

طاقة الكتلة الأحيائية



← تتكون الكتلة الاحيائية أو الحية أو البيولوجية، عبر عمليات بيولوجية نباتية أو حيوانية أو بشرية، في إطار نمو النبات والحيوانات والبشر. وبما ان هذه الكتلة تحتوي نسباً كبيرة من المركبات العضوية المتضمنة الهيدروجين والكربون، فإنه من الممكن الحصول على كميات من الطاقة المسماة طاقة الكتلة الاحيائية biomass/biomasse، من مخلفات الانسان والحيوان وبقايا النبات واجزائه كأوراق واغصان الشجر وجذوعها وما شابه.

← من الممكن الحصول على كميات كبيرة من طاقة الكتلة الاحيائية، عبر تطبيقات وتكنولوجيات منها ما هو بدائي وبسيط، ومنها ما هو معقد ومتطور، وكلها تؤدي الى انتاج الطاقة الحرارية التي يمكن الاستفادة منها:

- لحاجات التدفئة والتسخين وما شابه.
- للحصول على الطاقة الميكانيكية المولدة انطلاقاً من الطاقة الحرارية في محركات الاحتراق الداخلي، وهو ما يحصل في وسائل النقل كالمركبات على سبيل المثال.
- للحصول على الطاقة الكهربائية المنتجة انطلاقاً من الطاقة الحرارية مروراً بالطاقة الميكانيكية.

← هناك عدة طرق للحصول على الطاقة الحرارية:

- 1- الحرق المباشر للكتلة الاحيائية الصلبة: وهي طريقة شائعة في البلدان الفقيرة والنامية، جد بدائية في معظم الاحيان، مما يؤدي الى تلوث البيئة خاصة وان الاحتراق يكون غالباً غير كامل. ورغم التطوير الحاصل في صناعة أفران حديثة، فإن الحرق المباشر غير مبرر ومرفوض من الناحية البيئية.
- 2- التخمير اللاهوائي: الذي يحصل بتحلل المواد العضوية التي توجد في فضلات الإنسان والحيوان والنبات، في ظروف محددة من الرطوبة والدفع والظلمة، وبواسطة فئات خاصة من البكتيريا اللاهوائية anaerobic، مما يؤدي بمساعدة هذه الكائنات الدقيقة التي تعيش في هذه المواد العضوية الى تكوين الميثان CH_4 ومركبات أخرى منها ثاني أكسيد الكربون. والميثان

هو وقود غازي ممتاز يوجد بنسبة كبيرة في الغاز الطبيعي، وللمتيز فإن ما ينتج عن التخمير اللاهوائي يسمى بالغاز البيولوجي، أو الغاز الاحيائي، أو الغاز الحيوي، أو البيوغاز، وبديهي أن الطاقة الناتجة عن حرق الغاز البيولوجي لا تتجاوز 60% الى 90% من الطاقة الناتجة عن الاحتراق الكامل للمواد الصلبة الجافة المكونة من نفس الفضلات، لأن قسماً من هذه الفضلات يتحول الى ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التخمير المنتجة لهذا الغاز.

← هناك تجارب في بلدان الإسكوا لانتاج الغاز الاحيائي أو الحيوي في الهاضمات اللاهوائية، من النفايات الصلبة البلدية ومياه الصرف الصحي ومن النفايات الحيوانية (اليمـن – الاردن – المغرب- سوريا – مصر – الإمارات العربية المتحدة الخ...)، ويعتبر التخمير اللاهوائي الأكثر ملاءمة لا سيما للمناطق الريفية، كونه يوفر الطاقة اللازمة من جهة ويعالج مشكلة بيئية من جهة أخرى، كما هو مبين أدناه حيث تم التركيز على أهم تفاصيل انتاج هذا الغاز وخصائصه.

3- تحويل الكتلة الاحيائية الى وقود سائل: يتم ذلك عبر تخمير المواد النشوية والسكرية والزيوت الموجودة في النبات أو فضلات النباتات أو دهون الحيوانات، الى مواد كحولية كالميثانول CH_3OH ، والإيثانول C_2H_5OH ، يصار الى استعمالها كوقود سائل، لا سيما في محركات السيارات، والمحركات الصغيرة لتوليد الكهرباء.

