مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (٧) العدد (٥) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (٧) No. (٥) ٢٠٢٣

الأهمية الاقتصادية والبيئية لاستخدام الغاز الطبيعي كوقود في سورية دراسة تطبيقية

الدكتور أيهم أديب تفاحة*

(تاريخ الإيداع 5/6/ 2023 – تاريخ النشر3/8/ 2023)

□ ملخّص □

ينطلق البحث من واقع الحرب وانعكاساتها على الاقتصاد السوري، وتبعاتها المتمثلة في نقص مصادر الطاقة والتراجع الكبير في توفر المشتقات البترولية في السوق المحلية، والحاجة إلى تخصيص مبالغ مالية ضخمة لتوفير هذه المشتقات الأمر الذي يحمل خزينة الدولة خسائر كبيرة سواء في أسعار هذه المواد والمبالغ المالية المخصصة لإيصالها للمواطن بالسعر المدعوم.

يهدف هذا البحث إلى دراسة جدوى استخدام الغاز الطبيعي في وسائط النقل الخاصة والعامة كوقود متمم أو بديل للمشتقات الأخرى(البنزين والديزل)، نظراً للعوائد البيئية والاقتصادية لاستخدام الغاز الطبيعي (CNG) في السيارات كوقود بديل للطاقة التقليدية.

وقد تم التوصل إلى أن استخدام الغاز الطبيعي كبديل للمشتقات الأخرى(البنزين والديزل) يحقق الوفر لخزينة الدولة، ويقلص من النفقات ويخفف من الآثار السلبية على البيئة.

الكلمات المفتاحية: الغاز الطبيعي(CNG)، أزمة الوقود، تحويل السيارات.

*مدرس في كلية علوم الادارة– جامعة الرشيد الدولية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (٧) العدد (٥) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (٧) No. (٥) ٢٠٢٣

The Economic and Environmental Importance of using Natural Gas as fuel in Syria An Applied Study

Dr. Ayham Adeeb Tefaha*

(Received 5/6/2023.Accepted 3/8/2023)

□**ABSTRACT** □

The research stems from the reality of the current crisis that the Syrian economy is going through, and its consequences represented by the lack of energy sources and the significant decline in the availability of petroleum derivatives in the local market, and the need to allocate huge sums of money to provide these derivatives, which incurs great losses for the state treasury, both in the prices of these materials and the amounts allocated to deliver it to the citizen at the subsidized price. This research aims to study the feasibility of using natural gas in private and public transportation as a complementary fuel or alternative to other derivatives (gasoline and diesel), in view of the environmental and economic returns of using natural gas (CNG) in cars as an alternative fuel to traditional energy. The study was applied to a sample of 50 taxis in Damascus governorate. It was concluded that the use of natural gas as a substitute for other derivatives (gasoline and diesel) achieves savings for the state treasury, reduces expenditures and mitigate the negative effects on the environment.

Keywords: natural gas (CNG), fuel crisis, car conversion.

* DR. Ayham Adeeb Tuffaha. Lecture at Al-Rasheed Private university

المقدمة

تواجه سورية مثلها مثل الكثير من الدول النامية الأخرى، تحديات عديدة (اقتصادية واجتماعية وبيئية)، وقد بات توفير مصادر الطاقة اللازمة والضرورية لاستمرارية العمل الاقتصادي وتحقيق معدلات النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة النظيفة أحد هذه التحديات. وهنا تكمن أهمية استخدام الغاز الطبيعي الذي يعدُّ من مصادر الطاقة الهامة على المستوى الاقتصادي والبيئي، نظراً لمزاياه البيئية والاقتصادية، ومن أهمها تلافي الآثار الضارة للملوثات الناتجة عن الوقود السائل لإنخفاض العوادم الضارة الناتجة عن احتراقه وخلوه من الشوائب الكبريتية ومركبات الرصاص وإنخفاض نسبة ثاني أكسيد الكربون المتبقي من عملية الاحتراق، وتوفير إستهلاك الانواع الأخرى من الوقود للتصدير، بالإضافة الي رخص ثمنه مقارنة بباقي أنواع الوقود الأخرى السائلة. وعلى الرغم من تصنيف الغاز الطبيعي في المرتبة الثانية من بين مصادر الطاقة إلا أن هناك البعض ينادي بأخذه في المرتبة الأولى بين مصادر الطاقة، حيث أنه يتفوق على البترول في ضآلة مخلفاته الناتجة عن حرقة مما يحد بشكل كبير من الآثار السلبية على البيئة.

مشكلة البحث

انطلاقا من الأهمية الاقتصادية والبيئية للغاز الطبيعي، تعد فكرة استخدامه كوقود للسيارات في سورية ذات أهمية كبيرة، على غرار ما يحصل في دول أخرى مثل مصر، إيطاليا ونيوزيلندا وهولندا والصين والبرازيل وفرنسا والمكسيك والهند وتايلاند وبنجلاديش ونيجيريا وباكستان وايران وتركيا وغيرها من الدول. وفي إطار ذلك تكمن مشكلة البحث في التساؤل الآتي:

هل توجد جدوى اقتصادية– بيئية من استخدام الغاز الطبيعي في وسائط النقل الخاصة والعامة في سورية؟

ويتفرع عن السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما هو العائد البيئي لاستخدام الغاز الطبيعي في السيارات كوقود بديل للمشتقات التقليدية؟
٢. ما هو العائد الاقتصادي المتوقع لاستخدام الغاز الطبيعي في السيارات كوقود بديل للمشتقات التقليدية؟

أهداف البحث

يهدف البحث إلى محاولة إيجاد حلول لبعض المشكلات البنيوية التي يعاني منها الاقتصاد السوري كمفرزات للحرب الإرهابية على أراضيها والتي بدأت في العام ٢٠١١ ومازالت آثارها مستمرة حتى الوقت الحالي ومنها:

- تخفيف العبء على الموازنة العامة الدولة في حجم الدعم المقدم على بعض المنتجات البترولية.
- زيادة صادرات(مستقبلاً) وخفض الواردات السورية من بعض المنتجات البترولية(حالياً).
- الحد من التلوث الناجم عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية (غير المتجددة).

أهمية البحث

تتجسد أهمية البحث في محاولة إيجاد حلول لأحد المشكلات التي يعاني منها الاقتصاد السوري والمواطن، والمتمثلة بزيادة بواعث احتراق الكربون في البيئة من جهة، وازدياد حجم الانفاق الحكومي المقدم بهدف تأمين الاحتياجات المتجددة من المشتقات البترولية كمستوردات وزيادة العبء على الموازنة الحكومية من حيث حجم الدعم المقدم على المشتقات البترولية، بالإضافة إلى صعوبة تأمين لوازم واحتياجات وسائط النقل المستخدمة في سورية.

فرضيات الدراسة

تقوم الدراسة على افتراض رئيسي هو أن **استخدام الغاز الطبيعي كبديل لمشتقات البترول الأخرى (البنزين كمثال) ذو جدوى اقتصادية – بيئية**. وبناء عليه يمكن تحديد الفرضيات الفرعية الآتية:

١. هناك عوائد اقتصادية من تحويل السيارات لاستخدام الغاز الطبيعي(CNG) كوقود بديل.

