C]								999.80			
408.53	درجة حرارة الغازات العادمة [C]	399.29	385.30	372.28	362.70	355.34	348.20	342.90	338.70			
449.84	درجة حرارة غازات وراء صمامات شفرات التعفة درجة [C]	437.80	406.50	384.20	366.89	353.73	343.35	335.57	331.57			
8.89	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	9.03	9.51	9.91	10.30	10.58	10.87	11.16	11.38			
345.69	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	347.07	350.36	354.24	358.20	361.56	365.75	369.50	372.71			
185.72	درجة حرارة هواء تبريد المراجل الثانية للتعفة [C]	188.73	193.07	197.49	200.63	203.24	207.21	208.82	210.72			
202.98	درجة حرارة محور التعفة الغازية [C]	205.07	209.05	213.17	216.25	218.92	222.62	224.28	226.19			
20.00	درجة حرارة غازات وراء صمامات شفرات التعفة تغير درجة [C]								14.50			
305.70	درجة حرارة المرحلة الأولى للتعفة الغازية [C]								324.20			
60013	الاستطاعة الكهربائية للتعفة الغازية [KW]	60093	59994	59936	59826	60112	59892	60198	59978			
23884	تدفق الوقود في حجيرة احتراق التعفة الغازية [Nm ³ / h]	23753	23510	23413	23348	23254	23258	23353	23640			
243.64	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق التعفة [Nm ³ / h]	113.02	-129.99	-226.50	-292.08	-385.82	-381.72	-286.52	0.00			
266.54	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	264.60	262.15	281.26	280.99	276.53	279.60	279.32	283.79			
2.76	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	0.81	-1.64	-2.52	-2.80	-5.26	-4.18	-4.47	0.00			
229.74	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق التعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	67.47	-136.40	-210.15	-232.62	-438.51	-348.17	-372.71	0.00			
3173.09	الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	3151.52	3124.43	3114.61	3111.60	3084.33	3096.24	3093.11	3142.56			
30.53	تغير الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	8.96	-18.13	-27.95	-30.96	-58.23	-46.32	-49.46	0.00			
30.53	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للتعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	8.96	-18.13	-27.95	-30.96	-58.23	-46.32	-49.46	0.00			
1309.54	التأثير الاقتصادي للتعفة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [تيرة سورية/ساعة]	384.57	-777.49	-1198	-1326	-2500	-1985	-2124	0.00			

نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للعنفة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط العنفة الغازية.
 الاستطاعة الكهربائية للعنفة الغازية الثانية = 70000 KW
 التجربة 1
 جدول (6) : قياسات قراءة التجربة |

القياسات للتجربة رقم : 1	زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]										
	36.8	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10
درجة حرارة الهواء الخارجي [C]	17.30	17.29	17.21	17.17	17.04	17.07	17.30	17.35	17.48		
الضغط الجوي المطلق [mbar]	999.80								999.80		
درجة حرارة الغازات العادمة [C]	454.35	441.97	416.15	403.72	391.17	381.35	371.43	363.14	352.54		
حرارة الغازات وراء معمرات شفرات العنفة لدرجة [C]	486.65	477.21	440.38	414.81	396.61	384.25	374.55	366.02	360.46		
ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	9.09	9.23	9.71	10.13	10.49	10.79	11.07	11.36	11.60		
درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	351.33	352.31	355.83	359.27	363.00	366.78	370.97	374.55	378.06		
درجة حرارة هواء تبريد المراحل الثانية للعنفة [C]	186.93	188.57	194.67	198.06	201.62	205.59	208.58	210.21	210.14		
درجة حرارة معمر العنفة الغازية [C]	203.66	205.62	210.92	213.77	217.47	221.33	224.21	225.04	224.76		
حرارة الغازات وراء معمرات شفرات العنفة تغير درجة [C]	21.60								15.70		
درجة حرارة المرحلة الأولى للعنفة الغازية [C]	306.80								325.30		
الاستطاعة الكهربائية للعنفة الغازية [kW]	69785	69787	69829	70219	70018	69934	69931	69906	69947		
تدفق الوقود في حجرة احتراق العنفة الغازية [Nm ³ / h]	26328	26260	25933	25704	25631	25674	25718	25819	26014		
تغير تدفق الوقود في حجرة احتراق العنفة [Nm ³ / h]	314.00	245.65	-81.44	-309.90	-382.75	-340.05	-296.15	-195.01	0.00		
الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	271.61	269.97	267.38	263.97	263.65	264.19	264.86	265.40	267.90		
تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	3.91	2.07	-0.52	-3.93	-4.25	-3.71	-3.02	-2.50	0.00		
تغير تدفق الوقود في حجرة احتراق العنفة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	379.37	201.47	-50.67	-382.44	-412.59	-360.15	-293.00	-242.64	0.00		
الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	3058.02	3000.14	2989.48	2918.61	2918.70	2927.07	2932.20	2944.76	2995.27		
تغير الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	42.75	34.86	4.20	-46.67	-46.58	-38.20	-33.07	-20.51	0.00		
تغير الاستهلاك الحراري النوعي للعنفة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	43.29	22.99	-5.79	-43.51	-47.01	-41.06	-33.40	-27.67	0.00		
التأثير الاقتصادي للعنفة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [بيرة سورية/ساعة]	2162.42	1146.39	-288.83	-2180	-2352	-2053	-1670	-1383	0.00		

نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للعلقة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط العلقه الغازية.
 الاستطاعة الكهربائية للعلقة الغازية الثانية = 70000 kW التجربة 2
 جدول (7): قياسات قراءه التجربة 2

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]									
		35	30	25	20	15	10	5	0		
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]										0
17.30	الضغط الجوي المطلق [mbar]	17.29	17.21	17.17	17.04	17.07	17.30	17.35	17.48		
999.80	درجة حرارة الغازات العنمة [C]									999.80	
454.35	درجة حرارة الغازات العنمة [C]	441.97	418.15	403.72	391.17	381.35	371.43	363.14	352.54		
488.65	درجة حرارة غازات وراء صمامات شفرات العلقه [C]	477.21	440.38	414.81	396.61	384.25	374.55	366.02	360.46		
9.09	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	9.23	9.71	10.13	10.49	10.79	11.07	11.36	11.60		
351.33	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	352.31	355.83	359.27	363.00	366.78	370.97	374.55	378.06		
186.83	درجة حرارة هواء تبريد المراحل الثانية للعلقة [C]	188.57	194.67	198.06	201.62	205.59	208.58	210.21	210.14		
203.66	درجة حرارة محور العلقه الغازية [C]	205.62	210.92	213.77	217.47	221.33	224.21	225.04	224.76		
21.60	درجة حرارة الغازات وراء صمامات شفرات العلقه تغير لمرجه [C]									15.70	
306.80	درجة حرارة المرحلة الأولى للعلقة الغازية [C]									325.30	
69773	الاستطاعة الكهربائية للعلقة الغازية [KW]	69971	69770	70093	69962	69963	69919	70052	69980		
26340	تدفق الوقود في حجيرة احتراق العلقه الغازية [Nm ³ / h]	26236	25909	25697	25619	25672	25723	25822	26038		
301.88	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق العلقه [Nm ³ / h]	197.93	-128.84	-340.86	-419.44	-366.30	-315.49	-216.08	0.00		
271.81	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	269.97	267.38	263.97	263.85	264.19	264.88	265.40	267.90		
3.91	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	2.07	-0.52	-3.93	-4.25	-3.71	-3.02	-2.50	0.00		
379.37	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق العلقه المنسوب الى وادهة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	201.47	-50.67	-382.44	-412.59	-360.15	-293.00	-242.64	0.00		
3009.91	الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	2989.58	2960.84	2923.09	2919.61	2925.58	2933.23	2938.99	2966.62		
43.29	تغير الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	22.96	-5.78	-43.54	-47.01	-41.04	-33.40	-27.63	0.00		
43.29	تغير الاستهلاك الحراري النوعي لتلقه المنسوب الى وادهة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	22.96	-5.78	-43.54	-47.01	-41.04	-33.40	-27.63	0.00		
2162.42	التأثير الاقتصادي للعلقة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [جيرة سورية/ساعة]	1148.39	-288.83	-2180	-2352	-2053	-1670	-1383	0.00		

جدول (8): قياسات قراءة التجربة 3
نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للعنفة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط العنفة الغازية.
الاستطاعة الكهربائية للعنفة الغازية الثانية = 70000 KW
التجربة 3

