Annals
Agric. Sci.,
Ain Shams Univ.,
Cairo, 51(2), 305-318, 2006

ECONOMIC FEASIBILITY STUDY FOR ENERGY PRODUCING FROM AGRICULTURAL RESIDUE

[20]

Gad[1], M.A.

1- Central Laboratory for Design and Statistical Analysis Research, Agricultural Research Center, Giza, Egypt

Keywords: Biogas, Economic feasibility study, Agricultural residue.

ABSTRACT

The present study aims to maximize efficiency of using environmental agricultural resources using agricultural residue to produce energy. The study based on different economic evaluation standards to present economic feasibility of agricultural residue recycling related to the farmer such as Net present value (NPV), Benefit/cost ratio (B/C), Internal rate of return (IRR), and Payback period (PBP). Moreover, estimating economic reflection of energy generation from agricultural residue on national economic. The study showed that home biogas units working on plant or animal residue is economic and profitable for the farmer. The economic return of these units surpasses cost, where the (IRR) is not less than 23% and the simple rate of return on investment is not less than 18%, whereas payback period is not more than 5 years. The study showed also that producing energy from 60% and 30% of plant and animal residue, respectively in rural regions using developed agricultural techniques equal to L.E 1688 million in addition to 22.25 million tons of biogas fertilizer valued L.E. 3894 million/ year. Therefore, The study recommends increasing the effectiveness of agricultural extension to encourage the farmers to produce energy from agricultural residue due to its important reflection on the national economy, the farmer and the agricultural environment, because of its profitable economic feasibility for the farmer, its effect increasing the agricultural production and reducing environmental pollution using fertilizers and insecticides to achieve sustainable agricultural development.

(Received September 20 , 2006)
(Accepted October 22, 2006)

تحكيـــم : أ.د مسعـد السعيد رجب
أ.د أحمد فؤاد عبد الحكيم

أفراد فأن كمية البيوجاز المنتجة تكفي لنحو ١٢,١٥ مليون فرد في الريف المصري، إلي جانب إنتاج نحو ٩,٦٢ مليون طن سنويا من سماد البيوجاز بقيمة ١٦٨٤ مليون جنيه تكفي لزراعة نحو ٤,٨١ مليون فدان سنويا بدون احتياج للأسمدة الكيماوية.

بينما يقدر إجمالي المخلفات الحيوانية في مصر بنحو ٥٨ مليون طن سنويا[1] تقريبا منها نحو ٣٦ مليون طن من مخلفات الجاموس والأبقار يستنفذ منها نحو ٣٠% في إنتاج الطاقة علي مستوي الجمهورية أي ما يعادل ١٠,٨٠ مليون طن سنويا، فإذا كان كل ٣ م^3 من البيوجاز يتم توليدهم من ١٦ كجم من المخلفات الحيوانية فأن ١٠,٨٠ مليون طن تكفي لإنتاج ٢,٠٣ مليار م^3 من البيوجاز سنويا بقيمة ٧٣١ مليون جنيه، أي أن هذه الكمية تكفي لتغطية احتياجات ١,٨٥ مليون أسرة من الطاقة أي ما يعادل نحو ٩,٢٥ مليون فرد في الريف المصري، إلي جانب إنتاج نحو ١٢,٦٣ مليون طن سنويا من سماد البيوجاز بقيمة ٢٢١٠ مليون جنيه تكفي لزراعة نحو ٦,٣١ مليون فدان سنويا بدون الحاجة لاستخدام الأسمدة الكيماوية.

مما سبق يتبين أنه في ظل الظروف الراهنة فأن إجمالي المخلفات النباتية والحيوانية المستخدمة في إنتاج الطاقة بالريف المصري بالأساليب التقليدية منخفضة الكفاءة، والتي تقدر بنحو ٢٩,٤٠ مليون طن سنويا تكفي لإنتاج نحو ٤,٤٦ مليار م^3 سنويا من غاز البيوجاز بقيمة ١٦٨٨ مليون جنيه، فضلا عن ٢٢,٢٥ مليون طن من سماد البيوجاز بقيمة ٣٨٩٤ مليون جنيه سنويا، كما إن إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية سوف يزيد من فرص الاستثمارات في القطاع الزراعي حيث يتوقع ألا يقل المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر عن ١٨% وأن يصل معدل العائد الداخلي إلي نحو ٢٣%، إلي جانب تشغيل فائض العمالة الزراعية والحد من البطالة المقنعة التي يتسم بها القطاع الزراعي المصري وهو ما يساهم إلي حد بعيد في الحد من الهجرة الداخلية من القرى إلي المدن ومن الريف إلي الحضر بحثا عن فرص العمل، فضلا عن نظافة البيئة الزراعية من مظاهر التلوث والحد من انتشار الأمراض والآفات والقوارض وعوامل تلوث التربة الزراعية.

لذا توصي الدراسة بزيادة فاعلية جهاز الإرشاد الزراعي نحو تشجيع المزارعين لتبني إنتاج وتوليد الطاقة من المخلفات الزراعية لأهمية مردودها علي الاقتصاد القومي والمزارع والبيئة الزراعية، نظرا لجدواها الاقتصادية المربحة للمزارع والمؤثرة في زيادة الإنتاج الزراعي والمساهمة في الحد من تلوث البيئة بالأسمدة والمبيدات الكيماوية، وذلك من خلال دعوة المزارعين للتعرف علي عائداتها الاقتصادية ومنافعها البيئية ومساعدتهم في تنفيذها وتوفير كافة المعلومات الخاصة بها حتى تصبح جزء من سلوكهم بما يساهم في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.

المراجـــــع

أويس عطوه الزنط (١٩٩٢). أسس تقييم المشروعات ودراسات جدوى الاستثمار، المكتبة الأكاديمية، الجزء الثاني، الدقي، القاهرة.

جلال الملاح (١٩٩١). تخطيط وتقييم المشروعات الزراعية، دار المريخ للنشر، الرياض.

عبلة عباس احمد الدهيمي، محمود عبد الحليم جاد محمد (٢٠٠٦). دراسة اقتصادية لإدارة المخلفات النباتية ودورها في التنمية الزراعية، حوليات العلوم الزراعية، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس، المجلد (٥١)، العدد (١)، يونيو.

