منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول
أوابـك

ملخص دراسة

حرق الغاز على الشعلة

أغسطس 2016

حرق الغاز على الشعلة

ينظر إلى عملية حرق الغاز على الشعلة (Flaring) كأحد أهم التحديات البيئية والاقتصادية على الصعيدين الإقليمي والدولي، وقد شهدت السنوات القليلة الماضية تحولاً ملحوظاً في منظور الصناعة البترولية نحو كل من استدامة الطاقة، وحماية البيئة، مما جعل وسائل الإعلام تركز على أي دور لهذه الصناعة ترى أنه يؤثر بشكل سلبي على البيئة. وقد نالت عمليات حرق الغاز حظها من هذا التركيز من خلال نقطتين، هما: الأثر الاقتصادي، والتأثير على الدفآن العالمي. حيث يرى دعاة إيقاف حرق الغاز أن هذه العملية تهدر بلا مبرر كميات هائلة من الطاقة، مما ينتج عنه كميات كبيرة من غازات الدفيئة.

لكن القلة القليلة فقط من المهتمين بهذا الموضوع يتساءلون عن نقطة ثالثة في غاية الأهمية، وهي: ألا يوجد مبرر لحرق هذا الغاز؟ خاصة وأن معظم الغاز الذي يتم حرقه في العالم يأتي من حقول النفط مقابل كميات قليلة نسبياً تحرق في معامل الغاز والمصانع البتروكيميائية.

تهدف هذه الدراسة إلى تتبع أهم مصادر حرق الغاز في العالم، وبيان الأسباب الحقيقية لعمليات حرق الغاز، ومدى تأثيرها على البيئة مقارنة بمصادر أخرى لما يسمى بغازات الدفيئة وعلى رأسها غاز ثاني أكسيد الكربون.

ملاحظات على المراجع المتاحة

1- بالرغم من كل التركيز الذي تحظى به عمليات حرق الغاز على الشعلة في مختلف أنحاء العالم، إلا أن المعلومات التفصيلية المتوفرة حول هذا الموضوع تعتبر متواضعة نسبياً. وحتى نهاية عام 2015 ومطلع عام 2016، فإن البنك الدولي وهو الراعي الأول لاتفاقية الشراكة الدولية حول الحد من الحرق الروتيني للغاز، لم ينشر أي تحديث لبيانات عام 2012 حول كميات الغاز المحروق في كل دولة، كما أن آخر رقم (إجمالي) لكميات الغاز المحروق في العالم أمكن العثور عليه في قاعدة بيانات البنك الدولي يعود لعام 2013، ويشير إلى أن العالم يحرق سنوياً 150 مليار متر مكعب من الغاز، وتستند معظم إن تكن جميع الدراسات المنشورة حول موضوع حرق الغاز إلى هذا الرقم.

2- قام معد هذه الدراسة بمراسلة المسؤولين عن قاعدة البيانات في البنك الدولي في 2015/12/2 للاستفسار عن بيانات تفصيلية حديثة حول كميات الغاز المحروق في كل دولة بالتفصيل، وجاء الرد بأن هناك بيانات حديثة ستنشر في مطلع عام 2016. لكن سنة 2016 شارفت على النهاية ولم ينشر البنك الدولي أية بيانات جديدة.

3- الأرقام المنشورة حول حرق الغاز من قبل منظمة أوبك للدول الأعضاء فيها تختلف غالباً عن الأرقام المنشورة من قبل البنك الدولي، وتختلف أحياناً حتى عن التقارير الرسمية الوطنية.

حرق الغاز على الشعلة

يمكن تعريف حرق الغاز على الشعلة بأنه: **عملية يجري التحكم بها لحرق الغاز المرافق للنفط، باستخدام أداة خاصة تدعى المشعل أو عمود الشعلة.**

وبتعبير أدق: هي عملية أكسدة تجري عند درجة حرارة مرتفعة لحرق المركبات الغازية القابلة للاشتعال والمترافقة مع إنتاج النفط، أو في بعض الحالات تلك الناتجة عن بعض العمليات الصناعية، حيث تتفاعل المركبات الهيدروكربونية مع الأكسجين لتشكل (في الحالة المثالية) غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، كما هو مبين في المثال التالي عن أكسدة غاز الميثان:

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$$

يتم خلال عملية الحرق مزج الغازات الفائضة مع البخار أو الهواء أو كليهما، وتحرق الغازات بحيث ينتج عنها بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون في الحالة النظرية، وتستخدم عبارة "الحالة النظرية أو المثالية" لأن الغازات المحروقة ليست غازات هيدروكربونية نقية فقط، بل هناك شوائب من مركبات عضوية أو معدنية أخرى كما سيبين لاحقاً، أي أن الغاز المحروق هو مزيج من عدة غازات وكل منها له نواتج مختلفة خلال حرقه. كما أن حرق الغاز الهيدروكربوني لا يعني بالضرورة إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون، فقد ينتج أيضاً غاز أول أكسيد الكربون CO، كما يمكن أن يبقى جزء من الغاز بلا احتراق أحياناً، وينطلق إلى الجو كما هو. وبالتالي فإن نواتج عملية الحرق تختلف حسب تركيب الغاز وحسب فعالية عملية الحرق، التي تتأثر بدورها بكمية الهواء (الأكسجين) والعوامل الجوية المختلفة مثل الرطوبة وسرعة الرياح ودرجة الحرارة الخارجية وغيرها.

أهمية معرفة تركيب الغاز

يعتبر تركيب الغاز من أهم النقاط التي يتم التحقق منها عند حرق أو إطلاق الغاز بشكله الحر إلى الجو، بسبب وجود مركبات مختلفة في الغاز المنتج، وهذه المركبات تختلف من مكمن لآخر، أي أن عملية المعالجة ستختلف من مكان لآخر، و نواتج عمليات معالجة أو حرق الغاز ستكون مختلفة. يتغير تركيب الغاز المرافق مع تقدم الزمن نتيجة لعدة عوامل منها استنضاب الآبار وتغير الضغط الطبقي، واختلاف تقنية الإنتاج تبعاً لذلك، إضافة إلى أن كميات الغاز المرافق تتغير أيضاً مع سير عملية الإنتاج مضيفة بذلك مزيداً من العوائق أمام العمليات التصميمية والحسابات الاقتصادية لعمليات استغلال هذا النوع من الغاز.

التنفيس

التنفيس (Venting) هو عملية: تحرير الغازات بشكل مباشر إلى الجو خلال عمليات إنتاج النفط والغاز. وهذه الغازات قد تتكون من الغاز الطبيعي أو الأبخرة الهيدروكربونية الأخرى، وبخار الماء وبعض الغازات الأخرى مثل ثاني أكسيد الكربون، والتي تنفصل خلال عمليات معالجة النفط أو الغاز.خلال عملية التنفيس، يتم تحرير الغاز المُرافق للنفط مباشرة إلى الغلاف الجوي بدون حرق، وللحفاظ على سير هذه العملية بشكل آمن، يتم تحرير الغاز تحت ضغط عال بعد مزجه بكميات من الهواء وصولاً إلى الحالة التي يكون تركيز هذا الغاز فيها ضمن الحدود الآمنة التي لا يتولد عنها مزيج قابل للاشتعال.

مصادر الغاز المحروق

تأتي الغازات المحروقة في الصناعة البترولية من مصدرين رئيسيين، هما:

1- **الغاز المرافق**: وهو غاز كان من المفترض إيصاله إلى المستهلكين أو محطات توليد الكهرباء في الحالة المثالية عندما تتوفر البنى التحتية وتكون العملية اقتصادية.

2- **محطات المعالجة أو معامل الغاز والبتروكيماويات**، حيث تحرق الغازات الهيدروكربونية الفائضة ضمن نظام حرق خاص مصمم بطريقة تجعله آمناً للتعامل مع كميات مختلفة من الغاز بمكونات متغيرة.

وهناك **مصدر ثالث** لكنه لا يعتبر من (المصادر) الروتينية وهو حالة الحوادث والحرائق والانفجارات، وهي حالات لا يمكن التنبؤ أو التحكم بها.

أسباب حرق الغاز

1- عند حفر أي بئر تنقيبي أو استكشافي، هناك ضرورة لوضعه على الإنتاج لفترة معينة وهي مرحلة تدعى اختبار البئر (Well test) وذلك لتقدير طاقته الإنتاجية الأولية وأخذ عينات من السائل والغاز المنتجين، وتحليل العناصر الأساسية التي تساهم في تحديد نوعية المعدات التي يجب توفرها على السطح مثل رأس البئر والصمامات وأجهزة الفصل وغيرها. خلال هذه المرحلة يتم عادة توجيه الغاز المرافق للنفط (أو الغاز الحر المنتج من آبار الغاز) إلى خط أنابيب تدفق خاص ينتهي بعمود شعلة، ويتم حرق هذا الغاز. وهو واحد من بين أهم إجراءات الأمان التي يتخذها مهندس الإنتاج أو المسؤول عن الاختبار بسبب عدم توفر إمكانية تخزين الغاز أو الاستفادة منه، لذلك يتم حرقه تفادياً لمخاطر الانفجارات.

2- خلال عملية التطوير واستقرار الإنتاج، قد تكون كلفة المعدات اللازمة لاسترجاع الغاز مرتفعة، ويضاف لها الكلفة المرتفعة لعمليات حقن الغاز.

3- كميات الغاز المنحل في النفط صغيرة جداً، أو أن الآبار في حقل ما متفرقة بعيدة عن بعضها، أو أن الحقل نفسه بعيد عن أي شبكة أنابيب لنقل الغاز. وفي هذه الحالة يكون من غير المبرر اقتصادياً إنشاء شبكة أنابيب خاصة لنقل الغاز المنتج.

4- الحوادث خلال عمليات الحفر أو الإنتاج أو المعالجة أو النقل يمكن أن تؤدي إلى تسرب الغاز.

5- بعد انتهاء عمليات الحفر أو عمليات الإكمال أو الإصلاح يكون من الضروري التخلص من الغاز المنحل ضمن سائل الحفر أو سائل التشقيق أو ضمن الحمض المستخدم في عمليات التحميض.

6- عندما يتم إعادة حقن الغاز أو نقله عبر شبكات الأنابيب، فلابد من حرق كميات صغيرة من الغاز، إذ أن معدات تخزين ومعالجة النفط والغاز تعمل عادة تحت ضغوط مرتفعة و/أو درجات حرارة عالية، وفي حالات ارتفاع الضغط المفاجئ لسبب ما، تعمل صمامات الطوارئ آلياً على نقل الغاز الفائض إلى الشعلة لحماية المنشأة والعاملين فيها من خطر الحريق. كما أن كميات صغيرة من الغاز تحرق عند هجر خطوط الأنابيب حيث تحرق أية كميات غاز متبقية فيها قبل التخلص من هذه الأنابيب.

ومن الحالات الأخرى، حالة وجود نسبة من الغازات السامة في الغاز المرافق أو المعالج، فعلى سبيل المثال لابد من التخلص بشكل آمن من الغاز الذي يحتوي على نسبة مرتفعة من غاز كبريتيد الهيدروجين إذا لم يكن من الممكن معالجته، وعملية الحرق في هذه الحالة تنتج بخار الماء وثاني أكسيد الكبريت.