وفي البرازيل على سبيل المثال، بوشر بانتاج الكحول من قصب السكر منذ العام 1975 لاستعماله في محركات مركبات النقل، وهناك امكانية لانتاج هذا النوع من الكحول في منطقة الإسكوا في السودان مثلاً. لكن من الضروري أخذ الحيطة والتروي في هكذا قرارات لاسباب مفصلة أدناه.

← تتفاوت القدرة الحرارية المنتجة من الكتلة الاحيائية، وفق كميات الكربون والهيدروجين المتوفرة ضمن هذه الكتلة:

كمية اول أكسيد الكربون الناتجة بالغمـام	كمية ثاني أكسيد الكربون الناتجة بالغمـام	كمية الطاقة المنتجة بالكيلوجول* القدرة الحرارية	كمية المادة المحترقة بالغمـام	
0	0	288	الجزئية: 2	احتراق الهيدروجين H_2
0	0	144000	الكـلغ: 1000	
0	44	408	الجزئية: 12	الاحتراق الكامل للكربون C
0	3666.66	34000	الكـلغ: 1000	
28	0	123	الجزئية: 12	الاحتراق غير الكامل للكربون C
2333.33	0	10250	الكـلغ: 1000	
0	44	816	الجزئية: 16	الاحتراق الكامل للميثان CH_4
0	2750	51000	الكـلغ: 1000	
0	44	726	الجزئية: 32	الاحتراق الكامل للميثانول CH_3OH
0	1375	22688	الكـلغ: 1000	
0	88	27000	الجزئية: 46	الاحتراق الكامل للإيثانول C_2H_5OH (خصائص متقاربة مع خصائص الغازولين/البزين)
0	1913	29800	الكـلغ: 1000	

- الجيل الأول: الأيثانول البيولوجي (من محاصيل السكر والنشاء) – وقود الديزل البيولوجي (من المحاصيل الزيتية ودهن الحيوان) – الميثان من الهضم اللاهوائي (من النفايات الحيوانية ومياه الصرف الصحي والنفايات البلدية العضوية الصلبة)

- الجيل الثاني: الوقود البيولوجي المنتج من نباتات غير متضمنة للأغذية الشائعة لكنها غنية بالنشويات والسكريات مثل الجاتروفا والكسافا، والمنتج من الكتل الحيوانية الليلية مثل بعض المخلفات الزراعية كالقش والخشب والاعشاب.

- الجيل الثالث: ويعتبر في المراحل المبكرة من البحث والتطور ولم يزل بعيداً عن الاستثمار التجاري، مثل الوقود البيولوجي من الطحالب والهيدروجين من الكتلة الاحيائية.

(*) الكيلوجول KJ هو وحدة طاقة مستخدمة علمياً، وعلى سبيل الدلالة فإن احتراق كلغ من النفط مثلاً ينتج حوالي 42000 KJ .

← هناك مصلحة اكيدة في تأمين الاحتراق الكامل للاستفادة من كامل الطاقة الحرارية الممكن انتاجها من ناحية، ولتلافي تكون أول اكسيد الكربون المضر بالصحة من ناحية أخرى، بسبب ضرره المباشر على الجهاز التنفسي وامكانية تسببه باختناق الانسان والحيوان.

← هناك عدة انواع من الوقود البيولوجي المنتج صناعياً، ويتم عادة تصنيفها وفقاً للمواد الأولية المستخدمة لانتاجها ووفقاً للتكنولوجيا المستخدمة لذلك ومستوى نضوجها، ويكون ذلك عبر توزيعها على عدة "أجيال":

➡ يوضح الجدول أدناه مواصفات الوقود البيولوجي مقارنة بالوقود البترولي، من ناحية الكثافة النوعية والقيمة الحرارية:

الوقود	الكثافة النوعية	القيمة الحرارية بالكيلوجول لكل كغ	مكافئ نفط
الغازولين/ "البزين"	0.76 كغ للتر	42700	1
الايثانول	0.79 كغ للتر	26800	0.65
الديزل أويل	0.84 كغ للتر	42700	1
الديزل البيولوجي*	0.88 كغ للتر	37100	0.91
الميثان البيولوجي*	0.72 كغ للمتر المكعب	50000	1.4

* مواصفات تقريبية غير ثابتة، إذ أنها متغيرة مع نوعية النبات ومع التكنولوجيا المستخدمة.

