المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

الراعي الذهبي

جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي

خلال الفترة من ٠١ يوليو حتى ٣٠ اكتوبر ٢٠٢٤

+202 261 102 99 | 01148686466 | www.ainelbeeah.org | info@ainelbeeah.org | @ainelbeeah

إنتاج الهيدروجين من المخلفات العضوية

د.ك/إيمان بدير عبد الباسط بشناق

دكتوراه كيمياء عضوية – الوقود الحيوي والغازات البترولية والطاقة
مدير ادارة بقطاع البترول

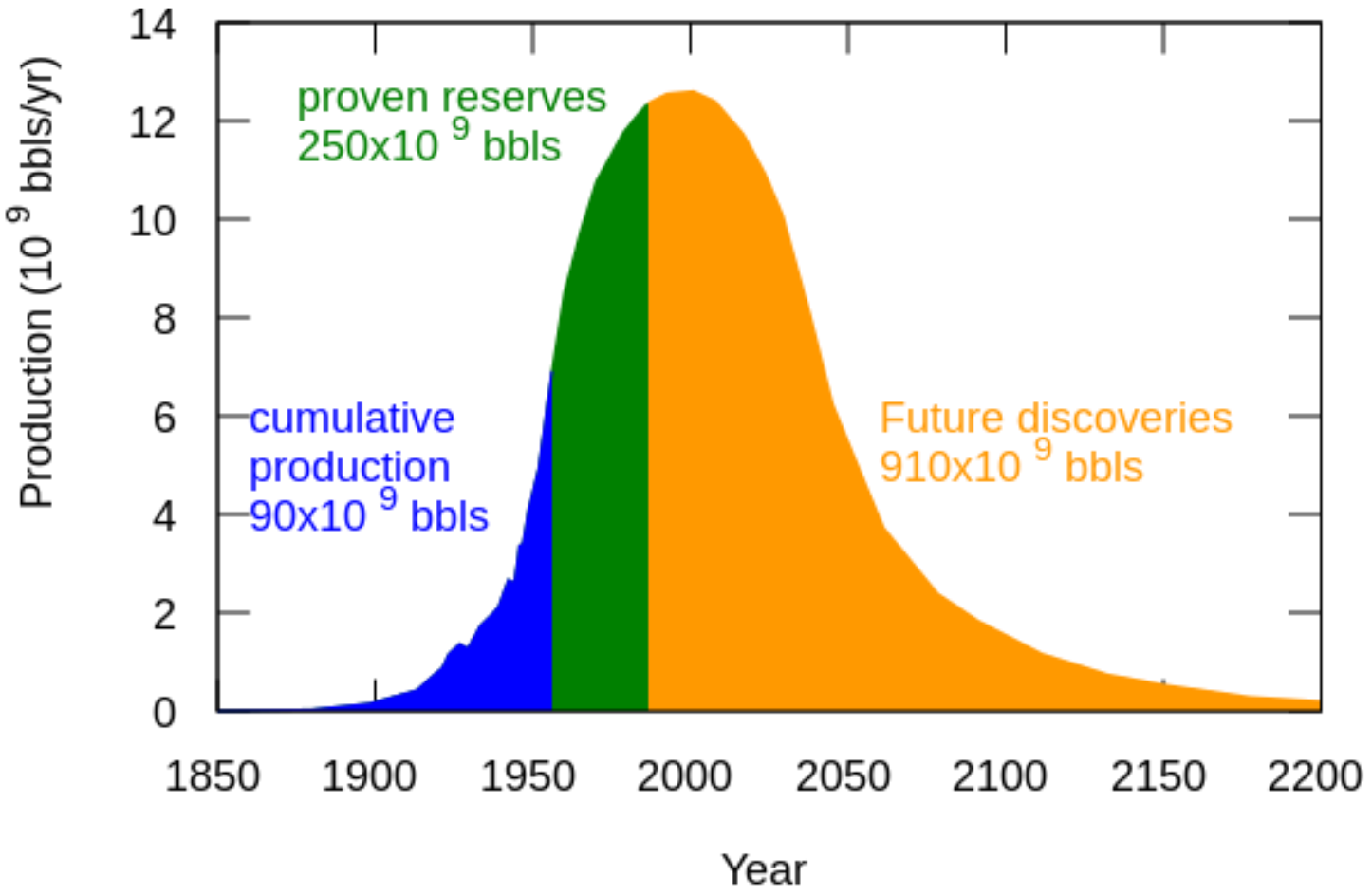
تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء



تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

+202 261 102 99 01148686466 www.ainelbeeah.org info@ainelbeeah.org @ainelbeeah

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

ODS DIGITAL BUSINESS SERVICES

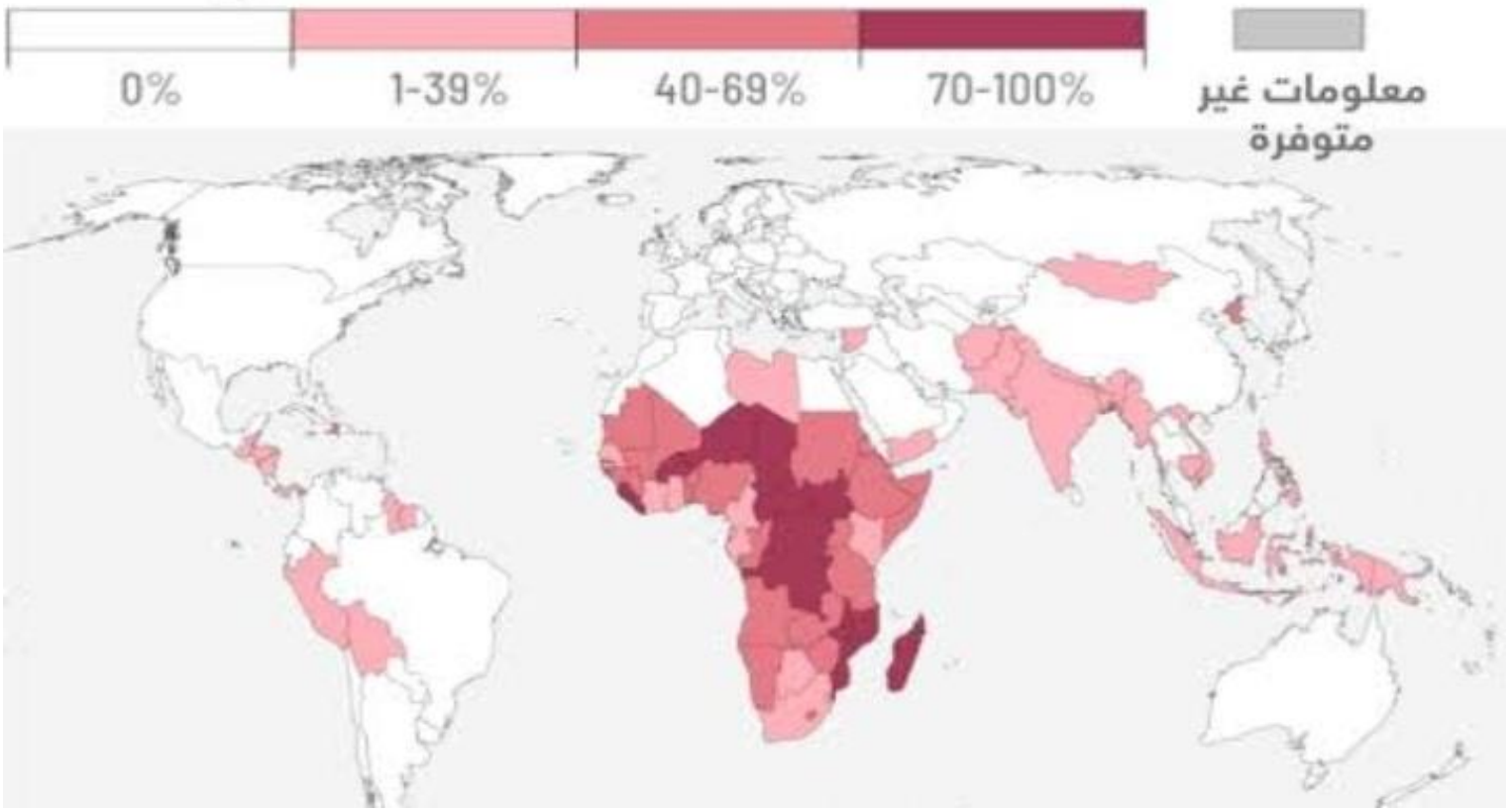
شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

