الطاقة المتجددة

Renewable Energy

(المحاضرة الرابعة)

طاقة الكتلة الحيوية (Biomass Energy)

الكتلة الحيوية هي طاقة عضوية متجددة يتم إنتاجها من المنتجات والمخلفات الزراعية ومحاصيل الطاقة والطحالب. تعتبر المكونات العضوية للنفايات البلدية والصناعية والوقود الناتج عن نفايات معالجة الأغذية مثل زيت الطهي المستخدم أيضًا كتلة حيوية.

وتتكون الطاقة الحيوية من الوقود الصلب أو السائل أو الغازي. ويمكن استخدام الوقود السائل مباشرة في مخزون شبكات النقل بالطرق والسكك الحديدية والطيران الحالية، وكذلك في مولدات الطاقة الكهربائية للمحركات والتوربينات. ويمكن استخدام الوقود الصلب والغازي لإنتاج الطاقة الكهربائية من محطات توليد الطاقة المجهزة بتوربينات مباشرة أو غير مباشرة مصممة لهذا الغرض. ويمكن أيضًا الحصول على المنتجات الكيميائية من جميع المواد العضوية المنتجة

تشمل **موارد الكتلة الحيوية** الموارد **الأولية والثانوية والثالثية** للكتلة الحيوية.

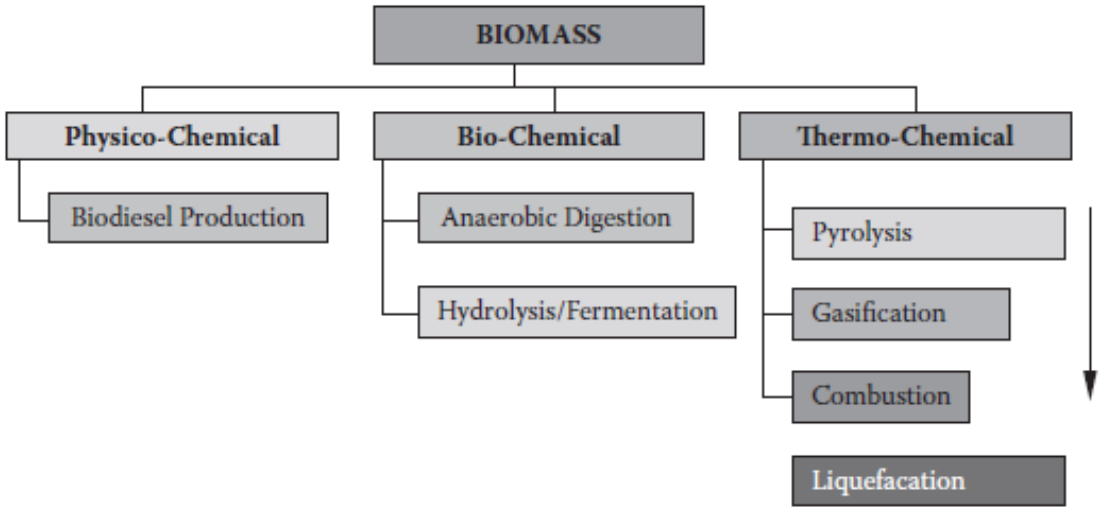
تنتج **موارد الكتلة الحيوية الأولية** مباشرة عن طريق التمثيل الضوئي وتؤخذ مباشرة من الأرض. وهي تشمل المحاصيل الخشبية قصيرة الفترة الزمنية أو المعمرّة والمحاصيل العشبية، وبذور المحاصيل الزيتية، والمخلفات الناتجة عن حصاد المحاصيل الزراعية وأشجار الغابات (على سبيل المثال، قش القمح، وبقايا الذرة، والقمم والأغصان ولحاء الأشجار).

تنتج **موارد الكتلة الحيوية الثانوية** عن معالجة موارد الكتلة الحيوية الأولية إما فيزيائياً (على سبيل المثال، إنتاج نشارة الخشب في المطاحن)، أو كيميائيًا (على سبيل المثال، السائل الأسود من عمليات اللب)، أو بيولوجيًا (على سبيل المثال، إنتاج السماد بواسطة الحيوانات).

