الغاز الحيوي الطاقة المستدامة في الأرياف.

– دراسة النموذج الهندي–

Biogas sustainable energy for the rural areas
-INDIA Case Study-

د. لكحل الأمين ، جامعة ابن خلدون – تيارت (الجزائر)•

ط. د. حاج علي نورة، جامعة مصطفى اسطمبولي معسكر (الجزائر)♣

تاريخ الايداع : 2019/12/08 تاريخ القبول: 2020/01/07 تاريخ النشر: 2020/04/15

الملخص:

تأتي الحاجة للطاقة البديلة من شدة استخدام الإنسان للطاقة بما لا يتناسب ومعدلات إنتاجه لها، وتتفاقم المشكلة في الأرياف أين يكون من الصعب التوصيل بالشبكات الطاقوية خصوصا في الدول ذات المساحة والكثافة السكانية الكبيرة على غرار الهند، وعليه اعتمادا على المنهج الوصفي سنحاول معرفة السياسة الطاقوية التي تبنتها الهند لحل مشكل العجز الطاقوي في الريف من خلال الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة بهدف إنتاج طاقة رخيصة وبوفرة.

الكلمات المفتاحية: العجز الطاقوي، الطاقة البديلة، الطاقة الحيوية، الغاز الحيوي.

Summary:

The need for sustainable energy comes from the intensity of human use of energy wich does not match the rates of its production and this dilemma gets bigger in rural areas especially in countries with large space and population like India , so base on descriptive analyze we will exanimate the effienciancy of the indian's energy policy in rural areas.

Kay words: Energy Deficit, Sustainable energy, Bio_energy, Biogas.

• الدكتور : لكحل الأمين ، أستاذ مساعد قسم "ب" بملحقة قصر الشلالة، جامعة ابن خلدون – تيارت –(الجزائر) ، البريد الالكتروني : elamineblack@gmail.com

♣ طالبة الدكتوراه : حاج علي نورة ، بكلية العلوم الاقتصادية ، التجارية وعلوم التسيير بجامعة مصطفى اسطمبولي – معسكر (الجزائر)، البريد الالكتروني:karimagrh06@gmail.com

مقدمة:

يشهد العالم ثورة من أجل الحفاظ على الاستدامة في ما يخص الطاقة، حيث باتت الطاقة الكلاسيكية التي تعتمد على المصادر الأحفورية تشكل تهديد للوجود البشري من خلال تسببها في ظاهرة الاحتباس الحراري، هذا إلى جانب كون تلك الأخيرة مصدر غير مستقر من حيث الأسعار وغير متجدد طبيعيا مما يهدد اقتصاديات الدول المنتجة والمستهلكة لتلك المصادر على حد سواء.

تلعب السياسات الحكومية دورا كبيرا في تفعيل خيار التوجه نحو الطاقة البديلة وزيادة استعمالها وذلك من خلال الاعتماد على نهج الدعم المالي المباشر والغير مباشر لتلك المصادر، ومن بين تلك المصادر نجد الطاقة الحيوية والتي تعتمد على تحويل الكتلة العضوية الموجودة في المخلفات الصناعية والفلاحية إلى طاقة نظيفة، حيث بات يشكل هذا الخيار حلا للعديد من المعضلات المتعلقة بالاستدامة في استعمال الموارد الطبيعية من خلال الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة.

تأتي الهند على رأس الدول المشجعة لاستعمال الطاقة الحيوية وذلك نظرا للعديد من العوامل و يأتي على رأسها زيادة الضغط على الشبكة الكهربائية التقليدية والتي تعتمد أساسا على الفحم الحجري نتيجة الانفجار الديمغرافي الكبير حيث فاق عدد السكان بها المليار نسمة وأكثر من ثلث السكان الهند لا يمكنهم الحصول على الطاقة مع مطلع القرن 21، وتتركز الفئة المتضررة من عدم حصولها على الطاقة في الهند بالأرياف خصوصا في الإقليم الشمالي الشرقي ، وعليه وانطلاقا مما سبق سنطرح التساؤل التالي:

فيما تتمثل السياسة الحكومية الهندية الداعمة لخيار تبني الطاقة الحيوية عموما والغاز الحيوي بالخصوص وما هي أهم نتائج تلك السياسة؟.

وللإجابة على هذا التساؤل اعتمدنا الخطة التالي:

1- **مفهوم الطاقات البديلة.**
2- **طاقة الكتلة الحيوية والغاز الحيوي.**
3- **سياسة الحكومة الهندية في مجال تشجيع الطاقة الحيوية.**

1. مفهوم الطاقة المستدامة.

1.1- تعريف الطاقة المستدامة وأهميتها الاقتصادية:

تشكل الطاقة البديلة أو ما يعرف بالطاقة المتجددة أو نظيفة المصدر الثاني للطاقة العالمية بعد الطاقة الاحفورية ونظرا للتغيرات المناخية والآثار السلبية للتلوث بات هناك اهتمام عالمي بهذا المصدر حيث بلغ الإنفاق على الاستثمار مع البحث والتطوير في مجال تحسين كفاءة تلك المصادر ما يعادل 2.3 تريليون دولار أمريكي ما بين السنة 2012 إلى 2017.

1.1.1- تعريف الطاقة المستدامة : تختلف الأساليب اللغوية لمفهوم الطاقة المستدامة أو المتجددة غير أنها تتفق حول مفهوم واحد :

- **تعريف المنظمة العالمية للطاقة:** هي تلك الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكنها أن تنفذ طبيعيا وتختلف عن المصادر التقليدية المتمثلة في الطاقة الأحفورية أو الطاقة النووية (Word energy council، 2019 ،p15).
- **تعريف منظمة الأمم المتحدة:** هي طاقة لا تعتمد على مخزون قابل للنفاذ وغير محدود، وتأخذ خمس أشكال: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة باطن الأرض، الطاقة الكهرومائية وطاقة الكتلة الحيوية (www.sustainabledevelopment.un.org)

