اتحاد المهندسين الزراعيين العرب
الأمـانـة العـامـة
دمشق - ص.ب : ٣٨٠٠
هاتف : ٣٣٣٥٨٥٢
فاكس : ٣٣٣٩٢٢٧

المؤتمر الفني الدوري العشرين للاتحاد

التكامل العربي في مجال
التنمية الريفية المستدامة
لتحقيق الأمن الغذائي العربي

الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية الريفية المستدامة
التقانات الحديثة المستخدمة في التنمية الزراعية ودورها في التنمية الريفية المستدامة

اعداد
المهندسة رهف الخضراء
المهندسة زهور سليمان

وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي
الجمهورية العربية السورية

دمشق : 24 - 26 /5/ 2015

تتضمن المحاور التالية:
- الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية الريفية المستدامة.
- التقانات الحديثة المستخدمة في التنمية الزراعية ودورها في التنمية الريفية المستدامة.

المواضيع التي تتضمنها المحاور السابقة:
- الهواضم الحيوية .
- استخدام الطاقات المتجددة في ضخ المياه من الأبار (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح).
- المجففات الشمسية .

١- الهواضم الحيوية :
التخمر اللاهوائي هو عملية بيولوجية طبيعية تحدث في أي مادة بيولوجية تحت ظروف مناسبة من حرارة ورطوبة وبمعزل عن الهواء تقوم فيها بكتيريا تعيش في وسط عديم الأوكسجين وتعمل على تحطيم المواد العضوية محررة مايسمى الغاز الحيوي.
الهواضم الحيوية هي عبارة عن خزان أو وسط ذي تصميم خاص معزول عن الهواء بحيث يكون مغلقا في بعض الأحيان ويسمح بإدخال وإخراج خلطة يومية من المادة العضوية مع الماء بنسبة تقريبية (١٠-٢٠%) للمواد العضوية الجافة مع إبقاء حوض الهضم معزولا عن الهواء .
في محطات الغاز الحيوي والهواضم الحيوية يتم الاستفادة من الغاز الحيوي الناتج في توليد الطاقة ويتكون الغاز الحيوي الناتج عن عملية التخمر اللاهوائي في الهواضم الحيوية من حوالي ٦٠% غاز الميتان وحوالي ٤٠% ثاني اكسيد الكربون وكميات بسيطة من النيتروجين والهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين .

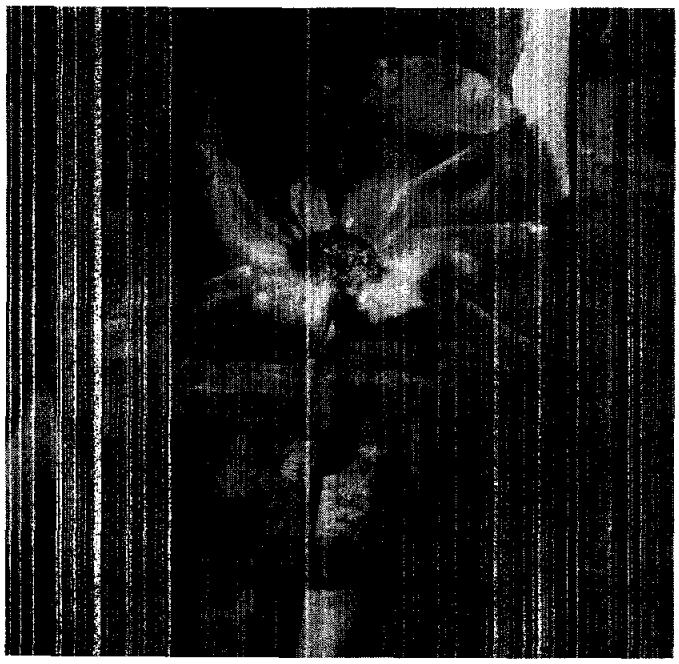
يهدف موضوع الهضم اللاهوائي إلى الاستفادة الكاملة من المخلفات العضوية النباتية و الحيوانية ومياه الصرف الصحي واستخدامها في :
- إنتاج غاز حيوي لاستثماره كوقود للحصول على الطاقة.
- إنتاج سماد عضوي لتسميد التربة بغية الحصول على أغذية عضوية صالحة للاستهلاك وعلى إنتاج أعلاف للثروة الحيوانية.

مدخلات الهاضم الحيوي :
تشكل المخلفات الحيوانية المختلفة من روث أبقار وأغنام ودواجن ونفايات المسالخ ومخلفات الإنسان كالصرف الصحي وحمأة المجاري والنفايات العضوية والمخلفات النباتية مثل الثمار التالفة والأعشاب وغيرها وعديد من مخلفات الصناعات الغذائية مثل مخلفات صناعة الألبان والأغذية والمشروبات إضافة إلى المخلفات المنزلية العضوية كالقمامة ومخلفات المطابخ وبقايا الأطعمة بعد تحضيرها بالحجم المناسب كمدخلات إلى الهاضم .

مواصفات السماد الناتج :
هو سماد عضوي عالي الجودة خال من العوامل الممرضة بدون روائح لايجذب إليه الحشرات وله تركيبة متجانسة ومتوازنة يسهل امتصاصه من قبل النباتات فعملية التخمر الهوائي تقلل نسبة الكربون الى النتروجين مما يزيد من الأثر الإيجابي للسماد الناتج.