موارد الكتلة الحيوية الثالثة هي بقايا ما بعد الاستهلاك بما في ذلك الدهون والشحوم الحيوانية والزيوت النباتية المستخدمة ونفايات التعبئة والتغليف وحطام البناء والهدم

النفايات البلدية تمثل المواد العضوية المشتقة من النباتات والمتولدة من النفايات الصناعية والسكنية والتجارية مصدرًا مهمًا للكتلة الحيوية. وتشمل بعض الأمثلة نفايات الورق، ونفايات الخشب، وزيت الطهي

طرق تحويل الكتلة الحيوية الى طاقة حيوية



❖ Physico–Chemical Conversion Processes

الديزل الحيوي هو إيثيل أو ميثيل إستر يتم إنتاجه من خلال عملية تجمع بين الزيوت المشتقة عضويًا والإيثانول أو الميثانول في وجود محفز. في هذه العملية، لا تشارك الكائنات الحية الدقيقة وتكون درجة الحرارة المطلوبة للتحويل منخفضة. المواد الخام المستخدمة هي المحاصيل الزيتية، بما في ذلك الدهون والزيوت الحيوانية. في محطات إنتاج الديزل الحيوي ، يتم عادةً تكرير المواد الخام وإزالة الروائح الكريهة منها وتحويلها إلى ما يسمى بالزيوت "RBD". يمكن استخدام الديزل الحيوي في محركات الاشتعال بالضغط كوقود منفرد أو يمكن إضافته إلى وقود الديزل التقليدي.

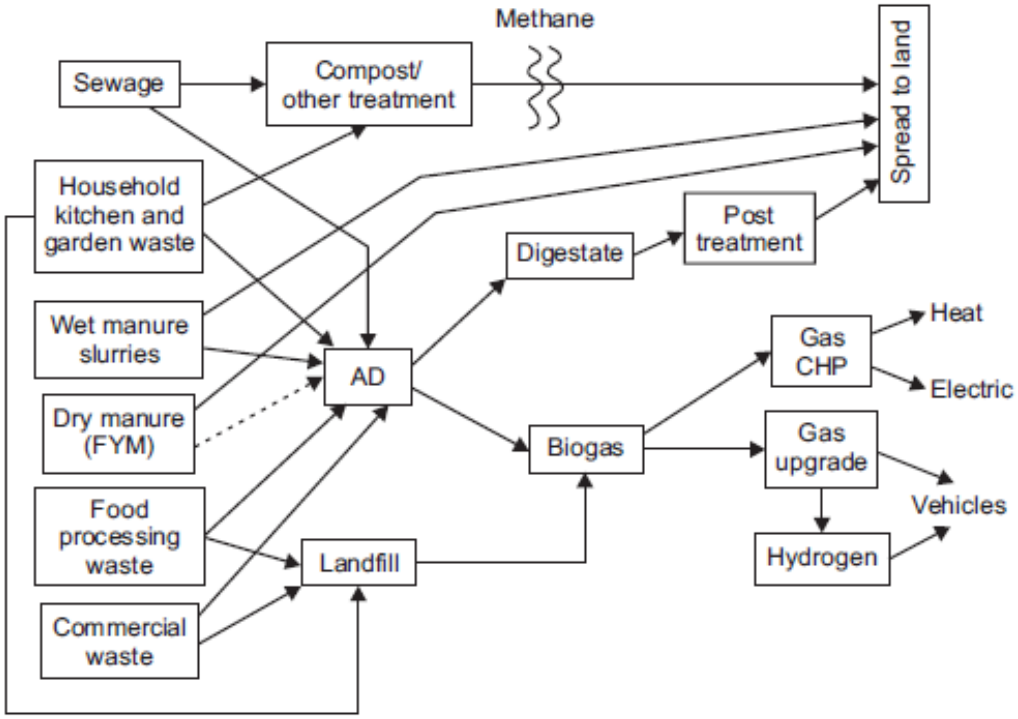
❖ Biochemical Conversion Processes

تُستخدم الإنزيمات والكائنات الحية الدقيقة كمحفزات حيوية لتحويل الكتلة الحيوية أو المركبات المشتقة من الكتلة الحيوية إلى منتجات مرغوبة. تقوم إنزيمات السليلوز والهيميسليلوز بتفكيك أجزاء الكربوهيدرات من الكتلة الحيوية إلى سكريات ذات خمسة وستة ذرات كربون في عملية تُعرف باسم التحلل المائي(hydrolysis) . ثم تقوم الخميرة والبكتيريا بتخمير السكريات(fermentation) وتحويلها إلى منتجات مثل الإيثانول.