حجم الغاز المحروق في العالم

رغم الأهمية الكبيرة التي تعلقها الكثير من دول العالم على موضوع الحد من حرق الغاز، ورغم المتابعة الحثيثة للبنك الدولي وتبنيه لاتفاقية إيقاف الحرق الروتيني للغاز، ورغم تركيز الهيئات البيئية والمراكز الإعلامية على حرق الغاز، إلا أنه من المفاجئ عدم توفر بيانات دقيقة حديثة عن كميات الغاز التي تحرق. ولعل الرقم الأكثر تداولاً هو أن العالم يحرق نحو **150** مليار متر مكعب في السنة من الغاز المُرافق، لكن آخر تحديث لهذا الرقم كان في عام **2013**. إن حرق 150 مليار متر مكعب سنوياً من الغاز المُرافق يُنتج عملياً أكثر من 300 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون، لكن العالم عام 2012 أكثر من 35.7 مليار طن من غاز ثاني أكسيد الكربون، منها 15.3 مليار طن نتجت عن استخدام الفحم الحجري كوقود. وبمقارنة كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الغاز مع كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الفحم مثلاً، يلاحظ أن الأخيرة تعادل **51** ضعفاً من كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الغاز. ويتبين من نفس الأرقام أن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون التي نتجت عن

حرق الغاز عام 2013 تقل عن **1%** من كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الإجمالية التي أنتجها العالم من مصادر مختلفة أخرى.

وتكاد لا تخلو ورقة علمية أو عرض تقديمي أو كلمة في مؤتمر حول موضوع حرق الغاز، من عبارة: "إن حرق 150 مليار متر مكعب من الغاز المُرافق سنوياً ينتج 300 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون وهذا يعادل ما تنتجه 77 مليون سيارة من هذا الغاز". لكن من النادر أن توجد ورقة تقارن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنتجة من حرق الغاز على الشعلة، مع كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن النقل البحري أو حرائق الغابات مثلاً رغم أن موضوع إزالة الغابات يحتل جزءاً هاماً من الدراسات الأكاديمية والعملية، ويتسبب قطاع النقل الجوي بانبعاث أكثر من 700 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً.

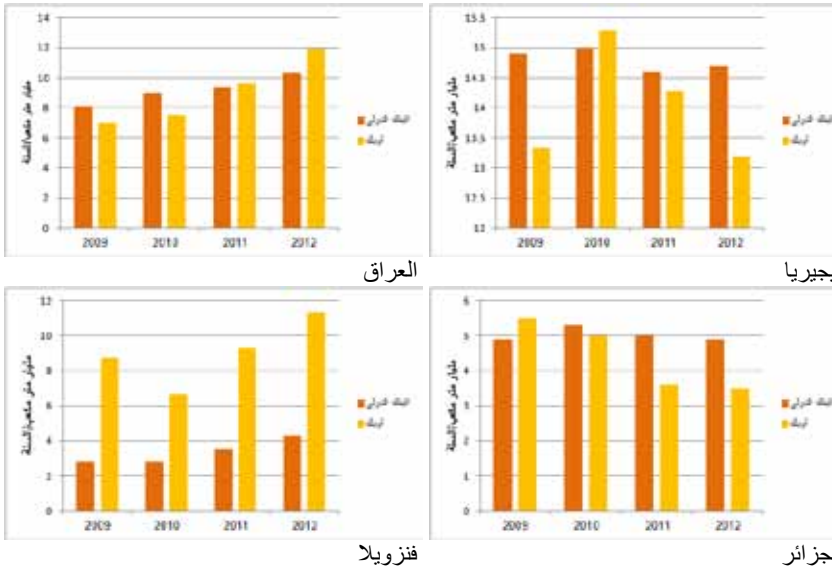
تقدير كميات الغاز المحروق

إن معظم ما ينشر عالمياً عن كميات الغاز المحروق في العالم، لا يعبّر عن "قياسٍ مباشر" لهذه الكميات، وإن هي إلا تقديرات تتم باستخدام تقنية "الاستشعار عن بعد عبر صور الأقمار الصناعية". ذلك أن الشركات أو الجهات المنتجة للنفط والغاز تهتم بقياس حجم إنتاجها، لكنها نادراً ما تقيس كميات الغاز المحروق أو الذي يطلق إلى الجو إذا لم تكن هناك تشريعات ونواظم بيئية وقانونية تتطلب ذلك.

دقة التقديرات

طالما أن كميات الغاز المحروق في العالم تقدّر تقديراً، ولا يوجد قياس مباشر لها، فمن المنطقي أن يتم التساؤل عن مدى دقة هذه التقديرات. بلغ الخطأ في التقديرات +\- 23.8 مليار متر مكعب بين عامي 1994- 1996، حيث كانت التقديرات تستند إلى المعلومات الواردة من قمر صناعي واحد. أما بين عامي 1997- 2008، فقد انخفض الخطأ في التقديرات إلى +\- 19.6 مليار متر مكعب. وهنا يمكن الإشارة إلى أن منظمة أوبك OPEC توفر في تقاريرها السنوية بيانات الغاز المحروق في الدول الأعضاء فيها، ويلاحظ أن معظم بياناتها تختلف عن البيانات المتاحة لدى البنك الدولي أو تلك المقدرة من قبل الإدارة الوطنية للجو والمحيطات، ويمكن تبيان ذلك تخطيطياً بأمثلة عن بعض الدول كما هو مبين في الشكل 1، ويبين الجدول 1 كل البيانات المتاحة.

الشكل 1: مقارنة كميات الغاز المحروق حسب بيانات البنك الدولي وأوبك لبعض دول أوبك



الجدول 1: مقارنة كميات الغاز المحروق حسب مصادر البيانات المتاحة
مليار متر مكعب/سنة

الدولة/مصـــــــــــدر البيانات	2009		2010		2011		2012	
	البنك الدولي	أوبك	البنك الدولي	أوبك	البنك الدولي	أوبك	البنـــــك الدولي	أوبك
نيجيريا	14.9	13.3	15	15.3	14.6	14.3	14.7	13.2
إيران	10.9	15.9	11.3		11.4		10.7	
العراق	8.1	7.0	9	7.5	9.4	9.6	10.3	12.0
الجزائر	4.9	5.5	5.3	5.0	5	3.6	4.9	3.5
فنزويلا	2.8	8.8	2.8	6.7	3.5	9.3	4.3	11.3
السعودية	3.6		3.6		3.7		3.9	
أنغولا	3.4	6.9	4.1	7.0	4.1	7.2	3.8	7.3
ليبيا	3.5	3.3	3.8	3.5	2.2	1.3	3.2	3.9
قطر	2.2	4.0	1.8	1.0	1.7	0.6	1.8	0.7
الإكوادور	1.3	0.6	1.4	0.5	1.3	0.5	1.5	0.5

ويبين الجدول 2 تقديرات كميات الغاز المحروق في 21 دولة من دول العالم، مرتبة حسب القيمة الأعلى لعام 2012، ويلاحظ عدم وجود تفصيل لكميات الغاز المحروق حسب الدولة بعد عام 2012، حيث لا يتوفر إلا الرقم الإجمالي.

الجدول 2: الدول الأكثر حرقاً للغاز في العالم مليار متر مكعب/السنة									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
روسيا	55.2	48.8	52.3	42	46.6	35.6	37.4	34.8	
نيجيريا	21.3	19.3	16.3	15.5	14.9	15	14.6	14.7	
الولايات المتحدة	2	1.9	2.2	2.4	3.3	4.6	7.1	11.6	
إيران	11.3	12.1	10.7	10.8	10.9	11.3	11.4	10.7	
العراق	7.1	7.4	6.7	7.1	8.1	9	9.4	10.3	
الجزائر	5.2	6.2	5.6	6.2	4.9	5.3	5	4.9	
كازاخستان	5.8	6	5.5	5.4	5	3.8	4.7	4.6	
فنزويلا	2.1	2	2.2	2.7	2.8	2.8	3.5	4.3	
السعودية	3	3.3	3.9	3.9	3.6	3.6	3.7	3.9	
أنغولا	4.6	4	3.5	3.5	3.4	4.1	4.1	3.8	
ليبيا	4.4	4.3	3.8	4	3.5	3.8	2.2	3.2	
كندا	1.2	1.6	2	1.9	1.8	2.5	2.4	3	
إندونيسيا	2.7	3	2.6	2.5	2.9	2.2	2.2	2.5	
الصين	2.8	2.8	2.6	2.5	2.4	2.5	2.6	2.1	
عمان	2.5	2.2	2	2	1.9	1.6	1.6	2.1	
المكسيك	0.9	1.2	2.7	3.6	3	2.8	2.1	2	
مصر			1.5	1.6	1.8	1.6	1.6	2	
قطر	2.7	2.8	2.4	2.3	2.2	1.8	1.7	1.8	
أوزباكستان	2.5	2.8	2.1	2.7	1.7	1.9	1.7		
ماليزيا	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	1.5	1.6	1.5	
الإكوادور				1.2	1.3	1.4	1.3	1.5	
باقي دول العالم	23	23.5	22	22	20	20	19	18.7	
الإجمالي	162	157	154	146	147	138	140	144	150

التوزع الجغرافي لعمليات حرق الغاز

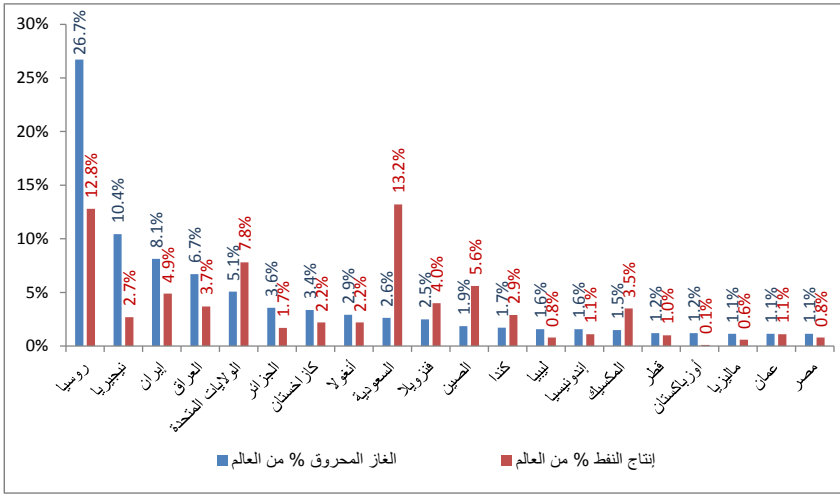
لا ريب أن كميات الغاز المحروقة لا تحرق في مكان واحد من العالم أو في لحظة واحدة، ويتبين من النظر إلى بيانات "مشروع شراكة تخفيض كميات الغاز المحروق عالمياً" أن هذه البيانات شملت تقدير حجم الغاز المحروق في 60 بلداً ومنطقة حول العالم. وتظهر التقديرات أن 70% من حجوم الغاز المحروقة سنوياً (أي ما يعادل 105 مليار متر مكعب) تأتي من 20 دولة، وهذا يكافئ وسطياً نحو 14 مليون متر مكعب من الغاز في اليوم من كل دولة، وهي بطبيعة الحال كمية تحرق في عدد كبير من مواقع الآبار. فعلى سبيل المثال أظهرت تقنية الاستشعار عن بعد، وجود 142 شعلة في إيران عام 2013، بينما كانت هناك 89 شعلة في السعودية في نفس العام، و91 شعلة في العراق. أما باقي الكميات المحروقة مجتمعة (30%) فهي تعادل حوالي 123 مليون متر مكعب في اليوم تحرق في باقي أنحاء العالم، أي في 40 دولة حسب تقديرات مشروع الشراكة (حوالي 3 مليون متر مكعب يومياً في الدولة

الواحدة). وهذه الأرقام المحسوبة تشكل بطبيعة الحال تعميماً بسيطاً، لا يعكس التوزع الحقيقي لعمليات الحرق، لكنها تبقى مقبولة مقارنة بما يتم تعميمه من جهات أخرى عند حساب كميات ما يسمى غازات الدفيئة حسب الدولة.