➡ العوامل البيئية والاقتصادية والاجتماعية المحددة للاستفادة من طاقة الكتلة الاحيائية:

أولاً – من الضروري في سياق عملية التنمية المستدامة، وهي في صلبها تعتمد التنمية البيئية والتنمية الاقتصادية، والتنمية الاجتماعية، التنبه وأخذ الحيطة والحذر قبل اتخاذ القرار بشأن السعي للاستفادة من طاقة الكتلة الاحيائية سواء بواسطة الحرق المباشر أو عبر إنتاج الوقود الاحيائي تمهيداً لحرقه وإنتاج الطاقة منه. فمن المعروف أن البرامج الضخمة لإنتاج هذا الوقود بوشل العمل بها تاريخياً بعد ارتفاع أسعار النفط ومشتقاته (الوقود البترولي)، عبر زراعة بعض النباتات الخاصة كقصب السكر والذرة وسواها مما يحتوي على نسب عالية من السكريات والنشويات والزيوت، ومن شأن ذلك الاضرار بعملية التنمية المستدامة في البلدان النامية عامة وفي بلدان

الاسكوا خاصة للأسباب التالية:

1- هناك خوف مبرر من إزالة الغابات، حيث وجدت تاريخياً لاستعمال الاخشاب بحرقها لإنتاج الطاقة أو لتنفيذ مشاريع زراعية لإنتاج النبات الضروري لصناعة الوقود البيولوجي، وسيكون من شأن ذلك الاضرار بالبيئة لناحية تغير المناخ والتصحّر ونتائج ذلك وخيمة بالتأكيد.

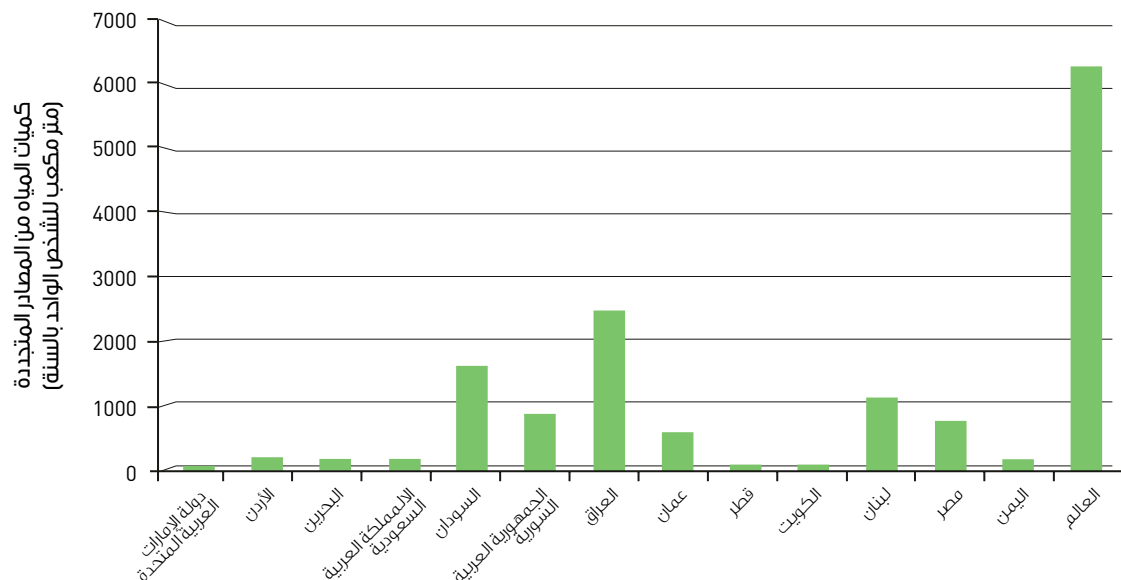
2- نظراً لارتفاع اسعار المشتقات البترولية، كوقود تقليدي، فإنه من الواضح أن الكثير من الاستثمارات ستتوجه الى مشاريع زراعية لإنتاج النبات الضروري لصناعة الوقود الاحيائي، بدلاً من إنتاج الغذاء، مما ينعكس سلباً على اسعار الغذاء وكمياته المتوفرة، ويحول دون حصول الفقراء على الغذاء الضروري، فتتفاقم أزمة الغذاء، وتشتد مشاكل الفقر والمرض الذي ما زال العالم يسعى الى وضع حد لها.