+202 261 102 99 01148686466 www.ainelbeeah.org info@ainelbeeah.org @ainelbeeah

نسبة السكان المحرومين من الكهرباء في المنزل



تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

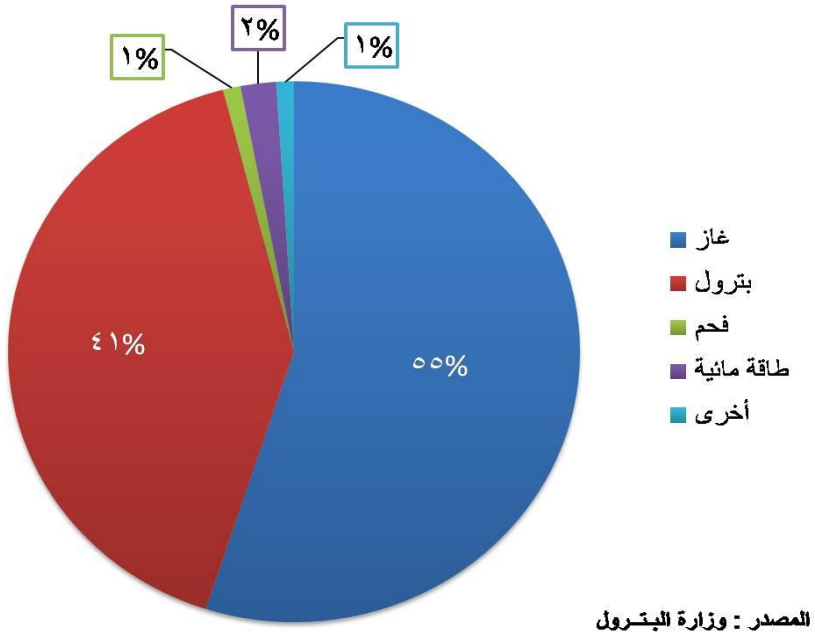
شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

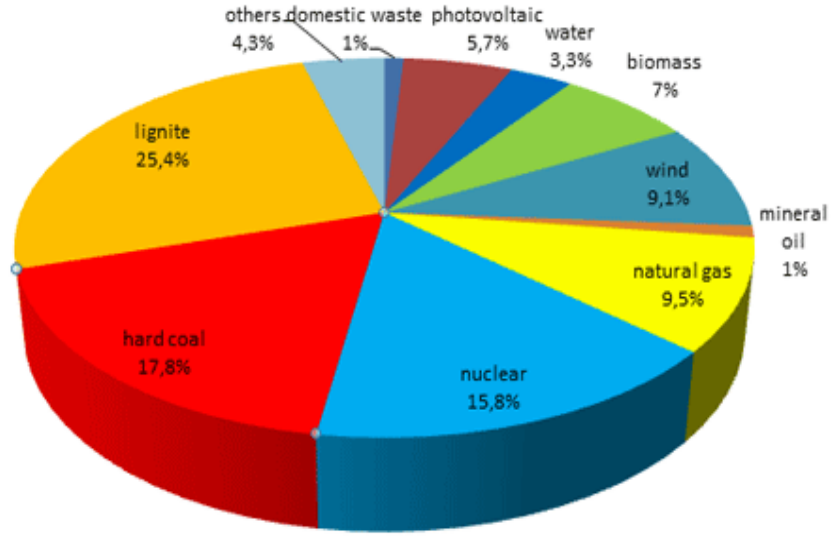
المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

مصادر الطاقة في مصر والمانيا



* المصدر : وزارة البتـرول

In 2014 the gross electric power generation in Germany totalled 639,6 billion kWh. A major proportion of the electricity supply is based on Renewables (wind, water, biomass, photovoltaic) account for 26,2 %, lignite (25,4 %), hard coal (17,8 %) and nuclear energy (15,8 %). Natural gas has a share of 9,5 %.