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]											
		35	30	25	20	15	10	5	0				
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]												0
17.30	الضغط الجوي المطلق [mbar]	17.29	17.21	17.17	17.04	17.07	17.30	17.35	17.48				
999.80	درجة حرارة الغازات العادمة [C]												999.80
454.35	درجة حرارة الغازات العادمة [C]	441.97	418.15	403.72	391.17	381.35	371.43	363.14	352.54				
488.65	درجة حرارة الغازات وراء ممرات شفرات العنفة درجة [C]	477.21	440.38	414.81	396.61	384.25	374.55	366.02	360.46				
9.09	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	9.23	9.71	10.13	10.49	10.79	11.07	11.36	11.60				
351.33	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	352.31	355.83	359.27	363.00	366.78	370.97	374.55	378.06				
186.93	درجة حرارة هواء تبريد المراجل التثبية للعنفة [C]	188.57	194.67	198.06	201.62	205.59	208.58	210.21	210.14				
203.66	درجة حرارة محور العنفة الغازية [C]	205.62	210.92	213.77	217.47	221.33	224.21	225.04	224.76				
21.60	درجة حرارة الغازات وراء ممرات شفرات العنفة تغير درجة [C]												15.70
308.80	درجة حرارة المرحلة الأولى التثبية للعنفة الغازية [C]												325.30
69773	الاستطاعة الكهربائية للعنفة الغازية [KW]	69990	69770	69985	69949	70029	69907	70004	69980				
26340	تدفق الوقود في حجيرة احتراق العنفة الغازية [Nm ³ / h]	26241	25909	25703	25628	25689	25711	25819	26038				
301.88	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق العنفة [Nm ³ / h]	202.42	-128.84	-335.54	-410.70	-369.31	-326.78	-219.73	0.00				
271.81	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	269.84	267.38	264.43	263.79	263.91	264.81	265.54	267.90				
3.91	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	2.04	-0.52	-3.47	-4.11	-3.98	-3.09	-2.35	0.00				
379.37	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق العنفة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	198.75	-50.67	-337.28	-399.19	-387.33	-299.87	-228.77	0.00				
3009.91	الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	2989.27	2960.84	2928.20	2921.13	2922.51	2932.44	2940.56	2966.62				
43.29	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للعنفة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	22.64	-5.78	-38.43	-45.49	-44.11	-34.18	-26.05	0.00				
43.29	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للعنفة المنسوب الي وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]	22.64	-5.78	-38.43	-45.49	-44.11	-34.18	-26.06	0.00				
2162.42	التأثير الاقتصادي للعنفة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [يرة سورية/ساعة]	1132.87	-268.83	-1922	-2275	-2208	-1709	-1304	0.00				

جدول (4): قياسات قراءة التجربة 4

نتائج تغير المؤشرات النسبية للتعفة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط التعفة الغازية.
 kW 70000 = التعفة الغازية الثانية = التجربة 4

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]										
		35	30	25	20	15	10	5	0			
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجى [C]											17.48
17.30	الضغط الجوى المطلق [mbar]											999.80
999.80	درجة حرارة الغازات الداخلة [C]											352.54
454.35	درجة حرارة الغازات الخارجة [C]											360.48
488.65	ضغظ الهواء وراء الضاغط [bar]											11.60
9.09	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]											378.06
351.33	درجة حرارة هواء تبريد المراحل الثانية للتعفة [C]											210.14
186.93	درجة حرارة محور التعفة الغازية [C]											224.76
203.66	درجة حرارة غازات وراء صمامات شفرات التعفة تغير درجة [C]											15.70
21.60	درجة حرارة المرحلة الأولى الثابتة للتعفة الغازية [C]											325.30
306.80	الاستطاعة الكهربائية للتعفة الغازية [KW]											69947
69773	تدفق الوقود في حجيرة احتراق التعفة الغازية [Nm ³ / h]											26014
26340	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق التعفة [Nm ³ / h]											0.00
326.04	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]											267.78
271.81	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]											0.00
4.03	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق التعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]											0.00
391.09	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للتعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]											2965.27
3009.91	تغير الاستهلاك الحراري النوعي للتعفة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [kcal / Kwh]											0.00
44.64	تغير الاستهلاك الاقتصادي للتعفة الغازية المنسوب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [بيرة سورية/ساعة]											0.00
44.64												0.00
2229.23												0.00

