

## دراسة عملية فقدان الطاقة الناجمة عن حرق الغاز المصاحب للنفط في شركة نفط الشمال (حقل خباز وحقل جمبور)

حسين حبيب حميد

مدرس، الكلية التقنية كركوك – قسم هندسة تقنيات الوقود والطاقة

Husseinmsn@yahoo.com

(الاستلام:-2015/1/28 ، القبول:- 2015/6/2)

**الخلاصة** يتضمن البحث دراسة ميدانية ودراسة الجدوى الاقتصادية لاستغلال الغازات الهيدروكربونية المصاحبة في حقل خباز وحقل جمبور النفطي (الشمالي والجنوبي) في توليد الطاقة الكهربائية بدلا من حرقها مع تحليل الغازات المصاحبة لإنتاج النفط باستخدام جهاز Gas Chromatography . حيث أظهرت نتائج تحليل حقل جمبور إن الغازات المصاحبة لإنتاج النفط في الحقل الجنوبي خالية من غاز كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) وهناك نسبة قليلة منه في الحقل الشمالي ويشكل غاز الميثان ( $CH_4$ ) بحدود (80%) من باقي الغازات الموجودة في الحقلين . وكذلك وجد إن إنتاجية الحقل من الغازات المصاحبة لإنتاج النفط عالية جدا (أكثر من 230 مقمق/يوم في الحقل الجنوبي وأكثر من 170 مقمق/يوم في الحقل الشمالي ويشكل الميثان (80%) أيضا مع وجود (8.61) من غاز ( $H_2S$ ) في المرحلة الأولى من الانتاج حيث يتم تقليلها الى (3.81) في المرحلة الثانية والى (0.0) في المرحلة الأخيرة . اما بالنسبة لحقل خباز أظهرت نتائج التحليل إن غاز الميثان ( $CH_4$ ) تشكل نسبة (80%) من باقي الغازات ونسبة ( $H_2S$ ) أكثر من (1.05%) ، وكذلك وجد إن إنتاجية الحقل من الغازات المصاحبة لإنتاج النفط (27.9 مقمق/يوم) وإن مقدار الهدر (الحرق) بحدود (7 مقمق/يوم) والتي تكفي لتوليد أكثر من (15 MW) من الكهرباء مع إمكانية استخدامه في الصناعات البتروكيمياوية .

**الكلمات الدالة:** الغازات المصاحبة ، حقل جمبور ، حقل خباز ، فقدان الطاقة

### المقدمة:

يعتبر الغاز من مصادر الطاقة المهمة في الوقت الحاضر وذلك بسبب الحاجة المتزايدة لهذه المادة كمصدر للطاقة عالميا وتطور صناعاته وقيمه الحرارية العالية وقلة تلوثه للبيئة، إذ يستخدم على نطاق واسع كوقود صناعي ومنزلي. الوقود الغازي إما أن تكون من مصادر طبيعية، على شكل مكامن في باطن الأرض أو غاز مصاحب للبتترول أو مصادر صناعية، كمنتجات عرضية في الوحدات الصناعية<sup>(1)</sup>.

ويمثل الغاز الطبيعي بنوعيه الحر والمصاحب، أهم أنواع الوقود الغازي وإن الغاز الطبيعي المسال (LPG) هو غاز الميثان بالدرجة الأساسية الذي يسال بضغط جوي عند تبريده إلى (-260F) وإن التغيير الذي يطرأ يختزل حجمه بنسبة (1: 623) وإن ما يقارب (15%) منه يستنفذ في عملية التحويل<sup>(2)</sup>. ويمكن تخزينه كغاز طبيعي مضغوط (CNG) تحت ضغط (16 - 25 Mpa) أو كغاز طبيعي مسيل عند ضغط (70-210 kpa) ودرجة حرارة (-160 °C) تقريبا<sup>(3)</sup>. حيث يمكن تسيل الغاز الطبيعي الجاف للتصدير بواسطة (Cryogenic tankers)<sup>(4)</sup>.

قدمت بحوث ودراسات وتجارب عديدة من قبل شريحة واسعة من الباحثين من اجل تحليل الغاز باستخدام جهاز (Gas Chromatography) نوع (VARIAN CP-3800 GC) أجرى العالمان (William T.Trowell and Jeffrey N.Bernard) دراسة عملية سنة 1990 حول إمكانية فصل مكونات الغاز باستخدام الأعمدة الشعرية (Capillary Tube) باستخدام جهاز (Gas Chromatography) وتمكنوا إلى الوصول إلى نتائج جيدة<sup>(5)</sup>. وفي سنة 1990 أيضا أجرى العلماء (G.Reglero, T.Herraiz and Herraiz) دراسة عملية حول إيجاد نقطة الوميض