Electricity production by energy sources, Germany 2014

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

ما هو الهيدروجين

- يتميز غاز الهيدروجين بعدد من الخصائص الهامة التي تؤهله لأن يكون "وقود المستقبل"، فهو وقود نظيف وآمن بيئيا ولا يطلق غازات ضارة عند حرقه، ويمتلك طاقة عالية، لذلك يعد من المصادر المميزة للطاقة كوقود أو كناقل للطاقة في خلايا الوقود.
وعنصر الهيدروجين من أخف العناصر الكيميائية والأكثر وفرة في الكون، وهو غاز عديم الرائحة واللون والطعم وغير سام وقابل للاشتعال، ولا يوجد منفردا في الطبيعة، وفي العادة يكون متحدا مع عدد من العناصر ليشكل مركبات كيميائية مختلفة، سواء كانت بالحالة الغازية كالغاز الطبيعي، أو سائلة كالماء والنفط، أو صلبة كالمركبات الكربونية المختلفة.

- يختلف لون الهيدروجين المنتج من المخلفات العضوية حسب طريقة انتاجه

طرق إنتاج الهيدروجين من المخلفات العضوية

١- عملية التخمير اللاهوائي :

تحلل المواد العضوية في غياب الأكسجين بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.
نواتج: بيوغاز يحتوي على الميثان والهيدروجين.
مزايا: منخفضة التكلفة وبسيطة التكنولوجيا.

٢- عملية التحلل الحراري (Gasification) :

هي عملية تسخين المخلفات العضوية في بيئة محدودة الأكسجين.
نواتج: غاز التخليق (syngas) يحتوي على الهيدروجين وأول أكسيد الكربون.
مزايا: كفاءة عالية.

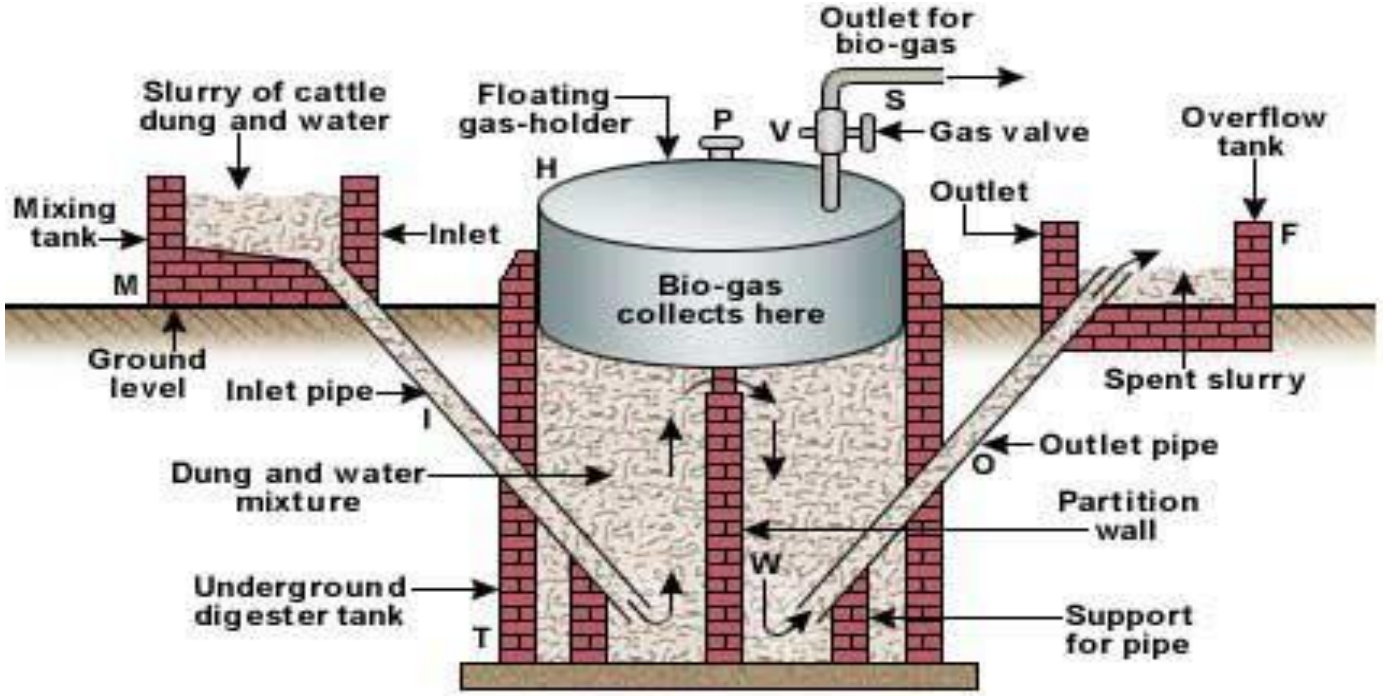
٣- الاصلاح البخاري (Steam Methane Reforming):