٢. هناك فروق جوهرية ذات دلالة بين التأثيرات البيئية الناجمة من استهلاك البنزين والغاز الطبيعي كوقود للسيارات.

حدود البحث

الحدود الزمنية: هي الفترة الممتدة من عام ٢٠٠٩ تاريخ تأسيس المؤسسة العامة للنفط وحتى العام ٢٠٢١ وهو تاريخ أخر بيانات صادرة عن المؤسسة العامة للنفط.

الحدود المكانية: تشمل تطبيق الدراسة على عينة مكونة من ٥٠ سيارة أجرة في مدينة دمشق

أولاً: امكانيات سورية من الغاز الطبيعي:

بدأ إنتاج الغاز الخام في سورية تجارياً عام ١٩٧٠ بمعدل ٩١٥٤١ ألف م^3 في حقول الشركة السورية للنفط، ولم تبدأ الشركات الأجنبية العاملة في سورية في الإنتاج حتى عام ١٩٩٢، عندما دخلت اتفاقية استثمار الغاز الطبيعي الموقعة مع شركة شل بالإنتاج التجاري[١]، وقبل ذلك كان ينظر إلى الغاز على أنه منتج ثانوي ويحرق في الحقل، وتحصيل حاصل لإنتاج النفط في بعض المكامن، ومع تزايد الحاجة لاستخدام الغاز كمصدر هام للطاقة، ومع نمو إنتاج النفط وكميات الغاز المرافقة له التي كانت تحرق، وتصاعد الاكتشافات المأمولة في العديد من مناطق السلسلة التدمرية وقارة، تزايد الاهتمام بالغاز بهدف السعي للاستفادة من الغاز المرافق في كثير من الحقول، والتي أدت إلى إنشاء الشركة السورية للغاز، بموجب المرسوم رقم ٥٠ لعام ٢٠٠٣، حيث يبلغ حجم الاحتياطي الجيولوجي للغاز الخام في سورية /٧٢٦/ مليار م^3 في حين كان الاحتياطي القابل للإنتاج حوالي/٤٢٧/ مليار م^3[٢].

ويعرف الغاز الطبيعي(CNG) بأنه أحد مصادر الطاقة البديلة عن النفط وهو من المحروقات عالية الكفاءة قليلة التكلفة والانبعاثات الملوثة للبيئة وهو أهم مورد للطاقة في الصناعات الكيميائية[٣]. والجدول التالي يبين انتاج الغاز في سورية خلال الفترة الممتدة من ٢٠٠٩-٢٠٢١:

الجدول (١) : إنتاج الغاز الخام في سورية ٢٠٠٩-٢٠٢١ (مليون م^3 /ي)

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
إجمالي إنتاج الغاز	22.28	27.58	30.11	25.71	17.2	15.65	14.37	10.78	12.2	15.5	15.8	14.57	12.5

المصدر: المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، سلسلة إحصائيات سنوية غير منشورة

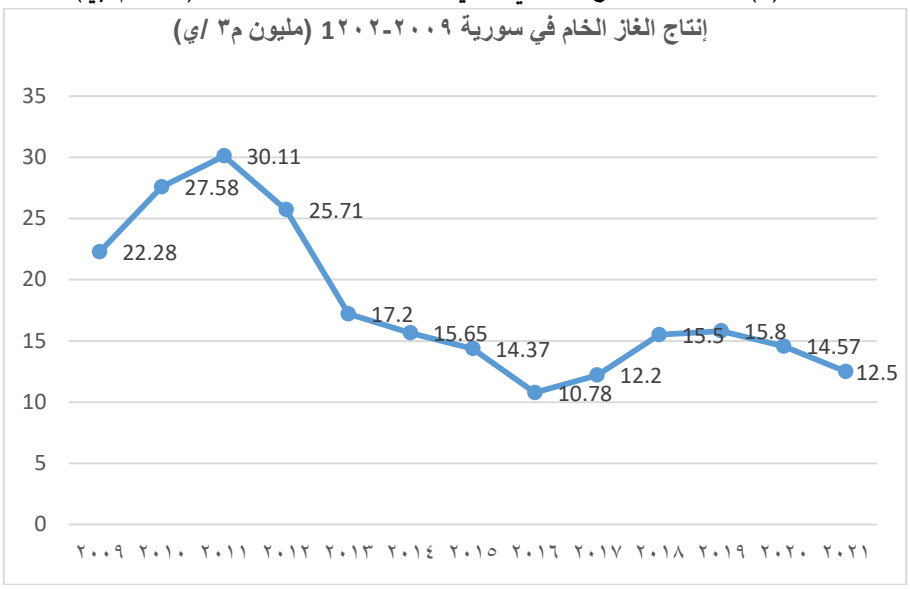
[١] المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، سلسلة إحصائيات سنوية غير منشورة.

[٢] المصدر السابق.

[٣] رضوي عباس السلاموني، ٢٠١٤، قسم تطوير العمليات – معهد بحوث البترول – مجلة البترول والعلوم البيئية – العدد السادس، ص١٨.

وقد شهد إنتاج الغاز تطور ملحوظ في الاقتصاد السوري بعد تطور عمليات استغلال قبعات الغاز الحر والمرافق في حقول الشركة السورية للغاز، وفي حقول شركات النفط الأجنبية العاملة في سورية، ويظهر الشكل التالي نمو إنتاج الغاز الخام في سورية خلال الفترة ٢٠٠٩-٢٠٢١:

الشكل (١): يبين تطور انتاج الغاز في سورية خلال الفترة ٢٠٠٩-٢٠٢١ (مليون م٣/اي)



المصدر: المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، سلسلة إحصائيات سنوية غير منشورة

لقد أثرت المشاريع الغازية التي تتالت في سورية، بالتعاقد مع شركات عالمية لإقامة محطات تجميع ومصانع معالجة، وبأكثر من ١٥ مشروعاً حتى لا يكاد يخلو موقع من مشروع لاستثمار الغاز سواء المرافق أو الحر[٤]، في تطور إنتاج الغاز الخام، حتى بلغ ٣٠.١ مليون م٣/اي عام ٢٠١١.

وفي ظل الحرب الإرهابية على سورية شهد إنتاج الغاز الخام انخفاضاً ملحوظاً، حتى بلغ أخفض كمية إنتاج ١٠.٧٨ مليون م٣/اي عام ٢٠١٦، وذلك أثر بشكل سلبي في القدرة على توليد الطاقة الكهربائية، وفي حصول انقطاعات متكررة ومبرمجة في توزيع واستهلاك الطاقة الكهربائية.