(Flash point) للغاز باستخدام (Capillary Gas Chromatography) حيث تم تحديد نقطة الوميض لأنواع مختلفة من الغازات<sup>(6)</sup>. كما أجرى العلماء (F.Taylor Noggle, C.Randall Clark and Jack D.Ruiter) في سنة 1993 دراسة تحليلية لغرض معرفة درجة انقاد الأنواع المختلفة من الغازات وأثمرت النتائج عن تحديد درجة انقاد الأنواع المختلفة من الغازات<sup>(7)</sup>. وفي سنة 1997 قدم (معهد التدريب النفطي/كركوك) بحثا حول إمكانية معرفة سلوك كل من غازي الميثان والهبتان باستخدام كاشف تايين الشعلة (Flame Ionization Detector) والذي هو جزء من جهاز (Gas Chromatography) وأظهرت النتائج ان سلوك الغازات المختلفة تختلف من غاز إلى آخر<sup>(8)</sup>. ولوفرة الغاز المصاحب للإنتاج النفطي في هذه الحقول ولأهميته في توفير الطاقة حيث يمكن استخدامه في تشغيل محركات الاحتراق الداخلي<sup>(9)</sup> ومحطات توليد الطاقة الكهربائية<sup>(10)</sup> واستخداماته الواسعة في الصناعات الكيميائية تم اختيار هذا الموضوع من اجل البحث.

يوجد في محافظة كركوك حقول نفطية عديدة منها (حقل خباز و حقل خورماله و حقل خورمور وحقول جمبور...الخ) وان اغلب هذه الحقول حقول نفطية إلا أنها تنتج كميات كبيرة من الغازات المصاحبة حيث يمكن الاستفادة منها في مجالات صناعية كثيرة.

ففي حقلي [جمبور (الشمالي والجنوبي) وحقل خباز] (موضوع البحث) اللذان يحتويان على كميات كبيرة من البترول (النفط والغاز) هناك (56) بئرا نفطيا موزعة بين الآبار الطباشيرية وعددها (43) بئرا في الحقل الشمالي وتصل أعماقها إلى أكثر من 10000 قدم وهي غازية خالصة وفيها كميات قليلة من (H<sub>2</sub>S) والآبار الثلاثية وعددها (13) بئرا في الحقل الجنوبي وهي آبار نفطية وتنتج كميات كبيرة من الغاز الهيدروكربوني الخالي من (H<sub>2</sub>S) والذي يعرف ب (sweet gas) وهذه الآبار تصل أعماقها إلى أكثر من 4000 قدم تم اكتشافها في خمسينات القرن الماضي ,ومنذ ذلك التاريخ ولحد الآن لم يرتقي إنتاجها إلى المستوى المطلوب بسبب عدم توفير الوسائل والتقنيات الحديثة للقياس والسيطرة على الإنتاج. ولتحقيق ادارة افضل للموارد المتاحة يجب دراسة وتقييم كل امكانية لتحسين استخدام موارد الطاقة وايصالها للمستوى الامثل (11-13).

بالرغم من حرق الغاز المصاحب يعتبر العامل الالم من عوامل هدر الطاقة في صناعة النفط ، فان الجهود المبذولة لحد من هذا الحرق تعتبر متواضعة بل ليست من اولويات صناعة النفط<sup>(14)</sup>. وتقوم مجموعة الشراكة العالمية لخفض غاز الشعلة (GGFR) وهي مبادرة يقودها البنك الدولي ، بتسهيل ودعم الجهود الوطنية لاستخدام الغاز الذي يتم حرقه حاليا عبر تشجيع اطر تنظيمية فعالة وحل القيود على استغلال الغاز وخاصة في الدول النامية<sup>(15)</sup>. ويعتبر العراق على راس قائمة اعلى عشرين بلد لاتستثمر الغاز المصاحب وتقوم بحرق الكميات الاكبر منه<sup>(16-17)</sup>.

### الجانب العملي:

تضمن هذا الجانب دراسة ميدانية لواقع الحقول خلال زيارات لمعرفة معدل الانتاج اليومي من وحدات السيطرة والقياس في مواقع العمل مع تحليل نماذج من الغازات المصاحبة لإنتاج النفط في حقلي جمبور وحقل خباز باستخدام جهاز (Gas Chromatography) نوع ( VARIAN CP-3800 GC ) لتحديد وفصل المكونات الاساسية<sup>(18)</sup>.

### نبذة عن الجهاز:

يستخدم هذا الجهاز في فصل المكونات الغازية عن بعضها وتشخيصها وتعيين نسبها, وهناك ثلاثة عمليات يمكن القيام بها بواسطة هذا الجهاز وهي:

- 1 - فصل المكونات الغازية باستخدام الأعمدة (Columns) و تضم الأعمدة الممتلئة (Packed Columns) أو باستخدام الأعمدة الشعرية (Capillary Columns).
- 2 - تشخيص كل غاز بواسطة زمن احتجازه (Retention Time).
- 3- تعيين كل غاز أو عنصر وزنا ونوعا.