الغاز الحيوي :
يعد مصدرا للطاقة يمكن الاعتماد عليه ويمكن استغلاله كطاقة حرارية بديلة ويسهم في تخفيض كلفة إنتاج الطاقة المتجددة , وله فوائد وميزات كثيرة منها :
تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة والتقليل من الاعتماد على المصادر غير المتجددة في توليد الطاقة ويقضي على الروائح الكريهة الناتجة عن ملايين أطنان ملايين النفايات الملقاة في المكبات وعلى خطورة الحرائق والإنفجارات التي يمكن حدوثها داخل المكب نتيجة تراكم غاز الميتان
يمكن للمتر المكعب من الغاز الحيوي أن يغطي إحدى الاحتياجات التالية :

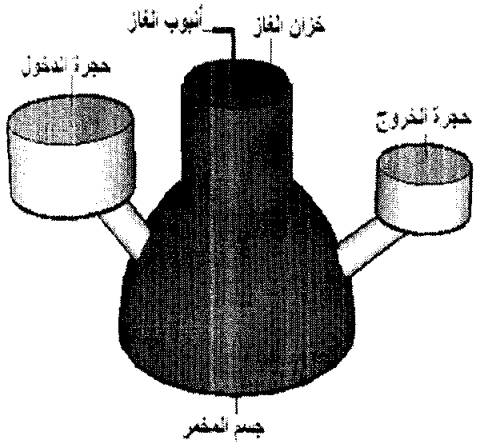
- تشغيل موقد متوسط الشعلة لمدة ٢ – ٣ ساعات.
- تشغيل مصباح قوة ١٠٠ شمعة لمدة ٨- ١٠ ساعات.
- تشغيل آلة احتراق داخلي قدرتها ١ حصان بخاري لمدة ساعتين.
- تشغيل جرار زراعي وزنه ٣ طن لمسافة ٢.٨ كم.
- توليد طاقة كهربائية ١.٣- ١.٥ ك.و.س.
- تشغيل ثلاجة ١٠ قدم لمدة ١-٢ ساعة
- تشغيل مكواة ملابس متوسطة الحجم لمدة ٣ ساعات



أنواع الهواضم :

من ضمن الكثير من أشكال وأنواع الهواضم الحيوية انتشر استخدام نوعان منهما في العالم لنجاحهما في الإختبارات التي أجريت عليهما وهما :

- الهاضم ذو قبة الغاز الطافية (المتحركة) النوع الهندي



- الهاضم ذو قبة الغاز الطافية , النوع الصيني

ويكمن الفرق الرئيسي بين النوعين في أن النموذج الهندي يخزن الغاز تحت قبة متحركة (خزان الغاز) وتحت ضغط ثابت نسبيا لتغيير حجم القبة ولهذا يعتبر آمن الاستعمال .
الهاضم من النموذج الصيني يخزن الغاز تحت قبة ثابتة ذات حجم ثابت مما يؤدي الى زيادة الضغط بشكل متزايد وتخزين كمية أكبرمن الغاز في النوع الصيني ولذلك يحتاج إلى حذر أكثر من النوع الهندي ولكن النوع الصيني يعتبر أقل كلفة .

ظهرت أنواع أخرى من الهواضم منها :

- نوع بوردا
- النوع الفلبيني المعدل
- الهواضم البلاستيكية
- ومنها يستخدم التسخين بالطاقة الشمسية
- ويوجد مخمرات أحادية المرحلة ومخمرات ثنائية وحتى متعددة المراحل وأنواع أخرى لاتزال قيد التطوير

تجربة الجمهورية العربية السورية في مجال تقنيات الغاز الحيوي :

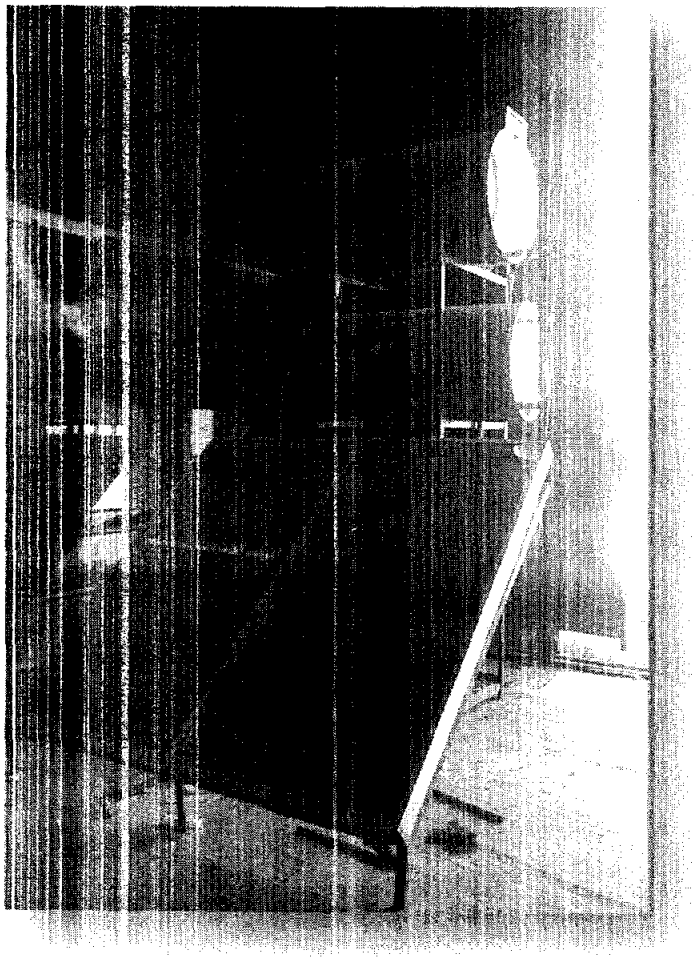
- الهواضم الصغيرة المنفذة في الجمهورية العربية السورية :

بدأ تنفيذ الهواضم الصغيرة في سوريا منذ عام ١٩٩٠ بالتعاون مع بعض الهيئات الاقليمية والدولية (أكساد – جايكا) حيث نفذت كلها تقريبا في منشآت القطاع العام وقد تم تنفيذ واقع استثمارها

تجربة المركز الوطني لبحوث الطاقة في مجال الهواضم الصغيرة :

مشروع انشاء ١٩ هاضم صغير :

قام المركز بمشروع إنشاء ١٩ هاضم منزلي (صغير) في القرى الواقعة على طريق دمشق – السويداء كانت الغاية من المشروع تشجيع استخدام الهواضم الصغيرة في الريف السوري وتعريف المجتمعات الريفية على هذه التقنية من حيث فوائدها وأسلوب التعامل معها ومعالجة الأعطال والمصاعب التي يمكن أن تظهر واكتساب الخبرات اللازمة لعناصر المركز من أجل اتخاذ خطوات أوسع في مجال تعميم هذه التقنية وتدارك نقاط الضعف وتجنب الأخطاء التي يمكن ملاحظتها عند القيام بمشاريع أخرى في هذا المجال.