وقد حرصت سورية على تطوير إمكاناتها الغازية على خلفية الاكتشافات الهامة التي تحققت خصوصاً في السلسلة التدمرية وجنوب المنطقة الوسطى، بالإضافة إلى تكثيف الجهود الاستثمارية للاستفادة من الغاز المرافق والقبعات الغازية، فتم في جميع العقود الاستكشافية والتطويرية تضمين بند لاستغلال الغاز، وتقاسمه مع شركات النفط الأجنبية في حال وجود إمكانيات جيولوجية لاستثماره، ولعل أهم تلك العقود هو عقد غاز الطابية مع شركة توتال الفرنسية للاستفادة من الغاز في جانبين الأول: في عمليات إنتاج النفط عبر حقن الآبار، والثاني: معالجته ووضعه في الاستخدام الصناعي والمنزلي، بالإضافة إلى توسيع وتطوير شبكات نقل الغاز من الحقول إلى المحطات والمعامل الجديدة التي شيدت، ومنها على سبيل المثال: معمل غاز كونوكو – معمل غاز جنوب الوسطى – معمل غاز حيان – معمل غاز إيبلا. وبالنظر إلى حجم الاحتياطيات المتوفرة من الغاز الطبيعي وواقع الإنتاج الحالي، كان من الجدوى اقتصادياً أن يتم التحول بشكل فعلي لزيادة الاهتمام بالمشاريع الغازية، مما يشجع على فكرة تحويل السيارات لاستخدام

[٤] أوابك.٢٠١٤. الورقة القطرية السورية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، ٢١-٢٣ ديسمبر ٢٠١٤، ص٢٤-٢٧.

الغاز الطبيعي كوقود بديل، وتحويل آليات النقل العاملة على الوقود السائل إلى الغاز الطبيعي المضغوط (CNG) ، بهدف التخفيف من عمليات الاستيراد والطلب على القطع الاجنبي، بالإضافة للاهتمام أكثر بالجوانب البيئية حيث أن احتراق الغاز يتم بشكل كامل، وبالتالي التخفيف من التلوث الناجم عن "الوقود السائل لإنخفاض العوادم الضارة الناتجة عن احتراقه لخلوه من الشوائب الكبريتية ومركبات الرصاص وإنخفاض نسبة ثاني أكسيد الكربون المتبقي من عملية الاحتراق"[٥].

ثانياً: استهلاك المشتقات البترولية في سورية

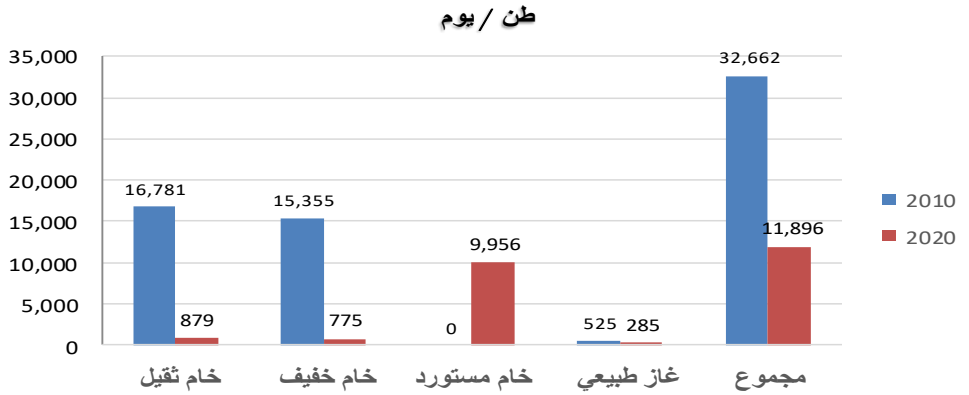
تعاني سورية من نقص كبير في إمدادتها من مختلف أنواع المشتقات البترولية خاصة خلال الفترة الممتدة من عام ٢٠١٢ وحتى الوقت الحاضر، وذلك بسبب التراجع الكبير في قدراتها الإنتاجية لخروج العديد من الحقول عن سيطرة الدولة بالإضافة إلى التهدم والضرر الذي لحق بها، مع فرض العقوبات الغربية أحادية الجانب في أواخر ٢٠١١ وما نتج عنه من توقف تصدير النفط، ٢٠١٢ توقف إنتاج النفط الخفيف نتيجة استهداف خطوط نقل النفط، وخروج حقول محافظة دير الزور عن السيطرة، ومن ثم توقف انتاج النفط الثقيل وسرقته كنتيجة لامتداد سيطرة المجموعات الإرهابية لتشمل بعض حقول محافظتي الحسكة والرقة، وما تلا ذلك من انخفاض حاد في انتاج الغاز، بسبب الاعتداءات الإرهابية على مواقع انتاج الغاز وخطوط النقل واستهداف طيران التحالف الغربي لمختلف المواقع. وبذلك بلغت الخسائر المادية في القطاع النفطي حتى عام ٢٠٢٢: المباشرة ٣٠ مليار دولار، أما غير المباشرة فكانت ٧٣ مليار دولار[٦].

وقد أثرت تلك العوامل بشكل مباشر في الطاقة التكريرية للمصافي السورية وفي كمية المشتقات المكررة فيها والتي شهدت تراجعاً كبيراً خلال الفترة ٢٠١١ وحتى الوقت الراهن نتيجة تراجع القدرة على تأهيل المصافي سواء بالإمكانيات أو بالوقت المناسب لتوقف القدرة على استيراد متطلبات التأهيل وتراجع الخبرات والكوادر المناسبة للقيام بهذا العمل سواء بنتيجة الهجرات أو بسبب الاستهداف المباشر للكوادر، وفيما يلي الشكل البياني، يوضح مقارنة بين عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٠ حول كمية الخامات المكررة في المصافي السورية:

الشكل (٢) : مقارنة معدل الخامات المكررة (٢٠١٠ – ٢٠٢٠) في المصافي

[٥] عبير فرحات علي وآخرون، ٢٠١٦، العائد الاقتصادي والبيئي من استخدام الغاز الطبيعي في السيارات كبديل للطاقة التقليدية، مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس، المجلد السادس والثلاثون، الجزء الثالث، ص٤٠٣.

[٦] وزارة النفط والثروة المعدنية، ٢٠٢٢، الواقع الحالي الرؤى و الآفاق المستقبلية في وزارة النفط والثروة المعدنية، ص١٦.



المصدر: وزارة النفط والثروة المعدنية، ٢٠٢٢، الواقع الحالي الرؤى والآفاق المستقبلية في وزارة النفط والثروة المعدنية، ص٤٢

من خلال الشكل السابق يتبين مقدار التراجع الكبير في قدرة المصافي بتأمين احتياجات السوق السورية من المشتقات البترولية، والتي بلغ فيها الاستهلاك معدلات تفوق ما هو منتج مما دفع بالاعتماد على الاستيراد وتحمل الدولة لتكاليف اضافية كبيرة كانت تؤمن جزء كبير منها من خلال الانتاج والتكرير الذاتي، والجدول التالي يبين متوسط الاستهلاك الإجمالي من المشتقات البترولية للفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠.