هل يرتبط حرق الغاز بكبار المنتجين فقط؟

يبين الشكل 2 مقارنة بين الدول العشرين الأعلى حرقاً للغاز مع ترتيب هذه الدول من حسب حجم إنتاج النفط، حيث يبين الشكل أن روسيا التي أنتجت 12.8% من نفط العالم عام 2011، أحرقت 26.7% من إجمالي كميات الغاز المحروقة عالمياً في تلك السنة، وأحرقت نيجيريا 10.4% من إجمالي الغاز بينما لم يشكل إنتاجها النفطي أكثر من 2.7% من الإنتاج العالمي. أما السعودية التي أنتجت 13.2% من نفط العالم عام 2011، فقد أحرقت 2.6% من الغاز. ويلاحظ أيضاً أن الكويت التي أنتجت نحو 3.7% من نفط العالم عام 2011 لم تظهر ضمن الدول العشرين الأعلى حرقاً للغاز.

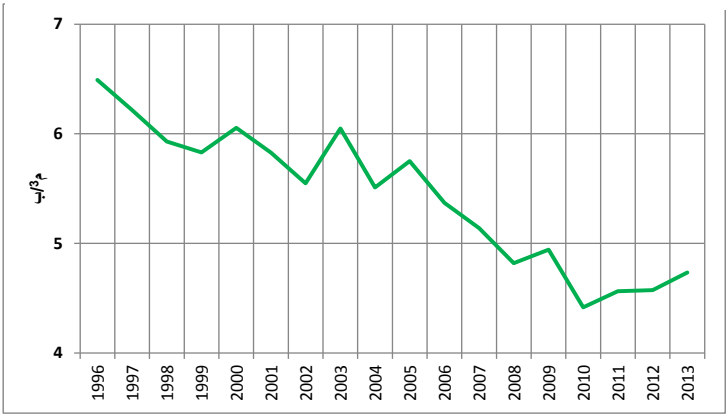
الشكل 2: الدول العشرون الأعلى حرقاً للغاز في العالم، وحصتها من إنتاج النفط عام 2011



ومن الطبيعي أن يطرح تساؤل هنا عن سبب ربط هذه الدراسة لكميات الغاز المحروق بإنتاج النفط بدل ربطها بإنتاج الغاز، والإجابة على هذا التساؤل تعود إلى أن الغاز المحروق عادة هو الغاز المُرافق لإنتاج النفط. وعموماً شكلت كميات الغاز المحروق عام 2013 حوالي 4.4% من إجمالي كميات الغاز المسوق عالمياً في ذلك العام، والتي قدرت بنحو 3438 مليار متر مكعب.

ويلاحظ من الشكل 3، أن نسبة الغاز المحروق إلى كمية النفط المنتج يومياً كانت نحو 6.5 متر مكعب من الغاز لكل برميل منتج من النفط عام 1996، ثم تراجعت إلى 4.4 متر مكعب من الغاز لكل برميل منتج من النفط عام 2010، بينما عادت للارتفاع بعد ذلك لتصل إلى 4.7 متر مكعب من الغاز لكل برميل منتج من النفط في عام 2013، مما يدفع للنظر في تغيرات حجم إنتاج النفط التي ساهمت في رفع هذه النسبة.

الشكل 3: نسبة الغاز المحروق إلى النفط المنتج في العالم



اتفاقية تقليص كميات الغاز المحروق

تركزت أنظار العالم بشكل متزايد على موضوع حرق الغاز بعد أن أطلقت اتفاقية الشراكة الدولية لتقليص كميات الغاز المحروق (GGFR) في عام 2002 خلال "مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة" الذي عقد في مدينة جوهانسبرغ في جنوب أفريقيا، وجمعت الاتفاقية ممثلين عن حكومات الدول المنتجة للبترول، وبعض الشركات الحكومية والشركات العالمية. في عام 2015 اجتمع ممثلون عن شركات النفط الرئيسية في العالم مع مسؤولين حكوميين من عدة دول منتجة للبترول، واتفقوا على أن يتم إيقاف الحرق الروتيني للغاز في مواقع إنتاج النفط بشكل نهائي بحلول عام 2030 على أبعد تقدير، وذلك ضمن مبادرة دعيت باسم Zero Routine Flaring by 2030.

ويمكن من خلال الاتفاقية تبين التالي:

1- من الواضح من خلال اسم المبادرة أنها تحض فقط على إيقاف الحرق **الروتيني** للغاز، لكنها لا تمس عمليات الحرق التي تتم كإجراء وقائي متعلق بالأمن والسلامة المهنيان.

2- لا تمس المبادرة عمليات الحرق غير المجدولة مثل حالات التوقف الطارئ للمعدات أو حالات الحوادث المفاجئة.

3- في حال تطبيق الاتفاقية سيبقى هناك حدٌ أدنى من عمليات حرق الغاز مستمراً في مختلف أنحاء العالم، وقد ذكر في هذه الدراسة سابقاً أن عمليات الحفر والإصلاح والنقل وغيرها، تحتاج إلى حرق الغاز كإجراء لا مفر منه.

أمثلة عملية

الجمهورية الجزائرية

تشير بيانات أوبك إلى أن إجمالي إنتاج الغاز السنوي في الجزائر كان في تراجع مستمر من 196.9 مليار متر مكعب عام 2009، إلى نحو 179.5 مليار متر مكعب عام 2013، ثم عاد للارتفاع إلى حوالي 187 مليار متر مكعب عام 2014، كما تراجعت كميات الغاز المحروق من 5.5 مليار متر مكعب في السنة عام 2009، إلى نحو 3.5 مليار متر مكعب عام 2012، لتعود للارتفاع إلى 3.95 مليار متر مكعب في عام 2014.

جمهورية العراق

يقوم العراق بخطوات جبارة للحد من حرق الغاز، حيث يمكن اعتباره مثالاً واضحاً على التحديات اللوجستية والاقتصادية التي تواجه عمليات الحد من حرق الغاز المُرافق. تحتوي حقول نفط جنوب العراق على حوالي 83% من احتياطيات الغاز المُرافق، وتزيد نسبة الغاز/النفط فيها بنحو الضعفين عن مثيلتها في حقول وسط وشمالي البلاد، وتتركز في حقول جنوب الرميلة، وشمال الرميلة، والزبير، ويقدر أن حوالي 55% من تلك الاحتياطيات موجود في الحقول الجنوبية المنتجة، بينما يبقى 45% في حقول لم تطوّر بعد. وتتركز باقي كميات الغاز المُرافق في حقول كركوك، وجمبور، وباي حسن شمال العراق. وفي الورقة القطرية للعراق التي قدمت لمؤتمر الطاقة العربي العاشر، ذكر أن الأسس والتوجهات العامة لبرامج الطاقة في الدولة تضمنت "العمل على استثمار الغاز الطبيعي المُرافق لإنتاج النفط الخام لتلافي أو تقليل حرقه عن طريق المشاركة مع الشركات العالمية لإنتاج الغاز الجاف والغاز السائل، بينما يجري العمل على إكمال تأهيل شبكات نقل الغاز الجاف وزيادة طاقاتها لتلبية الحاجة المتزايدة لمحطات الطاقة الكهربائية الغازية". وأوضحت الورقة المذكورة أن معظم إنتاج الغاز العراقي يأتي من الغاز المُرافق وخاصة من حقول الجنوب، حيث أنتج العراق في شهر حزيران /يونيو 2012 نحو 2 مليار متر مكعب من الغاز منها 55% من حقول الجنوب، وتم إحراق أكثر من نصف تلك الكمية لعدم وجود القدرة على معالجتها. وتؤكد الورقة أن هذا الرقم يتماشى مع تقديرات عام 2011 حيث بلغ إجمالي إنتاج الغاز حوالي

20 مليار متر مكعب تم إحراق نحو 12 مليار متر مكعب منها. قدرت كميات الغاز المحروق في حقول الجنوب العراقية بحوالي نحو 20 مليون متر مكعب في اليوم عام 2013، أي ما يعادل 170 ألف برميل مكافئ نفط في اليوم، وكان متوسط إنتاج النفط العراقي في ذلك العام حوالي 2.98 مليون ب/ي. بينما تراوحت كميات الغاز المحروقة في شهري تشرين الأول/أكتوبر، وتشرين الثاني/نوفمبر من 2014 بين 34.7 -39 مليون متر مكعب في اليوم.

تعمل شركة غاز البصرة على ما يعرف بأضخم مشروع للغاز في العراق وهو في نفس الوقت أكبر مشروع في العالم للحد من حرق الغاز، ومع أن الحد من حرق الغاز هدف في غاية الأهمية بحد ذاته وخاصة في حقول الرميلة، وغرب القرنة، والزبير، إلا أنه المشروع الذي تقدر تكاليفه بنحو 17.2 مليار دولار سيساهم أيضاً في الحد من استخدام زيت الوقود والنفط والخام وزيت الغاز لتوليد الكهرباء، والتي شكلت 57% من أنواع الوقود المستخدمة لتوليد الكهرباء عام 2010. ومن المخطط أن يتم إنفاق 12.8 مليار دولار على البنى التحتية في الحقول المذكورة، بينما يخصص 4.4 مليار دولار لإنشاء معدات تسييل الغاز الطبيعي المُرافق.

دولة قطر

يشير التقرير الإحصائي السنوي لمنظمة أوبك إلى تراجع كبير في كميات الغاز المحروق في قطر حيث انخفضت هذه الكميات من 4 مليار متر مكعب في عام 2009 إلى حوالي 0.71 مليار متر مكعب عام 2014، أي بانخفاض زاد عن 82%. لكن يلاحظ أيضاً أن هذه الكميات ارتفعت بين عامي 2011 و2014 مع ارتفاع إنتاج النفط وسوائل الغاز الطبيعي. عملت قطر على عدة مشاريع للحد من حرق الغاز، ومنها على سبيل المثال خطة تطوير حقل الشاهين التي أقرت في عام 2001، حيث تضمنت تركيب معدات وخطوط لتجميع ومعالجة الغاز المُرافق ساهمت في الحد من حرق الغاز في الحقل عام 2005. يقع حقل الشاهين في المغمورة ويغطي مساحة تقارب 2500 كم مربع، وقد وضع على الإنتاج في أواخر عام 1994. وفي حقول كركرة، وتكوين A الشمالي، وتكوين A الجنوبي، عملت شركة "تطوير بترول قطر" (QPD) على تطوير الحقول الثلاثة المذكورة بدون حرق الغاز الحامضي المُرافق المنتج، حيث يعاد حقنه في المكامن. ويأتي في هذا المجال قيام قطر بمشروع **"استرجاع الغاز المتبخر أثناء الشحن JBOG"** كواحدة من أهم الخطوات التي قامت بها في معرض تخفيض حرق الغاز، حيث دشنت قطر المشروع رسمياً في مطلع الربع الثاني من عام 2015 لاسترجاع حوالي 821 مليون متر مكعب سنوياً من الغاز.

دولة الكويت

تعتبر الكويت من الدول الرائدة التي حققت تقدماً ملموساً في الحد من حرق الغاز، سواء الغاز المُرافق أو ذلك الناتج عن العمليات البتروكيميائية. ارتفعت كميات الغاز المنتجة في الكويت بمقدار 1.5 مليار متر مكعب بين عامي 2011 و2014، لكن كميات الغاز المحروق في البلاد لم ترتفع إلا بنحو 4 ملايين متر مكعب فقط، ومن الواضح من خلال الجدول 3 أن نسبة الغاز المحروق في الكويت إلى إجمالي الغاز المنتج فيها انخفضت خلال الفترة المذكورة من 1.6% إلى 1.4% في عام 2014.