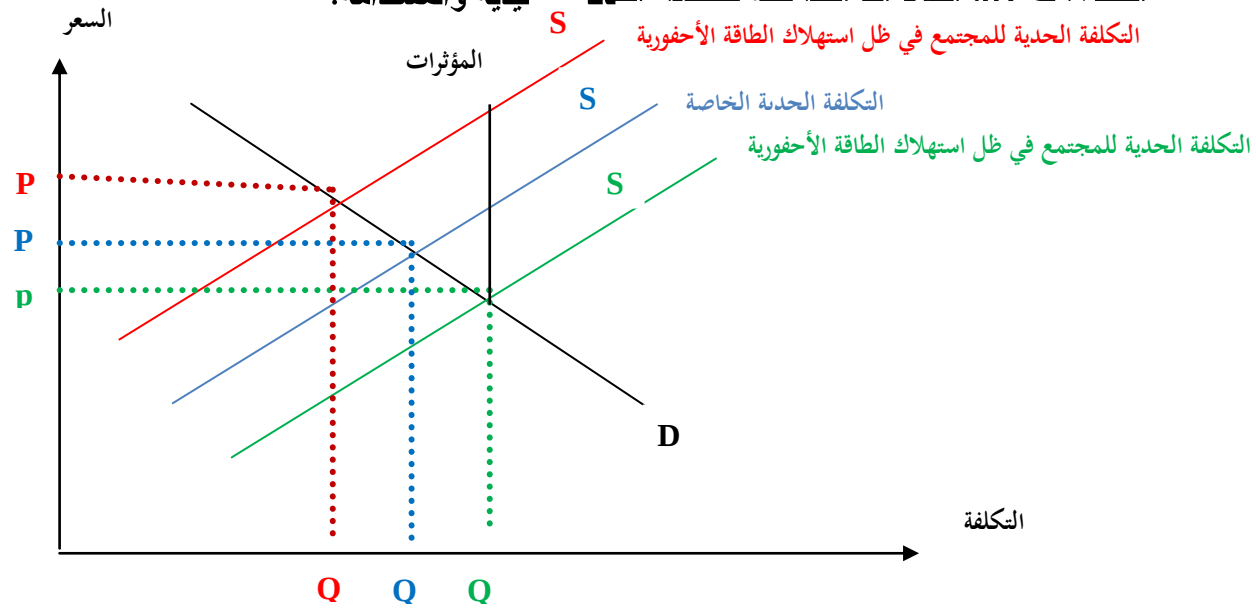
وعليه واعتمادا على المفاهيم السابقة يمكن أن نعرف الطاقة المستدامة على أنها: هي الطاقة المتشكلة من تيارات متواصلة ومصادر تتجدد بشكل مساوي لاستعمال طاقتها أو تفوقها تجددا كالطاقة الشمسية أو طاقة الرياح كما تحد من الاستغلال المفرط لمصادر الطاقة الأحفورية.

كما يمكن تعريفها على أنها: "هي تلك الطاقة الغير تقليدية والتي يمكن الحصول عليها من مصادر طبيعية كما أنها لا تنضب وتحافظ على المنظومة البيئية" (زواوية حلام ، 2013، ص59).

2.1.1- الأهمية الاقتصادية لمصادر الطاقة المتجددة.

بافتراض وجود سوق منافسة تامة وكاملة فإن أسعار وكميات التوازنية تحدد تلقائيا في السوق، غير أن الأسعار لا تأخذ بعين الاعتبار التكاليف الاجتماعية (تكاليف غير معوضة) ناتجة عن استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية والشكل الموالي يوضح الآثار الاجتماعية المترتبة عن إنتاج واستهلاك مصادر الطاقة الكلاسيكية.

الشكل رقم 01: المؤثرات الخارجية لمصادر الطاقة التقليدية والمستدامة.



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نظرية COASE.

من خلال الشكل رقم 01، نلاحظ أن منحنى العرض انتقل من المنحنى S إلى المنحنى S الذي يعكس ويأخذ بعين الاعتبار التكاليف الاجتماعية الناتجة عن الآثار الخارجية السلبية للعملية الإنتاجية وذلك حسب نظرية COASE للآثار الخارجية، (www.who.int) بينما المنحنى S يوضح التحسن في التكاليف نظرا لإدخال مصادر الطاقة لأثار خارجية إيجابية ويمكن ملاحظة التحسن عند الأخذ بعين الاعتبار النقطتين التاليتين:

أ- عامل التلوث:

يأخذ تلوث المحيط عدة أشكال أبرزها التلوث الجوي حيث يرتبط هذا الأخير مباشرة باستغلال مصادر الطاقة الأحفورية، بحيث يؤثر التلوث بشكل مباشر في جودة الحياة البشرية وبالأخص في الدول النامية حيث تقدر المنظمة العالمية للصحة في دراسة نشرت في مارس 2019 (p06، 2019 ، World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation) أن عدد الوفيات المرتبطة بشكل مباشر بالتلوث الجوي تدور بين 7 ملايين و8.8 مليون حالة وفاة سنوية أغلبها لأطفال دون سن الخامسة، كما أن التكلفة التقديرية لهذا التلوث حسب البنك الدولي تقدر ب5 تريليون دولار أمريكي في المجال الصحي للتلوث الجوي دون الأخذ بعين الاعتبار التكاليف الأخرى المرتبطة بمجالات حياتية واقتصادية أخرى كالفلاحة مثلا أو بأشكال أخرى من التلوث كالتلوث المائي وتلوث التربة.

إن تغيير استهلاك مصادر الطاقة نحو التوجه لمصادر الطاقة المتجددة والتي في العادة ما تكون نظيفة يمكن أن يخفض التكاليف السلبية للتلوث مما يحسن من جودة الحياة البشرية وزيادة الرفاهية الاقتصادية.

ب- عدم استقرار وتذبذب أسعار مصادر الطاقة:

تتحسس أسعار مصادر الطاقة الأحفورية وبالأخص أسعار البترول بالعديد من العوامل الغير اقتصادية وبالأخص العامل السياسي حيث أن عدم استقرار الأسعار يؤثر بشكل سلبي على مستويات النمو العالمية نتيجة لعدم سيطرت الدول على سياساتها التنموية والتي تتأثر بشكل مفرط من تقلبات أسعار مصادر الطاقة فعند ارتفاع أسعار البترول تتأثر سلبا اقتصاديات الدول المستهلكة بينما تبني الدول المصدر سياسات تنموية اعتمادا على الفائض المحقق بين ما كان متوقع من الأسعار وما هو معتمد في السوق غير أن تحسس الأسعار يمكن أن يتسبب في صدمة لتلك الدول مما يجعلها تخسر ما متوسطه 2% (إيلينا لانكوفيتشينا ، 2010، ص04) من معدل النمو المتوقع في كل دورة.

2.1- مصادر الطاقة المتجددة

مصادر الطاقة المتجددة هي مصادر غير ناضبة وهي متعددة فيما يلي سوف نشير إلى بعض منها (Edenhofer Ottmar، 2012 ،p180):

1.2.1- الطاقة الكهرومائية

تتمثل الطاقة الكهرومائية في استغلال الطاقة الحركية للماء الساقط من خلال السدود أو الشلالات لتدوير التوربينات التي بدورها تقوم بتدوير أسلاك ملفوفة بين مغناطيسيين وينتج عن هذا الطاقة الكهربائية .