جدول (II): قياسات قراء التجربة 5
نتائج تغير المؤشرات الرئيسية للنفثة الغازية، حساب تغير تدفق الوقود، تغير الاستهلاك الحراري النوعي و التأثير الاقتصادي المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه ضاغط النفثة الغازية.
الاستطاعة الكهربائية للنفثة الغازية الثانية = 70000 kW
التجربة 5

		زاوية شفرات التوجيه في الضاغط [degree]										
		35	30	25	20	15	10	5	0			
36.8	درجة حرارة الهواء الخارجي [C]	17.30	17.21	17.17	17.04	17.07	17.30	17.35	17.48			
999.80	الضغط الجوي المطلق [mbar]	999.80										
454.35	درجة حرارة الغازات العادمة [C]	488.65	477.21	440.38	414.81	398.61	384.25	374.55	366.02	360.46		
9.09	حرارة الغازات وراء صمامات شفرات النفثة درجة [C]	9.09	9.23	10.13	10.49	10.79	11.07	11.36	11.60			
351.33	ضغط الهواء وراء الضاغط [bar]	351.33	352.31	355.83	359.27	363.00	366.78	370.97	374.55	378.06		
186.93	درجة حرارة الهواء وراء الضاغط [C]	203.66	205.62	210.92	213.77	217.47	221.33	224.21	225.04	224.76		
21.60	درجة حرارة محور النفثة الغازية [C]	21.60								15.70		
306.80	درجة حرارة المرحلة الأولى للنفثة الغازية [C]	306.80								325.30		
69773	الاستطاعة الكهربائية للنفثة الغازية [KW]	69773	69980	69985	69949	70029	69907	70004	69947			
26340	تدفق الوقود في حجيرة احتراق النفثة الغازية [Nm ³ / h]	326.04	225.58	-104.67	-311.38	-386.54	-345.15	-302.62	-195.57	0.00		
271.81	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق النفثة [Nm ³ / h]	271.81	268.94	267.38	264.43	263.79	263.91	264.81	265.54	267.78		
4.03	الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	4.03	2.17	-0.40	-3.35	-3.99	-3.86	-2.97	-2.23	0.00		
391.09	تغير الاستهلاك النوعي للوقود [gram / Kwh]	391.09	210.53	-38.65	-325.37	-387.27	-375.40	-287.97	-216.89	0.00		
3009.91	تغير تدفق الوقود في حجيرة احتراق النفثة المنسوب الى وحدة القيمة الوسطية للاستطاعة الكهربائية [Nm ³ / h]	3009.91	2989.27	2960.84	2928.20	2921.13	2922.51	2932.44	2940.58	2985.27		
44.64	الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	44.64	23.99	-4.43	-37.08	-44.14	-42.77	-32.83	-24.71	0.00		
44.64	تغير الاستهلاك الحراري النوعي [kcal / Kwh]	44.64	23.99	-4.43	-37.08	-44.14	-42.77	-32.83	-24.71	0.00		
2229.23	التأثير الاقتصادي للنفثة الغازية المترتب على تغير زاوية شفرات توجيه الضاغط [بيرة سورية/ساعة]	2229.23	1200.03	-1855	-2207	-2140	-1641	-1236	0.00			

المراجع:

- [1] داوود، صلاح- الآلات الحرارية والعنقية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين- اللاذقية، 1995م، 216-217.
- [2] معيني، محمد بشار- العنفات الغازية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة البعث- حمص، 2005-2006م، 383-384-284.
- [3] كوستيوك، ا، ك - العنفات الغازية والبخارية - منشورات الطاقة- موسكو 1985م، 152.
- [4] Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices – ISO 5167 – 1 1991 . amendment 1998 .
- [5] Ganguli, R. *Application of fuzzy logic for fault isolation of jet engines*- USA, 2003
- [6] Savaresi, S.M.; Bertin, D.; Bittanti, S. *On the design of an IGV-based servo system for air cushion vessels*
- Title: Control Applications in Marine Systems 2001 (CAMS 2001) Proceedings volume from the IFAC Conference p.249-54
- Publisher : Elsevier Sci , Kidlington _ 2002 _ Country of Publication: UK