الجدول 3: كميات الغاز المنتج والمحروق في الكويت

مليون متر مكعب/سنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
الغاز المنتج	11689	11950	13750	15742	16529	15250
المحروق	200	217	217	227	218	221
نسبة المحروق/المنتج	1.7%	1.8%	1.6%	1.4%	1.3%	1.4%

وفي الورقة القطرية لدولة الكويت المقدمة إلى مؤتمر الطاقة العربي العاشر، ذكرت شركة البترول الكويتية الوطنية KNPC أنها قامت بعدد من المشاريع اكتمل بعضها ولا يزال البعض قيد التنفيذ، ومنها إنشاء وحدة استرجاع غازات الشعلة FGRS في مصفاة الشعيبة للحد من حرق نحو 450 ألف متر مكعب يومياً من الغازات التي كانت تحرق على الشعلة. كما تم تسجيل مشروعي إنشاء وحدة استرجاع غازات الشعلة في مصفاة ميناء الأحمدي وفي مصفاة ميناء عبد الله ضمن مشاريع آلية التنمية النظيفة CDM بما يتماشى مع اتفاقية كيوتو، وتم تقييم واعتماد المشروع الخاص بمصفاة ميناء الأحمدي من قبل الهيئة المختصة التابعة للأمم المتحدة. وتشير وثائق الأمم المتحدة إلى أن نظام استرجاع الغاز في وحدة ميناء عبد الله، مصمم لاسترجاع نحو 268 ألف متر مكعب يومياً من غاز الشعلة.

ومن الأمثلة الأخرى التي يمكن الإشارة لها باختصار في بعض الدول العربية:

الإمارات العربية المتحدة

حيث أعلنت في "القمة السنوية لإدارة وتخفيض حرق الغاز" عام 2012 من أن حرق الغاز في حقل زاكوم قد توقف نهائياً، من خلال مشروع منشأة معالجة الغاز في الحقل والذي كان أول مشروع تقوم به شركة ADMA-OPCO للوصول بمعدل حرق الغاز إلى الصفر. ويتم من خلال المشروع استرجاع وإعادة استخدام أكثر من 11 ألف متر مكعب في اليوم من الغاز عبر نظام خاص لاسترجاع للأبخرة .

مملكة البحرين

جرى افتتاح مشروع الغاز المصاحب للنفط التابع لشركة غاز البحرين الوطنية منذ عام 1979، حيث تم وضع حدٍ لهدر الغاز المُرافق الذي كان يحرق منذ ثلاثينات القرن العشرين في البحرين. بلغت كلفة المشروع 100 مليون دولار، وبلغت حصة حكومة مملكة البحرين 75% من الأسهم فيه، بينما آلت باقي الأسهم (25%) مناصفة بين الشركة العربية للاستثمارات البترولية وشركة "شيفرون البحرين". وقد شمل المشروع إنشاء أربع محطات لضغط الغاز، ومصنعاً لاستخلاص الغاز المسال والنفثا، ومنطقة لتخزين غازي البروبان والبيوتان في مرفأ سترة. ونظراً للزيادة المضطردة في إنتاج كميات الغاز المصاحب للنفط خلال السنوات اللاحقة، فقد تقرر توسعة منشآت الشركة من أجل الاستفادة من أكبر قدر ممكن من كميات الغاز المُرافق المنتج في حقل البحرين. وفي عام 1988 بدأ تنفيذ مشروع التوسعة بتكلفة تقارب 74 مليون دولار لزيادة الطاقة التصنيعية لمنشآت الشركة من 4.8 إلى 7.8 مليون متر مكعب في اليوم من الغاز المُرافق، وتضمن مشروع التوسعة إنشاء محطتين جديدتين للضغط ومصنعاً آخر لاستخلاص الغاز المسال والنفثا بالإضافة إلى وحدة للتبريد في منطقة التخزين بسترة، وقد تم استكمال المشروع والبدء في الإنتاج في شهر تشرين الأول/أكتوبر من عام 1990. وفي عام 2003 تم إنشاء محطة ضغط أخرى بتكلفة 40 مليون دولار لمعالجة كميات إضافية من الغاز المُرافق بالإضافة إلى كميات الغاز الناتج من مصفاة البحرين الغني بغازي البروبان والبيوتان. وقامت شركة غاز البحرين الوطنية (بناغاز) بتوقيع اتفاقية لاحقة على مرحلتين مع شركة نفط البحرين لمعالجة كميات الغاز المُرافق، حيث تم توقيع اتفاقية المرحلة الأولى عام 2005 بينما تم في مطلع العام 2008 توقيع اتفاقية المرحلة الثانية.

وفي مطلع عام 2016، وقعت مملكة البحرين اتفاقية بقيمة 355 مليون دولار مع شركة JGC لإنشاء مصنع غاز تابع لشركة توسعة غاز البحرين الوطنية. وسوف يقوم المصنع بمعالجة نحو 9.9 مليون متر مكعب يومياً من الغاز المُرافق من حقل البحرين، كما سوف يعمل على استخلاص السوائل (غاز البترول المسال والنفثا)، وإعادة ضغط وحقن الغاز الفائض في الحقل، كما سيتم تجهيز المصنع بنظام لمعالجة وتجفيف الغاز. ومن المتوقع أن تستغرق أعمال إنشاء المشروع 32 شهراً، على أن يتم اعتماد التشغيل التجريبي وبدء التشغيل الفعلي في شهر أيلول/سبتمبر 2018.

المملكة العربية السعودية

ذكرت شركة أرامكو السعودية في عام 2014 أنها تمكنت من خفض معدلات حرق الغاز إلى أقل بكثير من 1% من الإنتاج السنوي من الغاز . أما في عام 2015، وخلال ندوة " مبادرة غاز الميثان العالمية لقطاع النفط والغاز" التي عقدت في مدينة الخبر السعودية، فقد ذكر أن أرامكو السعودية قامت بعدة

مبادرات منها تطوير نظام الغاز الرئيسي الذي يعود لأربعين سنة خلت، وذلك لاصطياد الغاز المُرافق ومعالجته والاستفادة منه. كما وضعت خارطة طريق تؤسس للحد من حرق الغاز، إضافة إلى استخدام تقنيات لاصطياد كل الغازات الناتجة خلال عمليات الحفر . لكن هذا لا يعني بحال من الأحوال أن الحرق سيتوقف كلياً، فحتى في الأوضاع المثالية للعمل، هناك حالات تستدعي حرق الغاز. ففي حقلي العربية - الحصباة الواقعين قبالة السواحل الشرقية للملكة العربية السعودية قدر الضغط في بعض الآبار بأكثر من 1000 ضغط جوي، وتراوحت درجات الحرارة في المكامن بين 65°- 93° مئوية، مما استدعى استخدام نظام حماية خاص HIPS على 13 بئراً، وهو يسمح بفتح وإغلاق الشعلة بسرعة ضمن هذه الآبار مرتفعة الضغط ، ويبلغ ارتفاع عمود الشعلة في هذا النظام نحو 80 م.

وفي **سلطنة عمان** التي تعتبر من الدول القليلة التي تنشر بيانات حرق الغاز بشكل دوري، لوحظ أن متوسط حرق الغاز كان حوالي 4.2 مليون متر مكعب في اليوم منذ نهاية عام 2012 وحتى منتصف عام 2014، بينما تشير البيانات المتاحة أن معدل حرق الغاز تراجع منذ منتصف عام 2015 وحتى مطلع عام 2016 إلى نحو 3.8 مليون متر مكعب في اليوم.

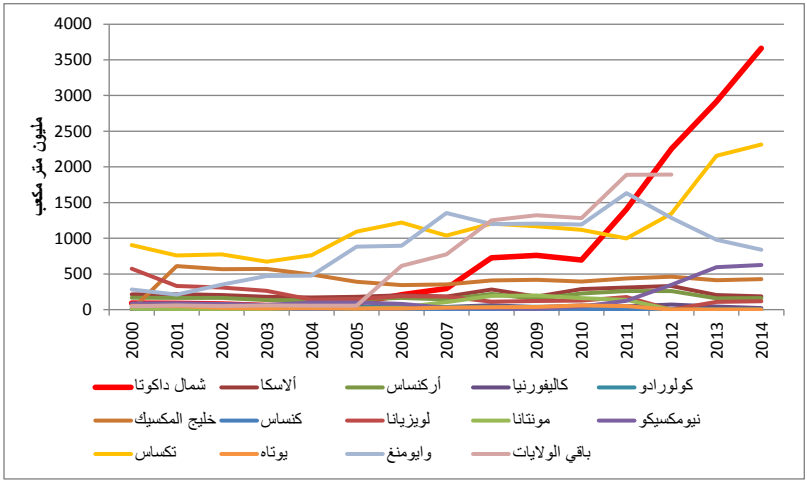
تبين الأمثلة التي طرحت أعلاه مدى اهتمام الدول العربية المنتجة للبترول بتخفيض حرق الغاز إلى أدنى حدٍ (عملي) ممكن، حتى لو لم تكن هناك جدوى اقتصادية مباشرة من هذه العملية، لكنها تمثل التزام هذه الدول بالعمل ضمن السياق العالمي المتجه نحو حماية البيئة. كما تبين من جهة أخرى المدى الكبير للفروقات بين الأرقام الرسمية والأرقام التي يتبناها البنك الدولي لكميات الغاز المحروقة.

أثر الولايات المتحدة على معدلات حرق الغاز في العالم

شهدت الولايات المتحدة ارتفاعاً كبيراً في معدل إنتاج النفط والغاز فيها خلال الأعوام القليلة الماضية نتيجة استغلال زيت السجيل وغاز السجيل، وكان من نتائج هذا التوجه أن انعكس منحنى الإنتاج الذي كان في تناقص مستمر منذ عدة عقود. فبعد أن بلغ معدل إنتاج النفط الأمريكي أعلى قيمة له في عام 1970 بما يقارب 11.3 مليون ب/ي، بدأ يتناقص مع ارتفاع أسعار النفط في عام 1973، ليستقر نسبياً بعد عام 1978، ثم يرتفع بين 1983- 1985، ومنذ ذلك التاريخ وحتى عام 2008، شهد معدل إنتاج النفط الأمريكي تراجعاً واضحاً بلغ نحو 3.8 مليون ب/ي. وبعد عام 2008، ساهم إنتاج زيت السجيل في تغيير مسار التراجع نحو الارتفاع ثانية، ليبلغ معدل الإنتاج في عام 2012 نفس مستوى إنتاج عام 1990 تقريباً، مسجلاً نحو 9 مليون ب/ي، ويصل إلى 11.6 مليون ب/ي عام 2014 أي ما يقارب مستوى الإنتاج في عام 1970.

وعند النظر إلى معدلات حرق الغاز في الولايات المتحدة، يلاحظ أن ولاية شمال داكوتا هي الأكثر تأثيراً في هذا المجال كما هو موضح في الشكل 4، إذ قامت بإحراق أكثر من ثلث إنتاجها اليومي من الغاز (36%) خلال السنوات القليلة الماضية ، فقد ارتفع إنتاج الولاية من النفط من 230 ألف ب/ي عام 2010 إلى أكثر من 1.13 مليون ب/ي عام 2014. وهذا ما أوجد كميات كبيرة من الغاز المُرافق الذي يحتاج عملياً إلى بنية تحتية كبيرة لتجميعه ومعالجته ونقله، وهو أمر يحتاج لوقت طويل وتكاليف مرتفعة حتى يتم إنجازه. وفي ظل ممانعة المنتجين لتخفيض كميات إنتاجهم من النفط كانت النتيجة أن ارتفعت كميات الغاز المحروق مع ارتفاع كميات الإنتاج من النفط (زيت السجيل).