ومن أهم مميزات الطاقة الكهرومائية أنها مصدر طاقة غير ناضب وأضرارها قليلة على البيئة ويمكن استعمالها على مدار العام وتعتبر رخيصة بعد إنشاء السدود، ومن عيوبها الأخرى أنها تستعمل فقط في أماكن جريان الماء حيث تستغل لتوليد 14% من الطاقة الكهربائية العالمية.

2.2.1- الطاقة الشمسية

تتمثل في إشعاعات الطاقة الشمسية المباشرة والمتحصل عليها بواسطة استغلال الخلايا والألواح الشمسية حيث يتم تخزين الطاقة الشمسية ومن ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية.

تمتاز الطاقة الشمسية بكونها مصدر غير ناضب للطاقة بحيث أنها لا تنفد مهما زادت درجة الاستغلال وليس لها تأثير تلويثي معلوم على المحيط أي ليس لها نواتج ضارة بالبيئة أما عيوب الطاقة الشمسية فهي متعددة ويأتي على رأسها عامل التكلفة حيث تعتبر من بين أكثر مصادر الطاقة كلفة كما أنها تحتاج إلى مساحات كبيرة كما أنها لا تتوافر إلا في مناطق محدودة من العالم.

3.2.1- طاقة الرياح

تعتبر الرياح مصدر غير ناضب ونظيف وغير ملوث للبيئة ورخيص ويمكن اعتبارها مكملا لبعض مصادر الطاقة الغير ناضبة إلا أن أهم عيوب طاقة الرياح أنها تحتاج هي الأخرى إلى مساحات شاسعة من الأرض كما أن الطاقة المنتجة قليلة مقارنة بالتكلفة العالية.

4.2.1- طاقة المحيطات

تتمثل أساسا في طاقة المد والجز، كما يمكن استغلالها من خلال بناء سدود متدرجة على الشواطئ بحيث تشكل موجات مياه قوية يمكن استغلالها في توليد الطاقة باستخدام طوافات بحرية، هذا إلى جانب طاقة الشمس الحرارية المخزنة في مياه المحيطات واختلاف الملوحة بين المياه العذبة والمالحة.

5.2.1- طاقة حرارة جوف الأرض

يتمثل هذا النوع في استغلال حرارة باطن الأرض والتي يمكن أن تصل إلى 6000 درجة مؤوية ليتم استغلال تلك الحرارة اعتمادا على محطات خاصة لإنتاج الطاقة الكهربائية، من مميزات هذا النوع من الطاقة أنها مستدامة كما أنها غير ملوثة أما أهم عيوبها فهي الندرة فجوف الأرض لا ينكشف إلا في المناطق ذات النشاط البركاني.

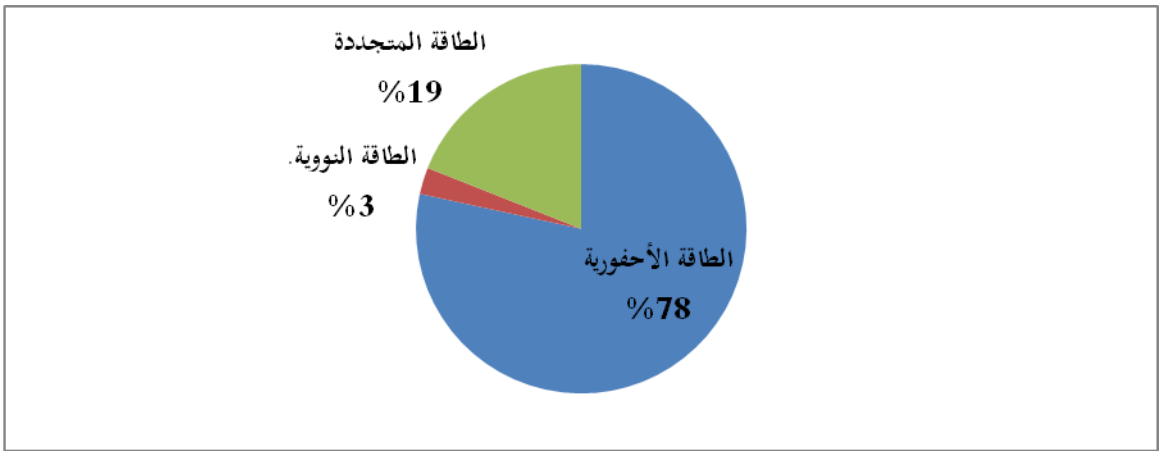
6.2.1- طاقة الكتل الحيوية Biomass

تتمثل الطاقة الحيوية في تحويل الطاقة العضوية المخزنة في كائنات الحية إلى طاقة يمكن استعمالها. وتشمل الطاقة الحيوية مجموعة متعددة من الأنشطة منها ما هو ملوث والمتمثل في طاقة الاحتراق ومنها ما هو نظيف والمتمثل في الغاز الحيوي.

3.1- الاستخدام العالمي للطاقة المتجددة.

بالرغم من زيادة الاهتمام الدولي بالطاقة المتجددة وزيادة الإنفاق العام على إنتاجها خصوصا بالدول التي تعرف عجز في إنتاج الطاقة الأحفورية أو الدول التي تمتلك استراتيجيات مستقبلية مبنية على سياسة استبدال إنتاج الطاقة الكلاسيكية بالطاقة البديلة هذا إلى جانب ضغط المنظمات الدولية المهتمة بالشؤون البيئية إلا أن إنتاج واستهلاك الطاقة المستدامة لازال ضعيفا والشكل رقم 02 يوضح الاستهلاك العالمي للطاقة حسب المصدر.

الشكل رقم 02: الاستهلاك العالمي للطاقة حسب المصدر 2015.



SOURCE : International Energy Agency- Key World Energy Statistics 2019- 26 September 2019. pp. 6, 36. Retrieved 7 December 2019. P11.

اعتمادا على الشكل رقم 02 نلاحظ أن الطاقة المتجددة تحتل المرتبة الثانية في الاستهلاك العالمي للطاقة بنسبة 1 % وتأتي مباشرة بعد الطاقة الأحفورية المتشكلة من الفحم الحجري، البترول والغاز الطبيعي والتي تمثل نسبة 78.4% وتسبق الطاقة النووية والتي تشكل نسبة 2.6% أما فيما يتعلق بالاستثمار الدولي في مجال الطاقات المتجددة فهو متذبذب من سنة إلى أخرى والجدول الموالي حجم الاستثمارات العالمية في مجالات الطاقة المتجددة.

الجدول رقم 01: تطور حجم الاستثمار الدولي في مجالات الطاقة المتجددة (مليار دولار)

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
الاستثمار (مليار $)	237	279	256	232	270	285	241	279	289

SOURCE : REN21- Renewables 2011- 2019- Global Status Reports.