الناتج الاخر من تحويل الكتلة الحيوية بايولوجياً هو الغاز الحيوي (Biogas)

وهو عبارة عن خليط غازي يتكون من الميثان (CH_4) وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، بنسبة حوالي 65% ميثان و35% ثاني أكسيد الكربون. إن عمليتي التحويل البيولوجي الرئيسيتين هما التخمير (إلى كحول) والهضم اللاهوائي (لإنتاج الغاز الحيوي).

تنتج عملية الهضم اللاهوائي غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان و digestate الذي يمكن استخدامه كسماد. يمكن حرق الميثان (الغاز الحيوي) لتوفير الحرارة و/أو الكهرباء، أو يمكن استخدامه كوقود نقل في شكل مضغوط



يتم حساب حجم مفاعل الغاز الحيوي حسب المعادلة التالية :

$$Digester\ Size\left(m^3\right) = Loading\ Rate\left(\frac{m^3}{day}\right) \times SRT\left(days\right)$$

Loading rate كمية السماد ومخلفات الكتلة الحيوية المنتجة يوميًا والتي يتم وضعها في جهاز هضم الغاز الحيوي

solids retention time (SRT) الفترة الزمنية التي يجب فيها التخلص من الكتلة الحيوية بسبب إنتاج الغاز الهامشي.

Determine the size of the digester for an experiment that has the following results: retention time of 45 days, and type of manure comes from dairy manure without co-digestion. The dairy farm has a population of 350 heads, and approximately 25 kg [55 lbs] of fresh manure is generated each day. Use equal amounts of water to be mixed with fresh manure for input into the digester. Assume the density of slurry to be around 1.1 kg/L.

SOLUTION:

a. The amount of slurry generated and to be fed to the digester is shown below:

$$Slurry\left(\frac{kg}{day}\right) = Manure\left(\frac{25\ kg}{head - day}\right) \times 350\ heads \times 2 = 17{,}500\frac{kg}{day}$$

$$Slurry\left(\frac{lbs}{day}\right) = 17{,}500\frac{kg}{day} \times \frac{2.2\ lbs}{1\ kg} = 38{,}500\frac{lbs}{day}$$

b. The digester size is calculated as follows:

$$Digester\ Size\left(m^3\right) = 17{,}500\frac{kg}{day} \times 45\ days \times \frac{L}{1.1\ kg} \times \frac{1\ m^3}{1{,}000\ L} = 716\ m^3$$

❖ Thermochemical Conversion Processes

عمليات التحويل الحراري هي عمليات تحويل الكتلة الحيوية التي تستخدم درجات الحرارة العالية أو الحرارة لتحويل الكتلة الحيوية إلى منتجات مفيدة. هناك أربعة أنواع أساسية وفقًا لكمية الهواء المدخلة وكذلك درجة الحرارة المستخدمة للتفاعل.

تتضمن عمليات التحويل الحراري التالي :

التحلل الحراريpyrolysis ، انتاج الغازgasification ، والاحتراقcombustion .

التحلل الحراري عبارة عن تفاعلات لا تستخدم الأوكسجين أو الهواء، بينما يستخدم انتاج الغاز والاحتراق كميات من الأكسجين أو الهواء. في نهاية عملية التحلل الحراري، يتم تكوين ثلاثة منتجات مهمة: المنتج الصلب المسمى الفحم الحيوي، والمنتج السائل المسمى الزيت الحيوي، والمنتج الغازي المسمى غاز التخليق (أو الغاز الاصطناعي) synthesis gas.