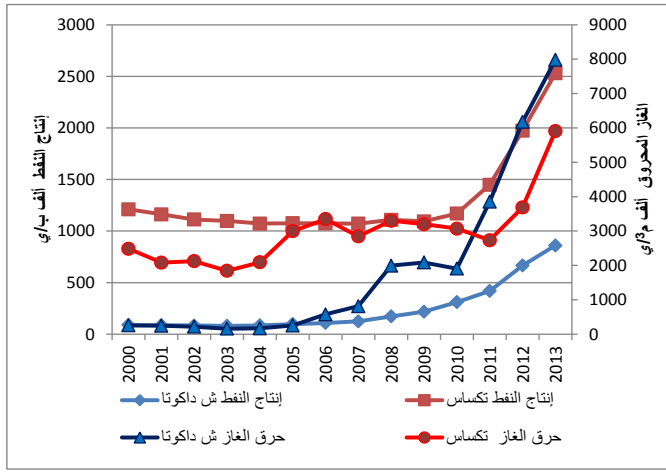
الشكل 4: كميات الغاز المحروق في الولايات المتحدة



ولا تختلف ولاية تكساس من حيث المبدأ عن منطقة شمال داكوتا، إذ ترافق التوجه نحو إنتاج زيت السجيل فيها مع ارتفاع ملحوظ في معدلات حرق الغاز، وهو ما يبينه الشكل 5. وتؤكد إدارة معلومات الطاقة أن شمال داكوتا أحرقت أكثر من 3.6 مليار متر مكعب من الغاز عام 2014، بمعدل ناهز 10 ملايين متر مكعب يومياً، أي ما يقارب نصف الغاز المحروق والمنفّس في كل الولايات المتحدة لذلك العام. واستناداً إلى هذه المعلومة، يمكن القول أن الولايات المتحدة أحرقت في عام 2014 نحو 7.3 مليار متر مكعب من الغاز، أو ما يقارب حوالي 1.2 متر مكعب من الغاز مقابل كل برميل نفط أنتجته في ذلك العام. وتتابع إدارة معلومات الطاقة القول بأنه ومنذ مطلع عام 2014 نمت البنى التحتية اللازمة لمعالجة الغاز في الولاية بشكل مترافق مع النمو في إنتاج زيت السجيل، لكن ليس بما يكفي للتغلب على

مشكلة حرق الغاز بشكل كامل، إذ أن تلك البنى التحتية تواجه العديد من التحديات، ولعل من أهمها وجود عدد كبير جداً من الآبار غير الموصولة إلى نظام لتجميع الغاز. وهذا أمر متوقع في ظل حقيقة أن إنتاج زيت السجيل بشكل اقتصادي يحتاج إلى حفر عدد كبير من الآبار في المكمن الواحد للحفاظ على معدل إنتاج اقتصادي كما ذكر أعلاه، لذلك يلاحظ أنه بالرغم من أن شمال داكوتا خفضت نسب الغاز المحروق من 36% إلى 21% في عام 2015، إلا أن إجمالي الكميات المحروقة لم ينخفض بسبب ارتفاع كميات النفط (زيت السجيل) المنتج في الولاية.

الشكل 5: كميات الغاز المحروق بالعلاقة مع معدل إنتاج النفط في تكساس وشمال داكوتا

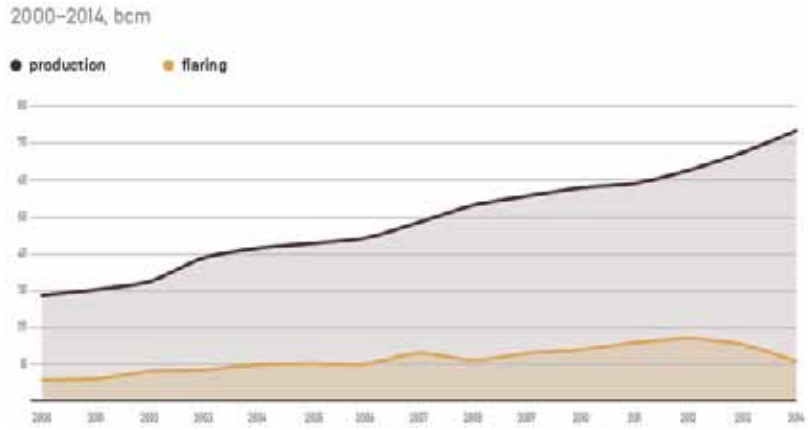


روسيا

تتربع روسيا على قمة قائمة الدول الأكثر حرقاً للغاز في العالم، ويمكن اعتبار كميات الغاز المحروق في روسيا من الأمور المثيرة للجدل، حيث تشير آخر تقديرات تفصيلية للبنك الدولي إلى أن روسيا أحرقت أكثر من 34.8 مليار متر مكعب من الغاز في عام 2012 ، بينما أشارت مصادر أخرى إلى أن الرقم الحقيقي أعلى بكثير من ذلك، ويصل إلى 50 مليار متر مكعب في السنة. وهذا يتماشى في الواقع مع ما ذكره تقرير للبنك الدولي صدر عام 2007 بين فيه أن تقديرات كميات الغاز المحروق في روسيا أعلى بثلاثة أضعاف من الأرقام الرسمية

المعلنة من قبلها. ويرى البعض أن السبب الرئيسي وراء هذا الفارق الكبير بين التقديرات يعود بشكل رئيسي إلى مشاكل في قياس كميات الغاز المحروق، سواء عن طريق استخدام أجهزة القياس المباشر على رؤوس الآبار، أو عن طريق تقدير كميات الغاز المحروق اعتماداً على نسبة الغاز إلى النفط (GOR). وحول هذه النقطة يبين البنك الدولي أنه من الشائع عدم تقديم بيانات دقيقة حول هذا الشأن سواء من الحكومات أو من الشركات، مما يجعل من المستحيل الحصول على بيانات موثوقة تماما. علاوة على ما ذكر، لو تم النظر إلى آخر بيانات رسمية روسية حول كميات حرق الغاز (الشكل 6) ، سوف يلاحظ أن تلك البيانات لم تصل إلى أكثر من 18 مليار متر مكعب سنوياً في عام 2012، وهذا يناقض في الواقع ما نشره البنك الدولي في تقاريره المختلفة، حيث يؤكد البنك الدولي كما سبقت الإشارة إليه أن روسيا أحرقت أكثر من 34.8 مليار متر مكعب من الغاز عام 2012.

الشكل 6: كميات الغاز المُرافق المنتج والمحروق في روسيا



أسباب حرق كميات كبيرة من الغاز في روسيا

1- **أسباب تقنية وإجرائية**، وتتمثل في:

- نقص البنى التحتية اللازمة لمعالجة الغاز في عدة حقول.
- عدم وضوح طرق قياس وتقدير وتسجيل كميات الغاز المحروق.
- غنى الغاز المُرافق بالهيدروكربونات السائلة، مما يجعل من الصعب نقل الغاز بخطوط نقل الغاز.

- وجود نوع من احتكار عملية تجميع ونقل الغاز المُرافق عبر ترتيبات مسبقة تحدد مشترياً واحداً لهذا الغاز.
- المسافات البعيدة بين أماكن الإنتاج والأسواق المحتملة.

2- **أسباب اقتصادية ومالية**، من أهمها:

- الحاجة إلى رؤوس أموال ضخمة لبناء خطوط أنابيب لنقل الغاز المُرافق، حيث تتراوح الكلفة 1.3-1.5 مليون دولار لكل 1 كم من الخطوط. كما أن عملية النقل إلى محطات المعالجة المركزية بحد ذاتها ترفع كلفة الغاز لتصل إلى 30 دولار لكل ألف متر مكعب من الغاز، بينما لا تزيد كلفة الغاز المنتج عند رأس البئر على 4-7 دولارات لكل ألف متر مكعب.

3- **أسباب تنظيمية**، ومنها:

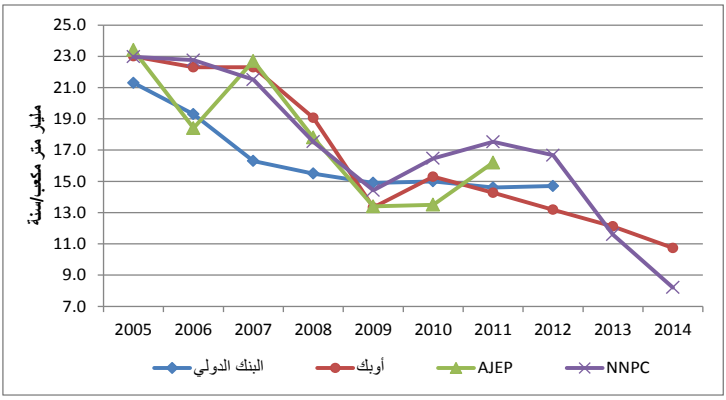
- شركات النفط لا تبدي اهتماماً يذكر بتجميع واستغلال الغاز المُرافق.
- هناك عيوب في قوانين ونواظم التعامل مع الغاز المُرافق.
- عدم كفاية الرقابة الحكومية على شركات النفط والغاز.
- وجود منافسة بين أجهزة الدولة نفسها على سلطة التعامل مع الشؤون الفنية المختلفة لحقول البترول، مما يشتت ويقلل من أهمية هذه الأجهزة.

نيجيريا

تأتي نيجيريا في المرتبة الثانية بعد روسيا من ناحية كميات الغاز المحروق سنوياً حيث قدر البنك الدولي أنها بلغت 14.7 مليار متر مكعب عام 2012. بينما أوردت أوبك رقماً يقل عن ذلك بنحو 1.5 مليار متر مكعب مختلفاً لنفس السنة (13.2 مليار متر مكعب). وفي كلمة ألقاها مدير برنامج GGFR في مؤتمر البترول العالمي عام 2014، أشار إلى أن نيجيريا أحرقت حوالي 13 مليار متر مكعب من الغاز في عام 2013. ويلاحظ من الشكل 7 أن هناك فروقات واضحة بين تقديرات البنك الدولي وبين بيانات أوبك لكميات الغاز المحروق في نيجيريا، حيث تشير تقديرات البنك الدولي إلى أن ثمة استقرار (نسبي) في كميات الغاز المحروق خاصة بين عامي 2009 و2012، بينما تدل بيانات أوبك على انخفاض ملحوظ في هذه الكميات بعد عام 2010. كما أن دراسة نشرتها "المجلة الأمريكية لحماية البيئة (AJEP) " أوردت أرقاماً مختلفة عن بيانات أوبك وتقديرات البنك الدولي مستندة إلى بيانات "مؤسسة البترول الوطنية النيجيرية (NNPC) "، وتقديرات البنك المركزي النيجيري. ومن غير الممكن متابعة المقارنة بعد عام 2012 بسبب عدم توفر المعلومات التفصيلية لدى البنك الدولي بعد تلك السنة (باستثناء

مـا أورده مـدير برنـامج GGFR)، لكـن بيانـات أوبـك لوحـدها تشـير إلـى أن معـدل الحـرق بلـغ 10.7 مليـار متـر مكعـب عـام 2014، بينمـا يشـير تقريـر مؤسسـة البتـرول النيجيريـة الوطنيـة إلـى أن الـبلاد أحرقـت 8.2 مليـار متـر مكعـب عـام 2014. ويلاحـظ أن حـال البيانـات المتـوفرة عـن حـرق الغـاز فـي نيجيريـا مثلـه مثـل حـال بيانـات حـرق الغـاز الروسـي، تتفـاوت وتختلـف مـن مصـدر لآخـر ممـا يجعـل مـن الصـعب إيـراد رقـم دقيـق يعبـر عـن كميـة الغـاز المحـروق أو نسـبته مـن إجمالي الغاز المُرافق المنتج.