من خلال الجدول رقم 01 نلاحظ أن الاستثمار الدولي في الطاقات المتجددة عرف وتيرة متزايدة من سنة 2010 إلى غاية 2011 ويرجع السبب لاستقرار أسعار الطاقة ثم تراجع من 279 مليار دولار سنة 2011 إلى 232 مليار دولار نظرا لارتفاع أسعار الطاقة التقليدية عالميا والتي أرهقت موازنات الدول حيث ركزت الدول المتقدمة في هذه الفترة على دعم احتياطاتها من البترول وحفاظها على أمنها الطاقوي ثم ارتفع مجددا سنة 2015 مع محافظته على نفس الوتيرة ليبلغ حجم الاستثمارات الدولية في ميدان الطاقات المتجددة سنة 2018 ما يقارب 289 مليار دولار ويعزى السبب أيضا لتراجع أسعار الطاقة التقليدية في السوق العالمية.

2- طاقة الكتلة الحيوية والغاز الحيوي.

ينتمي الغاز الحيوي لفئة الطاقات المتجددة والمتمثلة في التيارات التلقائية للطاقة الطبيعية القابلة للاستعمال المتكرر واللامتناهي أي أنها غير قابلة للنفاذ بغض النظر عن درجة الاستغلال حيث ترتبط إمكانية استعمالها بالإمكانيات المالية والتقنية اللازمة لتشغيلها.

1.2- مفهوم الطاقة الحيوية:

يمكن تبسيط مفهوم الطاقة الحيوية في العملية التي يتم من خلالها تحويل الطاقة الشمسية المخزنة في النباتات (مواد عضوية) أثناء عملية التمثيل الضوئي إلى طاقة يمكن استغلالها (بوكرة كميلية وعبد الوهاب هشام، 2016، ص04)، فقد استعمل الإنسان الأخشاب وبقايا النباتات في الطبخ والتدفئة منذ أن اكتشف النار، فاحتراق الخشب يؤدي إلى إنتاج طاقة الكتلة الحيوية وكذلك استعمال بعض المحاصيل الزراعية

كوقود حيث أن النسبة المستهلكة بشريا من النباتات المستغلة فلاحيا لا يتجاوز 5% من الكتلة الكلية والباقي لابد من استغلاله لغرض ما مثل إنتاج الطاقة. ولقد بدء العلماء فعلا في استخدام المخلفات الزراعية والحيوانية كمصادر محتملة للطاقة، ويتم هذا الاستخدام بعدة طرق (أحمد جاد الله المقداد ، 2016، ص03) نذكر منها:

أ- الاحتراق

وهو أبسط أشكال استغلال الطاقة الحيوية فهو يمتاز بسهولة الانتفاع، أما عيوب هذا الاستخدام فتكمن في كونه يتسبب في الكثير من المشاكل للبيئة كما أسلفنا مثل إنتاج غازات الاحتباس الحراري التي تؤدي إلى رفع درجة حرارة الكوكب كما أن الاحتراق قليل المردودية والمنفعة.

ب-تخمير الكحول Alcohol Fermentation (الوقود الحيوي)

وهو تحويل النشاء في المواد العضوية (النباتات عموما) إلى سكر بواسطة الحرارة ومن ثم تخمير السكر بالخميرة وبعد تقطير الكحول الإيثيلي يمزج الناتج بوقود آخر ويستخدم كمصدر مباشر للطاقة وقد استعمل هذا المزيج Gasohol بنجاح في البرازيل والولايات المتحدة كبديل للجازولين العادي المستخدم في محركات الاحتراق الداخلي .

ج- تسخين الكتلة الحيوية Pyrolysis

وتتضمن هذه الطريقة تسخين الكتلة الحيوية في غياب الأكسجين حيث تتفكك إلى غاز الفحم ومن أهم مزايا هذه الطريقة عدم تكون ثاني اكسيد الكربون. ولكن من عيوبها استخدام درجات حرارة عالية مما يستهلك كمية كبيرة من الطاقة.

د- الهضم الغير هوائي Anaerobic Digestion (الغاز الحيوي)

يتضمن الهضم الغير هوائي تحويل المخلفات البشرية والحيوانية والنباتية أي الكتلة الحية إلى غاز الميثان أحد أهم مكونات الغاز الطبيعي خلال خلطها بالماء وتخزينها في صهاريج محكمة وعلى الرغم من أن هذه العملية مكلفة إلا أن كفاءتها في إنتاج الطاقة عالية جدا، ومن مميزات الكتل الحية كمصدر للطاقة أنها مصدر غير ناضب من الناحية النظرية، أما أهم عيوبها تكمن في كونها مكلفة وقد تتسبب في بعض الأضرار للبيئة مثل تدمير الغابات والتصحر وقد تسبب أيضا ضررا على صحة الإنسان نظرا لتلويثها الهواء ولهذا فإن استعمالها لا يزيد عن 3% من الطاقة المستهلكة في الدول الصناعية

2.2- تعريف الغاز الحيوي ومزاياه :

1.2.2- مفهوم الغاز الحيوي

هو الغاز الناتج عن تحلل المواد العضوية بطريقة التخمر اللاهوائي ضمن هواضم مخصصه لذلك، ويشكل غاز الميتان (CH_4) معظمه فهو عديم اللون والرائحة، سريع الاشتعال وغير ضار بالجو يتطاير بالهواء للأعلى كون وزنه أخف من الهواء (نصف كثافة الهواء).

كما يمكن تعريفه على أنه: ذلك الخليط الغازي الناتج عن تخمر المخلفات العضوية (نباتية، حيوانية، صناعية ومنزلية) تحت سطح الماء بمعزل عن الهواء" تخمر لاهوائى "وذلك بفعل مجموعة متخصصة من البكتريا المنتجة لغاز الميثان بنسبة تتراوح ما بين 50 و 70% والباقي خليط من غاز ثاني أكسيد الكربون وكبرتيد الهيدروجين والهيدروجين.

2.2.2- مزايا الغاز الحيوي :

يمتاز الغاز الناتج عن وحدة إنتاج البيوغاز بالعديد من الايجابيات نذكر منها:

- ✓ **المردودية:**

تمتاز تقنية التخمير لإنتاج الغاز الحيوي بمردودية مرتفعة حيث أن تخمير متر مكعب من روث الأبقار يعطي 0.3 $م^3$/يوم غاز حيوي على درجة حرارة 25 $م^0$، فهو بذلك يحتل الصدارة بين الغازات المتاحة لميزاته الجيدة (أحمد جاد الله المقداد ، 2016، ص04) ,اذا ما علمنا أن متر مكعب واحد من الغاز الحيوي يولد طاقة 02.3 كيلو واط ساعي، فهو يعادل8 كغ حطب أو 6.2 لتر مازوت أو44 % كغ بوتان, وهو بذلك يمكن أن يغطي الاحتياجات التالية:

- تشغيل موقد متوسط الشعلة لمدة 0-1 ساعة
- تشغيل دفاية مزرعة دواجن طول 62 سم لساعتين
- توليد طاقه كهربائية 1.3-1.5 ك. و.س وعليه نتمكن من تشغيل فرن كهربائي متوسط لساعتين.
- تشغيل محرك احتراق داخلي قدرته حصان واحد لمدة 2 ساعة فعلى سبيل المثال تشغيل جرار زراعي وزنه 1 طن لمسافة 2.8 كم.
- رفع 48 $م^3$ من الماء باستطاعة 1.1 كيلو واط ساعي مع التشغيل لمدة 4 ساعات يوميا.