3- تعاني معظم بلدان الاسكوا (باستثناء السودان والعراق والمغرب ولبنان ربما) من شح في المياه ينعكس سلباً على عمليات التنمية، وتعتمد بعض دول الاسكوا المنتجة للنفط الى إنتاج المياه المحلاة أو منزوعة الملوحة، عبر استهلاك كميات هائلة من النفط والغاز، فمن غير المنطقي التوجه الى زراعات تستهلك المياه لإنتاج الوقود البيولوجي في منطقة تعاني هذا الشح الهائل في المياه من مصادر متجددة.

4- تعاني معظم بلدان الاسكوا من ضآلة مساحة الأراضي الصالحة للزراعة، وإن استعمال بعض الأراضي لزراعة النباتات المطلوبة لإنتاج الوقود البيولوجي، سواء كانت هذه الأراضي مستصلحة سابقاً أو ستستصلح لهذه الغاية، سينعكس سلباً على الانشطة الزراعية لإنتاج الغذاء وتأمين الامن الغذائي ولو جزئياً، لأنه سيقفل من فرصها وجدواها الاقتصادية.

5- تشكو معظم بلدان الاسكوا من انخفاض في أعداد الايدي العاملة الزراعية المتوفرة محلياً، وإن ارتفاع اسعار الوقود البيولوجي، سيؤدي الى توجه نسبة لا يستهان بها من اليد العاملة الى الزراعات المنتجة للوقود البيولوجي وترك الزراعات المؤمنة للغذاء، فينعكس ذلك سلباً على الأمن الغذائي، فتزداد أزمة الغذاء ويتفاقم الجوع والمرض.

حصة الشخص الواحد من المياه من المصادر المتجددة في بعض بلدان الإسكوا مقارنة بالعالم سنة (٢٠٠٩)



ثالثاً – كانت الاستفادة من طاقة الكتلة الاحيائية موضوع نقاش ودراسة في الاجتماعات الدورية والمنتديات في منطقة الاسكوا، وقد وعّت الهيئات الرسمية والخاصة بأبعاد ذلك، ومن الضروري الاشارة بالقرار الصادر عن مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة بهذا الصدد، والذي تضمنه الاعلان الوزاري العربي حول التغير المناخي الصادر العام 2007، الذي يعكس وجهة النظر العربية في التعامل مع قضايا تغير المناخ، حيث تم التحذير من "عواقب اتجاه الدول المتقدمة الى تشجيع الدول النامية على زراعة المحاصيل المنتجة للوقود الحيوي عوض الغذاء" لكنه "شجع على انتاجه من المخلفات العضوية"

ثانياً – هناك توجه طبيعي في المجتمعات الفقيرة والنامية الى اعتماد الطرق الأسهل وحتى البدائية للاستفادة من طاقة الكتلة الاحيائية، اي الحرق المباشر، وذلك مضر بالبيئة بالتأكيد، لناحية التلوث وإنتاج الجزيئات المضرّة بالصحة ولناحية تغير المناخ عبر إصدار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وهو أهم غازات الاحترار العالمي. كما أن استعمال الاخشاب لحرقها وإنتاج الطاقة يدفع الى قطع الاشجار والتسبب بالتصحّر.