الشكل 7: مقارنة بين مختلف بيانات حرق الغاز في نيجيريا



أسباب حرق الغاز في نيجيريا

1- وجود عوامل خارجة عن تحكم البلاد، حيث أن نيجيريا كانت بلداً مفتوحاً للاستثمار التجاري للغاز منذ عقد الستينات في القرن العشرين، وقد حاولت شركة BG في تلك الفترة التعاقد لتسييل الغاز النيجيري وتوريده إلى الجزائر، لكن اكتشاف الغاز بكميات كبيرة جداً في بحر الشمال جعل شركة BG تعدل عن الموضوع برمته.

2- الحرب الأهلية بين عامي 1967- 1970 حدت من قدرة نيجيريا على تطوير قطاع الغاز.

3- الاستثمارات الضخمة اللازمة لتطوير قطاع الغاز، كما أن الوضع الأمني غير المستقر في شمال شرقي البلاد يشكل عامل مخاطرة مرتفع نسبياً يضيف بدوره المزيد من التكاليف الرأسمالية أثناء الحسابات الاقتصادية.

4- عدم وجود سوق غاز مؤهل متكامل، وغياب البنية التحتية اللازمة.

5- رغم فرض الحكومة لغرامات على حرق الغاز، إلا أن المستثمرين ربما يرون أن دفع الغرامات يبقى أقل كلفة من الاستثمار في تجميع ومعالجة ونقل الغاز المُرافق، وهي نفس الحالة السائدة في روسيا حسبما سبق ذكره في هذه الدراسة.

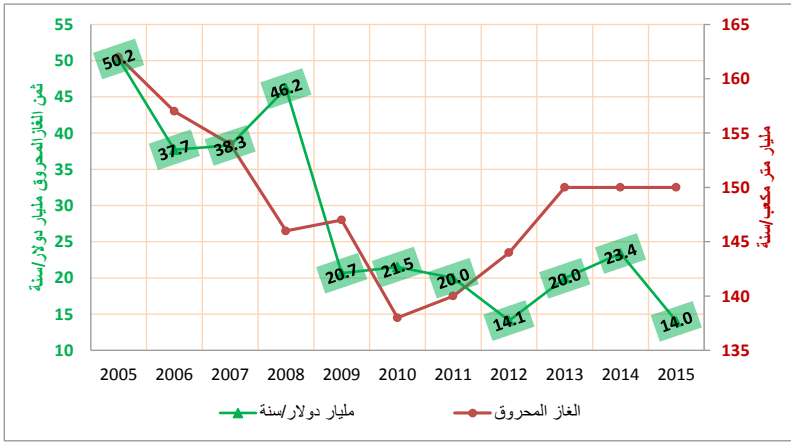
آثار حرق الغاز

يمكن تلخيص آثار ونتائج حرق الغاز في نقطتين رئيسيتين، هما: الآثار الاقتصادية، والآثار البيئية.

أولاً: الآثار الاقتصادية

يمكن لتحري القيمة الاقتصادية للغاز المحروق العودة إلى بيانات البنك الدولي حول كميات الغاز المحروقة سنوياً منذ عام 2005، وأخذ الأسعار الاسمية للغاز حسب محور هنري مثلاً، وبذلك يمكن الوصول إلى الشكل 8، والذي يبين أن العالم أحرق من الغاز ما قيمته 50 مليار دولار عام 2005، وانخفضت هذه القيمة إلى نحو 20 مليار دولار عام 2013، أو ما متوسطه حوالي 28 مليار دولار سنوياً خلال هذه الفترة. وعلى فرض أن كميات الغاز المحروق سنوياً لم تتغير منذ عام 2013، يلاحظ أن قيمة الغاز المحروق انخفضت إلى 14 مليار دولار في عام 2015. هذا الانخفاض في القيمة لا علاقة له بكميات الغاز المحروقة، لكن مردّه يعود إلى انخفاض أسعار الغاز

الشكل 8: القيمة الاسمية للغاز المحروق سنوياً



وإذا تم النظر للأثر الاقتصادي من منظور الطاقة فقط، فإن العالم يحرق حوالي 4% من إجمالي الغاز المنتج سنوياً، وهذا ما يمكن تبينه من الجدول 4، والذي يلاحظ منه أن جهود الحد من حرق الغاز في العالم خلال عشر سنوات، أفلحت في تخفيض نسبة الغاز المحروق بنحو 1.33% فقط.

الجدول 4: نسبة الغاز المحروق في العالم سنوياً

السنة / مليار متر مكعب	الغاز المسوق	الغاز المحروق	الإجمالي	نسبة المحروق/الإجمالي
2005	2789.3	162	2951.31	%5.49
2006	2892.5	157	3049.48	%5.15
2007	2968.1	154	3122.13	%4.93
2008	3073.4	146	3219.41	%4.53
2009	2989.4	147	3136.37	%4.69
2010	3202.6	138	3340.60	%4.13
2011	3315.7	140	3455.71	%4.05
2012	3380.2	144	3524.20	%4.09
2013	3408.8	150	3558.84	%4.21
2014	3460.6	150	3610.60	%4.15

إن الآثار الاقتصادية لا تتوقف فقط عند القيمة المالية الغاز، بل تنسحب لتنتج آثاراً اجتماعية يمكن لها أن تظهر على هيئة فقر بالطاقة، ففي دولة مثل نيجيريا على سبيل المثال، يعاني الملايين من السكان من نقص الكهرباء، بينما تحرق البلاد ما بين 13 - 14 مليار متر مكعب سنوياً من الغاز.

ثانياً: الآثار البيئية والصحية

من المستحيل إنكار دور الملوثات في التأثير على الصحة وعلى الزراعة والبيئات الطبيعية، لكن هذا التأثير يختلف حسب نوع الملوثات وكثافتها ومكانها واستمراريتها. وهذا أحد الأسباب التي لأجلها توجد منطقة أمان حول الشعلة يجب أن تبقى معزولة ومفرغة من النباتات تفادياً لاحتمالات الحريق، من جهة، وحفاظاً على سلامة الأفراد من جهة أخرى، حيث أن غاز ثاني أكسيد الكربون أثقل من الهواء فيشكل غطاءاً في المناطق القريبة من الشعلة. لذلك يراعى عند تحديد منطقة العزل ارتفاع الشعلة ونوع وكمية الغاز وسرعة الرياح واتجاهاتها الموسمية، وغيرها من العوامل، ومن الطبيعي أن لا تستخدم هذه المنطقة للزراعة أو الرعي أو المعيشة.

ولو تم النظر إلى غاز ثاني أكسيد الكربون كناتج احتراق وحيد عن غازات الشعلة، فلا بد من التأكيد أنه غاز من ضمن الغازات السامة عند تراكيز عالية وعند التعرض له لفترة طويلة، ذلك أنه يحتل حيزاً من مكان الأكسجين في هواء التنفس مما يقلل من كفاءة عملية التنفس، كما أن ارتفاع نسبته في

الجسم يؤدي إلى تشكل حمض الكربون الذي يرفع من حموضة الدم ويقود إلى عدد من المخاطر الصحية. وقد بين تقريرٌ أعده مكتب إدارة الأراضي (BLM) التابع لوزارة الداخلية الأمريكية، أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو يبلغ عادة 0.035%، بينما تبدأ أعراض تأثير هذا الغاز على الوضع الصحي للإنسان عند تراكيز أعلى من 0.5%، أي أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يجب أن يرتفع بمقدار لا يقل عن 14 ضعفاً حتى تبدأ آثاره بالظهور على الإنسان، ويبين الجدول 5 هذه الآثار:

الجدول 5: نتائج التعرض لغاز ثاني أكسيد الكربون

تركيز CO_2 %	الأعراض	مقدار الارتفاع عن الحد الطبيعي (ضعف)
3 -2	تسارع التنفس	71
5	تنفس ثقيل، تعرق، ارتفاع النبض	143
7.5	صداع، دوخة، تعب، تنفس متقطع، ارتفاع النبض والضغط، زوغان النظر	214
10	ضعف السمع، غثيان، تقيؤ، فقدان الوعي	286
30	سبات، تشنجات، موت	857

ومن الواضح أنه من شبه المستحيل أن يرتفع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون بهذه النسب الهائلة نتيجة لعمليات حرق الغاز، فهذه النسب يمكن أن توجد في أماكن مغلقة في حالات خاصة، وقد شهد العالم بعض هذه الحالات نتيجة عوامل طبيعية مثل ثوران البراكين، حيث وصل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون إلى نحو 99% في Dieng Plateau في جزيرة جاوا الأندونيسية وسبب موت 142 شخصاً بسبب الاختناق، كما تسبب بركان Mount Vesuvius في إيطاليا عام 1794 في موت 400 من السكان القريبين منه بعد ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون إلى نحو 100%.

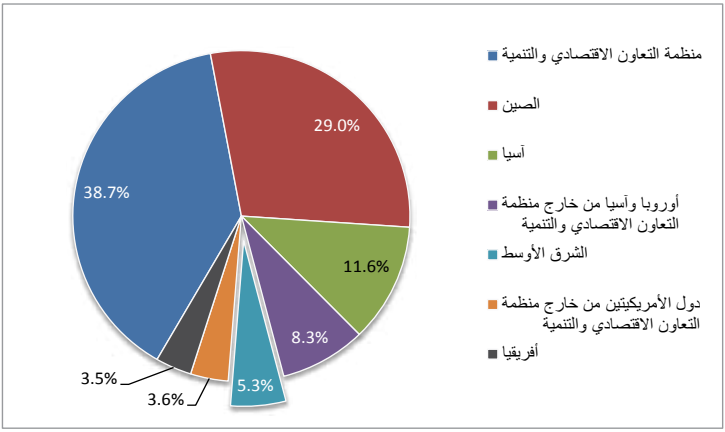
إصدار غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم والدول العربية

تقدّم أن الاهتمام العالمي بشأن حرق الغاز إنما مردّه إلى ما يصدر من غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة لهذا الحرق، وهو ما يعتبره البعض من أسباب زيادة حدة مشكلة التغير المناخي والدفآن العالمي. لذلك كان لابد من النظر في حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج، لتكون الصورة أكثر وضوحاً. تشير بيانات الوكالة الدولية للطاقة IEA إلى أن العالم أصدر أكثر من 31 مليار طن من غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2013، وذلك من المصادر المرتبطة بحرق الوقود بأنواعه. وتظهر تلك البيانات أن الصين لوحدها أصدرت أكثر من 9 مليار طن من تلك الكمية.

يبين الشكل 9 نسب الكميات الصادرة من غاز ثاني أكسيد الكربون من كل منطقة إلى إجمالي إصدار العالم، حيث يبدو جلياً أن دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (34 دولة)

أصـدرت مجتمعـة 39% ممـا أصـدره العـالم عـام 2013، بينمـا أصـدرت الصـين لوحـدها قرابـة ثلث ما أصدره العالم أجمع من غاز ثاني أكسيد الكربون.