- ✓ **التقليل من الانبعاثات الملوثة:**

تخفيف الحمل على الجو المحيط المثقل أصلا بغاز الميتان والأمونيا وبالتالي حماية البيئة بالتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري وحدوث التغيرات المناخية عن طريق حرق غاز الميتان CH4 وتحويله إلى غاز الكربونCO2 .

✓ **تحقيق قيمه ربحية**

عند استعمال طريقة التخمير يمكن استثمار الغاز والسماد الناتج عن التخمير على حد سواء، كما أنه وبعد تصفية الغاز الناتج ووصوله لجودة غاز الميتان الطبيعي يمكن استخدامه بشكل مباشر كوقود للسيارات ووسائل النقل المختلفة، وكل ذلك سيقلل حتما من التكلفة ويرفع من درجة الربحية.

3.2.2- استخدامات الغاز الحيوي عالميا.

شهد استخدام الطاقة الحيوية تطورا ملحوظا على الصعيد العالمي وذلك نظرا للخصائص الاقتصادية باعتباره يغني الدول الفقيرة من الطاقات الأحفورية عن استيراد تلك الطاقات جزئيا مما يخفف العبء المالي عن حكومات تلك الدول مع تخلصها من التبعية الاقتصادية، هذا إلى جانب كون إستغلال الطاقة البديلة يعمل على التقليل الكفء والفعال من التلوث بجميع أشكاله حيث يعمل على تحويل كتلة ملوثة وبالأخص روث الحيوانات المهجنة إلى طاقات نظيفة نسبيا والجدول التالي ملخص عن الدول الأكثر تحويلا للغاز الحيوي في العالم اعتمادا على عدد المحطات اللاهوائية التي تمتلكها.

الجدول رقم 02: ترتيب الدول حسب عدد محطات الغاز الحيوي.

الترتيب	الدولة	عدد المحطات
01	الهند	2500000[1]
02	الصين	2000000
03	نيبال	145000
04	ألمانيا	3700
05	فيتنام	1800
06	النمسا	350

المصدر: وكالة الطاقة الدولية www.iea.com .

من خلال الجدول السابق نلاحظ أن محطات توليد الغاز الحيوي تركز في الدول الآسيوية ذات الكثافة السكانية الكبيرة غير أن المحطات المتواجدة بتلك الدول هي محطات للإستعمال المحدود أي انها ذات

[1] المحطات المسجلة للاستعمال التجاري فقط

إنتاج ضعيف نسبا (06 إلى 10 م3/ اليوم). حيث وتبعا لإحصاءات المنظمة العالمية للغذاء FAO فإن الريادة في حجم الانتاج تعود لدول الاتحاد الأوربي التي تمتلك مصانع تحويل كبيرة ومتطورة وذات فعالية في الإنتاج، حيث بلغ إنتاجها سنة 2011 ما يقارب 10000 ألف طن مكافئ من النفط يوميا أي ما يمثل 60% من الإنتاج العالمي.

3- التجربة الهندية في مجال استعمال الغاز الحيوي.

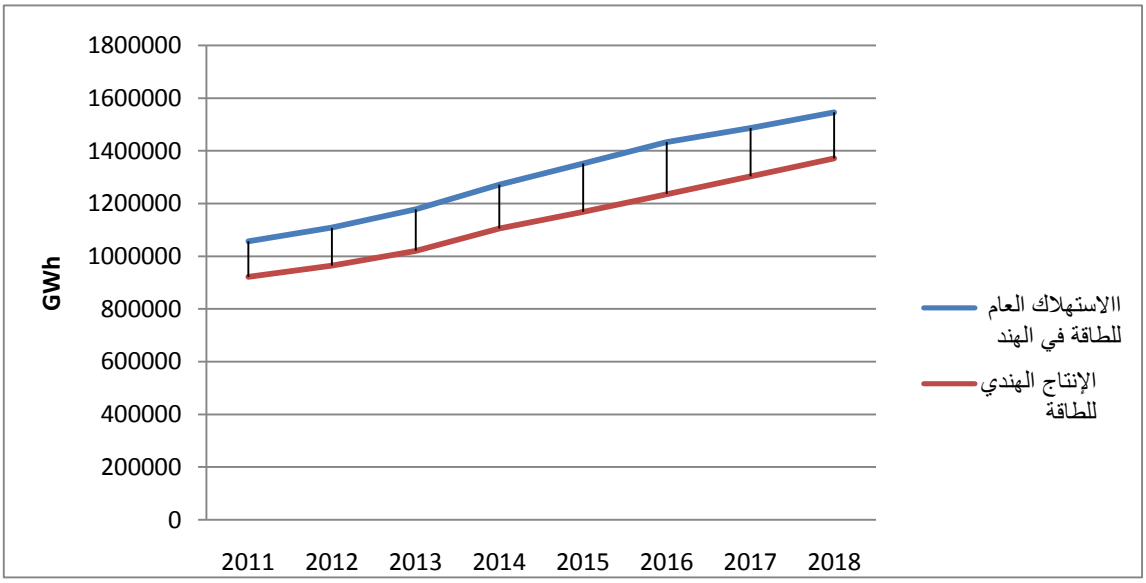
تتمثل مشكلة الطاقة التي تعاني منها الهند في كونها جاءت كثالث أكبر مستهلك للطاقة في العالم في سنة 2018 بعد الولايات المتحدة والصين وبحصة إجمالية قدرها 5.8% من الاستهلاك العالمي للطاقة مع عجز في إنتاج الطاقة، حيث لا تنتج الهند سوى 66% من احتياجاتها الطاقوية.

1.3 إشكالية الطاقة في الهند.