سمير أحمد الشيمي (١٩٩٦). المردود الاقتصادي والبيئي لاستخدام المخلفات الزراعية، الندوة العلمية الأولي، المردود الاقتصادي والبيئي لاستخدامات المخلفات الريفية والبيئية، الجمعية المصرية للبحوث والخدمات البيئية، القاهرة.

سمير أحمد الشيمي، صلاح عرفه محمد (١٩٩٤). تكنولوجيا البيوجاز: دورها في حماية المجاري المائية من التلوث، مؤتمر النيل في عيون مصر، مركز الدراسات والبحوث البيئية، جامعة أسيوط، ديسمبر، مصر.

مركز تدريب البيوجاز بمشتهر، معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لصندوق الموازنة الزراعية، القاهرة (١٩٩٢). مشروع إنتاج وتعميم سماد البيوجاز (طاقة- سماد عضوي طبيعي- حماية البيئة من التلوث)، نشرة إرشادية.

[1] لم يشمل مخلفات الثروة الداجنة.

الحاضرة لإجمالي الإيراد علي القيمة الحاضرة لإجمالي التكاليف عند سعر خصم ١٠%، تبين أنها = ٦٩٥٥ ÷ ٦٤٢٤ = ١,٠٨ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه، ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٠٨ جنيه وذلك باستخدام سعر خصم ١٠%.

وبذلك يتبين أنه حتى لو تخلي المزارع عن إنتاج وحدة البيوجاز المنزلية بعد إنشائها وقبل انتهاء عمرها الافتراضي بنحو ٧ سنوات، فأن وحدة البيوجاز تعد مربحة وذات جدوى اقتصادية للمزارع حيث يمكن أن يغطي تكلفة إنشائها ويحقق عائدا يفوق سعر الفائدة في البنوك التجارية خلال فترة لا تتجاوز ٧ سنوات.

كفاءة المزارع في إنتاج البيوجاز

كلما زادت مساحة الأرض التي يزرعها ويملكها المزارع كلما زادت كمية المخلفات النباتية المتوفرة لديه وبالتالي يمكن توفير ثمن المخلفات التي يشتريها لتغذية وحدة إنتاج البيوجاز، وذلك يضاعف من صافي العائد السنوي الذي يحصل عليه ويخفض من تكاليف شراء المخلفات مما يقلل فترة الاسترداد اللازمة لتغطية التكاليف الإنشائية للوحدة، إذ أن امتلاك المزارع لفدان واحد من الأرض يمكن أن يزيد صافي العائد السنوي بنسبة ٢٠% ويخفض تكاليف المدخلات بنسبة ٥١% تقريبا، وهو ما يزيد من كفاءة المزارع في إنتاج البيوجاز بالاعتماد علي موارده من المخلفات النباتية.

أيضا يفترض أن من يقوم بإنشاء وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية لابد وأن يكون ممن يملك رؤوسا للماشية أو مساحة مناسبة من الأرض يقوم بزراعتها، بحيث يتوفر لديه المخلفات النباتية أو الحيوانية بالكميات المناسبة لإمداد الوحدة باحتياجاتها اليومية ويرغب في التخلص منها بطريقة اقتصادية وصحية تدعم خطط التنمية الزراعية، إذا أنه من غير المعقول أن يقوم المزارع بإنشاء وحدة لإنتاج البيوجاز دون أن تتوفر لديه المخلفات اللازمة لتشغيلها، أو يقوم بشرائها بالكامل مما يزيد أعباء وتكاليف التشغيل وتجعلها غير اقتصادية بالقدر الذي يحرم المزارع من أرباح ومميزات تقنية إنتاج البيوجاز والاستفادة منها.

مما تقدم يتبين أن استخدام أي من روث الحيوانات أو مخلفات المحاصيل الزراعية في إنتاج البيوجاز يحقق معدل عائد داخلي يتراوح بين (١٠,٩٥%-٢٢,٨٠%)، وهو ما يحقق قيمة مضافة لدخل المزارع فضلا عن المحافظة علي البيئة من التلوث بدلا من حرق هذه المخلفات بغرض التخلص منها وبدون الاستفادة بها، خاصة إذا كان من المزارعين الذين يملكون الأراضي الزراعية أو مزارعي الإنتاج الحيواني وتوفرت لديهم كميات كبيرة من المخلفات النباتية أو الحيوانية.

المردود الاقتصادي لتوليد الطاقة من المخلفات الزراعية علي المستوي القومي

يقدر إجمالي المخلفات النباتية في مصر بنحو ٣١ مليون طن سنويا تقريبا يستنفذ منها ٦١,٤٨% في إنتاج الطاقة بطريقة بدائية منخفضة الكفاءة لا تتعدي ١٠% (**عبلة عباس ومحمود عبد الحليم ٢٠٠٦**)[١]، فإذا كان كل ٣ م^3 من البيوجاز يتم توليدها من ٢١ كجم من المخلفات النباتية فأن ٦٠% من المخلفات النباتية علي مستوي الجمهورية أي ما يعادل نحو ١٨,٦٠ مليون طن من المخلفات النباتية تكفي لإنتاج ٢,٦٦ مليار متر مكعب من البيوجاز سنويا بقيمة ٩٥٧ مليون جنيه، وهو ما يساهم بدرجة كبيرة في حل مشكلة الطاقة لدي المزارعين ويحد من استهلاك المحروقات البترولية ومشتقاتها ومن ثم تعظيم نصيب الفرد في الريف المصري من الطاقة، فإذا كانت الأسرة الواحدة في الريف المصري تحتاج إلي ما يعادل ٣ م^3 من الغاز يوميا فأن احتياجاتها السنوية تبلغ نحو ١٠٩٥ م^3، ومن ثم فأن كمية البيوجاز التي يمكن إنتاجها سنويا من ١٨,٦٠ مليون طن من المخلفات النباتية والبالغة نحو ٢,٦٦ مليار م^3 تكفي لتغطية احتياجات ٢,٤٣ مليون أسرة من الطاقة، فإذا كان متوسط عدد أفراد الأسرة المصرية يبلغ نحو ٥

[١] عبلة عباس احمد الدهيمي، محمود عبد الحليم جاد محمد (٢٠٠٦)، دراسة اقتصادية لإدارة المخلفات النباتية ودورها في التنمية الزراعية، حوليات العلوم الزراعية، كلية الزراعة، جامعة عين شمس، المجلد (٥١)، العدد (١)، يونيو، ص ١٨.