تعتمد التقنية على التفاعل الكيميائي بين الغاز الطبيعي الميثان (CH_4) والبخار المائي (H_2O) في درجات حرارة عالية وبوجود محفزات معدنية. ينتج عن هذا التفاعل مزيج من الهيدروجين (H_2) وثاني أكسيد الكربون (CO_2)
نواتج: هيدروجين ومعه بعض ثاني اكسيد الكربون الذي يتم حبسه.
مزايا: انتاجية عالية.

ا. عملية التخمير اللاهوائي

خطوات العملية: تجميع المخلفات العضوية في مفاعل التخمير.
تفاعل المخلفات مع الميكروبات في بيئة خالية من الاكسجين.
مزايا العملية: تكاليف منخفضة، بسيطة، وتقلل حجم النفايات.

قمت بتنفيذ وحدة تخمر لا هوائي بالقاهرة وتم انتاج الميثان والهيدروجين من هذه الوحدة



Floating gas-holder type bio-gas plant.

Volume of the unit ... 7m³ Biogas
1m³ Biogas ... 5500 kcal

ODS DIGITAL BUSINESS SERVICES
شريك تنظيمي
ية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر
تنظمها جمعية
الراعي الذهبي
+202 261 102 99
info@ainelbeeah.org
@ainelbeeah

تعريف التخمير اللاهوائي

التخمير اللاهوائي هو عملية بيولوجية تحلل فيها المواد العضوية بواسطة كائنات دقيقة (بكتيريا) في غياب الأكسجين، مما ينتج خليطاً من الغازات الحيوية (البيوجاز)، والذي يتكون أساساً من الميثان (CH_4)وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، بالإضافة إلى كميات صغيرة من الهيدروجين (H_2) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S).

مراحل التخمير اللاهوائي

تقنية التخمير اللاهوائي تمر بأربع مراحل رئيسية:

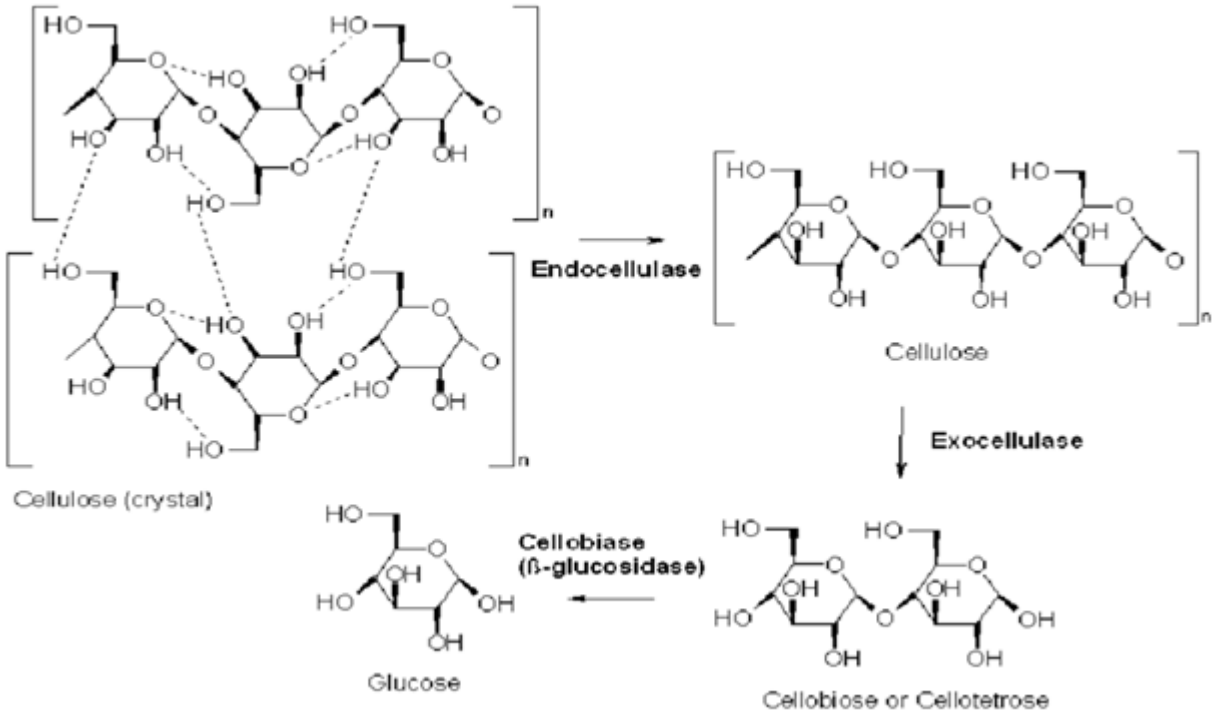
١.التحلل الهيدروجيني :(Hydrolysis)