## مكونات الجهاز (G.C):

يتكون الجهاز للشكل رقم (1) من الأجزاء التالية:

- 1- مولد الغاز الناقل (Carrier Gas Generator) وبالإمكان استخدام الغازات الناقلية التالية:  
الاركون Ar , والهليوم He, والنيتروجين N<sub>2</sub> والهيدروجين H<sub>2</sub> .  
أما الغازات المستخدمة في شركة غاز الشمال فهي:  
a- غاز النيتروجين N<sub>2</sub> ويتم إنتاجه من الهواء الجوي عن طريق فصل الأوكسجين بواسطة المولد.  
b- غاز الهيدروجين H<sub>2</sub> ويتم إنتاجه من الماء بواسطة مولد غاز الهيدروجين.
- 2- الحاقنة لحقن النموذج (Injector).
- 3- الفرن (Oven) الذي يوضع في داخله أعمدة الفصل.
- 4- عمود الفصل (Column) وهو الجزء الذي يتم فيه عملية الفصل لمكونات النموذج حيث يدخل إليه الغاز الناقل مع النموذج وهناك نوعان من الأعمدة هما (Capillary and Packed) Columns.
- 5- الكاشف (Detector) الذي يتحسس مكونات النموذج بعد فصله في عمود الفصل.
- 6- حاسبة الكترونية والتي تحتوي على نظام تشغيل الجهاز ويتم من خلالها مراقبة عملية إجراء التحاليل والحصول على النتائج.

## النتائج والمناقشة:

### حقل جمبور:

الجدول رقم (1) يبين النسب المئوية للمكونات الغازية في حقل جمبور الجنوبي ويلاحظ بان غاز الميثان (CH<sub>4</sub>) يشكل أعلى نسبة من بين بقية المكونات الأخرى ويلاحظ غياب غاز كبريتيد الهيدروجين السام (H<sub>2</sub>S) وهذا يدل على ان الغاز المنتج من هذا الحقل هو (sweet gas) مع وجود نسبة قليلة من غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>).  
أما الجدول رقم(2) يبين نتائج تحليل الغاز في مراحل الإنتاج المختلفة لحقل جمبور الشمالي حيث يلاحظ أيضا ان غاز الميثان (CH<sub>4</sub>) يشكل أعلى نسبة من بقية المكونات الأخرى كما ويلاحظ وجود نسبة قليلة من غاز كبريتيد الهيدروجين السام (H<sub>2</sub>S) مع وجود نسبة من غاز ثاني اوكسيد الكربون قبل مرحلة العزل أي في المرحلة الأولى لإنتاج الغاز حيث يتم التخلص منهما عن طريق المعالجة والعزل .

الجدول رقم(3) يبين نسبة التغيير للمكونات الغازية في حقل جمبور الشمالي بعد مرحلة الكبس ونقطة النمذجة من داخل شركة غاز الشمال على الخط (A6 Line) وبظروف تشغيلية من درجة حرارة (T = 22<sup>0</sup>C) وضغط ( P = 30 kg/cm<sup>2</sup>) حسب التحاليل المختبرية التي اجريت في الاوقات المؤشرة حيث نلاحظ اختلافا قليلا.

أما الجدول رقم (4) فيبين نتائج تحليل نماذج الغازالماخوذة في المرحلة النهائية.

ومن خلال ما تقدم يلاحظ ان غاز الميثان يشكل اكثرمن(80%) من مجموع الغازات المصاحبة لإنتاج النفط في حقل جمبور , كما يظهر ذلك بوضوح في الجدول رقم(4). ويأتي بالدرجة الثانية غاز الإيثان الذي يشكل أكثر من (9%) من مجموع الغازات الأخرى.

لذا بالإمكان استغلال هذه الغازات لإنتاج الطاقة بشكل واسع وكبير حيث يمكن استنتاج مقدار الطاقة التي يمكن توفيرها من خلال استخدام المعادلات الرياضية التالية<sup>(19)</sup>:

$$X = \frac{n_i}{n} \dots \dots \dots (1)$$

حيث أن X = النسبة المئوية بالمول (Molar Fraction) , n<sub>i</sub> = عدد مولات المكون الغازي و n = عدد المولات الكلية للغازات .

$$\bar{X} = \frac{m_i}{m} \dots\dots\dots(2)$$

حيث أن  $\bar{X}$  = النسبة المئوية الكتلية (Mass Fraction) ،  $m_i$  = كتلة المكون الغازي و  $m$  = الكتلة الكلية للغازات

$$m_i = n_i * M_i \dots\dots\dots(3)$$

حيث أن  $M_i$  = الوزن الجزيئي للمكون الغازي .

من المعادلات السابقة يمكن إيجاد الكتلية لكل مكون من مكونات الغاز المصاحب كما في الجدول رقم (5).  
لذا بالإمكان حساب الطاقة الحرارية التي يمكن توفيرها من خلال استخدام الغاز كوقود من المعادلة التالية:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{gas} * Q_{HV} \dots\dots\dots(4)$$

حيث أن  $\dot{Q}$  = كمية الحرارة الناتجة (kW) ،  $\dot{m}_{gas}$  = كتلة الغاز (kg/sec) و  $Q_{HV}$  = القيمة الحرارية للغاز (kJ/kg) كما في الجدول (6) حيث يلاحظ القيمة الحرارية الدنيا للغازات ويظهر فيه غاز الميثان كأعلى قيمة وغاز الهيكسان كأدنى قيمة.