البيوجاز، يتبين أن القيمة الحاضرة عند سعر خصم ١٠% تبلغ نحو ٢٠٠ جنيه بينما تبلغ هذه القيمة عند سعر خصم ١٥% نحو -٨٦٤ جنيه.

وبتقدير نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل الخصم تبين أن نسبة الإيراد إلي التكاليف = ١٦٦٢٠ ÷ ١١٥٠٤ = ١,٤٤ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٤٤ جنيه، ويقدر إجمالي صافي التدفق النقدي خلال فترة حياة المشروع بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (١٦٦٢٠- ١١٥٠٤) = ٥١١٦ جنيه.

وبتقدير نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية باستخدام سعر خصم ١٠% وذلك بقسمة القيمة الحاضرة لإجمالي الإيراد علي القيمة الحاضرة لإجمالي التكاليف عند سعر خصم ١٠%، تبين أنها = ٨٤٢٨ ÷ ٨٢٢٨ = ١,٠٢ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه، ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٠٢ جنيه عند سعر خصم ١٠%.

- معدل العائد الداخلي (*IRR*) = ١٠+ ٥ × (٢٠٠÷ ١٠٦٤) = ١٠,٩٥% أي أن أقصي فائدة يمكن أن يعطيها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو ١١%.
- فترة استرداد قيمة وحدة البيوجاز = (١÷ معدل العائد الداخلي)×١٠٠= (١÷ ١٠,٩٥)×١٠٠= ٩,١ سنة، أي أن المشروع يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيه بعد ٩ سنوات.
- المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر = (٧٣٨ ÷ ٥٣٠٠) × ١٠٠= ١٣,٩٢%.

ومما تقدم يتبين أن معايير التقييم الاقتصادي المستخدمة في تقييم إنتاج المزارع للبيوجاز من المخلفات النباتية توضح أنه مشروعا مجديا ومربحا من وجهة النظر الاقتصادية، علي الرغم من ارتفاع التكاليف الإجمالية بنسبة ١٥% عن المتوقع وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% عن المتوقع أيضا في نفس الوقت، حيث يزيد معدل العائد الداخلي له عن تكلفة الفرصة البديل والمقدرة بـ ١٠%، ومن ثم يحقق مشروع إنتاج البيوجاز لدي المزارع صافي قيمة حالية عند سعر خصم ١٠% يساوي ٢٠٠ جنيه، كما أن المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر يفوق سعر الفائدة والذي لا يتجاوز ١١% للفرصة البديلة بالادخار في البنوك التجارية.

ثانيا : عدم استكمال المشروع وانتهائه في نصف عمره الافتراضي

وإذا افترض أن المزارع يرغب في التخلي عن وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية لسبب ما بعد انقضاء نصف العمر الافتراض لهذه الوحدة أي بعد مضي ٨ سنوات تقريبا، عندئذ بحساب بعض معايير التقييم الاقتصادي لتحديد مدي قدرة وحدة البيوجاز المنزلية سعة ١٠ م^3 علي تحقيق الربح ومدي جدواها الاقتصادية للمزارع يتبين أن :

- معدل العائد الداخلي (*IRR*) = ١٠+ ٥ × (٥٣٣ ÷ ٦٣١) = ١٤,٢٥% أي أن أقصي فائدة يمكن أن يعطيها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو ١٤%.
- فترة استرداد قيمة وحدة البيوجاز = (١÷ معدل العائد الداخلي)×١٠٠= (١÷ ١٤,٢٥)×١٠٠= ٧ سنوات، أي أن المشروع يمكن أن يدفع أعلي سعر الفائدة ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيه بعد ٧ سنوات.
- نسبة الإيراد/ التكاليف بدون استخدام عوامل الخصم = ١٠٤٣٢ ÷ ٧٧٥٣ = ١,٣٤ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٣٧ جنيه، هذا ويقدر إجمالي صافي التدفق النقدي خلال فترة حياة المشروع التي استمرت ٨ سنوات بنحو (١٠٤٣٢- ٧٧٥٣) = ٢٦٧٩ جنيه.

وبتقدير نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية باستخدام سعر خصم ١٠% وذلك بقسمة القيمة

جدول ٣. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة ١٠ م^3

السنوات	إجمالي التكاليف	قيمة الإنتاج	التدفق النقدي	سعر الخصم (٢٠%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (٢٠%)	سعر الخصم (٢٥%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (٢٥%)
١	٥٤٩٩	١٣٠٤	٤١٩٥-	٠,٨٣٣	٣٤٩٤-	٠,٨٠٠	٣٣٥٦-
٢	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٦٩٤	٦٨٢	٠,٦٤٠	٦٢٨
٣	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٥٧٩	٥٦٩	٠,٥١٢	٥٠٣
٤	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٤٨٢	٤٧٣	٠,٤١٠	٤٠٣
٥	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٤٠٢	٣٩٥	٠,٣٢٨	٣٢٢
٦	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٣٣٥	٣٢٩	٠,٢٦٢	٢٥٧
٧	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٢٧٩	٢٧٤	٠,٢١٠	٢٠٦
٨	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٢٣٣	٢٢٩	٠,١٦٨	١٦٥
٩	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,١٩٤	١٩١	٠,١٣٤	١٣٢
١٠	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,١٦٢	١٥٩	٠,١٠٧	١٠٥
١١	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,١٣٥	١٣٣	٠,٠٨٦	٨٤
١٢	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,١٧٢	١١٠	٠,٠٦٩	٦٨
١٣	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٠٩٣	٩١	٠,٠٥٥	٥٤
١٤	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٠٧٨	٧٧	٠,٠٤٤	٤٣
١٥	٣٢٢	١٣٠٤	٩٨٢	٠,٠٦٥	٦٤	٠,٠٣٥	٣٤
-	١٠٠٠٧	١٩٥٦٠	٩٥٥٣	-	٢٨٢+	-	٣٥٢-

المصدر : حسب من بيانات :

١- تصميمات وحدات إنتاج البيوجاز في الريف المصري بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، مركز البحوث الزراعية وفقا لأسعار السوق عام ٢٠٠٤.