اتبعت الهند لجيل كامل (Arvind Virmani، 2017، p09) منذ 1950 حتى 1980، سياسات متأثرة بالاشتراكية حيث تم تقييد الاقتصاد بنظام شامل، أدت سياسية الحماية والملكية العامة إلي انتشار الفساد وبطء النمو الاقتصادي، ما أدى إلى تراجع كم ونوع الخدمات العامة والبنية التحتية للدولة مع العلم أن الهند كانت تعرف انفجار ديمغرافي كبير حيث قارب عدد السكان في تلك الفترة المليار نسمة وفي سنة 1991 تغيرت السياسة الاقتصادية بعد حدوث أزمة حادة في ميزان المدفوعات، وأدي ذلك إلي التشديد على استخدام التجارة الأجنبية والاستثمار الأجنبي كجزء أساسي في الاقتصاد الهندي (لكحل الأمين ، 2018، ص116) غير أن التحول الاقتصادي ضاعف العديد من المشاكل وبالأخص مشكل الطاقة اللازمة لتدوير العجلة الاقتصادية وبالأخص في الأرياف وفي ضواحي المدن الكبرى، حيث تعاني الهند من عجز طاقوي يقدر بـــ 34% (www.iea.org).

تضاعف استهلاك الهند للطاقة بين سنوات 1990 و2018 بمعدل مضطرد ففي سنة 2018 فقط بلغ متوسط الزيادة 7.9 % رغم أن متوسط استهلاك الفرد في الهند يبقى ضعيفا، فحسب تقديرات الوكالة الدولية للطاقة، فإن 44% من سكان الريف في الهند لا يحصلون مطلقا على الكهرباء وأكثر من 90% منهم يعتمدون على "الطاقة الحيوية البسيطة" لتغطية نشاطاتهم ذات الضرورة القصوى فقط، والشكل الموالي يوضح تطور إنتاج واستهلاك الطاقة في الهند في الفترة الممتدة من 2011 إلى 2018.

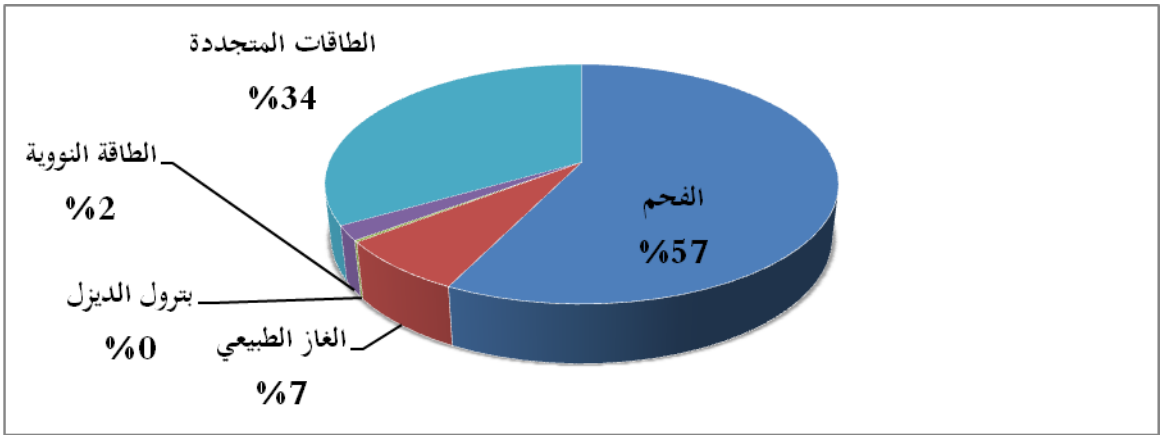
الشكل رقم 03: تطور إنتاج واستهلاك الطاقة في الهند من 2011 إلى 2018.



SOURCE :Pankaj Batra- Central electrIcity authority reports & planning- government of INDIA- NEW DELHI- june 2018- p 21.

من خلال الشكل رقم 03 نلاحظ الزيادة الملحوظة في إنتاج الطاقة معبر عنها بالجيغاوات في الهند، حيث ارتفعت بنسبة تفوق 23% من 2011 إلى 2018 غير أن الاستهلاك تزايد بنسبة أكبر في نفس الفترة (30%) ومن هنا فإن للهند مشكلة عجز طاقوي مزمنة سعت الحكومات المتتالية لإيجاد حلول لها من خلال تنويع مصادر الطاقة بالدولة، حيث تتشكل مصادر الطاقة في الهند كالتالي:

الشكل رقم 04: مصادر الطاقة الكهربائية في الهند.



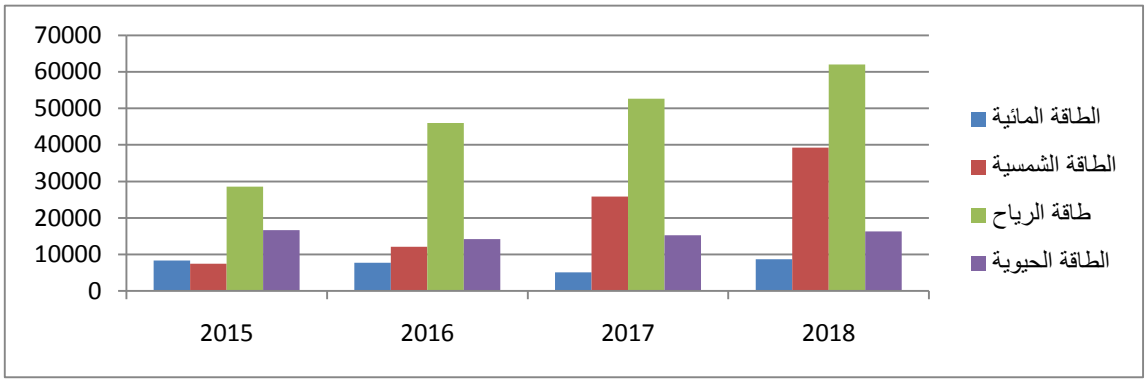
SOURCE: Pankaj Batra- Central electrIcity authority reports & planning- government of INDIA- NEW DELHI- june 2018- p 27.

تعتمد الهند بشكل أساسي على الفحم الحجري في إنتاج الطاقة ومن المتعارف عليه تقنيا أن هذا المصدر ذو كفاءة متوسطة بالمقارنة مع مصادر أحفورية أخرى كالغاز الطبيعي وهو ما يفسر متوسط الانقطاع اليومي في التغذية الكهربائية والمقدر بـــ 10 دقائق يوميا كما يفسر أيضا إرتفاع استهلاك وقود الديزل باعتباره الوقود اللازم لتشغيل المولدات الكهربائية عند انقطاع التيار، وفي نفس السياق نلاحظ أن الهند باتت تعتمد بشكل متزايد على الطاقات المتجددة حيث شكلت نسبة 34%، وبالرغم من ضخامة هذه المقدرات، إلا أنها لا تسد حاجة الهند بشكل كامل.

2.3- الطاقة المتجددة في الهند:

تحتل الهند المرتبة الثالثة من حيث إنتاج الطاقة الحيوية ولم يشهد هذا النوع على غرار النوع الأخير المتمثل في الطاقة المائية تطورا كبيرا في الفترة الممتدة من 2015 إلى 2018 لكونها بلغت أقصى إشباع بحكم أنه تعمد هي الأخرى على مورد طبيعي محدود على غرار المخلفات العضوية.