ملخص عام عن مراحل تنفيذ المشروع :

بدأ المشروع بتحديد القرى المناسبة لإنشاء الهواضم بالتعاون مع المركز العربي لدراسات الأراضي الجافة والمناطق القاحلة (أكساد) حيث تم اختيار بعض القرى المناسبة والقريبة من دمشق (الصورة الصغيرة – الصورة الكبيرة – رضيمة اللواء – ذكير) وكان أساس الاختيار ضمن القرى هي :

١- وجود ملكيات صغيرة من الأبقار لدى المزارعين تتروح بين (٣-٥) أبقار على الأقل
٢- وجود أراضي زراعية قريبة من أماكن الحظائر حتى يتسنى نقل السماد السائل بكلفة قليلة إلى تلك الأراضي
٣- وجود مساحة كافية قرب الحظائر لإنشاء الهاضم
٤- وجود تعاون و اندفاع لفكرة المشروع من قبل البلديات والوحدات الإرشادية ولدى المزارعين

نوع الهاضم المنفذ هو هندي معدل (بوردا) وهذا النوع عال الكلفة نسبيا ولكنه يمتاز بسهولة الاستخدام والصيانة ,حجم الهاضم المنفذ ١٤ م ^{٣} وتم تزويد الهاضم بجهاز تسخين بالطاقة الشمسية (سعة ٢٢٠ ليتر) لتغذية الهاضم بمياه ساخنة وذلك لرفع انتاجية الهاضم من الغاز الحيوي وخاصة في فصل الشتاء .
تم تزويد إحدى البلديات في المنطقة بصهريج ومضخة من أجل مساعدة المزارعين على تفريغ حجرة خروج الهاضم التي يتجمع فيها السائل المتخمر ومن ثم نقل هذا السائل لاستخدامه في الأراضي الزراعية . تم تحليل عدة عينات من السماد السائل الناتج وعلى عدة فترات زمنية في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية وتبين أن السماد الناتج ذو نوعية جيدة وخال من العناصر الثقيلة .

عانى بعض المزارعين أثناء استخدام الغاز الحيوي في المواقد من وجود رائحة واخزة بالاضافة إلى تأكل بعض الأدوات المعدنية القريبة من الموقد وهذه الأثار الجانبية ناجمة عن وجود نسبة ضئيلة من غاز كبريتيد الهيدروجين في الغاز الحيوي وتم معالجة هذه المشكلة من قبل المركز الوطني لبحوث الطاقة حيث تم تركيب فلاتر على خطوط نقل الغاز الحيوي لبعض تلك الهواضم .

تقييم المشروع :

١- من ناحية التقبل الاجتماعي للمشروع :

تبين من خلال رصد أراء المزارعين المستخدمين لتلك الهواضم والزيارات المتكررة لها أن هذا المشروع لاقى تقبلا اجتماعيا ملحوظا وهذا ماظهر من خلال ملاحظة عناية غالبية المستخدمين بالهواضم وقيام بعضهم بشراء مضخات خاصة لتفريغ حجرات خروج السماد العضوي .

٢- فوائد المشروع :

- استخدام الغاز الحيوي الناتج من الهواضم لأغراض تسخين الحليب والطبخ بشكل أساسي وكذلك في التدفئة
- إن تزويد الهاضم بجهاز تسخين بالطاقة الشمسية يساهم في توفير المياه الساخنة للمزارع حيث يستفاد من الطاقة الشمسية في الاستخدامات المنزلية بعد الانتهاء من عملية الخلط.
- ساهم استخدام السماد العضوي السائل بشكل ملحوظ في نمو المزروعات وبالتالي زيادة الإنتاج الزراعي وكذلك خصوبة التربة .
- التخفيف من الروائح الكريهة التي تسببها الحظائر والتشوه البصري الناجم عن مخلفاتها وكذلك التخلص من الطفيليات الممرضة وبذور الأعشاب الضارة الموجودة في السماد العضوي غير المتخمر
- زيادة الوعي والمعرفة لدى المزارعين في المنطقة والمناطق المجاورة حول فوائد الهواضم الصغيرة وكيفية تشغيلها ومعالجة مشاكلها

من الناحية البحثية :

تتم متابعة تشغيل هذه الهواضم من قبل العناصر المتخصصة من المركز الوطني لبحوث الطاقة والتي تقوم بمساعدة المزارعين في ايجاد الحلول لبعض المشاكل الفنية وإعطائهم بعض الارشادات والنصائح التي تؤدي لتحسين عملها وزيادة أدائها علما أن المركز يقوم بأخذ البيانات والمعلومات الخاصة بتلك الهواضم بشكل دوري من أجل إجراء الدراسات التي تساهم في تطوير المشاريع اللاحقة في هذا المجال كما قام بعض الطلاب في الجامعات السورية الذين يجرون أبحاث علمية بزيارة هذه الهواضم والاطلاع على التجربة

إجراءات لتحسين المنعكس الاقتصادي للهواضم الصغيرة :

من خلال تقييم تجربة المشروع ال /١٩/ هاضم المنفذ في السويداء فإنه يمكن التركيز على بعض العوامل التي تؤدي إلى تحسين المنعكسات الاقتصادية للهواضم الصغيرة :

- اختيار أحجام مناسبة للهواضم من (٣-١٠م^{٣})

- اهتمام الجهات المعنية بتقييم السماد العضوي المتخمر وتوعية المزارعين حول فوائد المقارنة بالسماد البلدي (غير المتخمر) وتسهيل عملية بيعه وتوسيقه
- إنشاء بيوت بلاستيكية قرب الهواضم مما يؤدي إلى استخدام كل كميات السماد العضوي الناتج عند عدم وجود فائض
- تأمين بعض المعدات والتجهيزات المخصصة العاملة على الغاز الحيوي في الأسواق

أهم معوقات التجربة السورية في مجال انتشار وتطوير تقنيات الغاز الحيوي :