٢- مركز تدريب البيوجاز بمشتهر، معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، مركز البحوث الزراعية.

جدول ٤. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة ١٠ م^3 بافتراض زيادة التكاليف بنسبة ١٥% وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% في نفس الوقت

السنوات	إجمالي التكاليف	قيمة الإنتاج	التدفق النقدي	سعر الخصم (١٠%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (١٠%)	سعر الخصم (١٥%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (١٥%)
١	٦٣٢٤	١١٠٨	٥٢١٦-	٠,٩٠٩	٤٧٤١-	٠,٨٧٠	٤٥٣٨-
٢	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٨٢٦	٦١٠	٠,٧٥٦	٥٥٨
٣	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٧٥١	٥٥٤	٠,٦٥٨	٤٨٦
٤	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٦٨٣	٥٠٤	٠,٥٧٢	٤٢٢
٥	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٦٢١	٤٥٨	٠,٤٩٧	٣٦٧
٦	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٥٦٤	٤١٦	٠,٤٣٢	٣١٩
٧	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٥١٣	٣٧٩	٠,٣٧٦	٢٧٧
٨	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٤٦٧	٣٤٥	٠,٣٢٧	٢٤١
٩	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٤٢٤	٣١٣	٠,٢٨٤	٢١٠
١٠	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٣٨٦	٢٨٥	٠,٢٤٧	١٨٢
١١	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٣٥٠	٢٥٨	٠,٢١٥	١٥٩
١٢	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٣١٩	٢٣٥	٠,١٨٧	١٣٨
١٣	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٢٩٠	٢١٤	٠,١٦٣	١٢٠
١٤	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٢٦٣	١٩٤	٠,١٤١	١٠٤
١٥	٣٧٠	١١٠٨	٧٣٨	٠,٢٣٩	١٧٦	٠,١٢٣	٩١
-	١١٥٠٤	١٦٦٢٠	٥١١٦	-	٢٠٠+	-	٨٦٤-

المصدر : حسب من بيانات جدول (٣).

لبقية أيام السنة والتي يصل عددها إلي نحو ١٩٩ يوم بقيمة ١٩٩ جنيه، أي أن المزارع سيوفر جزء من المخلفات النباتية من الأرض التي يزرعها ويشتري جزء لتوفير التغذية اليومية لوحدة البيوجاز، وفي هذه الحالة فان إجمالي قيمة المدخلات = ١٢٣+ ١٩٩ = ٣٢٢ جنيه سنويا عندئذ يكون متوسط صافي العائد السنوي = ١٣٠٤- ٣٢٢= ٩٨٢ جنيه أي ما يوازي ٨٢ جنيه شهريا.

ويوضح **(جدول ٣)** التحليل الاقتصادي المتوقع باستخدام عوامل الخصم (٢٠%، ٢٥%) لوحدة البيوجاز التي يتم تغذيتها بمخلفات المحاصيل الزراعية عندما يمتلك المزارع فدان من الأرض يقوم بزراعته مرتين سنويا، حيث يتبين أن إجمالي التكاليف الإنشائية الثابتة تقدر بحو ٥٣٠٠ جنيه يضاف إليها ١٩٩ جنيه وهي قيمة مخلفات المحاصيل التي يقوم بشرائها سنويا، وبذلك يبلغ إجمالي التكاليف في السنة الأولي ٥٤٩٩ جنيه وبداية من السنة الثانية فان إجمالي التكاليف المتغيرة اللازمة للتشغيل مضافا إليها قيمة الإهلاك في رأس المال الثابت تقدر بنحو ٣٢٢ جنيه سنويا حتى نهاية العمر الافتراضي للوحدة، ويبلغ إجمالي عائد وحدة البيوجاز سنويا نحو ١٣٠٤ جنيها.

وبتقدير القيمة الحاضرة للتدفق النقدي خلال فترة حياة وحدة البيوجاز باستخدام عاملي خصم ٢٠%، ٢٥%، يتبين أن القيمة الحاضرة عند سعر خصم ٢٠% تبلغ نحو ٢٨٢ جنيه بينما تبلغ عند سعر حصم ٢٥% نحو -٣٥٢ جنيه، هذا وبتقدير نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل الخصم = ١٩٥٦٠ ÷ ١٠٠٠٧ = ١,٩٥ أي أن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٩٥ جنيه، هذا ويقدر إجمالي صافي التدفق النقدي خلال فترة حياة المشروع التي استمرت ١٥ سنة بنحو (١٩٥٦٠- ١٠٠٠٧) = ٩٥٥٣ جنيه.

أما نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية باستخدام سعر خصم ٢٠% والمقدرة بقسمة القيمة الحاضرة لإجمالي الإيراد علي القيمة الحاضرة لإجمالي التكاليف عند سعر خصم ٢٠%، تبين أنها = ٦٠٩٨ ÷ ٥٧٦٤ = ١,٠٦ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه، ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٠٦ جنيه وذلك باستخدام سعر خصم ٢٠%.

- معدل العائد الداخلي (*IRR*) = ٢٠+ ٥ × (٢٨٢÷ ٦٣٤) = ٢٢,٢٢% أي أن أقصي فائدة يمكن أن يعطيها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو ٢٢%.
- فترة استرداد قيمة وحدة البيوجاز = (١÷ معدل العائد الداخلي)×١٠٠= (١÷ ٢٢,٢٢)×١٠٠= ٤,٥ سنة، أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية سعة ١٠ م^{٣} يستطيع أن يدفع أعلي سعر للفائدة ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيه بعد ٤,٥ سنة.
- المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر = (٩٨٢ ÷ ٥٣٠٠) × ١٠٠= ١٨,٥٣%.