استنتاجات:

- ضرورة تحاشي أن يؤدي إنتاج الوقود البيولوجي الى تغييرات سلبية مباشرة أو غير مباشرة في استخدام الاراضي.
- ضرورة تلافي تقليص حجم الغابات لدورها في الحد من تغير المناخ.
- خطورة منافسة انتاج الوقود البيولوجي لانتاج الغذاء.
- خطورة استهلاك المياه، حيث هناك شح في مصادر المياه المتجددة، لانتاج الوقود البيولوجي.
- خطورة توجه الاستثمارات لانتاج الوقود البيولوجي بدلاً من المشاريع الزراعية لانتاج الغذاء.
- خطورة توجه اليد العاملة الزراعية لانتاج الوقود البيولوجي بدلاً عن انتاج الغذاء.

الغاز الاحيائي

يتم الحصول على الغاز الحيوي أو الغاز الاحيائي أو الغاز البيولوجي، أو البيوغاز، عبر تحلل المواد العضوية الرطبة في معزل عن الهواء، بمساعدة من الكائنات الحية الدقيقة (أي البكتيريا) في سياق عملية تخمر أو هضم لاهوائي، وهي ظاهرة، تحدث في الطبيعة، لا سيما في المستنقعات، لذلك أطلق البعض على الغاز الاحيائي "تسمية غاز المستنقعات".

الغاز الاحيائي، هو قابل للاشتعال ويمكن استخدامه كأي وقود غازي اذ يحتوي حوالي ثلثي حجمه من الميثان (54 - 70% من الحجم)، والباقي يتضمن بالدرجة الاولى ثاني أكسيد الكربون (27-43% من الحجم) والهيدروجين (1 - 15% من الحجم) والنيتروجين (1-5% من الحجم) والاكسجين (0.5 - 1 % من الحجم) وأول أكسيد الكربون (0.1 من الحجم) بالإضافة الى نسب ضئيلة من بخار الماء وكبريتيد الهيدروجين H_2S . ويمكن الحصول على طاقة حرارية من الغاز الاحيائي بسبب تفاعل الميثان والهيدروجين وأول أكسيد الكربون مع أكسجين الهواء في سياق عملية الاحتراق. ونظراً لكون كثافة الميثان هي حوالي نصف كثافة الهواء (حاصل قسمة 29 على 0.55)، فإن هذا الغاز يتجمع في الطبقات العليا من الاماكن المغلقة.

من الضروري تلافي تسرب الغاز الاحيائي الى الهواء المحيط للأسباب التالية:

- لأن التسرب يعني ضياع كميات من الوقود.
- لأن لغاز الميثان في المحيط الجوي تأثير هام في التسبب بالاحتراق العالمي، ولكل غرام منه مفاعيل تعادل مفاعيل 25 غرام من ثاني أكسيد الكربون الغاز الهم في مجموعة غازات الاحتراق العالمي.
- لأنه قابل للاشتعال والانفجار، فهو يشتعل ذاتياً عند درجة حرارة بحدود 560 درجة مئوية ودون الحاجة الى شعلة لمباشرة الاحتراق، كما انه ينفجر اذا وصل مزيج مع الهواء الى ما بين 5.53% و 14% من الحجم.

بوشر تاريخياً بانتاج الغاز الاحيائي ارادياً من قبل الانسان، كتكنولوجيا مطبقة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي في الدول المتقدمة، ثم انتشر استعمال الهاضمات اللاهوائية Digestors كتطبيقات ملائمة للمناطق الريفية حيث تنتشر تربية المواشي (بقر وخلافة) والدواجن، خاصة في الصين والهند، حيث يتجاوز عدد الهاضمات الملايين، وحيث يصار الى الاستفادة من المخلفات الحيوانية والنباتية والبشرية، وقد توسع استخدام هذه الهاضمات الى مجالات متعددة لا سيما في مجال الصناعات الغذائية.