- عدم وجود تقييم وتوصيف نظامي للسماد العضوي المتخمر من قبل الجهات المعنية وارشادات استخدامه حسب نوع التربة والمحصول حيث ان الطاقة الناجمة عن الهواضم الصغيرة غير كافية لتبرير استخدامها من الناحية الاقتصادية دون أخذ القيمة المضافة للسماد العضوي بعد تخمره ضمن الهاضم
- غياب الحلول التكاملية التي يمكن ان تساهم في خلق سوق للسماد العضوي المتخمر وترويجه من خلال زيادة التوعية والنشر الاعلامي حول هذا الموضوع , إنشاء معامل لتوضيب وتعبئة هذا السماد , إجراء دراسات مقارنة بين النوعين (السماد العضوي غير المتخمر والسماد العضوي المتخمر)
- عدم وجود جهة رسمية محددة تقع على عاتقها مسؤولية تطوير ونشر تقنيات التخمر اللاهوائي التي تمثل الهواضم الصغيرة إحدى تطبيقاتها وذلك من حيث تأهيل كادر مختص وتأمين المخابر والتجهيزات اللازمة وتقديم الدعم الفني والمالي للقطاع الخاص الذي يرغب في الاستثمار في مجال التخمر اللاهوائي بما يساهم في دفع عجلة التطوير في هذه المجال الهام.

وإضافة إلى ذلك تم إنجاز عدد من الهواضم الصغيرة في عدد من المناطق السورية:

- هاضم في محطة زاهد (طرطوس)
- هاضم في محطة الكريم (السلمية)
- هاضم في السويداء – أم الرمان-الرحا
- هاضم في السويداء – القريا-رساس-المتونة
- السويداء-أم الرمان-عرمان

١- هاضم مزرعة أبقار فيديو :

نقدم دراسة عن هاضم مزرعة بقار فيديو حيث توجد المزرعة غرب الأتستراد العام بين جبلة واللاذقية في في قرية فيديو التابعة لبلدة الهنادي.

ملخص عن الدراسة:

تقوم محطة الغاز الحيوي على أساس تجميع روث الأبقار الناتج عن مزرعة أبقار فيديو ثم إدخال هذا الروث بعد تهيئته إلى هاضم وهو خزان مغلق يحتوي على بعض التجهيزات من أجل خلط الروث ورفع درجة حرارته ,ويتم مراقبة الخليط ضمن الهاضم من خلال حساسات داخل الهاضم موصولة إلى نظام تحكم ثم يضخ السائل الناتج بعد أن يمكث مدة معينة في الهاضم إلى خزان آخر حيث يستخدم كسماد للتربة.خلال مرحلة الهضم ينتج غاز حيوي مكون من غاز الميتان وآثار من غازات أخرى ,يجمع هذا الغاز ثم يفلتر ويضغط قبل دخوله إلى وحدة توليد المشترك للكهرباء والحرارة.

الدراسة :

عدد الأبقار في المزرعة :

يبلغ عدد الأبقار ٦٨٢ بقرة وهو ما يكافئ ٥٠٥ وحدة حيوانية ويبين الجدول التالي عدد الأبقار الكلي في المزرعة حسب العمر والمكافئ من الوحدة الحيوانية
وتبلغ كمية الروث اليومية بشكل تقريبي حوالي ٦.٥ م^{٣}
وتستخدم المواد الكيمائية التالية لرش الأبقار :
محلول اليود , البرمنغنات , الفرومول , والكمية التقريبية لمجموع هذه المواد تتراوح بين ٢٥-٣٠ ليتر شهريا

كمية الطاقة الكهربائية والمياه المستهلكة في المزرعة :
وتتراوح الكمية المستخدمة في غسيل الأبقار بين ١٠٠-١٥٠ ليتر للبقرة الواحدة كل يوم وتستهلك المزرعة سنويا حوالي ٥٥٠٠٠٠ ك.و.سا/ سنويا
ومن خلال القياسات الكهربائية التي أجريت على المحولة التي تغذي المزرعة تبين مايلي :
الحمل الأعظمي ٦٥ ك.و
الحمل الوسطي ٤١ ك. و
الحمل الأدنى ٩ ك. و

- المكونات الرئيسية لمحطة الغاز الحيوي المقترحة (نوع خلط كامل) :

١- مساحة لتخزين الروث الصلب
٢- وحدة لاستقبال ووزن الروث الصلب الحجم ١٠ م^{٣}
٣- وحدة الهضم بحجم ٥٤٥م^{٣} وتتضمن :

١- خلاطات

٢- مبادلات حرارية
٣- مجمعات الغاز وتتوضع أعلى وحدة الهضم
٤- أجهزة تعديل الضغط
٥- حماية من الصواعق
٦- انبوب التصريف الزائد
٧- مروحة لزيادة ضغط الغاز الحيوي إلى حوالي ٥٠ ميلي بار
٨- وحدة لإزالة الكبريت من الغاز الحيوي
٩- مضخة مركزية

٤- وحدة مابعد الهضم بحجم ٧١٠ م^{٣} :
وهي شبيهة بوحدة الهضم ولكن بالنسبة للتجهيزات يقتصر على التجهيزات الأساسية ويمكث فيها الروث المهضوم بشكل أولي لمدة ٥٤ يوم تقريبا حيث يتم استخراج النسبة المتبقية من الغاز الحيوي ويتوضع في أعلى الوحدة خزان للغاز مكون من طبقة واحدة من البلاستيك

٥- تجهيزات فلترة وتنقية الغاز :
وأهم الملوثات التي يجب تنقية الغاز الحيوي منها :
I. غاز كبريتيد الهيدروجين
II. غاز ثاني أكسيد الكربون
III. الأوكسجين
IV. الماء

٦- وحدة التوليد المشترك للكهرباء والحرارة باستطاعة ٢٥ ك.و (مجموعة محرك –مولد مزودة بمبادل حراري)
٧- الشعلة
٨- أنابيب الشعلة الحرارية وأنابيب للغاز الحيوي
٩- خزان لتجميع الروث المهضوم بحجم ١٠٨٠ م^{٣} وفاصل الفيبر لفصل المادة الصلبة الموجودة في المادة المهضومة عن السائل
١٠- أجهزة القياس والتحليل

٢- استخدام الطاقات البديلة في ضخ المياه من الآبار :