تحليل الحساسية

يفترض تحليل الحساسية سيناريوهين يتوقع أن يواجهها إنتاج البيوجاز مستقبلا عند قيام المزارع بإنتاجه وذلك في ظل أسوأ الاحتمالات المتوقعة، حيث يفترض السيناريو الأول زيادة التكاليف بنسبة ١٥% عن المتوقع وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% عن المتوقع في نفس الوقت لسبب أو أخر، بينما يفترض السيناريو الثاني انتهاء المشروع وتصفيته عند منتصف عمره الافتراضي أي قبل انتهاء عمره الافتراضي بنحو ٧ سنوات.

أولا : زيادة التكاليف ١٥% وانخفاض الإيرادات ١٥%

بافتراض زيادة التكاليف بنسبة ١٥% وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% أيضا في نفس الوقت وهذا يعد من أسوأ الاحتمالات التي يمكن أن يتعرض لها المزارع عند قيامه بإنتاج البيوجاز من المخلفات النباتية في بداية المشروع، حيث يوضح **(جدول ٤)** أنه باستخدام سعري خصم ١٠%، ١٥% لتقدير القيمة الحاضرة للتدفق النقدي خلال فترة حياة وحدة

الإيرادات بنسبة ١٥% عن المتوقع أيضا في نفس الوقت، حيث يزيد معدل العائد الداخلي له عن تكلفة الفرصة البديل والمقدرة بـ ١٠%، ومن ثم يحقق مشروع إنتاج البيوجاز لدي المزارع صافي قيمة حالية عند سعر خصم ١٠% يساوي ٣٤٦ جنيه، كما أن المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر يفوق سعر الفائدة والذي لا يتجاوز ١١% للفرصة البديلة بالادخار في البنوك التجارية، ومن ثم فأن زيادة التكاليف بنسبة ١٥% فقط بدون انخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% أو العكس، يعتبر مشروع وحدة إنتاج البيوجاز من الوحدة المنزلية سعة ١٠ م^{3} مربح واقتصادي للمزارع.

ثانيا : عدم استكمال المشروع وانتهائه في نصف عمره الافتراضي

أحد السيناريوهات المطروحة في تحليل الحساسية قد يكون رغبة المزارع في الاستغناء عن وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية لسبب ما بعد انقضاء نصف العمر الافتراض لهذه الوحدة أي بعد مضي ٨ سنوات تقريبا، وعندئذ بحساب بعض معايير التقييم الاقتصادي لتحديد مدي قدرة وحدة البيوجاز المنزلية سعة ١٠ م^{3} علي تحقيق الربح ومدي جدواها الاقتصادية للمزارع يتبين أن

- معدل العائد الداخلي (*IRR*) = ١٠+ ٥ × (٦٢١÷ ٦٤١) = ١٤,٨٥% أي أن أقصي فائدة يمكن أن يعطيها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو ١٥%.
- فترة استرداد قيمة وحدة البيوجاز = (١÷ معدل العائد الداخلي)×١٠٠= (١÷ ١٤,٨٥)×١٠٠= ٦,٧ سنة، أي أن المشروع يمكن أن يدفع أعلي سعر للفائدة ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيه بعد ٦,٧ سنة.
- نسبة الإيراد/ التكاليف بدون استخدام عوامل الخصم = ١٠٤٣٢ ÷ ٧٦١٧ = ١,٣٧ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٣٧ جنيه، هذا ويقدر إجمالي صافي التدفق النقدي خلال فترة حياة المشروع التي استمرت ٨ سنوات بنحو (١٠٤٣٢- ٧٦١٧) = ٢٨١٥ جنيه.

وبتقدير نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية باستخدام سعر خصم ١٠% وذلك بقسمة القيمة الحاضرة لإجمالي الإيراد علي القيمة الحاضرة لإجمالي التكاليف عند سعر خصم ١٠%، تبين أنها = ٦٩٥٢÷ ٦٣٣١ = ١,١٠ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه، ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,١٠ جنيه عند سعر خصم ١٠%.

ويتبين أنه حتى لو تخلي المزارع عن إنتاج وحدة البيوجاز المنزلية بعد إنشائها وقبل انتهاء عمرها الافتراضي بنحو ٧ سنوات، فأن وحدة البيوجاز تعد مربحة وذات جدوى اقتصادية للمزارع حيث يمكن أن يغطي تكلفة إنشائها ويحقق عائدا يفوق سعر الفائدة في البنوك التجارية خلال فترة لا تتجاوز ٧ سنوات.

وحدة البيوجاز المنزلية التي تعمل بالمخلفات النباتية

وإذا استبدل الروث المستخدم في وحدة إنتاج البيوجاز بما يكافئه من مخلفات المحاصيل الزراعية أي بنحو ٢١ كجم/ يوم من مخلفات المحاصيل والتي تصل قيمتها إلي جنيه تقريبا، فان القيمة النقدية لهذه المخلفات تقدر بنحو ٣٦٥ جنيه/ سنويا وبالتالي فان إجمالي قيمة المدخلات = ١٢٣+ ٣٦٥ = ٤٨٨ جنيه سنويا في حين أن إجمالي المخرجات تقدر بنحو ١٣٠٤ جنيه، أي أن متوسط صافي العائد السنوي = ١٣٠٤- ٤٨٨ = ٨١٦ جنيه أي ما يوازي ٦٨ جنيه شهريا.

أما إذا كان المزارع يحوز فدان واحد ويقوم بزراعته مرتين سنويا أحداهما في العروة الشتوية والأخرى في العروة الصيفية أو النيلية، فانه يستطيع أن يوفر نحو ٣,٥ طن سنويا من المخلفات النباتية وهذه الكمية تكفي لإمداده بالمخلفات اللازمة لتشغيل وحدة البيوجاز لنحو ١٦٦ يوم تقريبا، وبالتالي يوفر ثمنها لهذه الفترة ويقوم بشراء ما يلزم من المخلفات

جدول ٢. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة ١٠ م^3 بافتراض زيادة التكاليف بنسبة ١٥% وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% في نفس الوقت .