إنتاج الغاز من الكتلة الحيوية (Gasification) يتضمن حرق الكتلة الحيوية تحت إمداد مقيد من الهواء لتوليد غاز (producer gas)

التفاعلات التي تحدث في عملية انتاج الغاز (gasification)

1.التجفيف: تحتوي وقود الكتلة الحيوية عادةً على 10–35% رطوبة. وعندما يتم تسخين الكتلة الحيوية إلى حوالي 100 درجة مئوية، يتم تحويل الرطوبة إلى بخار.

2. التحلل الحراري: بعد التجفيف، ومع استمرار التسخين، تخضع الكتلة الحيوية للتحلل الحراري. يتضمن التحلل الحراري حرق الكتلة الحيوية بالكامل دون تزويدها بأي أوكسجين. ونتيجة لذلك، تتحلل الكتلة الحيوية أو تنفصل إلى مواد صلبة وسائلة وغازية. الفحم هو الجزء الصلب، والقطران هو الجزء السائل، وتشكل غازات المداخن الجزء الغازي.

3. الأكسدة: يتم إدخال الهواء بعد عملية التحلل. أثناء الأكسدة، التي تحدث عند حوالي 700–1400 درجة مئوية، يتفاعل الفحم، أو الوقود الصلب المتفحم، مع الأكسجين في الهواء لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والحرارة.

4.الاختزال: عند درجات الحرارة الأعلى وفي ظل ظروف الاختزال، أي عندما لا يتوفر ما يكفي من الأوكسجين، تحدث التفاعلات لتكوين ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان.

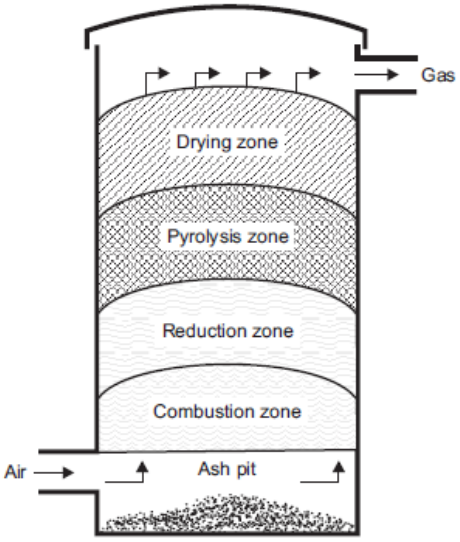
انواع وحدات انتاج الغاز (Gasifiers) بعملية التحويل الحراري

يمكن تصنيف أجهزة (مفاعلات) انتاج الغاز على أساس عامل الكثافة، وهو نسبة المادة الصلبة التي يمكن أن تحرق في الجهاز إلى الحجم الإجمالي المتاح للمفاعل وهي كالتالي :

1. ***Dense phase reactors*** مفاعلات الطور الكثيف ويكون على ثلاث انواع وهي

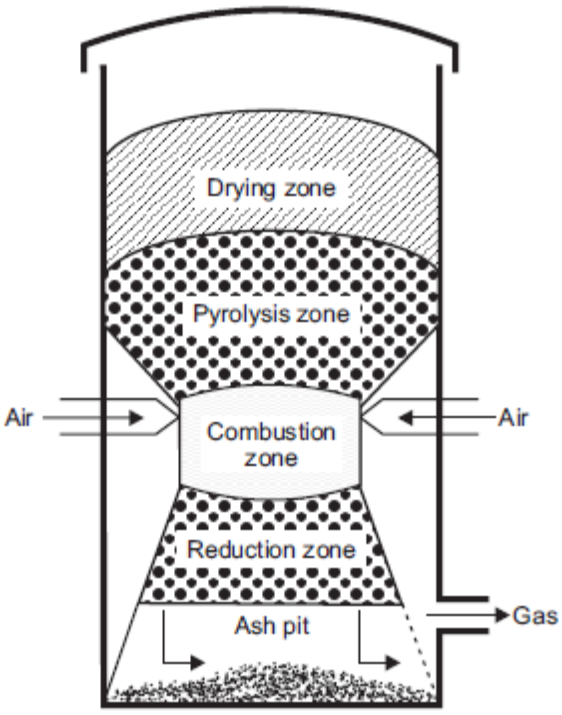
❖ Downdraft or co-current gasifiers

هو النوع الأكثر شيوعًا من وحدات انتاج الغاز. يتدفق الهواء من الأسفل عبر مناطق الاحتراق والاختزال. يتم إنتاج القطران في منطقة الانحلال الحراري، وينتقل عبر منطقة الاحتراق، حيث يتم تكسيره أو حرقه. الغاز الناتج من هذه الوحدة يكون منخفض من القطران، وهو مناسب لمحركات الغاز