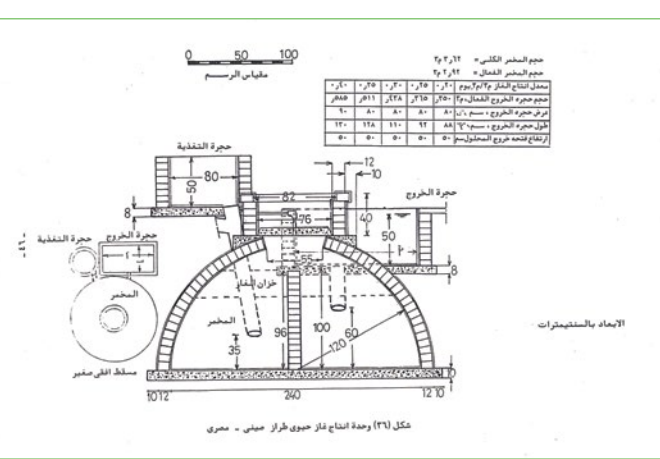
عملية التخمر المؤدية الى انتاج الغاز الاحيائي

تمر هذه العملية بثلاث مراحل:

- المرحلة الاولى: يتم تكسير المركبات الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون الى مركباتها الاحادية المكونة من جزئي واحد بواسطة بكتيريا.
- المرحلة الثانية: يحصل تحويل المركبات الاحادية بواسطة بكتيريا الى أحماض، مع تكون ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين.

- المرحلة الثالثة: تقوم بكتيريا بانتاج غاز الميثان من بعض الاحماض وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين، ومعظم غاز الميثان ينتج من خامض الخليك.

يوجد عدة تكنولوجيات وتصميمات للمخمر، لانجاز الهضم اللاهوائي، وهي متنوعة من الايسر الى الاكثر تعقيداً، وهناك العديد من الاحجام المتاحة المنفذة والمتوفرة في الاسواق العالمية لا سيما في الهند والصين ودول نامية أخرى، فمن الهاضم العائلي الصغير، الى نصف الصناعي متوسط الحجم، الى الصناعي كبير الحجم:



عادة من الطوب تحت مستوى الارض، وتتم تغذيته بصورة مستمرة. الهاضم الصيني ذو القبو الثابت، والذي يمكن بناؤه من الطوب أو الحجارة أو الاسمنت، وقد تم ادخال تعديلات عليه من قبل مصممين مصريين

- الهاضم الافقي ذو الخزان العائم لتجميع الغاز، وقد تم تطويره في الفلبين.
- الهاضم البلاستيكي مسبق الصنع، المصمم في تايوان
- هاضم المخلفات الجافة، لا سيما الزراعية، حيث يجهز الى جانبه خزان الغاز.
- الخ....

عملية التخمر اللاهوائي معقدة، وتتطلب لنجاحها بكفاءة مقبولة، اجراءها في ظروف ملائمة لجهة العوامل المؤثرة التالية:

- درجة الحرارة: درجة الحرارة المثلى هي 35-60 درجة مئوية، وتنخفض معدلات انتاج الغاز الاحيائي مع انخفاض درجة الحرارة، لذلك قد يتطلب الامر في بعض الاحيان اضافة المياه الساخنة، لرفع درجة حرارة التشغيل، ويمكن الاستفادة من التسخين بالطاقة الشمسية.
- نسبة الحموضة: تحتاج البكتيريا الى وسط متعادل لتتمكن من الاداء بكفاءة.
- نسبة الكربون الى النيتروجين في المادة العضوية: تحتاج البكتيريا اللازمة لانتاج الغاز الاحيائي الى الكربون والنيتروجين لنموها وتستهلكهما بنسبة 25-30 كربون الى 1 نيتروجين اي ان النسبة المثلى في الهضم اللاهوائي لهما هي 25-30، وهي مؤمنة عادة في روث الماشية والاغنام.
- نسبة تركيز المادة الصلبة في محلول التغذية: هناك حاجة لاستخدام المياه (المستعملة اذا لم تتوفر المياه النظيفة) لتخفيف تركيز المادة الصلبة الى نسبة حوالي 9%. ويمكن في بعض الحالات الاستغناء عن المياه واستخدام المخلفات كما هي أي بنسبة مواد صلبة بحدود 23%، ويسمى نظام التخمر في هذه الحالة "التخمر الجاف".