السنوات	إجمالي التكاليف	قيمة الإنتاج	التدفق النقدي	سعر الخصم (١٠%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (١٠%)	سعر الخصم (١٥%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (١٥%)
١	٦٣٠٤	١١٠٨	-٥١٩٦	٠,٩٠٩	-٤٧٢٣	٠,٨٧٠	-٤٥٢١
٢	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٨٢٦	٦٢٥	٠,٧٥٦	٥٧٢
٣	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٧٥١	٥٦٩	٠,٦٥٨	٤٩٨
٤	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٦٨٣	٥١٧	٠,٥٧٢	٥٦٩
٥	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٦٢١	٤٧٠	٠,٤٩٧	٣٧٦
٦	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٥٦٤	٤٢٧	٠,٤٣٢	٣٢٧
٧	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٥١٣	٣٨٨	٠,٣٧٦	٢٨٥
٨	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٤٦٧	٣٥٤	٠,٣٢٧	٢٤٨
٩	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٤٢٤	٣٢١	٠,٢٨٤	٢١٥
١٠	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٣٨٦	٢٩٢	٠,٢٤٧	١٨٧
١١	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٣٥٠	٢٦٥	٠,٢١٥	١٦٣
١٢	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٣١٩	٢٤١	٠,١٨٧	١٤٢
١٣	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٢٩٠	٢٢٠	٠,١٦٣	١٢٣
١٤	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٢٦٣	١٩٩	٠,١٤١	١٠٧
١٥	٣٥١	١١٠٨	٧٥٧	٠,٢٣٩	١٨١	٠,١٢٣	٩٣
-	١١٢١٨	١٦٦٢٠	٥٤٠٢	-	+٣٤٦	-	-٦١٦

المصدر : حسب من بيانات جدول (١).

وبتقدير نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل الخصم تبين أنها = ١٦٦٢٠ ÷ ١١٢١٨ = ١,٤٨ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٤٨ جنيه، ويقدر إجمالي صافي التدفق النقدي خلال فترة حياة المشروع بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (١٦٦٢٠- ١١٢١٨) = ٥٤٠٢ جنيه.

في حين أن نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية باستخدام سعر خصم ١٠% والتي يتم حسابها بقسمة القيمة الحاضرة لإجمالي الإيراد علي القيمة الحاضرة لإجمالي التكاليف عند سعر خصم ١٠%، تبين أنها = ٨٤٢٥ ÷ ٨٠٧٩ = ١,٠٤ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه، ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٠٤ جنيه عند سعر خصم ١٠%.

- معدل العائد الداخلي (*IRR*) = ١٠ + ٥ × (٣٤٦ ÷ ٩٦٢) = ١١,٨٠% أي أن أقصي فائدة يمكن أن يعطيها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو ١٢%.
- فترة استرداد قيمة وحدة البيوجاز = (١ ÷ معدل العائد الداخلي)×١٠٠= (١ ÷ ١١,٨٠)×١٠٠= ٨,٤ سنة، أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية سعة ١٠ م^3 يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة للمزارع ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيه بعد ٨,٤ سنة.
- المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر = (٧٥٧ ÷ ٥٣٠٠) × ١٠٠ = ١٤,٢٨%.

ومما تقدم يتبين أن معايير التقييم الاقتصادي المستخدمة في تقييم إنتاج المزارع للبيوجاز من المخلفات الحيوانية يعد مشروعا مجديا ومربحا من وجهة النظر الاقتصادية، علي الرغم من ارتفاع التكاليف الإجمالية بنسبة ١٥% عن المتوقع وانخفاض

الفرق بين سعري الخصم × (القيمة الحاضرة للتدفق النقدي/ الفرق المطلق بين القيمة الحاضرة للتدفق النقدي علي سعري الخصم).

- معدل العائد الداخلي (*IRR*) = ٢٠+ ٥ × (٣٦١÷ ٦٤٥) = ٢٢,٨٠% أي أن أقصي فائدة يمكن أن يعطيها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو ٢٣%.
- فترة استرداد قيمة وحدة البيوجاز =(١÷ معدل العائد الداخلي)×١٠٠= (١÷ ٢٢,٨٠)×١٠٠= ٤,٤ سنة، أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية سعة ١٠ م^{٣} يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة للمزارع ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيه بعد ٤,٤ سنة.
- المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر (**الزنط ١٩٩٢**)[١] = (صافي الربح لسنة عادية ÷ رأس المال المستثمر) × ١٠٠ = (٩٩٩ ÷ ٥٣٠٠) × ١٠٠= ١٨,٨٥% أي نحو ١٩% تقريبا.

ومما سبق تشير معايير التقييم الاقتصادي المستخدمة إلي أن قيام المزارع بإنتاج البيوجاز من المخلفات الحيوانية يعد مشروعا مجديا ومربحا من وجهة النظر الاقتصادية، حيث يزيد معدل العائد الداخلي له عن تكلفة الفرصة البديلة والمقدرة بـ ١٠%، ومن ثم يحقق مشروع إنتاج البيوجاز لدي المزارع صافي قيمة حالية عند سعر خصم ٢٠% يساوي ٣٦١ جنيه، كما أن المعدل البسيط للعائد علي رأس المال المستثمر والمقدر بنحو ١٩% يفوق سعر الفائدة والذي لا يتجاوز ١١% للفرصة البديلة بادخار رأس المال المستثمر في البنوك التجارية.

تحليل الحساسية

تم حساب معايير التقييم السابقة بالاعتماد علي فروض معينة تتعلق بمستقبل الأوضاع التي يتوقع أن تسود أو تواجه المشروع في المستقبل مثل حجم الإنتاج المتوقع للمشروع وعمر المشروع الافتراضي والأسعار التي حسبت علي أساسها الإيرادات والتكاليف وأسعار الخصم، ونظرا لوجود بعض عناصر المخاطرة أو عدم التيقن التي تكتنف المشروع في المستقبل الأمر الذي يؤثر بالتأكيد علي الفروض التي تم تقييم المشروع علي أساسها، فمن الأهمية بمكان إعادة إجراء التقييم في ظل توقع تغير احد الفروض السابقة أو بعضها لإعطاء صورة عن أربحية المشروع في ظل احتمال تغير الفروض التي بني عليها التحليل، وتعرف عملية إعادة إجراء التقييم للمشروع في ظل فروض تغير العوائد والمنافع نتيجة افتراض تغير الظروف بتحليل الحساسية للمشروع، أي مدي استجابة المشروع أو حساسيته للتغير في العوامل التي تؤثر علي أربحيته (**جلال الملاح ١٩٩١**)[١].