الجدول (٢): يبين متوسط الاستهلاك الإجمالي السنوي من المحروقات للفترة (٢٠١٠-٢٠٢٠) ألف م^3

السنة	مازوت	بنزين	فيول	غاز منزلي
2010	6,579	2,255	5,148	846
2011	7,457	2,077	4,839	901
2012	4,714	1,666	3,526	543
2013	2,639	1,421	1,945	326
2014	1,775	1,212	1,370	346
2015	1,579	1,246	1,519	368
2016	1,740	1,230	1,844	373
2017	1,677	1,387	2,162	394
2018	1,709	1,536	2,069	369
2019	1,763	1,496	1,984	328
2020	1,962	1,450	2,463	275

المصدر: المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، سلسلة إحصائيات سنوية غير منشورة

وبتفصيل هذه الأرقام نلاحظ التراجع الكبير في استهلاك المحروقات بعد عام ٢٠١١ ويعود ذلك إلى جملة من العوامل منها تراجع الإنتاج وارتفاع الأسعار والتي أسهمت فيها فيما بعد الإجراءات الدولية أحادية الجانب من طرف الاتحاد الأوربي والولايات المتحدة الأمريكية والتي أثرت بشكل مباشر على قدرات تزويد السوق بالحاجات اليومية من الطاقة وهذا ما يمكن ملاحظته من خلال الجدول التالي:

الجدول (٣): الاستهلاك اليومي ألف م٣				
السنة	مازوت	بنزين	فيول	غاز منزلي
2010	18.0	6.2	14.1	2.3
2011	20.4	5.7	13.3	2.5
2012	12.9	4.6	9.7	1.5
2013	7.2	3.9	5.3	0.9
2014	4.9	3.3	3.8	0.9
2015	4.3	3.4	4.2	1.0
2016	4.8	3.4	5.1	1.0
2017	4.6	3.8	5.9	1.1
2018	4.7	4.2	5.7	1.0
2019	4.8	4.1	5.4	0.9
2020	5.4	4.0	6.7	0.8
المصدر: من اعداد الباحث تم الحساب بقسمة الاستهلاك السنوي على ٣٦٥				

حيث تراجع مقدار الاستهلاك اليومي من البنزين من ٦.٢ ألف م^3 باليوم لعام ٢٠١٠ إلى ٤ ألف م^3 باليوم لعام ٢٠٢٠ أي بنسبة انخفاض وصلت إلى (-٣٥.٧%) طبعا هذا الاستهلاك ليس بسبب تراجع الاعتماد على البنزين، وإنما بسبب عدم توافر الكميات المطلوبة لسد الاحتياجات والاعتماد بشكل رئيسي على الاستيراد وما يتعلق به من مشاكل وصعوبات وخاصة في ظل الاجراءات القسرية أحادية الجانب.

وفي ظل الوضع الاستمراري لهذه الإجراءات وانخفاض الإنتاج يمكن الاستعانة بالغاز المنتج في المنشآت النفطية والغازية السورية في الوقت الحالي والذي بلغ ١٢.٥ مليون م^3 غاز /اليوم، و٤٠٠ طن/يوم غاز منزلي حتى عام ٢٠٢١، وذلك بحسب احصائيات المؤسسة العامة للنفط.

ثالثاً : مشكلات الطاقة التي يعاني منها الاقتصاد السوري

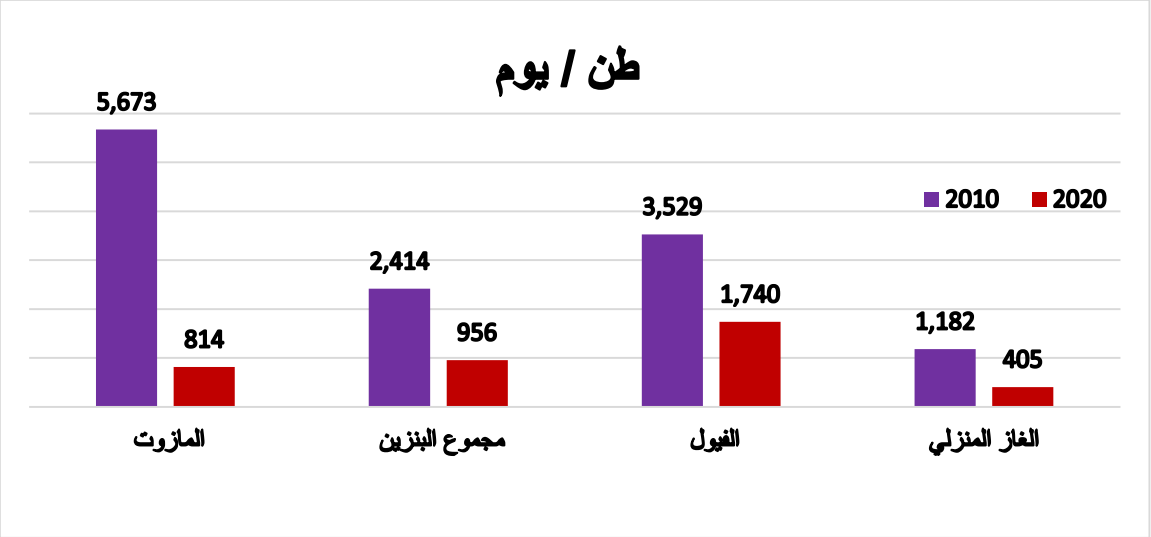
يمكن تقسيم المشكلات التي يعاني منها الاقتصاد السوري من الجانب الطاقوي خلال الفترة الحالية إلى نوعين من المشكلات:

أ- مشكلات اقتصادية:

- انخفاض كميات الانتاج من النفط وبالتالي من المشتقات النفطية المكررة مثل البنزين والديزل حيث تراجع الانتاج من النفط الخام من ٣٨٦ ألف برميل باليوم عام ٢٠١٠ إلى حوالي ١٧ ألف برميل بعام ٢٠٢١ بنتيجة تأثير الأزمة الراهنة اعتباراً من آواخر عام ٢٠١١ والذي تجلى بانخفاض حاد في الإنتاج نتيجة توقف تصدير النفط بعد فرض المقاطعة الغربية، ثم تدهور الإنتاج نتيجة التعديات الإرهابية المستمرة على المنشآت النفطية.

- الاعتماد على المستوردات من المشتقات النفطية، لتأمين احتياجات جزء من السوق، والشكل الآتي هو مقارنة بين أهم المشتقات النفطية المستوردة (٢٠١٠ -٢٠٢٠):

الشكل(٣) : مقارنة بين الكميات المستوردة من المشتقات النفطية بين عامي ٢٠١٠و ٢٠٢٠.



