

مشروع

إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز) من مخلفات أشجار  
النخيل

Production of biogas from organic waste:  
using date palm wastes as a model

رقم 09-ENV817-08

رئيس فريق المشروع  
أ.د. إبراهيم بن سليمان الأحيدب

## النخيل في المملكة العربية السعودية

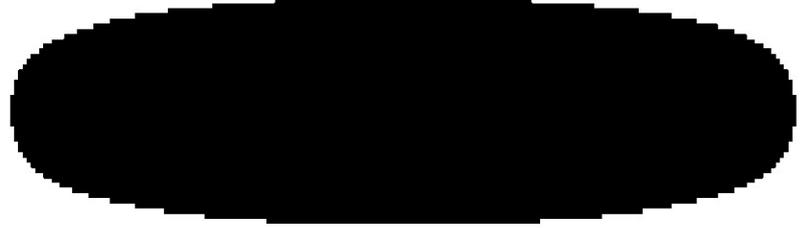
تهتم المملكة بزراعة النخيل، وتعد من أوائل الدول من حيث عدد النخيل وإنتاجها، وتبلغ مساحة مزارع النخيل عام ١٤٣١ هـ نحو ١٥٦ ألف هكتار، وعددها أكثر من ٢٣ مليون نخلة، تنتج سنويا نحو مليون طن من التمور، وتتوسع التمور في جودتها بين عالية ومتوسطة وريئة.

وتترك زراعة النخيل في مراحلها المختلفة مخلفات كثيرة كالسعف والجريد والألياف وغيرها، تشكل عبئا على المزارعين، وتشويها للبيئة الزراعية، ومصدرا للحشرات والحيوانات القارضة الضارة، وللأوبئة والأمراض الزراعية، ويتم التخلص منها بالحرق، وهو أسلوب غير مناسب لما فيه من تلويث للبيئة، وهدر اقتصادي لمواد يمكن الاستفادة منها في مجالات أخرى تعتمد مباشرة وغير مباشرة على مخلفات النخيل والتمور كإنتاج الأعلاف، والأخشاب، والكحول الطبي، والغاز، وتوليد الطاقة، وعمل بعض الصناعات التي تستخدم مخلفات المزارع كمادة خام كالصناعات الخشبية والورقية، والأدوات المنزلية، وغيرها.



حرق مخلفات النخيل

نماذج لمخلفات مزارع النخيل





## مقدمة

في عملية إنتاج الغاز الحيوي (الغاز البيوغاز)، تقوم ميكروبات محددة بتحويل المواد العضوية الموجودة في محيطها إلى غازي الميثان ( $CH_4$ ) وثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) وذلك خلال قيامها بنشاطها الأيضي العادي. يحتوي غاز الميثان الناتج من هذه العملية حوالي 90% من الطاقة الموجودة في المادة العضوية التي قامت الميكروبات بأيضها. تعتبر البكتيريا من أهم الكائنات التي تنتج الغاز الحيوي، ويحدث ذلك في الطبيعة بصورة مستمرة في قاع البحار والمحيطات وفي المستنقعات وفي أمعاء الحيوانات المجترة وغيرها. الكائنات التي تنتج الغاز الحيوي هي كائنات لا هوائية ويعتبر الأكسجين ساما لها، كما أنها تفضل العيش في الأوساط ذات الأس الهيدروجيني المتعادل أو الذي يميل قليلا إلى القلوية.

## البكتريا المنتجة للغاز الحيوي (البيوغاز)

- ثلاث مجموعات من البكتريا تشترك بصورة تكافلية متتابعة في عملية الإنتاج:
- المجموعة الأولى تقوم بهدم وتخمير الكربوهيدرات والبروتينات والدهون وتحولها إلى أحماض دهنية. وتسمى هذه المجموعة بالبكتريا التخمرية.
  - المجموعة الثانية تتغذى على الأحماض الدهنية التي أنتجتها المجموعة الأولى، حيث تقوم بهدمها وتحولها إلى أسيتات وثاني أكسيد الكربون وهيدروجين. و تسمى هذه المجموعة ببكتريا الأسيتات المنتجة للهيدروجين إجباريا.
  - المجموعة الثالثة هي المجموعة التي تنتج غاز الميثان عن طريق أيض الأسيتات و ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين المنتجة من قبل المجموعة الثانية. و تسمى هذه المجموعة ببكتريا الميثان و هي بكتريا ذات خصائص غريبة حيث أنها "تتغذى" على الهيدروجين والأسيتات كمصادر للطاقة والكربون و"تتنفس" ثاني أكسيد الكربون مستعملة إياه في عملية إنتاج الطاقة.

## إنتاج الغاز الحيوي صناعيا

عملية إنتاج الغاز الحيوي ( البيوغاز ) صناعيا منتشرة في العالم سواء في الدول الصناعية أو النامية. تتكون المواد الخام المستعملة في الإنتاج في الغالب من الفضلات والمخلفات المحتوية على كميات عالية من المواد العضوية حيث تهدف هذه العملية أساسا للتخلص من هذه الفضلات والمخلفات الضارة بالبيئة بطريقة اقتصادية. تشمل أهم المواد الخام المستعملة في إنتاج البيوغاز على فضلات الحيوان والإنسان، مخلفات المحاصيل الحقلية، مخلفات تصنيع الأغذية، مخلفات تصنيع الورق، الأعشاب وغيرها.