وبالنظر إلي الفروض التي بني عليها تقييم المشروع فأن تغير هذه الفروض تعكس احتمالات مختلفة لتغير عوائد وتكاليف المشروع، لذا فقد افترض زيادة التكاليف بنسبة ١٥% عن المتوقع وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% عن المتوقع في نفس الوقت نتيجة عامل أو أكثر، كما افترض انتهاء المشروع وتصفيته عند منتصف عمره الافتراضي أي قبل انتهاء عمره الافتراضي بنحو ٧ سنوات.

أولا : زيادة التكاليف ١٥% وانخفاض الإيرادات ١٥%

ويفترض (**جدول ٢**) زيادة التكاليف بنسبة ١٥% وانخفاض الإيرادات بنسبة ١٥% أيضا في نفس الوقت وهذا يعد من أسوأ الاحتمالات التي يمكن أن يتعرض لها المزارع عند قيامه بإنتاج البيوجاز من المخلفات الحيوانية في بداية المشروع، وباستخدام سعري خصم ١٠%، ١٥% لتقدير القيمة الحاضرة للتدفق النقدي خلال فترة حياة وحدة البيوجاز، يتبين أن القيمة الحاضرة عند سعر خصم ١٠% تبلغ نحو ٣٤٦ جنيه بينما تبلغ هذه القيمة عند سعر خصم ١٥% نحو -٦١٦ جنيه.

[١] **أويس عطوه الزنط (١٩٩٢)، أسس تقييم المشروعات ودراسات جدوى الاستثمار، المكتبة الأكاديمية، الجزء الثاني، الدقي القاهرة، ص ٢٧٤.**

[١] **جلال الملاح (١٩٩١)، تخطيط وتقييم المشروعات الزراعية، دار المريخ للنشر، الرياض، ص ١٣٠.**

جدول ١. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة ١٠ م^{٣}

السنوات	إجمالي التكاليف	قيمة الإنتاج	التدفق النقدي	سعر الخصم (٢٠%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (٢٠%)	سعر الخصم (٢٥%)	القيمة الحاضرة سعر خصم (٢٥%)
١	٥٤٨٢	١٣٠٤	-٤١٧٨	٠,٨٣٣	-٣٤٨٠	٠,٨٠٠	-٣٣٤٢
٢	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٦٩٤	٦٩٣	٠,٦٤٠	٦٣٩
٣	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٥٧٩	٥٧٨	٠,٥١٢	٥١١
٤	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٤٨٢	٤٨٢	٠,٤١٠	٤١٠
٥	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٤٠٢	٤٠٢	٠,٣٢٨	٣٢٨
٦	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٣٣٥	٣٣٥	٠,٢٦٢	٢٦٢
٧	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٢٧٩	٢٧٩	٠,٢١٠	٢١٠
٨	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٢٣٣	٢٣٣	٠,١٦٨	١٦٨
٩	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,١٩٤	١٩٤	٠,١٣٤	١٣٤
١٠	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,١٦٢	١٦٢	٠,١٠٧	١٠٧
١١	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,١٣٥	١٣٥	٠,٠٨٦	٨٦
١٢	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,١٧٢	١١٢	٠,٠٦٩	٦٩
١٣	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٠٩٣	٩٣	٠,٠٥٥	٥٥
١٤	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٠٧٨	٧٨	٠,٠٤٤	٤٤
١٥	٣٠٥	١٣٠٤	٩٩٩	٠,٠٦٥	٦٥	٠,٠٣٥	٣٥
-	٩٧٥٢	١٩٥٦٠	٩٨٠٨	-	+٣٦١	-	-٢٨٤

المصدر : حسب من بيانات :

١- تصميمات وحدات إنتاج البيوجاز في الريف المصري بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، مركز البحوث الزراعية وفقا لأسعار السوق عام ٢٠٠٤.

٢- مركز تدريب البيوجاز بمشتهر، معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، مركز البحوث الزراعية.

ويبلغ إجمالي عائد وحدة البيوجاز سنويا نحو ١٣٠٤ جنيها منها ٣٩٤ جنيه قيمة الغاز ونحو ٩١٠ جنيه قيمة السماد بنسبة ٦٩,٧٩%، ٣٠,٢١% على الترتيب من إجمالي العائد السنوي.

وبتقدير إجمالي القيمة الحاضرة للتدفق النقدي خلال فترة حياة وحدة البيوجاز باستخدام عاملي خصم ٢٠%، ٢٥%، يتبين أن إجمالي القيمة الحاضرة للتدفق النقدي عند سعر خصم ٢٠% تبلغ نحو ٣٦١ جنيه بينما تبلغ عند سعر خصم ٢٥% نحو -٢٨٤ جنيه، هذا وتقدر نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل الخصم تبين أن هذه النسبة = ١٩٥٦٠ ÷ ٩٧٥٢ = ٢,٠١، وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه أي أن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ١,٠١ جنيه، هذا ويقدر إجمالي صافي التدفق النقدي خلال فترة حياة المشروع بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (١٩٥٦٠- ٩٧٥٢) = ٩٨٠٨ جنيه.

بينما تقدر نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية باستخدام سعر خصم ٢٠% وذلك بقسمة القيمة الحاضرة لإجمالي الإيراد على القيمة الحاضرة لإجمالي التكاليف عند سعر خصم ٢٠%، حيث تبين أنها = ٦٠٩٨ ÷ ٥٧٣٨ = ١,٠٦ وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فأن عوائد المشروع تفوق تكاليفه، ومن ثم فأن كل جنيه مستثمر في إنتاج البيوجاز يحقق صافي عائد قدره ٠,٠٦ جنيه عند سعر خصم ٢٠%.