٢. التخمير الحمضي :(Acidogenesis)

٣.تكوين الاسيتات : (Acetogenesis)

٤.تخليق الميثان : (Methanogenesis)

١. التحلل الهيدروجيني (Hydrolysis):



٢- التخمير الحمضي :(Acidogenesis)

VFA	
Formic acid	$HCOOH$
Acetic acid	CH_3COOH
Propionic acid	C_2H_5COOH
Butyric acid	C_3H_7COOH

LCFA	
Lauric acid	$C_{11}H_{23}COOH$
Palmitic acid	$C_{15}H_{31}COOH$
Stearic acid	$C_{17}H_{35}COOH$
Oleic acid	$C_{17}H_{33}COOH$ (one double bond)
Linoleic acid	$C_{17}H_{31}COOH$ (two double bonds)
Linolenic acid	$C_{17}H_{29}COOH$ (three double bonds)

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_2O \longrightarrow 2CH_3COOH + 2CO_2 + 4H_2 \quad (2)$$

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 \quad (3)$$

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_2 \longrightarrow 2CH_3CH_2COOH + 2H_2O \quad (4)$$

Acetogensis

$$CH_3CH_2OH + 2H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + 3H_2 + H^+ \quad (5)$$

$$2HCO_3^- + 4H_2 + H^+ \longrightarrow CH_3COO^- + 4H_2O \quad (6)$$

$$CH_3CH_2OOH + 2H_2O \longrightarrow CH_3COOH + 2H_2 + CO_2 \quad (7)$$

$$CH_3CH_2CH_2COOH + 2H_2O \longrightarrow 2CH_3COOH + 2H_2 \quad (8)$$

$$CH_3(CHCH_3)COOH + 2H_2O \longrightarrow 2CH_3COOH + 2H_2 \quad (9)$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_2COOH + 2H_2O \longrightarrow CH_3COOH + CH_3CH_2OOH + 2H_2 \quad (10)$$

$$CH_3CH_2(CHCH_3)COOH + 2H_2O \longrightarrow CH_3COOH + CH_3CH_2CH_2COOH + 2H_2 \quad (11)$$

$$CH_3(CHCH_3)CH_2COOH + CO_2 + 2H_2O \longrightarrow 3CH_3COOH + 2H_2 \quad (12)$$

Methanogenesis

$$CO_2 + 4H_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O \quad (13)$$

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_4 + CO_2 \quad (14)$$

$$4HCOO^- + 2H_2O \longrightarrow CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O \quad (15)$$

$$4CO + 2H_2O \longrightarrow CH_4 + 3CO_2 \quad (16)$$

$$4CH_3OH \longrightarrow 3CH_4 + CO_2 + 2H_2O \quad (17)$$

$$4CH_3NH_3^+ + 2H_2O \longrightarrow 3CH_4 + CO_2 + 4NH_4^+ \quad (18)$$

$$2(CH_3)2NH_2^+ + 2H_2O \longrightarrow 3CH_4 + CO_2 + 2NH_4^+ \quad (19)$$

$$4(CH_3)3NH^+ + 6H_2O \longrightarrow 9CH_4 + 3CO_2 + 4NH_4^+ \quad (20)$$

$$2CH_3CH_2OH + CO_2 \longrightarrow 2CH_3COOH + CH_4 \quad (21)$$

$$CH_3OH + H_2 \longrightarrow CH_4 + H_2O \quad (22)$$

II . **التحلل الحراري** (Gasification)