بما أن استخراج المياه من الآبار يعتمد بشكل أساسي على الوقود الإحفوري فمن الطبيعي أن يتنامى الطلب عليه بشكل مستمر وتبين إحصائيات عام ٢٠١١ وجود أكثر من ٢٣٠ ألف بئر ماء بأعماق مختلفة في سوريا مما يعني وجود نفس هذا العدد من المضخات على الأقل لرفع المياه من تلك الآبار حيث تقدر انتاجيه الآبار من الماء حوالي ٧ مليار متر مكعب سنويا كما تقدر كلفة الوقود اللازم لاستخراج هذه الكمية من المياه بأكثر من ٢٢ مليار ل.س في العام
لأن إنتاج المتر المكعب الواحد من الماء بواسطة المضخات يتطلب استهلاك نحو ٠.١٦ ليتر من الديزل وبالتالي يلزم نحو ١.١٦ مليار ليتر من الديزل لتشغيل هذه المضخات لتشغيل هذه المضخات لرفع المياه إضافة إلى وجود نفقات أخرى مثل استهلاك والزيوت والصيانة الدورية وغيرها .
كما أن احتراق هذه الكمية الضخمة من الديزل يؤدي إلى انبعاث نحو ١٥٠٠ مليار ليتر من الغازات الملوثة للبيئة مثل غاز أول وثاني أكسيد الكربون نتيجة لاستثمارها

تُعد الخلايا الشمسية والعنفات الريحية من البدائل الواعدة لحالات نفاذ الوقود التقليدي، وينبغي استخدامها في العديد من التطبيقات العملية وخصوصاً في المناطق النائية لتأمين الخدمات الأساسية مثل الإنارة والاتصالات وضخ مياه الآبار بهدف تأمين مياه الشرب وسقاية المواشي، كما يسهم استخدام تلك التقانات في تخفيض نسب الانبعاثات الغازية وتلوث البيئة بالغازات الناتجة عن حرق الوقود التقليدي، لا سيما مع ارتفاع أسعار حوامل الطاقة التقليدية وانخفاض معدلات إنتاجه عالمياً. علماً بأن بلدنا سورية تتميز بتنوع مصادرها الطبيعية؛ فهي تتمتع بمستويات عالية من السطوع الشمسي (عدد ساعات السطوع الشمسي يقدر بنحو ٣٢٠٠ ساعة سنوياً، وشدة الإشعاع اليومي تصل لنحو ٥ كيلو واط ساعي لكل متر مربع)، كما تتوفر الرياح الدائمة وبالسرعات المناسبة (أكثر من ٣م/ثانية) في العديد من المواقع الواعدة ريحياً والتي يمكن أن تقام فيها المزارع الريحية المطلوبة لتوليد الطاقة الكهربائية

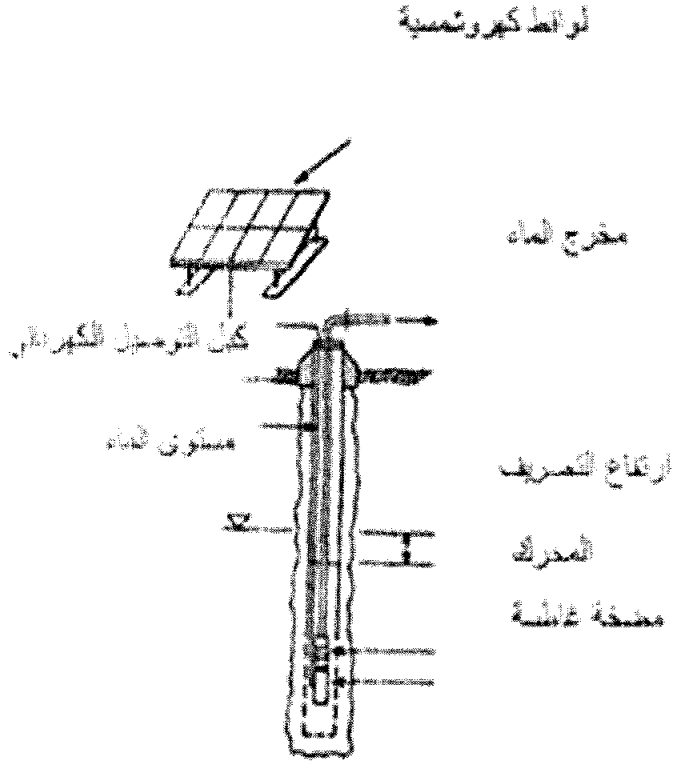
ونورد فيما يلي تصنيفاً لأنظمة الضخ الكهرضوئية الشائعة:

تصنف هذه النظم بشكل رئيسي إلى خمسة أنواع وهي:

١- مجموعة محرك - مضخة نابذة غاطسة متعددة المراحل Submerged multistage centrifugal set motor pump:

يعتبر هذا النوع من المضخات الأكثر شيوعاً في أنظمة الضخ الكهرضوئية التي تستخدم لتأمين ماء لشرب للقرى. تتميز هذه المضخات بسهولة التركيب وتغمر المجموعة (محرك – مضخة) تحت مستوى ماء البئر بعيداً عن الأخطار. يمكن استخدام محرك متناوب أو مستمر مدمج مع جسم المضخة مع الحاجة إلى وجود معرج في حالة المحرك المتناوب AC. يجب إخراج المحرك من البئر لتبديل المسفرات (الفحمات) مرة كل سنتين في حالة استخدام محرك DC. تستخدم هذه المجموعة في أنظمة الضخ الكهرضوئية ذات الاستطاعة الأقل من ١٥٠٠Wp.

يبين الشكل التالي مخططاً لنظام ضخ كهرضوئي يستخدم مجموعة محرك – مضخة نابذة غاطسة متعددة المراحل.