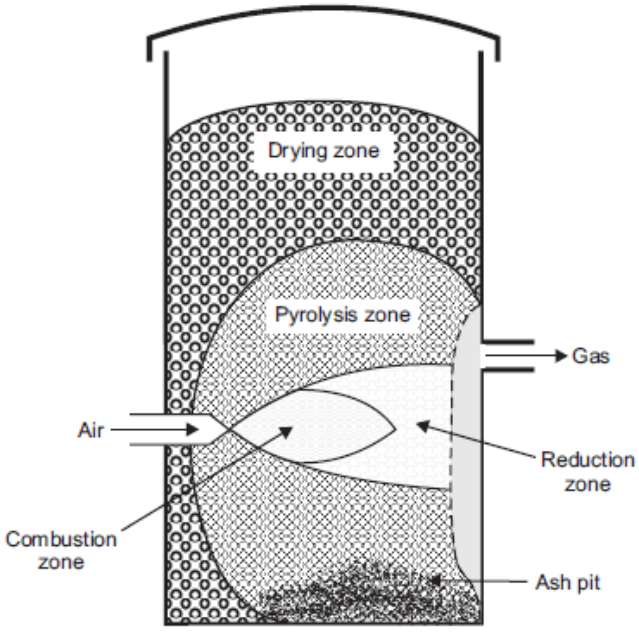
❖ Updraft or counter-current gasifier

يكون دخول الهواء من الاعلى، بينما يتدفق الغاز من الأسفل. الغاز الناتج غني بالهيدروكربونات (القطران)، وبالتالي، لديها قيمة حرارية أعلى، والتي يجعل أجهزة تحويل الغاز من هذا النوع أكثر ملاءمة عند الحاجة إلى الحرارة، على سبيل المثال في الأفران الصناعية.



❖ Cross-draft gasifier

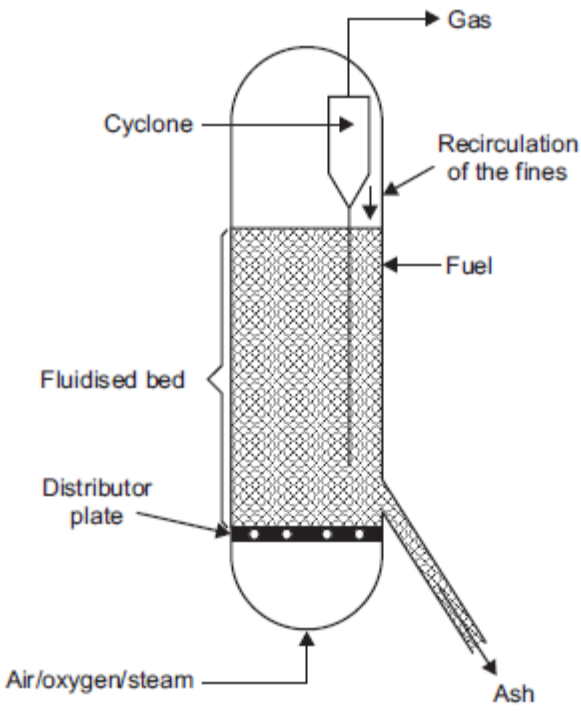
يدخل الهواء من احد جوانب المفاعل ويخرج الغاز من الجانب الآخر. يمتاز هذا النوع بانخفاض كلفة التنظيف حيث لايحتاج الى شبكة لحجز الرماد ولايسبب عوائق عند التشغيل