الشكل رقم 05: تطور مصادر الطاقة البديلة في الهند (2015-2018).



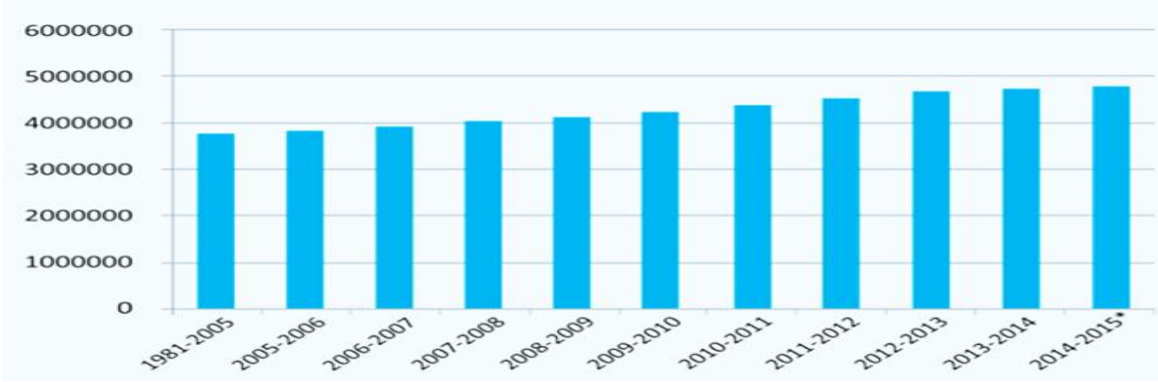
SOURCE: Pankaj Batra- Central electrIcity authority reports & planning- government of INDIA- NEW DELHI- june 2018- p 31.

من خلال الشكل رقم 05 نلاحظ أن الهند تعرف تنوعا كبيرا في مصادرها الغير تقليدية، حيث تعتمد بشكل كبير ضمن مصادرها النظيفة على طاقة الرياح حيث تضاعف إنتاج هذه الطاقة منذ سنة 2015 ليبلغ إنتاجها سنة 2018 ما يقارب 62000 جيغاوات والسبب يعود لتوفر عامل الرياح نظرا للطبيعة الجغرافية والمناخية للدولة ثم تليها مباشرة الطاقة الشمسية حيث يتوقع أن تنفق الهند على تطوير هذا المصدر ما يقارب 100 مليار دولار بحلول سنة 2020 بهدف معالجة مشكلة التوريد بالكهرباء وبالأخص في إقليم البنجاب.

3.3- التوجه نحو الغاز الحيوي للإنتاج الذاتي للطاقة في الريف الهندي.

اعتمدت الحكومة الهندية على سياسة طاقوية تقوم على تنويع مصادر الطاقة بالدولة، حيث كان خيار التوجه نحو الطاقات المتجددة من ضمن أجندات الحكومة وخصوصا بالأرياف، حيث وبالاعتماد على الإحصاءات فإن 44% من المنازل بالضواحي والأرياف لم تكن مرتبطة بشبكات الطاقة الكهربائية مطلع الألفية بينما زود 56% الباقية منهم بمعدل 7 سا/ 24 سا، واعتمد أغلب سكان الريف في الهند على الطاقة الحيوية التقليدية والمتمثلة في الإحراق المباشر للمواد العضوية كالأخشاب للأغراض المنزلية كالطهي والتدفئة ما زاد من مشكلة التلوث بالدولة حيث تحتل الهند المرتبة 13 دوليا من حيث درجات التلوث بالمدن ولمعالجة الخلل شجعت الحكومة بناء محطات منزلية لتوليد الغاز الحيوي محليا والشكل الموالي يوضح تطور عدد محطات البيوغاز في الهند.

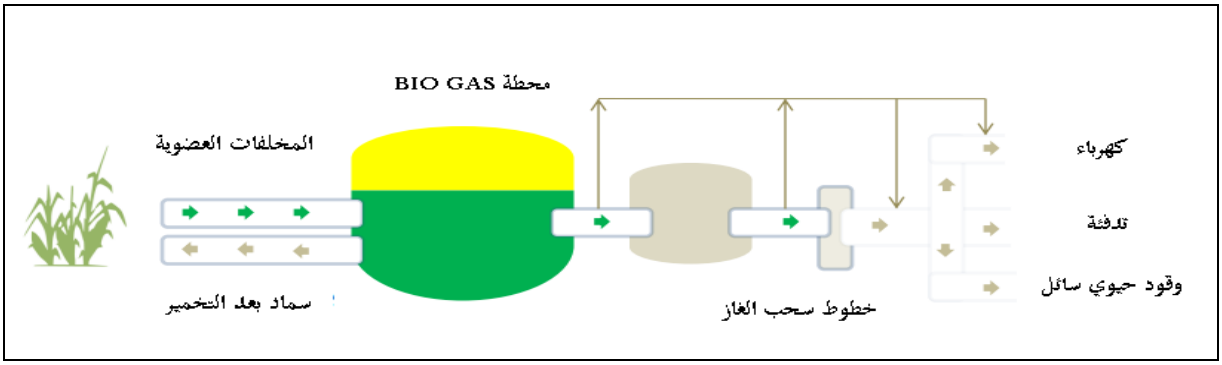
الشكل رقم 06: تطور عدد محطات البيو-غاز في الهند.



SOURCE :Anil Dhussa- overview of biogas in India – Ministry of new and renewanle energy - New Delhi- 2017-p03

من خلال الشكل رقم 06 نلاحظ ارتفاع عدد المحطات التي تعتمد على المخلفات العضوية فقط من 3.8 مليون إلى 5 مليون محطة سنة 2017 (Pankaj Batra، 2018، p13) بزيادة تقدر ب 1.2 مليون محطة بين سنة 2006 و 2016، وعليه باتت الهند ثاني أكثر الدول امتلاكا لتلك المحطات (p04 ، ANIL DHUSSA،2017).

الشكل رقم 07: تبسيط نموذج الهضم الحيوي الهندي



SOURCE :Anil Dhussa- overview of biogas in India - Op Cit-p07

بناءا على ما سبق تمثلت السياسات الحكومة التشجيعية لتوليد الغاز الحيوي في الريف كالتالي:

يعتمد النموذج الهندي لإنتاج الغاز الحيوي على قواعد وتكنولوجيات بسيطة سهلة الإنشاء ورخيصة من حيث التكاليف حبث يكلف النموذج التقليدي (الغوبار) في المتوسط 80 دولار أما النموذج المصنع محليا فيكلف 250 دولار أي 200 دولار أقل من النموذج الصيني، كما أن النموذج الريفي يمتاز بمردودية كبيرة وتدفقات غاز ثابتة تقدر ب 03 $م^3$، أما جودة الغاز فهي جيدة بحيث تصل لنسب عالية من الميثان الصافي (C_4H_4) تبلغ 70% (Shivika Mittal، 2018، p362).