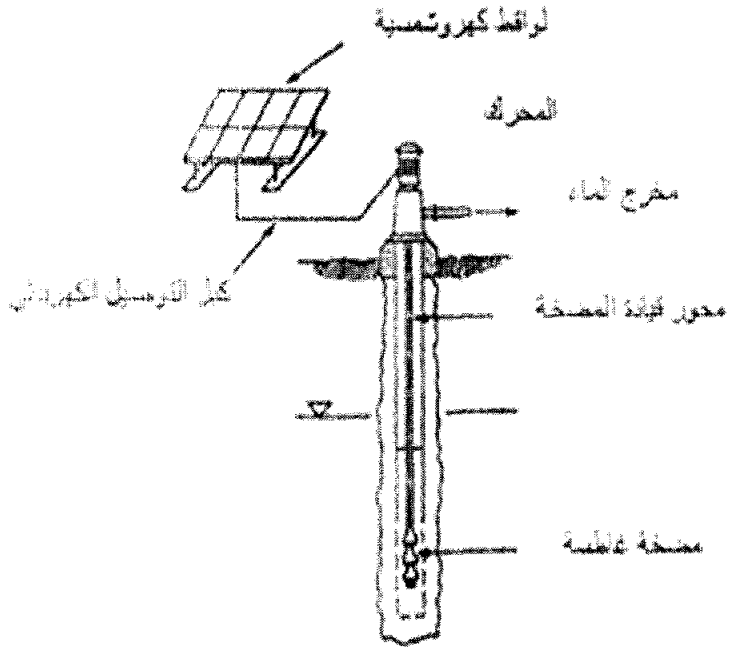


٢- المضخات الغاطسة مع محرك سطحي motor Submerged pump with surface mounted:

يتميز هذا النوع من المحركات بسهولة تبديل المسفرات في حالة استخدام محرك DC وإجراءات الصيانة الأخرى بسبب كون المحرك مركب على سطح البئر. يتدنى مردود المجموعة بسبب ضياعات الطاقة الناتجة

عن نقل الحركة بين المحرك والمضخة. بشكل عام تم استبدال هذا النوع من المحركات السطحية بأخرى غاطسة.

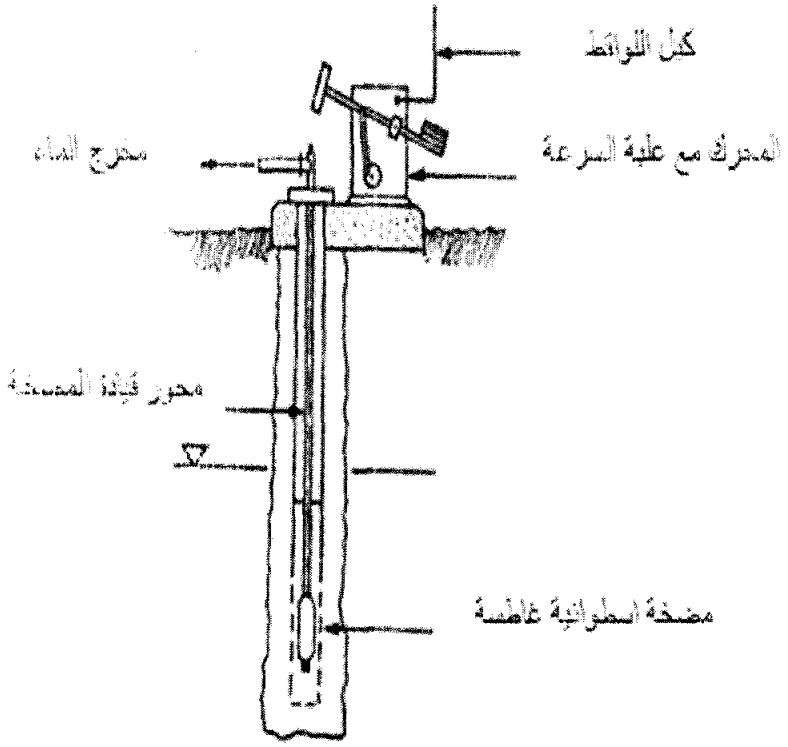
يبين الشكل التالي مخططاً لنظام ضخ كهرضوئي يستخدم المضخات الغاطسة مع محرك سطحي.



٣- المضخات الترددية ذات الإزاحة الموجبة pump Reciprocating positive displacement:

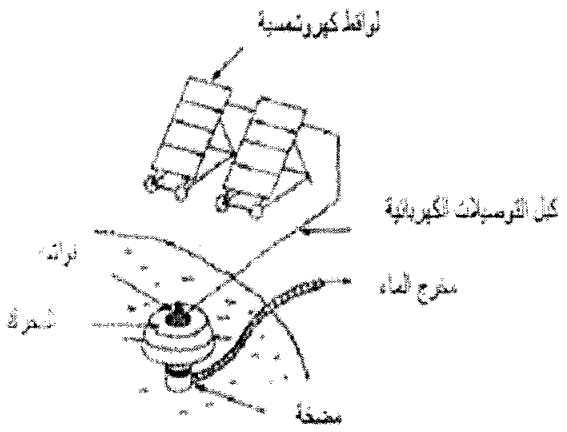
يناسب هذا النوع من المضخات ارتفاعات الضخ العالية و التدفقات المنخفضة. يتناسب خرج المضخة مع سرعة دورانها. تكون قوى الاحتكاك عند العمل في الارتفاعات العالية أقل بالمقارنة مع القوى الهيدروستاتيكية وهذا ما يجعل من المضخات ذات الإزاحة الموجبة أكثر كفاءةً من المضخات النابذة في مثل هذه الحالات.
تشكل هذه المضخات حملاً ترددياً على المحرك لذلك يجب موازنة المحرك للحصول على مردود تشغيل جيد له، وبما أن الأجزاء العلوية للمجموعة (المحرك) ثقيلة جداً و متينة لذلك تتم موازنة المضخة ومحور نقل الحركة بين المحرك و المضخة.

يبين الشكل التالي مخططاً لنظام ضخ كهرضوئي يستخدم المضخات الترددية ذات الإزاحة الموجبة.