- معدلات التقليل: هي من العوامل التي تساهم في رفع كفاءة وانتاجية الغاز الاحيائية في الهاضم، وذلك بسبب تزايد فرص التلامس بين المخلفات والبكتيريا، الذي يزيد من نشاط هذه البكتيريا.
- فترة البقاء في الهاضم: أي المدة الزمنية التي تقضيها المادة المغذاة في الهاضم قبل أن تخرج من الناحية الاخرى منه، وتتأثر هذه الفترة بنوع المادة المهضومة وتصميم الهاضم ودرجة الحرارة. اذ انه كلما انخفضت

درجة الحرارة عن 35 درجة مئوية توجب اطالة هذه الفترة، وان زرق الدواجن يتطلب وقتاً أقصر مما يتطلبه روث الماشية، التي تتطلب فترة بقاء بحدود 40 يوماً مع درجة حرارة 20-30 درجة مئوية.

- المواد المثبطة في الفضلات: تعتبر المضادات الحيوية والمبيدات والمنظفات الصناعية والمعادن الثقيلة مثل الكروم والنيكل والنحاس والزنك والصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والكبريتات الخ... مثبطة للكائنات الحية الدقيقة/ البكتيريا التي تساهم في إنتاج الغاز الاحيائي، كما قد تتسبب نسبة تركيز الأمونيا الناجمة عن انخفاض نسبة الكربون الى النيتروجين بتسمم البكتيريا.

← تساهم تكنولوجيا إنتاج الغاز الاحيائي:

- في انتاج طاقة متجددة، بشكل غاز الميثان وهو من فئة الوقود الانظف.

- في انتاج مواد عضوية عديمة الرائحة وخالية من الكائنات والطفيليات، وبالتالي صالحة للاستخدام كأسمدة عضوية ومخصبات في اطار الانشطة الزراعية الآيلة الى انتاج الغذاء النباتي، وكمكون غذائي للحيوانات والاسماك.

- في مكافحة التلوث البيئي، وتحسين نوعية الحياة والصحة وتأمين النظافة.

← لم يكن انتشار تكنولوجيا الغاز الاحيائي بالمستوى المتوقع، وقد أدى تداخل الجوانب الفنية والاقتصادية والاجتماعية وضعف التشريعات والتنظيمات المؤسسية الى محدودية انتشارها لدى العائلات في المناطق الريفية. لكن مع ارتفاع اسعار المحروقات التقليدية، وارتفاع كلفة الحصول على الطاقة بشكل عام، تتوافر عناصر النجاح وانتشار هذه التكنولوجيا في مزارع تربية المواشي والدواجن، حيث يمكن للغاز البيولوجي تأمين قسم من الطاقة اللازمة لاستمرارية عمل هذه المزارع وتأمين احتياجاتها الى التدفئة والتسخين والتهوية والانارة والكهرباء للعمليات الصناعية في نفس المجال الزراعي، التي ربما تتضمنها هذه المزارع كانتاج الحليب ومشتقاته من الألبان والاجبان.

← لا يتطلب استعمال الغاز البيولوجي كوقود في المراجل، أية معالجة خاصة. لكن عندما يتعلق الامر باستخدامه في محركات الاحتراق الداخلي لانتاج الطاقة الميكانيكية والطاقة الكهربائية، فمن الافضل معالجته قبل استعماله، وتنقيته عبر فصل الغازات الاخرى كثنائي أوكسيد الكربون (عبر غسيل الغاز بالماء) وكبريتيد الهيدروجين تلافياً للضرر والتآكل الذي يسببه تكون حامض الكبريت بعد عملية الاحتراق.