الشكل 9 نسب إصدار غاز ثاني أكسيد الكربون حسب المنطقة عام 2013



وإذ استثنينا إيران التي تُضمّن الوكالة الدولية للطاقة بياناتها ضمن منطقة الشرق الأوسط، فسوف يلاحظ أن الدول العربية في منطقة الشرق الأوسط أصدرت مجتمعة 3.5% من إجمالي غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2013. أما الدول العربية في أفريقيا التي شملتها البيانات (مصر، والجزائر، وليبيا، والمغرب، وتونس، والسودان)، فكان إجمالي ما أصدرته من غاز ثاني أكسيد الكربون عام 2013 حوالي 1.4% من إجمالي العالم. وهذا ما يوضحه الجدول 6.

وبالتالي فإن إجمالي ما أصدرته الدول العربية مجتمعة من غاز ثاني أكسيد الكربون لا يتجاوز 5% من مجمل ما أصدره العالم عام 2013، أي حوالي 1.5 مليار طن. إن هذه النسبة الضئيلة نسبياً ربما تدفع للتساؤل حول سبب التركيز على غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الغاز في الدول المنتجة والمصدرة للبترول في مقابل النسبة الكبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون التي تصدرها دول أخرى مستوردة للبترول!

الجدول 6 غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الوقود في الدول العربية عام 2013

	الدولة	مليون طن	% من العالم
الدول العربية في الشرق الأوسط	السعودية	472.38	1.47
	الإمارات	167.61	0.52
	العراق	137.98	0.43
	الكويت	84.1	0.26
	قطر	72.4	0.23
	عمان	57.92	0.18
	سورية	33.47	0.1
	البحرين	28.3	0.09
	اليمن	23.92	0.07
	الأردن	22.82	0.07
	لبنان	20.64	0.06
المجموع		**1121.54**	**3.5**
الدول العربية في أفريقيا	مصر	184.32	0.57
	الجزائر	113.87	0.35
	المغرب	50.34	0.16
	ليبيا	43.23	0.13
	تونس	23.65	0.07
	السودان	13.58	0.04
المجموع		**428.99**	**1.34**
إجمالي الدول العربية		**1550.5**	**4.84**

عوائق استغلال الغاز المُرافق

مما سبق في هذه الدراسة يمكن تقسيم عوائق استغلال الغاز المُرافق بشكل رئيسي إلى عوائق فنية، وعوائق اقتصادية، وفيما يلي بعضٌ منها:

العوائق الفنية

1- تركيب الغاز المُرافق ليس ثابتاً بل يتغير مع الزمن نتيجة اختلاف ضغط المكمن وتغير نسب الموائع الموجودة فيها وما يتبعه من تغير تقنية الإنتاج، وهذا ما يشكل عقبة صعبة المرتقى أمام عمليات تصميم منشآت وتسهيلات معالجة ونقل واستخدام هذا الغاز.

2- كميات الغاز المُرافق ليست ثابتة أيضاً، إذ تختلف على المدى القريب تبعاً لتذبذب قيم الإنتاج، وتتغير على المدى الطويل مع تقدم سير عملية الإنتاج واختلاف نسبة الغاز/النفط (GOR)، كما تتغير تبعاً لتوقف بعض الآبار أو إضافة آبار جديدة إلى الحقل. تشكل هذه التغيرات بدورها أحد العوائق أمام الدراسات الاقتصادية خلال تصميم منشآت استغلال الغاز المُرافق، مثل التفكير باستخدامه كلقيم في مصنع بتروكيماوي مثلاً، حيث تكون هناك حاجة ماسة لوجود كمية محددة من الغاز بشكل دائم.

3- هناك عمليات تتطلب حرق الغاز وخاصة في آبار التنقيب أو الآبار الاستكشافية أو خلال عمليات الاختبار إضافة إلى ضرورة حرق الغاز على شعلات المصافي والمعامل البتروكميائية كعامل أمان لابد منه، وتتوزع الآبار في بعض الحقول على مساحات شاسعة ويختلف التباعد بينها من حقل لآخر، مما يزيد من صعوبة تجميع الغاز المُرافق ونقله.

4- قد يكون الغاز حامضياً أو حاوياً على نسبة مرتفعة من السوائل، مما يضيف المزيد من العقبات أمام التعامل معه، سواء من ناحية تشغيل المعدات وصيانتها، أو من ناحية الأمن والسلامة.

5- لا تتوفر التسهيلات السطحية والمنشآت الضرورية لعملية تجميع ومعالجة الغاز المُرافق في الحقول الجديدة، وهذا ما يترك خيارين لا ثالث لهما للتخلص من الغاز، وذلك إما بحرق هذا الغاز أو بتحريره إلى الجو (تنفيسه). ونادراً ما تكون عملية التحرير أكثر أماناً من عملية الحرق، إذ أن وجود بعض الشوائب في الغاز المتحرر (مثل كبريتيد الهيدروجين) قد يكون أكثر خطراً بكثير من حرق هذا الغاز.

العقبات الاقتصادية

تختلف هذه العقبات من مكان لآخر حسب الدولة أو الحقل، ويمكن إجمالها في التكلفة الرأسمالية العالية لعمليات الحد من حرق الغاز، فعلى سبيل المثال، استثمرت شركة ENI نحو 1.3 مليار دولار ضمن خطة تمتد بين عامي 2007 و2017 للحد من حرق الغاز في بعض محطاتها في نيجيريا.

ويندرج ضمن هذه العقبات أيضاً:

1- غياب السوق المحلية لتسويق الغاز، أو أن الاستهلاك قليل في التجمعات السكانية القريبة، وعدم وجود فرص اقتصادية لاستبدال أنواع الوقود التقليدية الأخرى بالغاز، مثل حالة استخدام الحطب في بعض التجمعات القبلية في نيجيريا وغيرها.

2- كما يندرج ضمن هذه العقبات أو قريباً منها سيطرة بعض الشركات على شراء الغاز المُرافق المعالج في بعض الدول مثل روسيا، مما يجعل بيع الغاز المُرافق عملية ذات مخاطر مالية مرتفعة، إذ يتحكم الشاري (كونه المالك لخطوط الأنابيب الناقلة للمنتج) بالكميات المطلوبة والأسعار.

ويمكن أن يضاف إلى ما سبق، بعض العوائق على مستوى الشركات العاملة أيضاً، مثل عدم توفر الخبرات الكافية للتعامل مع الغاز المُرافق أو عدم التمكن من وضع خطة تطوير مناسبة، أو وضع الشركة لخطط تتضمن أولويات أخرى أكثر ريعاً لتطوير أعمالها عموماً.

المستقبل القريب

يبين الجدول 7 أن نسبة حرق الغاز إلى النفط المنتج بين عامي 1996 و2013 تراوحت بين 4.4 - 6.5 م^3/ب ، أي بوسطي بلغ 5.4 متر م^3/ب.

الجدول 7: كميات الغاز المحروقة مقابل كميات النفط المنتجة في العالم

العام	إنتاج النفط	الغاز المحروق	نسبة الغاز المحروق إلى النفط المنتج
	مليون ب/ي	مليون م^3/ي	م^3/ب
1996	69.8	453	6.5
1997	72.1	448	6.2
1998	73.5	436	5.9
1999	72.3	421	5.8
2000	75.0	454	6.1
2001	75.2	438	5.8
2002	75.0	416	5.5
2003	77.6	470	6.0
2004	81.1	447	5.5
2005	82.1	472	5.8
2006	82.6	444	5.4
2007	82.4	423	5.1
2008	83.0	400	4.8
2009	81.3	402	4.9
2010	83.3	368	4.4
2011	84.0	384	4.6
2012	86.3	395	4.6
2013	86.6	411	4.7
		المتوسط	**5.4**

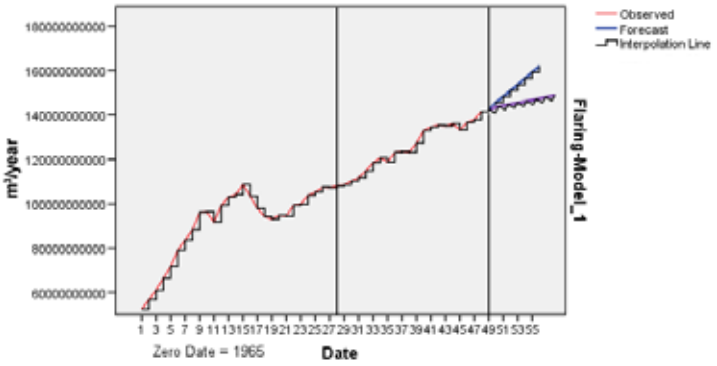
ويلاحظ من الجدول أن القيمة انخفضت إلى أقل من 5 م^3/ب منذ عام 2008، فلو تم افتراض أن هذه القيمة ستبقى دون هذا الحد أي بوسطي ثابت يبلغ 4.7 م^3/ب، فيمكن النظر عندها إلى مستقبل حرق الغاز من ناحيتين:

1- الناحية الأولى أن هناك مشاريع في مختلف دول العالم للحد من عمليات الحرق الغاز، وهذه المشاريع يمكن أن تساهم في تخفيض الكميات المحروقة.

2- الناحية الثانية هي أن إنتاج النفط في تزايد مستمر، مما يعني دخول كميات جديدة من الغاز المُرافق إلى مجال الحرق، وهذه الزيادة ربما تساوي أو تزيد عن الكميات التي تم تخفيضها، حيث يوضح الجدول السابق كيف عادت للارتفاع بعد عام 2010 مع ارتفاع إنتاج النفط.

بناء على ذلك واستنادا على توقعات تطور إنتاج النفط حتى عام 2020 التي ربما تصل إلى 98.7 مليون ب/ي، يمكن توقع أن يتراوح حرق الغاز بين 144- 162 مليار متر مكعب في عام 2020، أي بوسطي يناهز **153** مليار متر مكعب، كما هو مبين في النموذج المبسط التالي[1] ضمن الشكل 10.

الشكل 10: نموذج افتراضي لكميات الغاز المحروق حتى عام 2020



هذه القيمة الوسطية التي تم إيجادها من النموذج تتوافق بشكل وثيق مع ثبات الكمية التي تحرق من الغاز سنوياً (بين عامي 2013 وحتى 2015) حسبما صرح به رئيس فريق "الاستشعار عن بعد" في إدارة الجو والمحيطات الأمريكية في مطلع عام 2016، من أن نحو 150 مليار متر مكعب لا تزال تحرق سنوياً، رغم أن معدل إنتاج النفط في العالم ارتفع بنحو 3 مليون ب/ي خلال تلك الفترة كما ورد سابقاً في هذه الدراسة، وهذه الكمية يمكنها نظرياً أن تضيف 5 مليار متر مكعب من الغاز المحروق سنوياً استناداً إلى نسب (الجدول 7)، أي أن كمية الحرق يجب أن تكون حسابياً حوالي 155 مليار متر مكعب، ولو أخذت بعين الاعتبار تخفيضات حرق الغاز في بعض دول العالم، وعدم دقة ووضوح التقديرات في دول أخرى، فيمكن القول إن الرقم الوسطي للحرق (153 مليار متر مكعب) والذي تم الحصول عليه من النموذج السابق هو رقم مقبول نظرياً.

[1] اعتمد بناء الموديل على نمو ثابت لإنتاج النفط بمعدل 1.8% سنوياً، وعلى ثلاث قيم لحرق الغاز، عليا ودنيا ووسطية، وكون فترة الاستقراء قصيرة (أقل من خمس سنوات)، فالنتائج مقبولة نسبياً.