٤- مجموعة مضخة عائمة- محرك sets Floating motor pump:

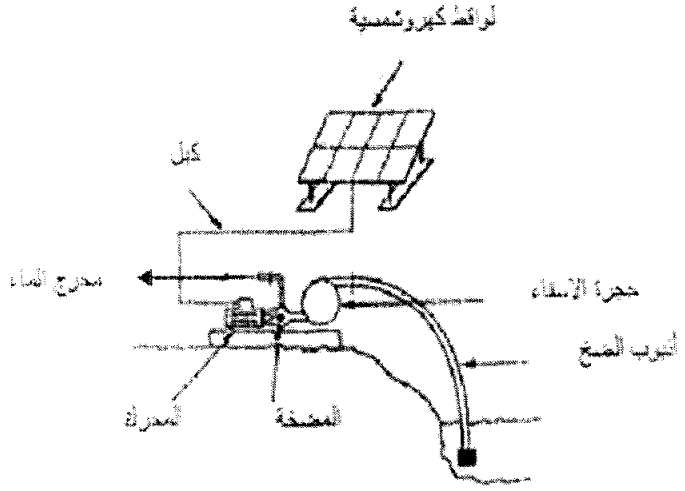
يعتبر هذا التصميم غير مناسب لثقوب الحفر لكنه المفضل لضخ المياه من السدود والقنوات والآبار المفتوحة. تتميز هذه المضخات بسهولة النقل و تكون هذه المضخات على الأغلب نابذة غاطسة بمرحلة واحدة و تعتمد شكل واسع على محركات مستمرة DC بدون مسفرات. تركب الألواح الكهرضوئية في هذا النوع من أنظمة الضخ غالباً على عجلات خاصة لسهولة نقلها مع مجموعة المضخة – المحرك كما هو مبين في الشكل التالي:



٥- مضخات الامتصاص السطحيةSurface suction pump sets:

ينصح في حالة استخدام هذا النوع من المضخات وجود مراقب فني بشكل مستمر. بالرغم من أن كون حجرة المضخة مليئة بالماء و صمامات منع خروج الماء تعمل بشكل دائم فإن احتمالات فقدان الماء من الحجرة واردة. لا ينصح باستخدام هذه المضخات لضخ الماء من ارتفاعات تتجاوز ٨ m.

يبين الشكل التالي مخططاً لنظام ضخ كهرضوئي يستخدم مضخات الامتصاص السطحية.



تصميم نظم الضخ الكهرضوئية:

بشكل عام يوجد عاملين أساسيين في عملية تصميم أنظمة الضخ الكهرضوئي:

- اختيار مكونات النظام الأكثر ملائمة بحيث تحقق صيانة أقل له، وعمراً أطول ووثوقية أعلى.
- توافق مكونات النظام بحيث يتحقق تصميم نظام يعمل بأعلى كفاءة. فقد أظهرت الدراسات أن تحسين التوافق بين مكونات النظام يؤدي إلى تحسين المردود بنسبة ١٨%، ويمكن زيادة هذه النسبة إذا أجري ملاحقة وتتبع يدوية لقرص الشمس.

الخطوات الأساسية المتبعة عند تصميم نظم ضخ المياه الكهرضوئية هي:

١. تحديد حجم المياه الواجب ضخها كل يوم.
٢. تحديد الارتفاع الكلي للضخ.

٣. معرفة بيانات الإشعاع الشمسي.

٤. حساب معدل الضخ من خلال عدد ساعات الشمس القصوى.

٥. اختيار نوع المضخة.

٦. اختيار المحرك ذي خصائص سرعة-عزم متوافقة مع خصائص سرعة-عزم المضخة.

٧. اختيار نوع النظام.

٨. اختيار مكونات النظام.

٩. اختيار اللواقط الكهروضوئية المناسبة وطريقة ربطها.

١٠. اختيار طريقة تركيب الموديولات وذلك إما بتثبيتها أو بإجراء عملية الملاحقة اليدوية .

مقارنة بين أنظمة ضخ المياه المختلفة من حيث المحاسن والمساوئ :

نظام الضخ	المحاسن	المساوئ
الضخ الهيدروليكي	• لا يحتاج تشغيله لمراقبة مستمرة • قليل التكاليف • عمره طويل وموثوقية عالية • سهولة الصيانة • لا تحتاج للوقود	• تتطلب أماكن تركيب مناسبة • تدفق منخفض • يتطلب حركة الماء من أجل العملية
الضخ الريحي	• لا يحتاج تشغيله لمراقبة مستمرة • قليل التكاليف • عمره طويل • إمكانية التصنيع المحلي • لا تحتاج للوقود	• يتطلب وجود رياح في الموقع • يتطلب تخزين الماء لأوقات تكون فيها الرياح منخفضة السرعة • يتطلب خبرات فنية خاصة • صعوبة التركيب • كلفة صيانة و إصلاح عالية
مضخات الوقود الأحفوري (ديزل)	• سهلة التركيب • كلفة تأسيسية منخفضة • استخدامات متنوعة	• ارتفاع سعر نقل الوقود • كلفة صيانة مرتفعة • عمرها قصير

	• يمكن حملها و نقلها	• تسبب الضجيج وتلوث البيئة
المضخات الشمسية	• لا يحتاج تشغيله لمراقبة • صيانة منخفضة • سهلة التركيب • عمره طويل وموثوقة • لا توجد كلفة وقود • يمكن أن تكون متنقلة	• كلفة تأسيسية مرتفعة • تتطلب تخزين الماء للأيام الغائمة • تتطلب خبرات فنية خاصة • يجب أن تتعرض للشمس بدون وجود الظل

تجفيف الأغذية بالطاقة الشمسية :

إن العضويات المجهرية التي تسبب تلف وتعفن الأغذية لاتستطيع أن تنمو وتتكاثر في غياب الماء وأيضا الكثير من الأنزيمات التي تسبب التغيرات الكيمائية في الغذاء وعندما ينقص الماء ليصبح أقل من ١٠% ماء تصبح العضويات المجهرية عاجزة ومن الضروري أن تنقص درجة الرطوبة حتى أقل من ٥% في الغذاء للحفاظ على تكهة الغذاء

تحتوي الحبوب على ٣٠-٣٥% من الرطوبة وللتخزين السليم لمدة حوالي سنة يجب أن يتم التجفيف لتصبح الرطوبة حوالي ١٣ %

في صندوق التجفيف تكون سماكة طبقة الحبوب حوالي ٠.٥ m أو أقل ويمر خلالها الهواء الحار .

التجفيف الشمسي للأغذية :

التجفيف الشمسي المفتوح :

نشر الغذاء في أماكن مفتوحة تحت الشمس في طبقات رقيقة على أرضية صلبة ويدرك مرة أو مرتين في اليوم

يعتبر اقتصادي وبسيط لكنه يعاني من المساوئ التالية :

١- لايوجد تحكم بمعدل التجفيف حيث ان المحصول يمكن أن يجف بشكل زائد مما يؤدي إلى تغيير أو زوال لونه أو فقدان طاقته الانباتية او يؤدي في بعض الاحيان إلى تلفه بشكل كامل

٢- في حال التجفيف البطيء ربما يكون هناك تلف للغذاء بسبب تشكل الفطور والبكتيريا

٣- عملية التجفيف غير منتظمة

٤- الطبيعي قد يكون هناك تلف كبير بسبب الطيور الحشرات والقوارض .