المصدر: وزارة النفط والثروة المعدنية، ٢٠٢٢، الواقع الحالي الرؤى والآفاق المستقبلية في وزارة النفط والثروة المعدنية، ص٤٤

الشكل السابق يبين مقدار الاعتماد على المستوردات النفطية والتي تناقصت خلال الفترة ٢٠٢٠ بالمقارنة مع ٢٠١٠ وليس بسبب قدرة الانتاج المحلي على تأمين باق الاحتياجات وإنما بسبب عدم القدرة على استيراد كامل احتياجات السوق لعدة أسباب منها: العقوبات المفروضة على الاقتصاد السوري، والتي خفضت من قدرة الدولة على تأمين احتياجاتها من المشتقات اللازمة لسد احتياجات السوق من جهة، ومن جهة ثانية عدم توفر القدرة المالية اللازمة للوفاء باحتياجاتها. وهذا يؤدي الى المشكلة الثالثة المتمثلة بارتفاع تكلفة الدعم.

- ارتفاع تكلفة دعم الدولة للوقود السائل (بنزين ومازوت) باعتبارهما المصدر الاساسي لوقود السيارات حيث تضاعف مقدار الدعم الحكومي المقدم لتأمين المشتقات النفطية من العام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٢٠ بمقدار /١١/ مرة. والجدول الآتي يبين مبيعات ومشتريات المشتقات النفطية الأساسية:

الجدول (٤) : مقارنة بين عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٠ تبين مشتريات الدولة السورية ومبيعاتها من المشتقات النفطية الأساسية

	٢٠١٠		٢٠٢٠	
	الكمية ألف طن	القيمة مليار ل.س	الكمية ألف طن	القيمة مليار ل.س
المشتريات	١٦٢٠٨	٤١٤	٥٤٢٢	٢٧٨٧
المبيعات	١٤٣٣٧	٣٠٧	٥٧٠١	١٦٤٨
الفرق		١٠٧-		١١٣٩-

المصدر: وزارة النفط والثروة المعدنية، ٢٠٢٢، الواقع الحالي الرؤى والآفاق المستقبلية في وزارة النفط والثروة المعدنية، ص٢١.

يبين الجدول السابق كميات المشتقات النفطية على اختلاف انواعها والتي تخصصها الدولة من موازنتها بشكل مباشر لشرائها حيث تبين ارتفاع كبير في قيمة هذه المشتقات ما بين عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٠ على الرغم من تراجع كمياتها.

ب- مشكلات بيئية:

يشكل احتراق الوقود السائل خاصة البنزين والمازوت والكيروسين والغاز المسال(LPG) حوالي ٧٥٪ من انبعاثات الكربون في سورية، فخلال عملية الاحتراق في محركات البنزين: يكون التفاعل الكيميائي في أثناء الاحتراق بين العناصر الثلاثة الأكسجين والهيدروجين والكربون، وينقسم الوقود أثناء عملية الاحتراق إلى هيدروجين وكربون ويتحد هذان العنصران مع الأكسجين، باعتبار أن عملية الاحتراق عبارة عن اتحاد الأكسجين الموجود في الهواء مع الهيدروجين والكربون الموجود في الوقود، وينتج عن ذلك ماء وثاني أوكسيد الكربون ويكون الماء على شكل بخار؛ لأن عملية الاحتراق تتم عند درجات حرارة عالية (حوالي ٤٥٠٠ فهرنايت) تطرد أبخرة الماء وثاني أكسيد الكربون من المحرك عن طريق مجموعة غاز العادم، وهذا الاحتراق حتى يكون كامل يجب أن تكون كمية الاكسجين كالآتي[٧]:

الكمية النظرية: يتم استهلاك كمية الأكسجين بالكامل في حرق مكونات الوقود احتراقاً كاملاً وبذلك لا يخرج أي أكسجين مع العادم، عندما تكون كمية الأكسجين أكبر من الكمية النظرية؛ تخرج كمية من الأكسجين مع غازات العادم، كذلك عندما تكون كمية الأكسجين أقل من الكمية النظرية؛ تؤدي إلى عدم الاحتراق الكامل لمكونات الوقود وبذلك يخرج أول أوكسيد الكربون CO مع غازات العادم[٨]. والجدول التالي يوضح كمية الكربون المنطلق من السيارة بحسب نوعها عندما تقطع مسافة ١ كم و١٠٠ كم بحمولة راكب واحد:

الجدول(٥) : يبين كمية الكربون المنطلق من السيارة بحسب نوعها عندما تقطع مسافة ١ كم و١٠٠ كم بحمولة راكب واحد

نوع الآلية	كمية الكربون المنطبق (كيلو) لكل كيلو متر بمعدل راكب واحد	k100
الدراجات النارية	0.94	94
السيارات كهربائية	0.043	4.3
السيارات صغيرة	0.11	11
السيارات وسط	0.133	13.3
السيارات كبيرة	0.183	18.3
سيارات مهجنة	0.084	8.4
التكسي:	0.17	17

المصدر: دائرة البيئة البريطانية.

وهنا لابد من الإشارة إلى أن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من سيارة تستخدم الوقود يعتمد على عدة نقاط:

- حجم المحرك ووزن السيارة (السيارات ذات المحركات الكبيرة تنفث كمية أكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون)
- نوع الوقود المستخدم وفعاليته
- عمر السيارة (السيارات القديمة تنفث غاز ثاني أكسيد كربون أكثر من السيارات الجديدة من نفس الحجم)

[٧] عمر أحمد ، ٢٠٢٠، عملية الاحتراق في محركات البنزين/ اطلع عليه بتاريخ ٢٠٢٣/١/٢٠ عن الموقع:
https://e3arabi.com/engineering/

[٨] بحسب دائرة البيئة البريطانية (دفرا) ملف pdf عن الموقع:
www.defra.gov.uk/environment/business/envrp/pdf/passenger-translate.pdf

- عدد المسافرين
- صيانة السيارة (وخصوصاً المحرك وضغط العجلات)
- كيفية قيادة السيارة (السرعة، التمهل، تشغيل وإيقاف السيارة، التسارع، الكوابح).

رابعاً: العوائد المتوقعة لاستخدام الغاز الطبيعي

- العائد البيئي

وهنا يمكننا أن نفصّل العائد البيئي المتحقق في شقين:

أ- **مردود بيئي:**

يتمثل في دور الغاز الطبيعي في تقليل حجم الانبعاثات الناتجة عن احتراق أنواع الوقود، وذلك لأن احتراق الغاز يتم بشكل كامل، كما أنه وبالمقارنة مع انواع الوقود الاخرى يلاحظ بأن الغاز الطبيعي ينتج الأزوت اقل بنسبة ٩٠% واول اوكسيد الكاربون اقل بنسبة ٢٥%. كما لا يحوي الغاز الطبيعي على مادة الألدهيد او غيره من السموم الغازية كما هو الحال في غيره من الوقود، كما أن مستوى خلق ظاهرة الاحتباس الحراري للغاز الطبيعي هي منخفضة للغاية. ولا يلوث الغاز الطبيعي المياه السطحية لكونه غازا غير سام.

ب- **مردود بيئي اقتصادي:** يتجسد في امكانية الاستفادة من تجارة الكربون لمزيد من العائدات للدولة.