وان القدرة الناتجة من التوربين الغازي يتم حسابها من خلال المعادلة التالية<sup>(12)</sup>:

$$Power = \dot{Q} * \eta_{th} \dots\dots\dots(5)$$

حيث أن  $\eta_{th}$  = الكفاءة الحرارية للتوربين .

وكذلك يمكن حساب كتلة الغاز الكلية من خلال المعادلة التالية:

$$w.g = \rho_{gas} * v_{gas} \dots\dots\dots(6)$$

حيث أن  $w.g$  = وزن الغاز الكلي (gm) و  $\rho_{gas}$  = كثافة الغاز (gm/cc) و  $v_{gas}$  = حجم الغاز (Cm<sup>3</sup>).

ونلاحظ بان كثافة الغاز تتراوح (0.00092,0.00088) gm/cc أي مايعادل (25gm/ft<sup>3</sup>) وهذا يعني ان كل واحد مقمق (1مق = 1000000 قدم مكعب قياسي) من الغاز يعادل (25 ton) وإذا كان إنتاج الحقل الجنوبي (200مق) معنى ذلك ان إنتاجه بالأطنان يساوي (5000 ton/day) وان الميثان يشكل بحدود 60% (نسبة وزنية) أي مايعادل (3000 ton/day) . والمواصفات الفنية لبعض أنواع التوربينات الغازية المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية<sup>(8)</sup> تبين بان التوربين الغازي (GT13E2) الذي ينتج طاقة كهربائية مقدارها (165 MW) يحتاج فقط إلى كمية من الغاز مقدارها (850 ton/day) أي مايعادل (36 مقمق/يوم) فإذا تم استخدام نصف إنتاج حقل جمبور الجنوبي الخالي من (H<sub>2</sub>S) فانه بالإمكان تشغيل ثلاثة وحدات من التوربين (GT13E2) وبطاقة إنتاجية أكثر من (475 MW). او من خلال استخدام المعادلة رقم (4) ويفرض كفاءة التوربين الغازي (35%) نلاحظ بان كل (50مق) يجهز بحدود (200MW) ، ومن خلال دراسة الحالة الإنتاجية تبين إن إنتاج الحقل الجنوبي من الغاز المصاحب للإنتاج تقدر بأكثر من (230مق/يوم) في الوقت الحاضر علما بان أكثر من نصف الآبار قيد الاحتياط .

### حقل خباز :

وفي حقل خباز كانت نتائج التحليل كما مبين في الجدول رقم(7). ونسبة المكونات الكتلية للغاز المصاحب كما مبين في جدول(8). اما بالنسبة لحقل خباز فحسابات خسائر الطاقة الناجمة عن عدم استغلال الغاز المصاحب والكميات المحروقة من كل مكون تكون كما في الجدول(9) وكل مكون يحرق الكميات المؤشرة إزائها في حالة حرقها في الهواء الجوي:  
أما من ناحية استخدام الغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة الكهربائية فان هناك توربينات غازية تبلغ كفاءتها الحرارية أكثر من (35%)<sup>(19)</sup> وان كمية غاز الميثان فقط هي بحدود (108 ton/day) اي بمقدار :

$$Fuel_{rate} = (108 * 1000) \frac{kg}{day} * \frac{1day}{(24 * 60 * 60)sec} = 1.25kg/sec$$

$$Fuel.Energy = m_f \cdot Q_{H.V} = 1.25 \frac{kg}{sec} * 40 \frac{MJ}{kg} = 50 \frac{MJ}{sec}$$

$$Turbine.output.power = Fuel.Energy * Turbine.Efficiency$$

$$POWER_{TURB.} = 50 \frac{MJ}{sec} * 0.35 = 17.5 MW$$

وعلى هذا الاساس يكون مجمل خسائر الطاقة في الحقلين (217 Mw) كحد ادنى من انتاج الطاقة الكهربائية التي تذهب هدرًا ويشكل مستمر ويومي.

### الاستنتاجات:

يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات في هذا البحث بالنقاط التالية:

#### فيما يخص حقل جمبور (الشمالي والجنوبي):

نسبة الخسائر السنوية في حقلي جمبور تبلغ أكثر من ثلث الإنتاج تقريبًا وذلك بسبب عدم وجود إمكانيات التسييل والتخزين لغاز الميثان والإمكان استغلال إنتاج الحقل الجنوبي في إنتاج الطاقة الكهربائية بشكل واسع وذلك لعدم احتوائه على غاز (H<sub>2</sub>S)، وأكثر من نصف الآبار قيد الاحتياط وعدم وجود تقنية لتسييل وخرن غاز الميثان الذي يشكل حوالي (80%) حجمًا و (60%) وزنًا من إنتاج باقي الغازات.