- **العملية**: تسخين المخلفات العضوية في بيئة محدودة الأكسجين.
- **النواتج**: غاز التخليق (syngas) الذي يحتوي على الهيدروجين وأول أكسيد الكربون (CO)
- **المزايا**: كفاءة عالية، إمكانية استخدام الغاز الناتج لتوليد الكهرباء أو كوقود.

اهي عملية كيميائية يتم فيها تفكيك المواد العضوية إلى مكونات بسيطة عن طريق تسخينها إلى درجات حرارة عالية (عادة بين ٤٠٠-٨٠٠ درجة مئوية) في غياب الاكسجين وينتج من هذه العملية مزيج من الغازات والسوائل والماد الصلبة ويعرف الغاز الناتج باسم غاز التخليق الذي يتكون اساسا من الهيدروجين واول اكسيد الكربون.

مراحل التحلل الحراري

١-التسخين الأولي:

العملية: تسخين المادة العضوية (مثل النفايات الزراعية، القمامة، أو الحمأة) إلى درجات حرارة تتراوح بين ٤٠٠-٨٠٠ درجة مئوية

الأهداف: إزالة الرطوبة والمواد المتطايرة.

٢-التحلل الكيميائي:

العملية: تحلل الروابط الكيميائية في المادة العضوية، مما يؤدي إلى تكوين الغازات والسوائل والمواد الصلبة.

النواتج: غاز التخليق (الهيدروجين وأول أكسيد الكربون)، السوائل (زيوت حرارية)، والمواد الصلبة (الفحم الحيوي أو الكربون).

٣-تنقية الغاز:

العملية: إزالة الملوثات والشوائب من غاز التخليق الناتج.

الأهداف: تحسين جودة الغاز وجعله صالحاً للاستخدام في التطبيقات المختلفة.

٤-إنتاج الهيدروجين:

العملية: يمكن تحويل أول أكسيد الكربون الموجود في غاز التخليق إلى هيدروجين إضافي

$$CO+H_2O \longrightarrow CO2+H2$$

الأهداف: زيادة كمية الهيدروجين في الغاز الناتج.

المزايا

كفاءة عالية: التحلل الحراري يمكنه تحويل نسبة كبيرة من الكتلة العضوية إلى غاز قابل للاستخدام.
تنوع المواد الخام: يمكن استخدام مجموعة واسعة من المواد العضوية، بما في ذلك النفايات الزراعية والصناعية.
إنتاج منتجات متعددة: بالإضافة إلى الهيدروجين، يمكن إنتاج الفحم الحيوي والزيوت الحرارية التي لها تطبيقات أخرى.

العيوب

التكاليف: يتطلب إنشاء وتشغيل وحدات التحلل الحراري استثمارات كبيرة.
إدارة المنتجات الثانوية: تحتاج النواتج الصلبة والسائلة إلى معالجة وإدارة مناسبة.
التكنولوجيا المتقدمة: تحتاج العملية إلى تقنيات متقدمة لضمان الكفاءة والاستدامة.