وهنا من الناحية الاقتصادية تظهر امكانية الاستفادة من الوفر في إطلاق الكربون بالهواء بمردود اضافي لخزينة الدولة تتمثل ببيع حصة الدولة من إطلاق غاز الكربون وهو ما يسمى تجارة الكربون والتي تعني قيام الدول التي لديها المزيد من انبعاثات الكربون بشراء الحق في انبعاث المزيد من البلاد التي لديها انبعاثات أقل. وبالتالي فإن المبدأ الذي تقوم عليه هذه التجارة هو "الدفع في مقابل التلوث"، وهو أحد مبادئ الإدارة البيئية التي أقرها المجتمع الدولي في قمة الأرض التي نظمتها الأمم المتحدة بـ "ريو دي جانيرو" بالبرازيل عام ١٩٩٢ لتشجيع المنتجين والمستهلكين على استخدام المنتجات والممارسات الصديقة بالبيئة[٩]. ومثل أي سوق تتضمن تجارة الكربون سوقاً عالمية، ويكون فيها أسعار محددة للطن الذي يتم إطلاقه في الجو من قبل الدول الصناعية كثمن للتصدي لكارثة بيئية واقتصادية تتسبب فيها، ويكون البائع من الدول أو الجهات ذات الانبعاثات المنخفضة، والمشتري صاحب الانبعاثات المتزايدة، بينما السلعة أكسيد الكربون، والسعر حسب العرض والطلب، وعلى من يرغب في مزيد من الانبعاثات شراء "أرصدة كربونية" إذا أراد تجاوز المسموح. وخلفت هذا التجارة مصطلح بات يعرف باسم "بورصة الكربون" والتي يتم من خلالها شراء وبيع رخص الكربون لتمكين البلدان والشركات والأفراد من الوفاء بالتزاماتهم الطوعية أو المطلوبة بتخفيض الانبعاثات حسب برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وتضم أكبر البورصات العالمية، سوق المتاجرة في الانبعاثات التابع للاتحاد الأوروبي وبورصة شيكاغو الأمريكية والبورصة الأسترالية[١٠]. وفيما يأتي جدول يبين أسعار عقود الكربون خلال شهري شباط وأذار ٢٠٢٢:

الجدول (٦) : أسعار عقود الكربون خلال شهري شباط وأذار ٢٠٢٢

تاريخ	اخر سعر	سعر الفتح	عالي	منخفض	الحجم	التغير %

[٩] زيد المال صافية، ٢٠١٣، حماية البيئة في إطار التنمية المستدامة على ضوء أحكام القانون الدولي، رسالة دكتوراه في القانون، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة مولود معمري تيزي وزو، الجزائر، ص٥٣٦.

[١٠] مجموعة البنك الدولي، تسعير الكربون، اطلع عليه بتاريخ:٢٠٢٣/١/٢٢: على الرابط:
https://www.albankaldawli.org/ar/results/2017/12/01/carbon-pricing

شباط ٢٠٢٢	78.66	82.46	84.42	55	0	-4.83
أذار ٢٠٢٢	82.65	89.74	98.45	80.48	0	-7.88
	الأعلى: ٩٨.٤٥	الأدنى: ٥٥.٠٠	الفرق: ٤٣.٤٥	المعدل: ٨٠.٦٦	التغير %: -١٢.٣٣	

المصدر: نشرة البنك الدولي، خريطة بيانات الكربون، عن الموقع

https://carbonpricingdashboard.worldbank.org

يعبر الجدول السابق عن التغيرات لسعر طن الكربون ووفقاً للإغلاق الأخير لبورصة الكربون خلال شهري شباط وآذار، حيث وصل سعر ١طن كربون إلى ٧٨.٨٠ يورو بتاريخ ٢٠٢٢/٣/٢٥. وهذا يعكس مقدار العائد الاقتصادي الذي من الممكن تحصيله عند تحقيق وفر بيئي في إطلاق الغازات الدفيئة وخاصة غاز الكربون مع التأكيد على أن هذه الأسعار في حالة تغيير دائم.

خامساً: التجربة المصرية:

حرصت مصر على استغلال احتياطياتها من الغاز الطبيعيفياقتصادها، حيث حولت قسك كبير من اسطول السيارات لديها نحو استهلاك الغاز، وبحسب آخر احصائية لوزارة البترول المصرية فأنه تم في عام ٢٠٢١ ما يلي: تحويل السيارات للعمل بالغاز الطبيعي، محطات تزويد السيارات بالغاز الطبيعي.

تحويل السيارات للعمل بالغاز الطبيعي

بحسب آخر إحصائية لوزارة البترول المصرية فإنه تم خلال عام ٢٠٢١ ما يلي[١١]:

- تحويل حوالي ٦٦ ألف سيارة للعمل بالغاز الطبيعى المضغوط خلال العام بزيادة حوالي ٧١ % عن عام ٢٠٢٠.
- إجمالى عدد السيارات المحولة منذ بدء النشاط وحتى نهاية عام ٢٠٢١ بلغ حوالي ٤٠٥ آلاف سيارة.

محطات تزويد السيارات بالغاز الطبيعي

تحققت زيادة قياسية في أعداد تنفيذ محطات تزويد السيارات بالغاز الطبيعى، ليبلغ إجمالي عدد المحطات منذ بدء النشاط وحتى نهاية عام ٢٠٢١ نحو ٥٣٠ محطة تمثل حوالي ٥٥% من إجمالي عدد محطات الغاز التي أنشئت على مدار الـ ٢٥ عاماً السابقة.

المتوسط الشهري لمبيعات الغاز:

زاد المتوسط الشهري لمبيعات الغاز الطبيعي المضغوط للسيارات من حوالي ٥٢ مليون متر مكعب عام ٢٠٢٠ إلى حوالي ٧٢ مليون متر مكعب عام ٢٠٢١ بزيادة أكثر من ٣٨%، وذلك نتيجة لتحويل المركبات المستهلكة للوقود السائل (بنزين وسولار) إلى الغاز الطبيعى المضغوط.

سادساً: مؤشرات عملية التحويل

[١١] وزارة البترول والثروة المعدنية، حصاد إنجازات وزارة البترول والثروة المعدنية خـــلال عـــام ٢٠٢١، جمهورية مصر العربية، https://www.petroleum.gov.eg/ar-eg/media-center/news/news-pages/Pages/mop_27122021_02.aspx

تقطع السيارة بأسطوانة الغاز ذات سعة ١٦ متراً مكعباً، مسافة ١٦٠ كيلو متر، في حال كان معدل استهلاكها ١٠%، أي إن كل ١٠٠ كم تستهلك ١٠ ليترات بنزين، لأن متر مكعب واحد من الغاز الحيوي يستطيع تحريك السيارة للمسافة التي تتحركها باستخدام ليتر واحد من البنزين تقريبا.

الجدول (٧) : يبين انواع الوقود الاخرى المساوية لـ ١ م³ من الـ CNG[١٢]

١ م³ من الـ CNG	= ١.٠٥ لتر من البنزين
١ م³ من الـ CNG	= ١.٣٥ لتر من الـ LPG
١ م³ من الـ CNG	= ١.٠٠ لتر من الديزل

المصدر: الأمم المتحدة، ٢٠١٨، التوصيات الدولية لإحصاءات الطاقة (IRES)، ص٦٦-٧٢.