استنادا لما سبق سنستعرض إبراز دول الدولة التشجيعي في النقاط التالية:

- استحداث وزارة جديدة تعني بمصادر الطاقة المتجددة https://mnre.gov.in/.
- اعتماد سياسة تصنيع محلية لمحطات التخمير مما سمح للسعر أن ينخفض بنسبة 30% عن أسعار المحطات المنزلية المستوردة.
- الدعم المالي المباشر للأسعار يصل لـــ 50% في الأقاليم الشرقية، أما باقي الأقاليم فتقدر نسبة الدعم المالي ب 30%.
- التركيب المجاني للمحطات في كل الأقاليم.
- تتحمل الحكومة نسبة 50% من تكاليف الصيانة بينما تكون مجانية للمحطات المتوقفة لأكثر من 5 سنوات.
- تشرف حكومة الأقاليم على دورات تدريبية لكيفية استغلال وتطوير المحطات.
- المساعدة المباشرة في تسويق الغاز في حالة المشاريع التجارية.

بناءا على سياسة حكومية داعمة لإنتاج الغاز الحيوي مع متابعة مستمرة لمحطات توليد الغاز، هذا إلى جانب توفر مدخلات إنتاج الغاز من مواد عضوية (قشور الأرز والموز المخلفات الحيوانية الرطبة، المواد العضوية الجافة) **تمكنت المناطق الريفية حسب الدراسة من:**

أ- تحقيق اكتفاء ذاتي من الطاقة الكهربائية: حيث ارتفع معدل التزويد بالكهرباء من 54% سنة 2007 إلى 100% مطلع سنة 2018.

ب-زيادة في معدل الإنتاج العام للكهرباء بمقدار 10 جيغاوات، وبمعدل 5% من إجمالي الطاقة.

ج-زيادة معدل إنتاج الوقود العضوي bio-CNG ليصل إلى معدل إنتاج قدره 12.5 طن/ اليوم.

د- تحقيق الاكتفاء الذاتي من وقود الطهي والتدفئة.

بناءا على النتائج المحققة تمكنت الهند من تحقيق اكتفاء في التزويد بالكهرباء في المناطق الريفية بالرغم من العجز الطاقوي العام الذي تعاني منه الدولة وذلك من خلال سياسة طاقوية مبنية على الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة وذلك بتدوير المخلفات العضوية الجافة والسائلة وتحويلها إلى غاز حيوي ثم إلى طاقة كهربائية، أما الآثار الخارجية فكانت إيجابية إلى أبعد الحدود فقد تمكنت المناطق الريفية من الحصول على سماد عضوي عالي الجودة، مجاني السعر وهو نتاج العملية الجانبية للهضم أو التخمير، كما خففت من نسبة الانبعاث الغازية الملوثة للجو بالتقليل من استعمال الفحم ووقود الديزل لتوليد الكهرباء.

الخاتمة:

يتألف المزيج الطاقوي العالمي من طاقات نظيفة تبلغ الثلث، كما تسعى الدولة لبلوغ نسبة 40 % من مصادر غير تقليدية مطلع 2030 حسب اتفاقية باريس للمناخ وتمثل الهند نموذجا ناجح عالميا لما يتعلق الأمر باستغلال الطاقات المتجددة عديمة الانبعاثات، فالهند تدير واحدة من أكبر برامج الطاقات المتجددة في العالم وأكثرها طموحا، حيث أعلنت الهند في عام 2019 بقمة الأمم المتحدة للمناخ، أنها ستضاعف إنتاج الطاقة المتجددة بأكثر من الضعف ليصل إلى 450 جيجاواط من الطاقة المتجددة بحلول عام 2022 حيث ومن المتوقع أن تنمو مصادر الكهرباء المتجددة في نفس الفترة وتبعا للأهداف المشار إليها سابقا.

باتت الهند اليوم تصنف ضمن ثلاث دول الرائدة في العالم من حيث سعة الطاقة المتجددة، وتنتج الهند اليوم ما يزيد على 275 جيغاواط 13% منها تأتي من محطات الغاز الحيوي بنوعيها التقليدي والمصنع حيث راهنت الهند على هذا المصدر خصوصا في الريف الذي ظل يعاني لعقود من مشكل حرمانه من مصدر طاقوي دائم.

المراجع والهوامش:

1. أحمد. م. جاد الله المقداد- الغاز الحيوي" طاقة صديقة للبيئة وأمل المستقبل" الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية دمشق- 2015.

2. إيلينا لانكوفيتشينا ــ التعافي من الأزمة– منشورات البنك الدولي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا– البنك الدولي– واشنطن –2010.

3. بوكرة كميلية– أ.د/ عبد الوهاب مشام– طاقة الكتلة الحيوية ببين إشكالية الأمن الطاقوي ومعضلة ارتفاع أسعار الغذاء– مجلة رؤى إقتاصادية– جامعة الوادي– 2016/12/30–

4. لكحل الأمين– عقود التسيير بالتفويض لخدمات المياه– أطروحة دكتوراه– جامعة تلمسان– 2019/2018.

5. زواوية حلام– دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية– مذكرة ماجستير– جامعة سطيف– 2012–2013.

6. ANIL DHUSSA- OVERVIEW OF BIOGAS IN INDIA- MINISTRY OF NEW AND RENEWABLE ENERGY- NEW DELHI- 2017

7. Arvind Virmani- the India's growth acceleration: the third phase- OCDE-P 09.

8. Edenhofer Ottmar, Ramon Pichs Madruga, Youba Sokona and others, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, CAMBRIDGE University Press, USA, First published 2012

9. International Energy Agency- Key World Energy Statistics 2019- 26 September 2019. pp. 6, 36. Retrieved 7 December 2019.

10. Pankaj Batra- Central electrIcity authority reports & planning- government of INDIA- NEW DELHI- june 2018.

11. World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation- The cost of air pollution- University of Washington – Seattle USA- 2016.

12. (WEC) Word energy council- GLOBAL ENERGY SCENARIOS COMPARISON REVIEW- TECHNICAL ANNEX- London- 2019.

13. https://sustainabledevelopment.un.org vue le 05/12/2019 à 18 :52.

14. https://www.who.int vue le 05/12/2019 à 19 :50

15. https://www.iea.org vue le 02/12/2019 à 10 :00

16. https://mnre.gov.in/ vue le 06/12/2019 à 22 :10