#### فيما يخص حقل(خباز):

إن عملية حرق الغاز الطبيعي أفضل من إطلاقه في الهواء الجوي و يقلل من خطر تلوث البيئة بنسبة (21%)<sup>(20)</sup>، ولكن ليس أفضل الخيارات دائمًا وإنما الخيار الأفضل هو استغلاله في إنتاج الطاقة والصناعات الكيماوية، ومن خلال ما تقدم يمكن استنتاج الخسائر اليومية من الغازات المصاحبة في حقل خباز والتي تبلغ أكثر من (7مقمق/يوم) ويشكل غاز الميثان نسبة (80%) منه . ونلاحظ إن كمية غاز (CO<sub>x</sub>) الكلية الناتجة من حرق (7 مقمق/يوم) في حقل خباز هي بحدود (569.41ton/day)، وكمية غاز SO<sub>x</sub> بحدود (3.7975ton/day) وهي كميات كبيرة وتساهم في تلوث بيئة المنطقة وتسبب أضرار بيئية كالأطمار الحامضية وخاصة مع وجود كميات من غاز SO<sub>2</sub> السام بالإضافة إلى الكميات التي تتشكل من غاز (NO<sub>x</sub>) من الهواء الجوي بسبب الحرارة العالية الناتجة من حرق الغاز. بناء على ما تقدم من نتائج ولتقليل الخسائر والاستغلال الأمثل لهذه الثروة وتحسين الأداء لمنظومة الإنتاج نوصي باتخاذ الإجراءات التالية:

- 1- بناء محطات كهروغازية قريبة من مناطق الإنتاج لإنتاج الطاقة الكهربائية .
- 2- تصدير الغاز إلى المعامل القريبة أو تغطية احتياجات قطاع الكهرباء.
- 3- حقن الغاز في الآبار النفطية لإدامة ضغط الآبار وتحسين عملية استخراج النفط ورفع مستوى الإنتاجية .
- 4- استغلال إنتاج الحقل في تنمية وتطوير الصناعات النفطية و خاصة البتر وكيماويات .
- 5- اذا كانت الخيارات البديلة غير ممكنة ، فيجب إجراء الحسابات لتقليل حجم المشاعل وتقييم الكميات المحروقة لتجنب الحرق المستمر حتى لا يكون أفضل الخيارات. وإذا كان الحرق (Flaring) ضروريا (آخر الخيارات) يجب إتباع خطوات السيطرة والقياس التالية لحماية البيئة من التلوث:
  - تقليل الغاز من المصدر إلى اقل ما يمكن.
  - استخدام المشاعل ذات الكفاءة العالية وتحقيق الأفضلية لعدد الخراطيم المناسبة مع حجم الغاز.
  - تحقيق الحد الأقصى لكفاءة الاحتراق من خلال السيطرة على النسبة الصحيحة لتدفق الهواء والوقود لضمان جودة الاحتراق.
  - تنظيم سرعة خروج الغاز لتقليل خطر الاندلاع الكبيرة واستعمال نظام إيقاد مجرب وموثوق وحماية الشعلة من الرياح لتفادي الانطفاء.

- اختيار الموقع المناسب للمشاعل ووضعها في الأماكن البعيدة عن المجمعات السكنية وتجمعات القوى العاملة.
- الحد من دخول السوائل إلى مجرى الغازات من خلال استخدام نظام مناسب لعزل السوائل.
- إجراء الصيانة والتصليح لمنظومة المشاعل وفق برنامج دوري لضمان الكفاءة وجودة الاحتراق.
- قياس وتحليل الغازات الناتجة من الاحتراق.
- 6- في حالة حرق الغازات يجب أن تكون عدد المشاعل كافية حتى لا يحدث حالات اللعق وانقطاع اللهب وضمان الاحتراق التام للغازات لتقليل نسبة (CO).
- 7- يفضل أن يكون ارتفاع المشاعل بالنسبة للغازات الحامضية عن (15m) و(14m) للغازات الغير حامضية<sup>(21)</sup>.