واستخدام الغاز الحيوي في المحركات، يخفّض فترات الصيانة الدورية للمحركات، كونه لا يحدث تآكلاً في الأجزاء المعدنية للمحرك مثل تلك التي تحدثها نواتج الوقود الأخرى، كما أن مقومات الأمان بأسطوانة الغاز تصمّم لتتحمّل ضغطاً يعادل ٢٠٠ بار.كما أن الغاز الحيوي يتمّ احتراقه بالكامل وبكفاءة عالية دون إفراز عوادم صلبة، حيث أن ارتفاع نسبة الميتان فيه يؤدي لرفع كفاءته بتشغيل محركات السيارات، وقدرته على زيادة عمر المحرك بمعدل يتراوح ما بين ٣٠ – ٤٠% مقارنة مع محرك البنزين. وفيما يخص استبدال الزيت، فإن السيارات التي تعمل على البنزين تحتاج إلى تغيير الزيت بعد قطع مسافة من ٢– ٥ آلاف كم، أما عند استخدام الغاز الحيوي كوقود فإنه يتمّ تبديل الزيت بعد قطع مسافة من ١٠– ١٥ ألف كم. وهنا لابد من ذكر بعض النقاط ذات العلاقة بالسلامة والأمان، منها أن المركبات التي تعمل على الغاز الحيوي تتفوّق على البنزين في حال حوادث الاصطدام والحريق لأن الغاز أخفّ من الهواء، وهو يرتفع بسرعة في الجو ويتبدّد في حال تسربه. وفيما يأتي أهم خصائص السلامة والأمان:

- درجة اشتعال البنزين هي ٣٠٠ درجة مئوية ودرجة اشتعال الـ LPG هي ٤٠٠ درجة مئوية ودرجة اشتعال الغاز الطبيعي المضغوط CNG هي ٦٥٠ درجة مئوية، بالنظر الى الخصائص الفيزيائية فأن الـ CNGهو الاصعب اشتعالا.
- لكون الغاز الطبيعي اخف من الهواء ففي في حال وقوع حادث او مشكلة ما فإنه على عكس انواع الوقود الاخرى كـ(LPG والبنزين وغيرها) يتطاير فورا في الهواء ولهذا السبب فأنه لا يسبب اشتعالا او انفجارا على عكس انواع الاخرى من الوقود التي تتجمع على الارض، أي انه الوقود الاقل خطورة في الاشتعال.

أما السلبيات، فتتمثل بأمور كـ(ضعف عزم المحرك، وانخفاض تسارعه بنسبة ١٠% بسبب وجود فرق بين الغاز والبنزين فيما يتعلق بالقيمة الحرارية المكافئة للبنزين ، وكذلك انخفاض الطاقة الخارجة منه مقارنة باستخدام البنزين). مع التأكيد على إمكانية السيطرة على هذه المشكلة.

سابعاً: مراحل وخطوات تنفيذ التحول في سورية

تعد هذه التجربة جيدة بالنسبة للقطاع العام من حيث ضبط النفقات من جهة وتحويل موازنتها من نفقات استهلاكية إلى نفقات انتاجية أكثر جدوى.

وللوصول إلى مرحلة تحويل السيارة للعمل على الغاز لابد من تنفيذ مجموعة من الخطوات على المستوى العام قبل الناحية الفنية بما يخص المركبات المحولة، حيث يستلزم إقامة مشروع تحويل السيارات العاملة على البنزين للعمل

[١٢] ملاحظة المقارنة هنا تتم حسب نظام GGE الخاص بالولايات المتحدة

على الغاز الطبيعي في مدينة دمشق وريفها بداية ومن ثم يمكن تعميم التجربة على باق المحافظات وتتم العملية وفق الآتي[١٣]:

- انشاء شبكة أنابيب رئيسية وثانوية مع كامل ملحقاتها لنقل كميات الغاز اللازمة للآليات وذلك من شبكة نقل الغاز الحالية القريبة من دمشق.
- انشاء محطات في مدينة دمشق وريفها لتعبئة الآليات بالغاز المضغوط والتي ستتغذى من التفريعات بحيث تؤمن هذه المحطات المرونة الكافية لتزويد الآليات بالغاز.
- يتم بداية تحويل سيارات الأجرة والسيارات الحكومية كمرحلة أولى للعمل في مدينة دمشق بخطوة أولى تبلغ ٥٠٠٠٠ سيارة وفي حال النجاح يمكن التعميم على باق المحافظات.
- إن إنشاء هذه المحطات يستغرق قرابة ٦ اشهر بالمقارنة مع التجربة المصرية.
- إن الغاز المستخدم هو غاز CNG الطبيعي المضغوط وهو متوافر في سورية.

أهم معوقات التنفيذ في سورية:

- عدم وجود أو استكمال البنية التحتية للإمداد بالغاز داخل وخارج المدن وعدم وجود محطات الغاز وجعلها متاحة للسيارات
- ارتفاع كلفة تحويل السيارات للعمل بالغاز أو بالبنزين والغاز(هجينة)
- معدل تمويل سيارات الغاز الطبيعي أعلى من معدل تمويل سيارات البنزين، مما يستدعي كثافة أعلى لخطوط ومحطات الغاز.

العائد الاقتصادي المتوقع من عملية التحويل في سورية:

بداية لابد من القاء الضوء على أسعار المشتقات البترولية عالميا، حيث يتراوح متوسط سعر الغاز الطبيعي(CNG) بين (٠.٠٦٠- ٠.٠٤٧)$ لكل كيلو واط ساعة بحسب نوع الأعمال(منزلية أو تجارية) ويعتبر أقل سعر مسجل في ايران وهو(٠.٠٠١$) للأسر و(٠.٠٠٠)$ للأعمال التجارية، الغاز النفطي المسال(LPG) بالمتوسط عالميا(٠.٨٠) دولار للتر. في حين بلغ سعر لتر البنزين عالميا بالمتوسط حوالي ٤٦٤١.٨٦ل.س (١.٣٣$) وبلغ سعره في سورية بنتيجة الدعم حوالي١١٠٠ل.س أي(٠.٣١٦$). أما سعر لتر الديزل مدعوم فهو ٥٠٠ ل.س(٠.١٤٣$) في حين متوسط سعره عالميا ٤٤٣٦.٦٣ل.س (١.٢٧$) للتر الواحد حتى تاريخ ٢٠٢٢/٣/٢١ [١٤]. وفي الجدول الآتي توضيح للسعر العالمي لكل من الغاز والبنزين والمازوت بالدولار والليرة السورية والسعر المحلي ومقدار الدعم المخصص للتر الواحد.