← من الاهمية بمكان اتخاذ الاجراءات اللازمة للاحية احتياطات السلامة والصحة، لا سيما فيما يختص بتأمين:

- عدم تسرب الغاز الى الهواء المحيط (لا رائحة لغاز الميثان لكن عند وجود كبريتيد الهيدروجين المتميز برائحة كذلك المرافقة لفساد البيض يمكن استنتاج حصول تسرب الغاز الاحيائي)

- الاحتياطات خلال عملية التحضير الأولى لتعبئة النفايات في الهاضمات، وعدم تعرض العاملين للميكروبات والطفيليات.

- اختبار المخمرات/الهاضمات قبل وضعها قيد الخدمة الفعلية.

- صمامات أمان لتلافي الضغط المرتفع.

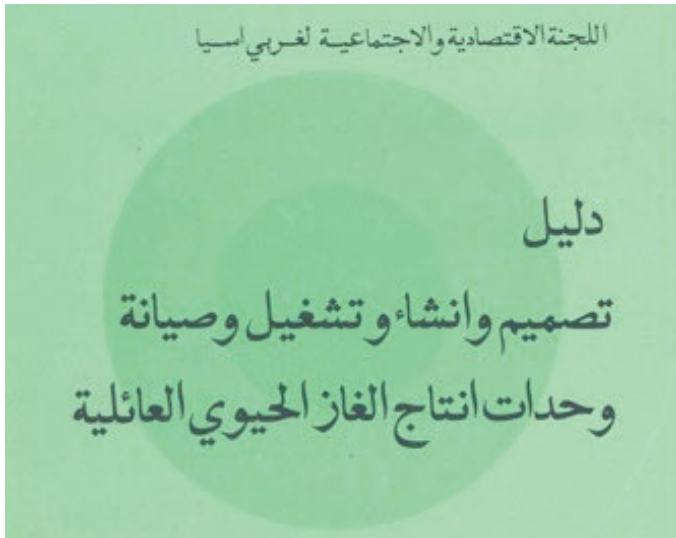
- تنقية الغاز الاحيائي عندما يتعلق الأمر باستعماله في محركات الاحتراق الداخلي.

- الاحتياطات الخاصة بتخزين الغاز ونقله بالأنابيب، وتزويدها بموانع اللهب.

- الاحتياطات اللازمة خلال تنظيف المخمر وخلال التشغيل.

- الاحتياطات للحماية من الحريق والانفجار.

ساهمت الاسكوا منذ نشوئها في نشر تكنولوجيايات الغاز الحيوي في المناطق الريفية، وقامت، لا سيما في اليمن، بعدة مشاريع نموذجية لذلك، كما نظمت عدة دورات تدريبية، واصدرت عدة دراسات عامة وفنية واحصائية حول ذلك، في الثمانينات والتسعينات من القرن الماضي، كما اصدرت "دليل تصميم وانشاء وتشغيل وصيانة وحدات إنتاج الغاز الحيوي العائلية".



النسبة المئوية التقريبية للميثان في الغاز الحيوي %	كميات الغاز الحيوي بالليتر لكل كلغ مادة صلبة	الفضلات والمخلفات:
- حيوانية		
60-50	280-260	* روث ماشية
	560	* روث خنزير
	300-200	* روث خيل
	360	* زرق دواجن
- نباتية		
60	430	* تب القمح
60	600-300	* مخلفات مصانع انتاج الكحول
- مواد غذائية		
50	750	* كربوهيدرات
70	1440	* دهون
50	980	* بروتين
50	640	- مخلفات المجاري

كمية الروث الجاف للحيوان الواحد في اليوم الواحد بالكلغ	نسبة الرطوبة %	كمية الروث خلال اليوم الواحد للحيوان الواحد بالكلغ	مصدر المخلفات
4	84-80	20	بقرة مستوردة 400 كلغ
2.4	84-80	12	بقرة محلية 300 كلغ
3	75	12	جمل 300 كلغ
0.24	68	0.75	شاة ماعز 20 كلغ
0.24	68	0.75	خروف 20 كلغ
0.036	60	0.09	دجاجة بياضة 2 كلغ

بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح
صندوق البريد: 11-8575، بيروت، لبنان
هاتف: +961 1 981301
فاكس: +961 1 981510
www.escwa.un.org