## المصادر:

1. جابر شنشول جمالي، (1988) "تكنولوجيا الوقود"، الجامعة التكنولوجية .
2. ها. ديل بيكر، (1985) "عمليات إنتاج الغاز"، 1985، ترجمة الدكتور حازم حسن عبد الكريم العطار، كلية الهندسة، جامعة بغداد.
3. Willard W. Pulkrabek, (1997), "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine", 1997, Prentice-Hall-Inc.
4. Sami Matar, (2000), "Chemistry of Chemical Processes" 2<sup>nd</sup> Edition, 2000, Galf Publishing Company, Texas, USA.
5. William T. Trowell and Jeffrey N. Bernard, (1990), "Hercules Aerospace Products", Magna, Utah, 1990.
6. G. Reglero, T. Herraiz and .Herraiz, (1990) Madrid, Spain.
7. F. Taylor Noggle, C. Randall Clark and Jack DeRuiter, (1993), Auburn University, Auburn, Alabama.
8. معهد التدريب النفطي / كركوك (1997) "معرفة سلوك الغازات" .
9. Edward F. Obert (1973), "Internal Combustion Engine and Air Pollution" 3<sup>rd</sup> edition, University of Wisconsin.
10. الربيعي حسين، (2003)، "دراسة فاعلية تطوير المحطات الغازية إلى محطات ومراكز كهروحرارية مزدوجة مخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية" بحث منشور (نقابة المهندسين الاردنيين).
11. Meltzer J., N. Hultman, C. Langley (2014) Low-Carbon Energy Transitions in Qatar and the Gulf Cooperation Council Region. Global Economy and Development program, Brookings Institution, Feb. 2014.
12. IEA. (2009), Energy Technology Transitions for Industry. International Energy Agency September 2009.
13. Larsson Mats, (2009), Global Energy Transformation, Palgrave Macmillan Publishers Limited, NY, USA.
14. Hamso Bjorn, (2013), Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR), World Bank, www.worldbank.org/ggfr.
15. GGFR, (2011), Improving Energy Efficiency & Mitigation Impact on Climate Change, Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR), World Bank, www.worldbank.org/ggfr.
16. GGFR, (2014), Estimated Flared Volumes from Satellite Data, 2007-2011. Global Gas Flaring Reduction Partnership. [http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTOGMC/EXTGGFR/0, contentMDK:22137498-menuPK:3077311-pagePK:64168445-piPK:64168309-theSitePK:578069,00. Html.](http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTOGMC/EXTGGFR/0,contentMDK:22137498-menuPK:3077311-pagePK:64168445-piPK:64168309-theSitePK:578069,00.Html)
17. BP, (2012), BP Statistical Review of World Energy June 2014. BP p.l.c., 1 St James's Square, London. <http://www.bp.com/>.
18. ألبرت حبوش، (1983)، "طرق الفصل في التحليل الكيميائي" جامعة بغداد.

20. [www.traidcraft.co.uk/.../Core/Crawler Resources Server.aspx](http://www.traidcraft.co.uk/.../Core/Crawler Resources Server.aspx) .

21. -[www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=236756&page=3](http://www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=236756&page=3).

الجدول رقم (2) تحاليل غاز حقل جمبور الشمالي (مراحل الإنتاج).

Sampling point	1 <sup>st</sup> STG COMP	CONT. OUTLET	FUEL GAS
COMPONENT	MOLE %	MOLE %	MOLE %
N <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00
C <sub>1</sub>	43.19	67.47	81.16
CO <sub>2</sub>	7.41	6.65	0.22
C <sub>2</sub>	18.04	10.90	9.46
H <sub>2</sub> S	8.61	3.81	0.00
C <sub>3</sub>	13.16	6.53	4.72
IC <sub>4</sub>	1.96	0.96	0.81
NC <sub>4</sub>	4.61	2.29	2.01
IC <sub>5</sub>	1.11	0.50	0.61
NC <sub>5</sub>	1.19	0.58	0.72
C <sub>6</sub>	0.72	0.31	0.29
Total	100.00	100.00	100.00
TON LPG/MSCF	11.50	5.70	4.45
MOL. WT	30.45	24.14	20.89
Density gm/cc	0.00129	0.00102	0.00088
$Sp.Gr = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{air}}$	1.0512	0.8335	0.7214

الجدول رقم (1) تحاليل غاز القبة (المرحلة الأولى) جمبور الجنوبي.

Component	Mole %
N <sub>2</sub>	0.00
C <sub>1</sub>	79.50
CO <sub>2</sub>	0.14
C <sub>2</sub>	9.24
H <sub>2</sub> S	0.00
C <sub>3</sub>	5.56
IC <sub>4</sub>	0.89
NC <sub>4</sub>	.22
IC <sub>5</sub>	0.72
NC <sub>5</sub>	0.84
C <sub>6</sub>	0.89
Total	100.00
Ton LPG/MSCF	5.09
MOL. WT	21.74
Density gm/cc	0.00092
$Sp.Gr = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{air}}$	0.7299

الجدول رقم (4) نتائج تحليل نماذج من الغاز في المرحلة النهائية .

Component	Symbol	3 <sup>rd</sup> . Sample 20/11/20013
Methane	C1	80.46
Ethane	C2	9.36
Propane	C3	5.53
i-Butane	i-C4	0.85
n-Butane	n-C4	2.01
i-Pentane	i-C5	0.58
n-Pentane	n-C5	0.65
Hexane	C6	0.41

الجدول رقم (3) التغير في نسبة المكونات الغازية للحقل الشمالي قبل العزل والمعالجة بمرور الوقت.