الجدول (٨) : أسعار البنزين والمازوت بالدولار والليرة السورية (السعر العالمي والمحلي ومقدار الدعم المخصص) للتر الواحد

المادة	متوسط عالمي $	سوري ل.س	مدعوم$	مدعوم ل.س	مقدار الدعم$	مقدار الدعم ل.س
البنزين	1.33	٤٦٤١.٨٦	0.316	1100	1.014	3541.86
المازوت	1.27	4436.63	0.143	500	1.127	3936.63

[١٣] ، وزارة النفط والثروة المعدنية في سورية، المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، دراسة غير منشورة، ٢٠٢٢.
[١٤] البيانات السابقة تمثل الأسعار العالمية للمشتقات النفطية بحسب الأسعار المعتمدة في المؤسسة العامة للنفط.

المصدر: من اعداد الباحث بالاستناد الى بيانات المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط.

واستنادا لما سبق نجد ان مقدار الدعم المقدم في عام ٢٠٢٠ لمادة البنزين حسب الاستهلاك قد بلغ ١,٤٧٠,٣٠٠ دولار أي بقيمة 5,135,697,000 ل.س لعام ٢٠٢٠ وحده. أما إذا قمنا بحساب سعر الغاز الطبيعي وفق متوسط السعر العالمي فيكون كما يأتي:

الجدول (٩) : سعر الغاز الطبيعي وفق متوسط السعر العالمي ومقدار الايراد المتحقق بالدولار

المادة	متوسط عالمي لكل مليون وحدة حرارية بريطاني	متوسط عالمي لكل ٢٨.٢٦ م^3	سعر ١م^3 $	السعر للمستهلك $ لكل ١م^3	ايراد متحقق $ لكل ١م^3
الغاز الطبيعي	$٦	$٦	٠.٢١٢	٠.٣١٦	٠.١٠٣

المصدر: من اعداد الباحث

وبالتالي لـ ٥٠٠٠٠ سيارة كل منها بأسطوانة سعة ١٦ م^3 تقطع مسافة ١٦٠ كم أي بكمية استهلاك ٨,٠٠٠,٠٠٠ م^3 ستحقق اضافة لخزينة الدولة حوالي ٨٢٩,٤٨٦ دولار•. في حين سيكون مقدار الوفر المتحقق من الدعم هو ٨,١١٢,٠٠٠ دولار لـ ٥٠٠٠٠ سيارة.

وبالتالي فإن الاعتماد على الغاز كوقود للسيارات سيمكن الدولة من تحقيق عائد اقتصادي جيد ووفر بالدعم لخزينة الدولة، فهو ذو جدوى اقتصادية.

النتائج

١- نظراً إلى أن الغاز الطبيعي وقود صديق للبيئة وعالي الكفاءة، فإنه يساهم بفعالية فى تنفيذ سياسات الحفاظ على البيئة وجودة الهواء في المدن السورية حيث يعمل الغاز الطبيعى على تقليل الانبعاثات الضارة الملوثة للبيئة الصادرة من السيارات والمركبات وهو ما يؤدى للحفاظ على صحة المواطنين.

٢- يمكن القول بأن المستقبل الواعد للأستثمار بالغاز الطبيعي والاستفادة منه نظراً لتوفره فيسورية بكميات اقتصادية خاصة في ظل أزمة الوقود العالمية والمحلية.

٣- الإسهام فى تنفيذ سياسات ترشيد الطاقة، وخفض مخصصات الدعم الموجه للمنتجات البترولية السائلة والتي كانت الدولة ترصد لها مبالغ ضخمة في الموازنة والتي بدأت ترشيده تدريجياً خلال السنوات القليلة الماضية.

٤- تقليل الاعتماد على استيراد منتجات الوقود السائل (البنزين وغيرها) اللازمة للسوق المحلي، والتوسع في استخدام الغاز الطبيعى كوقود سيسهم بدرجة كبيرة في تقليل استيراد هذه المنتجات وما يتبعه من توفير العملة الاجنبية.

• تم حساب الربح فقط من خلال ضرب الايراد المتحقق لكل ١م^3 بكمية الاستهلاك لكل اسطوانة سعة ١٦ م^3 ل٥٠٠٠٠ سيارة على افتراض تم البيع بنفس السعر البنزين المدعوم

التوصيات

- إن تطبيق هذا المشروع ممكن، ويحتاج لعملية تحويل السيارات للعمل من البنزين والمازوت إلى الغاز، لذا من الضروري طرح هذا المشروع في خطط الاستثمار واستقدام احدى الشركات ذات الخبرة في هذا المجال للبدء بعملية التحويل ومستلزماتها.
- ضرورة الاستفادة من تجربة الشركة السورية للنفط في هذا المجال والتي قامت بتسيير سيارات على الغاز ضمن حقولها قبل الأزمة، وتم تركيب تجهيزات آمنة على السيارات المستخدمة.

المراجع المستخدمة:

١. المؤسسة العامة للنفط، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، *سلسلة إحصائيات سنوية غير منشورة*.

٢. أوابك.٢٠١٤. *الورقة السورية*، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، ٢١-٢٣ ديسمبر ٢٠١٤.

٣. الأمم المتحدة، ٢٠١٨، *التوصيات الدولية لإحصاءات الطاقة (IRES)*

٤. *دائرة البيئة البريطانية (دفرا) ملف pdf* عن الموقع:
www.defra.gov.uk/environment/business/envrp/pdf/passenger-translate.pdf

٥. رضوي عباس السلاموني، ٢٠١٤، *قسم تطوير العمليات* – معهد بحوث البترول – مجلة البترول والعلوم البيئية – العدد السادس.

٦. زيد المال صافية، ٢٠١٣، *حماية البيئة في إطار التنمية المستدامة على ضوء أحكام القانون الدولي*، رسالة دكتوراه في القانون، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة مولود معمري تيزي وزو، الجزائر.

٧. عبير فرحات علي وآخرون، ٢٠١٦، *العائد الاقتصادي والبيئي من استخدام الغاز الطبيعي في السيارات كبديل للطاقة التقليدية*، مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس، المجلد السادس والثلاثون، الجزء الثالث.

٨. عمر أحمد ، ٢٠٢٠، *عملية الاحتراق في محركات البنزين/* اطلع عليه بتاريخ ٢٠٢٣/١/٢٠ عن الموقع: https://e3arabi.com/engineering/

٩. مجموعة البنك الدولي، *تسعير الكربون*، اطلع عليه بتاريخ:٢٠٢٣/١/٢٢: على الرابط:
https://www.albankaldawli.org/ar/results/2017/12/01/carbon-pricing

١٠. نشرة البنك الدولي، *خريطة بيانات الكربون*، عن الموقع
https://carbonpricingdashboard.worldbank.org

١١. وزارة النفط والثروة المعدنية، ٢٠٢٢، *الواقع الحالي الرؤى و الآفاق المستقبلية في وزارة النفط والثروة المعدنية*.

١٢. وزارة البترول والثروة المعدنية، *حصاد إنجازات وزارة البترول والثروة المعدنية* خلال عام ٢٠٢١، جمهورية مصر العربية، **https://www.petroleum.gov.eg/ar-eg/media-center/news/news-pages/Pages/mop_27122021_02.aspx**