الخلاصة والمناقشة والاستنتاجات

يقود النظر في مجمل الأسباب المتعلقة بالنواحي الفنية لعمليات الحفر والاختبار والنقل والتكرير، إضافة إلى العوامل المتعلقة بالأمن والسلامة المهنية للمنشآت والأفراد على حدٍ سواء، إلى التأكيد على أن:

إيقاف حرق الغاز بشكل نهائي في الصناعة البترولية (سواء في مراحل الاستكشاف والإنتاج أو في النقل والتكرير) أمر غير ممكن عملياً، لكن الذي يمكن إدارته والحد منه هو الحرق الروتيني للغاز فقط. ولا تتوفر للصناعة البترولية عملياً إلا خيارات محدودة في مجال الحد من حرق الغاز تتمثل في إيجاد توازن معقول بين عمليات الحرق وبين تأثيراتها البيئية، وذلك ضمن أطر تضمن عدم تعثر عملية الإنتاج من جهة، وعدم التأثير على البيئة والسكان القريبين من مناطق حرق الغاز. ومن المتوقع أن يبقى حرق الغاز عند حدود 150- 153 مليار متر مكعب حتى عام 2020 على الأقل.

تعتمد تقديرات كميات الغاز المحروق في العالم على قياسات غير مباشرة عبر استخدام الأقمار الصناعية لميزة قياس الأشعة تحت الحمراء الناتجة عن لهب الشعلة ومقارنة هذه الأشعة مع الأشعة الناتجة عن لهب شعلات أخرى تحرق كميات معروفة من الغاز في أماكن أخرى من العالم. وهناك العديد من التحفظات حول هذه الطريقة ومدى دقتها، لكنها الطريقة الوحيدة المتاحة حالياً في ظل عدم وجود معايير لاستخدام أجهزة القياس عند حرق الغاز، وعدم وجود جهة مرجعية ترسل لها الدول المعنية قياسات كميات الغاز المُرافق المحروق إن وجدت.

ويتبين من مراجعة عدد كبير من المنشورات والأدبيات التي تحدثت عن حرق الغاز أنه ليس هناك رقم دقيق يوضح كميات الغاز المحروق في العالم، وهناك تضارب ملحوظ بين البيانات المتاحة حسب المصادر التي تنشرها، أما الرقم الذي شاع استخدامه في أدبيات وإعلام الصناعة البترولية خلال السنوات القليلة الماضية وهو 150 مليار متر مكعب سنوياً، فهو رقم تقديري نشره البنك الدولي عام 2013، ولم يتم تحديثه من أي جهة حتى تاريخ إعداد هذه الدراسة في عام 2016 بالرغم من كل الاهتمام الذي يبديه البنك الدولي والدول والجهات الأطراف في اتفاقية الشراكة الدولية للحد من حرق الغاز.

كما تتضارب المعلومات حتى بالنسبة للدولة الواحدة أحياناً بحيث تكون الفروقات كبيرة جداً، مثل بيانات روسيا لعام 2012 التي ذكر أنها 18، و34.8 و50 مليار متر مكعب. وحتى في الولايات المتحدة الأمريكية يؤكد مكتب المسائلة الحكومية أن بيانات كميات الغاز المحروق والمحرر في مناطق العقود الاتحادية في البلاد تختلف كثيراً عن تقديرات وكالة حماية البيئة الأمريكية، والتي تصل إلى 30 ضعف ما تتلقاه من بيانات الشركات العاملة على اليابسة، ونحو ضعفين ونصف للشركات العاملة في المغمورة.

ويلاحظ أيضاً أن آخر رقم تضمنته جداول أوبك عن حرق الغاز في إيران كان عن عام 2009 (15.9 مليار متر مكعب)، بينما ذكر البنك الدولي أنه كان 10.9 مليار متر مكعب عام 2009، وتشير

بيانات وزارة النفط الإيراني الحالية إلى أن إيران تحرق سنوياً نحو 7.2 مليار متر مكعب من الغاز، يحرق أكثر من نصفها في حقول شركة نفط الجنوب الإيرانية.

واستناداً إلى تقديرات كميات الغاز المحروق المتداولة عالمياً، يمكن تقدير انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الغاز في العالم سنوياً بحوالي 300 مليون طن، ورغم أنها كمية كبيرة إلا أنها عملياً تشكل أقل من 1% من كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الإجمالية التي ينتجها العالم من مصادر أخرى. كما أن كمية غاز الميثان التي يتم تحريرها إلى الجو (تنفيسها) لا تزيد عملياً عن 4% من كميات الميثان التي تتسرب من مصادر أخرى. ويمكن لغرض المقارنة الإشارة إلى أن قطّاع الغاز فقط في الولايات المتحدة سوف يصدر نحو 64.7 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2020 وذلك من عمليات التسييل والتحميل والتخزين وإعادة التغويز والنقل والتوزيع للغاز الطبيعي فقط، دون ذكر أن استخدام الغاز نفسه سيصدر 1.1 مليار طن من غاز ثاني أكسيد الكربون، منها 65% من القطاعات الصناعية وقطاع توليد الكهرباء، بينما لن يصدر قطاع وسائط النقل العاملة على الغاز أكثر من 0.4%.

وتتضارب أيضاً نتائج الدراسات التي تبحث في التأثير البيئي المحلي لحرق الغاز بين تأثير مرتفع وتأثير محدود. أما على الصعيد العالمي، فهناك عدد كبير من الهيئات ومراكز الأبحاث التي تحذر من حرق الغاز وعلى رأسها البنك الدولي الذي يرعى اتفاقية الحد من حرق الغاز بسبب (آثاره البيئية السيئة)، وهذا في الواقع يتناقض تماماً مع اعتبار البنك الدولي بأن الغاز هو وقود نظيف يجب دعم استخدامه حتى في وسائط النقل.

إن فرض شروط حكومية صارمة على عمليات حرق الغاز أو على كميات الغاز المحروقة من قبل شركةٍ ما قد لا يكون الحل الأمثل، ففي ظل التكاليف الإضافية قد تتراجع الجدوى الاقتصادية لقاطع استكشافي أو تطويري، وهذا سيجعل العديد من الشركات تحجم عن متابعة تطوير مشاريعها في دولة أو حقلٍ ما.

كما أنه من الصعب فرض شروط على عمليات الحرق في حال غياب معايير القياس الدقيق لكميات الغاز المحروقة، وبالتالي لابد من قياس كميات الغاز المحروق، والتفريق بين الغاز الذي لابد من حرقه، والغاز الذي اختار المنتجون حرقه لأسباب اقتصادية بحتة، والتعامل مع الأمر من هذا المنظور التفصيلي، ذلك أن وضع أهداف استراتيجية بعيدة المنال دون إيجاد خطط مرحلية واضحة، لن يؤدي إلى نتيجة ملموسة على أرض الواقع. إذ يدرك المنتجون بلا ريب أن الغاز هو (دولارات يتم حرقها)، لكن هذه الدولارات توضع في ميزان الربح والخسارة حالها كحال أي مشروع مرتبط برؤوس الأموال، لذلك لابد من وجود حوافز تساهم في دفع المنتجين إلى محاولة استغلال الغاز المُرافق بدل حرقه، فالتكلفة المرتفعة للمنشآت والتسهيلات السطحية اللازمة لهذا النوع من عمليات الاستغلال تجعل المنتجين يحجمون عن الحد من حرق الغاز وخاصة في الدول التي تحتل رأس قائمة الدول الأكثر حرقاً للغاز في

العالم. وقد عملت كندا على سبيل المثال منذ عام 1999 على إلغاء ضريبة "حق الملكية" على الغاز الذي تم إيقاف حرقه واستخدم في توليد الكهرباء أو البخار حقلياً باستخدام العنفات الصغيرة.

ويمكن لاتفاقيات الأمم المتحدة المختلفة بشأن البيئة أن ترعى وضع الحوافز الكافية للحد من حرق الغاز. ولا شك أن الكثير من المشاريع الصغيرة أو المتوسطة لاستغلال الغاز المُرافق قد تكون مشاريع خاسرة مالياً، لكن النظر إلى الأمر من الناحية الاقتصادية قد يغير الصورة لو تم احتساب التكلفة الصحية والاجتماعية والبيئية والزراعية التي تترتب على متابعة حرق الغاز، وهنا يمكن للحكومات أن تلعب دوراً محورياً من خلال تنظيم التعاون بين مختلف المنتجين ووضع خطة شاملة لمشروع يغطي أكبر مساحة ممكنة من الحقول، بحيث يكون مشروعاً رابحاً اقتصادياً إن لم نقل مالياً.

ويمكن هنا الإشارة إلى تجربة حديثة لإيران في هذا المجال، حيث منحت وزارة النفط الإيرانية لأول مرة في تاريخ الصناعة البترولية الإيرانية، عقداً للقطاع الخاص لتجميع الغاز من حقول النفط والاستفادة منه في توليد الكهرباء. وأعلن مدير شركة AOGC وهي فرع من شركة النفط الإيرانية الوطنية (NIOC) أنه تم توقيع عقد يمتد لخمس سنوات مع مجموعة HirbodNiroo لتجميع 680 ألف م^3/ي من الغاز من حقل Arvandan الواقع جنوبي البلاد، وسوف تستخدم هذه الكميات في توليد الطاقة الكهربائية ، حيث ستقوم المجموعة المتعاقدة ببناء محطة توليد للكهرباء بطاقة 100 ميغا واط، وقد حدد سعر الغاز بما يعادل 41.1 دولار/1000/ متر مكعب (أي ما يقارب 1.15 دولار/مليون و ح ب)[2]، وبالتالي فإن القيمة التقريبية للغاز الذي سيتم تجميعه خلال 5 سنوات تقارب 51 مليون دولار. كما بين مدير شركة AOGC أن نحو 850 ألف م^3/ي من الغاز المُرافق سيتم تجميعها قريباً من منطقة غرب Karoun في المستقبل القريب.

إن كافة العمليات الصناعية، ومن بينها حرق الغاز، لا بد أن تلتزم بمعايير تضمن الحدود الدنيا على الأقل لسلامة هذه العمليات وسلامة القريبين منها، مثل وجود تحكم كامل بالعملية، وتطوير تصاميم الشعلة والمعدات المرتبطة بها. ومن الضروري إيجاد سياسة تنظيمية في هذا المجال تكون مرنة بما فيه الكفاية لتسهيل الوصول إلى الطريقة المثلى في إدارة عملية استغلال الغاز المُرافق، وبحيث تراعي ظروف كل دولة عموماً، بل وظروف ووضع كل حقل على حدة حسب المنطقة التي يتم الحرق فيها، فتأثير حرق الغاز في الصحراء على بعد مئات الكيلومترات من أي منطقة مأهولة يختلف بالتأكيد عن الحرق قرب المجتمعات البشرية. لكن هذا لا يعني أن يعفى المنتجون من مسؤوليتهم نحو العالم فالقوانين والشروط التي تضعها الحكومات ضمن اتفاقيات التعاون والإنتاج المشترك بمختلف أشكالها، يمكن أن تتضمن تفصيلياً الحدود المسموح بها من ناحية كميات الحرق وتركيب مزيج الغاز المحروق، مع ضرورة إيلاء العناية الكافية للحفاظ على المجتمعات المحلية البشرية والبيئية القريبة من مناطق الحرق.

[2] وقعت الاتفاقية في شهر مارس 2016، وبلغ وسطي سعر الغاز 2.28 و 1.99 دولار /مليون و ح ب في شهري يناير وفبراير على التوالي.