Component	9/2010	1/2011	3/2012
N <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00
C <sub>1</sub>	67.47	75.33	73.02
CO <sub>2</sub>	6.65	6.96	6.88
C <sub>2</sub>	10.90	9.61	10.92
H <sub>2</sub> S	3.81	2.92	3.05
C <sub>3</sub>	6.53	3.38	4.08
i- C <sub>4</sub>	0.95	0.38	0.48
n- C <sub>4</sub>	2.29	0.48	0.99
i- C <sub>5</sub>	0.50	0.20	0.21
n- C <sub>5</sub>	0.58	0.20	0.24
C <sub>6</sub>	0.31	0.18	0.15
Total	100.0	100.0	100.0

الجدول رقم(5)المكونات الكتلية للغاز المصاحب للحقلين الجنوبي والشمالي

Component (i)	Symbol	$M_i$	% ( $n_i$ ) الحقل الجنوبي	% $m_i =$ $(n_i * M_i) / m$ الحقل الجنوبي	% ( $n_i$ ) الحقل الشمالي	% $m_i =$ $(n_i * M_i) / m$ الحقل الشمالي
Nitrogen	N <sub>2</sub>	28	0.00	0.00	0.00	0.00
Methane	C1	16.04	79.5	58.6471	81.16	62.3202
Carbon Dioxide	CO <sub>2</sub>	44	0.14	0.2833	0.22	0.4634
Ethane	C2	30.07	9.24	12.7785	9.46	13.6178
Sulfur Hydroxide	H <sub>2</sub> S	32	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane	C3	44.09	5.56	11.2743	4.72	9.9624
i-Butane	i-C4	58.12	0.89	2.379	0.81	2.2537
n-Butane	n-C4	58.12	2.22	5.9341	2.01	5.5925
i-Pentane	i-C5	72.15	0.72	2.3892	0.61	2.1069
n-Pentane	n-C5	72.15	0.84	2.7873	0.72	2.4869
Hexane	C6	86.17	0.89	3.5271	0.29	1.1963
Total	---	---	100	100.0	100	100

الجدول رقم(6)المكونات الغازية والقيمة الحرارية لكل منها<sup>[9]</sup>

Component	Symbol	Lower Heating Value	
		(Btu/lb <sub>m</sub> )	kJ/kg
Methane	C1	21297	49500
Ethane	C2	20270	47000
Propane	C3	19768	45900
i-Butane	i-C4	19497	45300
n-Butane	n-C4	19444	45200
i-Pentane	i-C5	19340	44900
n-Pentane	n-C5	19301	44800
Hexane	C6	19233	44700



دراسة عملية فقدان الطاقة الناجمة عن حرق الغاز المصاحب للنفط في شركة نفط الشمال (حقل خباز وحقل جمبور)

الجدول رقم (7) تحاليل نماذج الغازات المأخوذة من الخط (A5-LINE) داخل شركة غاز الشمال.

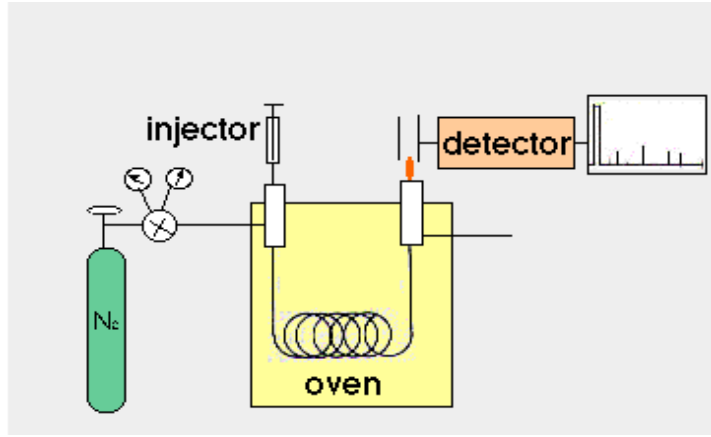
Gas Chromatograph	BY VARIAN CP-3800 GC INSTRUMENT					
Date of Sampling	327/1/201	39/3/201	318/5/201	318/7/201	31/9/201	38/11/201
Date of Testing	327/1/201	39/3/201	319/5/201	318/7/201	32/9/201	39/11/201
Source of Sample	من داخل شركة غاز الشمال					
Sampling Point	A-5 Line	A-5 Line	A-5 Line	A-5 Line	A-5 Line	A-5 Line
Sampling Temp.(°C)	(18)	(17)	(24)	(24)	(30)	(25)
Sampling Press.(kg/Cm <sup>2</sup> )	(31)	(31)	(31)	(30)	(30)	(30)
RESULT OF ANALYSIS						
COMPONENT	MOLE %	MOLE %	MOLE %	MOLE %	MOLE %	MOLE %
N <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C <sub>1</sub>	80.59	79.82	75.57	82.04	79.57	80.56
CO <sub>2</sub>	1.40	1.75	2.30	1.15	1.48	1.51
C <sub>2</sub>	10.31	10.47	12.19	9.80	10.64	10.24
H <sub>2</sub> S	1.01	1.02	1.7	1.11	1.50	0.60
C <sub>3</sub>	4.06	4.18	4.98	3.27	4.05	4.16
iC <sub>4</sub>	0.46	0.43	0.57	0.35	0.39	0.40
nC <sub>4</sub>	1.13	1.07	1.36	0.82	1.21	1.09
iC <sub>5</sub>	0.35	0.56	0.50	0.37	0.38	0.41
nC <sub>5</sub>	0.39	0.44	0.48	0.45	0.44	0.61
C <sub>6</sub>	0.30	0.26	0.36	0.29	0.35	0.42
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
TON LPG/MMSCF	3.24	3.25	3.96	2.54	3.25	3.23
MOL.WT	20.50	20.73	21.71	20.11	20.74	20.67
DENSITY (gm/cc)	0.000866	0.000876	0.000917	0.000850	0.000876	0.000873
SP.GR.	0.7077	0.7158	0.7498	0.6945	0.7160	0.7138