2. ***Lean phase reactors:*** مفاعلات الطور الخفيف وتشمل التوعين التاليين

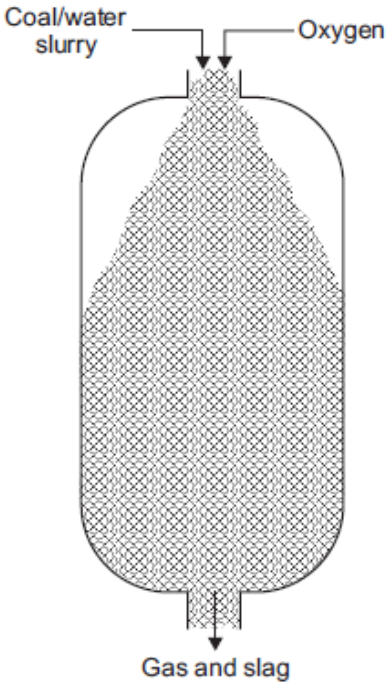
❖ Fluidised bed gasifiers

يتم إدخال الكتلة الحيوية إلى طبقة تتكون من مادة مميعة (مثل الرمل والفحم وما إلى ذلك). هذا النوع أفضل من مفاعلات الطور الكثيف من حيث أنها تنتج المزيد من الحرارة في وقت قصير بسبب ظاهرة التآكل بين مادة التي تتكون منها الطبقة الخاملة والكتلة الحيوية.



❖ Entrained-flow gasifiers:

يمتاز مفاعلات ذات التدفق المحصور في أن الغاز يحتوي على كمية قليلة جدًا من القطران



الوقود الحيويBiofuel

الوقود السائل المصنوع من مواد نباتية يمكن استخدامه كبديل للوقود المشتق من البترول. يمكن أن تشمل الوقود الحيوي أنواعًا مألوفة نسبيًا، مثل الإيثانول المصنوع من قصب السكر أو الوقود الشبيه بالديزل المصنوع من زيت فول الصويا، إلى أنواع وقود أقل شيوعًا مثل ثنائي ميثيل الإيثر (DME) أو سوائل فيشر تروبش (FTL) المصنوعة من الكتلة الحيوية الليجنوسليولوزية

<u>تصنيف الوقود الحيوي</u>

First generation biofuels وقود الجيل الاول

إن الوقود الحيوي الأكثر شهرة من الجيل الأول هو الإيثانول الذي يتم تصنيعه عن طريق تخمير السكر المستخرج من قصب السكر أو بنجر السكر، أو السكر المستخرج من النشا الموجود في حبات الذرة أو المحاصيل الأخرى المحملة بالنشا

ايجابيات الجيل الاول من الوقود الحيوي طريقة انتاج بسيطة ومعروفة , قابلية الاستبدال باستخدام أنواع الوقود المشتقة من البترول الموجودة حاليًا.

Second generation biofuels

تشترك أنواع الوقود الحيوي من الجيل الثاني في سمة إنتاجها من الكتلة الحيوية السليلوزية، مما يتيح استخدام مواد أولية أقل تكلفة وغير صالحة للأكل، وبالتالي الحد من المنافسة المباشرة بين الغذاء والوقود.

Third generation biofuels

يشير الجيل الثالث من الوقود الحيوي إلى الوقود الحيوي المشتق من الكتلة الحيوية للطحالب. وينتج تنوع الوقود الذي يمكن أن تنتجه الطحالب عن خاصيتين للكائنات الحية الدقيقة. أولاً، تنتج الطحالب زيتًا يمكن تكريره بسهولة إلى ديزل أو حتى مكونات معينة من البنزين. ولكن الأهم من ذلك هو خاصية ثانية تتمثل في إمكانية التلاعب بها وراثيًا لإنتاج كل شيء من الإيثانول والبيوتانول وحتى البنزين ووقود الديزل مباشرة.

Fourth generation biofuels

يتم استخلاص الوقود الحيوي من الجيل الرابع من النباتات أو الكتلة الحيوية المصممة خصيصًا والتي قد يكون لها عائدات طاقة أعلى أو حواجز أقل لتحلل السليلوز أو يمكن زراعتها على الأراضي غير الزراعية أو المسطحات المائية.