التطبيقات

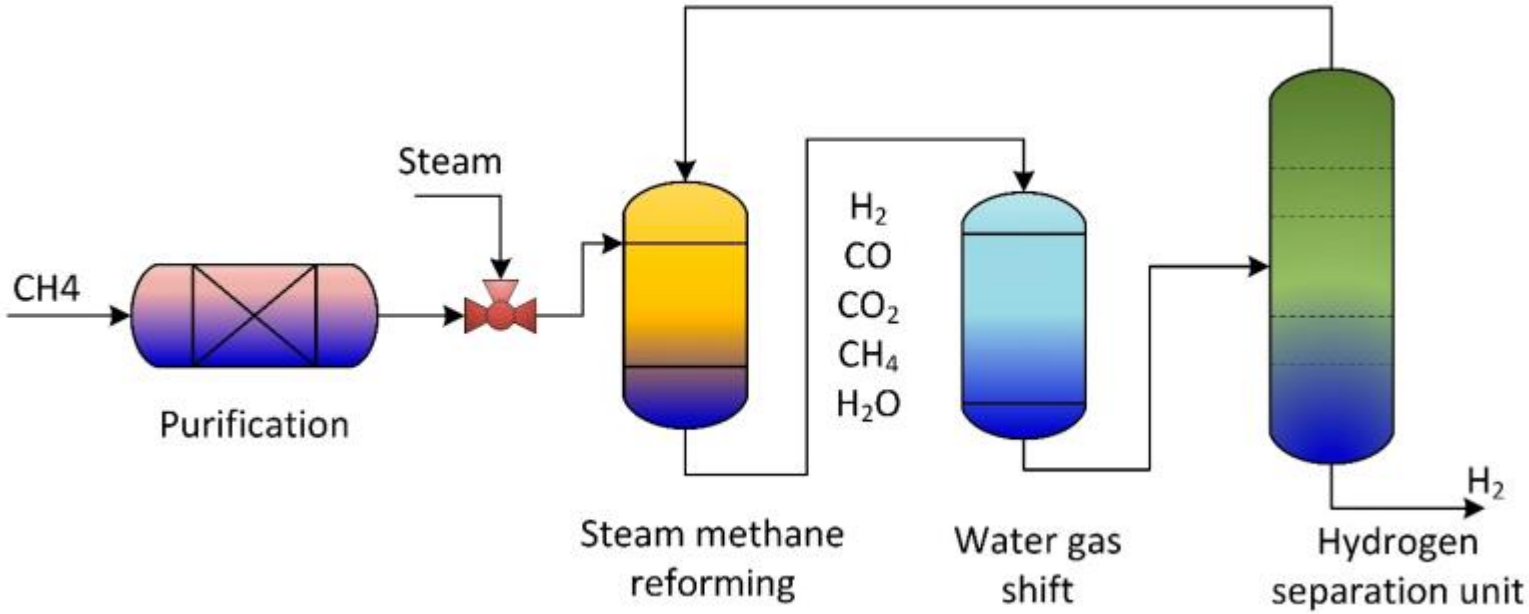
إنتاج الطاقة: يمكن استخدام الهيدروجين المنتج لتوليد الكهرباء أو كوقود للسيارات.
الصناعات الكيميائية: يستخدم الهيدروجين في إنتاج الأمونيا والميثانول.
إدارة النفايات: تحويل النفايات العضوية إلى منتجات قيمة بدلاً من التخلص منها.

IV. تحويل البيوجاز ذو المحتوى الميثاني العالي إلى هيدروجين

تقنية البخار المائي من الميثان الموجود في البيوجاز (Steam Methane Reforming)هي عملية تستخدم لإنتاج الهيدروجين من الميثان. تعتمد التقنية على التفاعل الكيميائي بين الغاز الطبيعي الميثان (CH_4) والبخار المائي (H_2O) في درجات حرارة عالية وبوجود محفزات معدنية. ينتج عن هذا التفاعل مزيج من الهيدروجين (H_2) وثاني أكسيد الكربون (CO_2)

- **المصادر**: الميثان وثاني أكسيد الكربون من البيوجاز.
- **الفوائد**: إنتاج طاقة نظيفة، استغلال الموارد المتجددة، تقليل الانبعاثات الكربونية

III. تحويل البيوجاز ذو المحتوى الميثاني العالي إلى هيدروجين



مزايا استخدام تقنيات تحويل المخلفات الى هيدروجين

- **إنتاج طاقة نظيفة**: الهيدروجين كوقود نظيف.
- **استغلال الموارد المتجددة**: تحويل المخلفات إلى موارد قيمة.
- **تقليل الانبعاثات**: إدارة المخلفات بفعالية، تقليل غازات الاحتباس الحراري.

التوصيات

- **التطور التكنولوجي**: تحسين الكفاءة وتقليل التكاليف.
- **مستقبل مستدام**: تعزيز دور الهيدروجين في تحقيق اقتصاد طاقة نظيف ومستدام.
- **البحث المستمر**: دعم ا لابتكار والتطوير لتعزيز استخدام الهيدروجين المستخرج من المخلفات.

Chemy266@yahoo.com