يتم إضافة الماء في عملية التخمير للمادة الخام بنسبة تعادل حوالي واحد لواحد لتعطي حوالي ٨-١١% مادة عضوية صلبة بالوزن في وسط التخمير. يضاف في بداية العملية الإنتاجية لهذا المخلوط في العادة بادئ يحتوى كمية عالية من بكتريا إنتاج الميثان والبادئ المفضل هو فضلات معالجة مياه الصرف الصحي أو روث الأبقار. يبنى جهاز التخمير على المستوى الصناعي من الطابوق، الخرسانة المسلحة والحديد غير القابل للصدأ. يتكون البيوغاز المنتج بالطريقة المذكورة أعلاه بالتقريب كالاتي: ٦٥% ميثان، ٣٠% ثاني أكسيد كربون، ٤% نيتروجين، ١% كبريتيد هيدروجين وآثار من الهيدروجين والأكسجين وأول أكسيد الكربون. يعادل المتر المكعب من البيوغاز كمصدر للطاقة حوالي ٠,٧ لتر بنزين أو حوالي ٠,٦ لتر ديزل. يعطي كل كيلو جرام واحد من المادة العضوية الجافة حوالي ٠,١ إلى ٠,٥ متر مكعب من البيوغاز حسب نوعية المادة العضوية المستعملة وحسب ظروف التخمير. يمكن أن يستعمل البيوغاز كمصدر للطاقة في عمليات الطبخ، التدفئة، الإنارة الخ، وذلك في المزارع والمصانع وفي المناطق السكنية الريفية.

## مخلفات إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز)

الفضلات المتبقية من عملية إنتاج البيوغاز لا تقل كثيرا في الحجم والأهمية عن المادة الخام الداخلة لمخمر الإنتاج، لكن ما يميز هذه المخلفات هو أن المادة العضوية الضارة بالبيئة والتي كانت توجد في المادة الخام قد تم هدمها بواسطة البكتريا وتحويلها إلى مواد لا عضوية غير ضارة بالبيئة. هذه المخلفات تحتوى تقريبا نفس الكميات الموجودة في المادة الخام قبل التخمير من عناصر النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم والكبريت، لكن هذه العناصر توجد في المخلفات في شكل مركبات لا عضوية يمكن أن تستعمل مثلا كسماد في الزراعة حيث تمتصها النباتات بطريقة مباشرة من التربة. وهناك الكثير من الاستعمالات الاقتصادية الممكنة لهذه الفضلات، أهمها:

- تسميد الأراضي الزراعية لإمدادها بالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم.
- تغذية الأسماك في المزارع السمكية حيث يمكن إحلال حوالي ٥٠% من وجبة الأسماك
- تغذية المواشي من أبقار وأغنام وخلافها حيث يمكن إحلال حوالي ٢٠-٣٠% من العليقة.

## تجارب إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز)

سوف يتم إجراء تجارب في معامل قسم علوم الغذاء والتغذية، كلية العلوم الزراعية والأغذية، جامعة الملك فيصل بالهفوف لإنتاج الغاز الحيوي

( البيوغاز ) من مخلفات اشجار النخيل (ثمار غير صالحة للأكل، نوى، أوراق، ساق، عذوق)، وتتم العملية كما يلي:

أولاً: يقوم الفريق البحثي بتطوير مخمر مناسب للإنتاج في المعمل، ويشمل ذلك عملية التصميم ثم التصنيع والتجريب.

ثانياً: تجرى تجارب إنتاج البيوغاز من مخلفات شجرة النخيل في المعمل حسب الخطة المعدة في مشروع البحث، وذلك للوصول للطريقة المثلى للإنتاج.

ثالثاً: تستعمل النتائج المتحصل عليها من تجارب المعمل في تصميم مخمر للإنتاج على مستوى تجارى ليستعمل للإنتاج في مزرعة الجامعة.

رابعاً: ستستعمل مخلفات إنتاج البيوغاز في تجارب تسميد محاصيل زراعية.

مشروع إنتاج الغاز الحيوي  
من مخلفات التين  
تصميم أولي



التصميم الأولي لمعمل إنتاج الغاز الحيوي

طاحونة المواد العضوية  
التي تستخدم لإنتاج  
الغاز العضوي





التأكد من وضع ودقة روابط التصميم الأولي لمعمل الغاز الحيوي



شعلة نارية باستخدام الغاز المنتج من المعمل الأولي

# جهاز إنتاج الغاز الحيوي (المطور)



# تركيب معمل تحضير الغاز الحيوي



وضع المواد العضوية  
والتركيبات الكيميائية في  
خزانات معمل التحضير  
المطور لتجربته





فحص المعمل الجدد بعد تركيبه من قبل الفنيين وأعضاء فريق البحث العلمي  
للتأكد من صحة التركيب وسلامة الروابط والوصلات الكهربائية



معمل إنتاج الغاز المطور بعد تركيبه ووضع المواد العضوية  
ليبدأ المرحلة الثانية لإنتاج الغاز العضوي من المخلفات الزراعية



الفريق العلمي لمشروع

إنتاج الغاز الحيوي (البيو غاز) من مخلفات أشجار النخيل

Production of biogas from organic waste: using date palm wastes as a model

رقم 09-ENV817-08