الأسباب التي تجعل عملية تجفيف الأغذيه أكثر فعالية بالطاقة الشمسية :

١- تعتبر الطاقة الشمسية منتشرة في طبيعتها وهي تعطي امكانية تسخين بدرجة منخفضة

٢- الطبيعة المتقطعة للاشعاع الشمسي سوف لن تؤثر على أداء التجفيف عند درجات حرارة منخفضة حتى أن الطاقة المخزنة في المنتج نفسه ستساعد في ازالة الرطوبة الزائدة خلال فترة عدم وجود سطوع سمشي

٣- الطاقة الشمسية متاحة في مواقع الاستخدام وبالتالي فهي توفر من كلفة النقل .

- **الانتقال الحراري الطبيعي بالحمل أو المجففات الشمسية المباشرة :**

هذه المجففات أكثر استخداما في البلدان النامية , لاتستخدم مروحة أو دافع هواء يعمل بالطاقة الكهربائية وهي منخفضة الكلفة وسهلة التشغيل ولكن لها عدة مساوئ :

١- التجفيف البطيئ

٢- عدم وجود تحكم بدرجة الحرارة والرطوبة

٣- يمكن تجفيف كميات صغيرة

٤- تغير بعض المنتجات طعمها ولونها بسبب التعرض المباشر للشمس

تسخن المنتجات الغذائية بسبب الامتصاص المباشر للحرارة أو بسبب درجات الحرارة العالية ضمن الغلاف وتتبخر الرطوبة من المنتج وتخرج بواسطة الدروان الطبيعي للهواء من انواعه المجفف ذو الحجرة البسيطة (الكابين)

- **المجفف ذو الحجرة البسيطة (الكابين) :**

من نوع حمل حراري طبيعي يتألف من صندوق خشبي أو أي مادة ذو عرض وطول معين ويكون معزولا من قاعدته ويفضل عزله من الجانبين ويغطى بسطح شفاف

الأسطح الداخلية للصندوق مطلاة بطلاء أسود

المنتج الذي سيجف يكون في صواني مصنوعة من قاعدة شبكية سلكية وتدخل هذه الصواني عبر باب يمكن فتحه موجود في الطرف الخلفي من المجفف وتوجد ثقوب تهوية يخرج منها الهواء الرطب الدافئ

يوضع المنتج في الصواني ويعرض للإشعاع الشمسي مما يؤدي لارتفاع درجة حرارته فتتبخر الرطوبة ويمر هذا الهواء الرطب الدافئ عبر ثقوب التهوية العلوية بواسطة انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي مما يخلق خلاء جزئي وسحب الهواء إلى الثقوب الموجودة في قاعدة المجفف

- **طريقة النمط المختلط للمجففف الشمسي :**

في طريقة النمط المختلط فإنه يستخدم مسخن الهواء الشمسي بدون أي مروحة على طول سلسلة التجفيف ويتم تدفق الهواء بانتقال الحرارة بالحمل الطبيعي

هذه المجفف يسمى مجفف الرز وهو يتألف من مسخن هواء بسيط وحجرة تجفيف ومدخنة طويلة تستخدم لزيادة تأثير الحمل الحراري

ويتألف من مسخن هواء وأسلاك مغطاة برقائق شفافة من pvc بسماكة ٠.١٥ mm والأرضية غطاة بقش رز محروق الذي يمتص الاشعاع الشمسي ويسخن الهواء الذي يجاوره

يرتفع الهواء الساخن في هذه السخان الهوائي إلى حجرة التجفيف المطلية بمادة عاكسة مناسبة ومادة التجفيف (الرز) تبقى على صينية شبكية من النايلون حيث يدخل الهواء الساخن والمسخن عن طريق مسخنات الهواء من أسفلها ويرتفع نحو الأعلى ويخرج من المدخنة

المدخنة الأسطوانية طويلة مصنوعة من إطار مغطى بواسطة pvc الأسود لإبقاء الهواء الداخلي دافئا

وهناك غطاء في أعلى المدخنة ويترك فراغا بين أعلى المدخنة والغطاء ليسمح للهواء الدافئ الرطب بالخروج ولحماية المنتج من المطر والمواد الغريبة

إن ارتفاع المدخنة والهواء الساخن بداخلها يخلق فرق ضغط بين أعلى و أسفل المدخنة وبالتالي يخلق حركة قسرية للهواء عبر فرشة الرز باتجاه أعلى المدخنة

يعتمد معدل التجفيف على : عمق الفرشة , المحتوى الأولي لرطوبة المادة , شدة الاشعاع الشمسي , درجة الحرارة المحيطة, وتصميم المجفف

المجففات ذات الدوران القسري :

هذه المجففات تستعمل طريقة ما لدفع الهواء وتدويره إما كهربائيا او ميكانيكيا تمتاز بأنها اكثر فعالية وأسرع وتستخدم لتجفيف كميات كبيرة وتصنف :

مجففات ذات دوران قسري مباشرة

مجففات ذات دوران قسري غير مباشرة

وبسبب الطبيعة المتقطعة والشدة المنخفضة للاشعاع الشمسي غالبا يستخدم نظام التسخين المساعد وعندها تعرف بأنظمة التجفيف الهجينة

اقترحت أنظمة متعددة للتخزين ولكن النظام الأكثر تفضيلا هو نظام التخزين ذو الفرشة الصخرية والذي يخزن الحرارة بشكل حرارة محسوسة ويقوم بمهمتين كخزان للحرارة وكمبادل حراري بآن واحد ويتم وضع وحدة التخزين على التسلسل مع دارة اللواقط الشمسية

- **مزايا التجفيف المتحكم به :**

جودة المنتج أفضل , وعائد أفضل , ويتميز بتحسين الانتاج الكلي , وتقليل زمن الهدر والأمكنة اللازمة للتجفيف