الجدول رقم(8) المكونات الكتلية للغاز المصاحب لحقل خباز

Component (i)	Symbol	M <sub>i</sub>	% (n <sub>i</sub> ) حقل خباز	% m <sub>i</sub> = (n <sub>i</sub> * M <sub>i</sub> ) / m <sub>t</sub> حقل خباز
Nitrogen	N <sub>2</sub>	28	0.00	0.00
Methane	C1	16.04	79.69	61.69
Carbon Dioxide	CO <sub>2</sub>	44	1.6	3.48
Ethane	C2	30.07	10.7	15.7
Sulfur Hydroxide	H <sub>2</sub> S	32	1.17	1.12
Propane	C3	44.09	4.13	8.78
i-Butane	i-C4	58.12	0.44	1.29
n-Butane	n-C4	58.12	1.11	3.28
i-Pentane	i-C5	72.15	0.44	1.58
n-Pentane	n-C5	72.15	0.47	1.69
Hexane	C6	86.17	0.34	1.47
Total	---	---	100	100

الجدول رقم (9) كتلة المكونات الغازية وكتلة الغازات الحامضية الناتجة من احتراقها

Component	Symbol	الكميات المحروقة من كل مكون	كمية الغازات المتحررة (طن/يوم)
		ton/day	Flue gases ton/day
Methane	C1	107.957	$107.957 \times 3.1428 = 339.287$ ton CO <sub>x</sub>
Ethane	C2	27.475	$27.475 \times 4.8888 = 134.1978$ ton CO <sub>x</sub>
Propane	C3	15.3125	$15.3125 \times 3.0000 = 45.9375$ ton CO <sub>x</sub>
i-Butane	i-C4	2.2575	$2.2575 \times 3.0344 = 6.8501$ ton CO <sub>x</sub>
n-Butane	n-C4	5.74	$5.74 \times 3.0344 = 17.17456$ ton CO <sub>x</sub>
i-Pentane	i-C5	2.765	$2.765 \times 3.0555 = 8.44845$ ton CO <sub>x</sub>
n-Pentane	n-C5	2.9575	$2.9575 \times 3.0555 = 9.0351$ ton CO <sub>x</sub>
Hexane	C6	2.5725	$2.5725 \times 3.0697 = 7.8968$ ton CO <sub>x</sub>
Sulfur Hydroxide	H <sub>2</sub> S	1.96	$1.96 \times 1.9375 = 3.7975$ ton SO <sub>2</sub>



الشكل (1) مخطط جهاز (Gas Chromatography) المستخدم لإجراء التحاليل المخبرية.

## STUDY THE PROCESS OF ENERGY LOSSES RESULTING FROM BURNING ASSOCIATED GAS WITH OIL PRODUCTION IN FIELDS OF NORTH OIL COMPANY (KHABAZ AND JAMBOR FIELDS).

Hussein H. Hamed.

Email address: Husseinmsn@yahoo.com

Department of Fuel and Energy, Technical College-Kirkuk,  
Foundation of Technical Education, Iraq,.

### ABSTRACT:

In the present research work, a field study was performed to the both Jambur (north & south) parts petroleum (Oil & Gas) field and Khabaz petrol (Oil & Gas) field. For **jambur field** the study includes the associated gas analyzing by using the Gas Chromatography instrument. The results showed that the associated gas production of the south part is more than (230 MSCF/day) and methane is about (80%) of the total production with free ( $H_2S$ ) in this part. The production of the north part is more than (70 MSCF/day) and methane is about (80%) with (8.61%) of ( $H_2S$ ) at the first stage of production which reduces to (3.81%) at the second stage and to(0.0%)at last stage .The research indicates the possibility of using the associated gas for several purposes such as power plant operation ,petro-chemicals, or exporting after changing it to (LPG) or (CNG) by using the new technical processing to reduce the losses especially ( $CH_4$ ) which are about (40%) of the total production .

For **Khabaz field** for power generating instead of flaring it and the environmental pollutant resulting from the flare. The results showed that the production of this field from associated gasses is more than (29.7 MSCF/day) and methane is about (80%) of the total production with (1.05 %) of ( $H_2S$ ) the research indicates that the losses (flaring) is about (7 MSCF/day) which is enough to produce more than (15 MW) of electrical power. Also includes the possibility of using this production in different industrials such as (petro-chemicals), with how to reduce the pollutant risks.

**Keywords:** Associated gases, Jambur field, Khabaz field, Energy losses.