ولتحديد قدرة الأموال المستخدمة في إنتاج البيوجاز طوال فترة حياة وحدة الإنتاج تم حساب معدل العائد الداخلي (*IRR*) = سعر الخصم الأدنى +

المصري بحيث تتناسب مع ظروف المزارعين من حيث مساحة إشغالها تكاليف إنشائها وفقا لأسعار السوق عام ٢٠٠٤ وبعمر افتراضي يبلغ ١٥ سنة، ووفقا للتصميمات الإنشائية والهندسية لمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة بمركز البحوث الزراعية، علي أن يتم دراسة الجدوى الاقتصادية لوحدة البيوجاز المنزلية مرة باستخدام المخلفات الحيوانية كروث الحيوانات المزرعية ومرة أخرى باستخدام المخلفات النباتية للمحاصيل الزراعية.

وحدة البيوجاز المنزلية التي تعمل بالمخلفات الحيوانية

يقدر إجمالي التكاليف الإنشائية بنحو ٥٣٠٠ جنيه منها ٣١٨٠ جنيه تكلفة الإنشاءات المدنية بعمر افتراضي يبلغ ٥٠ سنة وتشمل الطوب والأسمنت وخامات التصنيع كالصاج والبلاستك والفيبرجلاس والخراطيم والمواسير وتمثل هذه التكلفة نحو ٦٠% من إجمالي التكلفة الكلية لوحدة البيوجاز، وتصل تكلفة الخزان بعمر افتراضي ١٥ سنة إلي نحو ١٥٩٠ جنيه بنسبة ٣٠% من إجمالي التكاليف الإنشائية، بينما تبلغ تكلفة مستلزمات التشغيل بعمر افتراضي ١٥ سنة نحو ٥٣٠ جنيه بنسبة ١٠% من إجمالي التكاليف الإنشائية.

ويقدر إجمالي إهلاك رأس المال الثابت بنحو ١٢٣ جنيه سنويا ويشمل تكلفة إهلاك الإنشاءات المدنية وتمثل نحو ١,٢% سنويا بقيمة ٣٨ جنيه من إجمالي تكلفة الإنشاءات المدنية، وتكلفة إهلاك خزان الغاز ويمثل نحو ٢% سنويا بقيمة ٣٢ جنيه من إجمالي تكلفة خزان الغاز، وتكلفة إهلاك مستلزمات التشغيل وتمثل نحو ١٠% سنويا بقيمة ٥٣ جنيه من إجمالي تكلفة مستلزمات التشغيل.

وتتمثل المدخلات اليومية في التغذية بالروث الرطب ٨٥% بنحو ٨٠ - ٩٠ كجم أي ما يعادل ١٦ كجم روث جاف تصل قيمتها النقدية إلي نحو ٠,٥٠ جنيه/ يوم أي ما يعادل ١٨٢ جنيه/ سنة، حيث يجب ألا تزيد نسبة المخلفات عن ١٠% من حجم الوحدة تبعا لنسبة الرطوبة بالمخلف، ويمكن للمزارع أن يحصل علي كمية الروث مجانا ويوفر ثمن شراؤها إذا كان يملك ٥ رؤوس ماشية مما يزيد من متوسط عائده السنوي ويقلل من فترة تغطية التكاليف الإنشائية.

تتمثل مخرجات وحدة إنتاج البيوجاز المنزلية في غاز البيوجاز وسماد البيوجاز بمعدل ٣ م^3 غاز/ يوم أي ما يعادل ١٠٩٥ م^3 غاز/ سنة ونحو ٥,٢٠ طن سماد/ سنة، ونظرا لعدم وجود سعر رسمي أو غير رسمي لغاز البيوجاز فقد تم تقدير سعره وفقا لحجم الطاقة الحرارية التي يولدها البيوجاز بما يعادلها من الطاقة الحرارية التي يولدها الكيروسين، إذ أن كل ١م^3 من البيوجاز يحتوي علي طاقة حرارية تعادل ٠,٦٠ لتر من الكيروسين، فإذا كان الثمن الحر للتر من الكيروسين ٠,٦٠ جنيه فأن ١ م^3 من البيوجاز يساوي ٠,٣٦ جنيه، وعليه فأن قيمة غاز البيوجاز الذي تولده الوحدة تبلغ نحو ٣٩٤ جنيه سنويا بينما يصل متوسط سعر الطن من سماد البيوجاز إلي ١٧٥ جنيه، أي أن إجمالي قيمة سماد البيوجاز الناتج عن إنتاج غاز البيوجاز تقدر بنحو ٩١٠ جنيه سنويا وتكفي هذه الكمية لتسميد ١- ٢ فدان.

وبذلك يبلغ إجمالي قيمة المخرجات لكل من غاز البيوجاز وسماد البيوجاز نحو (٣٩٤ + ٩١٠ = ١٣٠٤) جنيه/ سنة، في حين يبلغ إجمالي قيمة المدخلات لكل من إهلاك رأس المال الثابت وقيمة روث الحيوانات نحو (١٢٣ + ١٨٢ = ٣٠٥) جنيه/ سنة، وبخصم إجمالي قيمة المدخلات من إجمالي قيمة المخرجات فأن متوسط صافي العائد السنوي يقدر بنحو (١٣٠٤- ٣٠٥ = ٩٩٩) جنيه أي ما يعادل ٨٣,٢٥ جنيها شهريا.

ويوضح **جدول (١)** تحليل العائد الاقتصادي المتوقع باستخدام عوامل الخصم علي مدي ١٥ سنة وهي فترة حياة وحدة البيوجاز التي يستخدمها المزارع بسعة ١٠م^3، حيث يتبين أن إجمالي التكاليف الإنشائية الثابتة تقدر بنحو ٥٣٠٠ جنيه يضاف إليها ١٨٢ جنيه وهي قيمة الروث اللازم لتغذية وحدة البيوجاز سنويا، وبذلك يبلغ إجمالي التكاليف في السنة الأولي ٥٤٨٢ جنيه وبداية من السنة الثانية فان إجمالي التكاليف المتغيرة اللازمة للتشغيل مضافا اليها قيمة الإهلاك في رأس المال الثابت تقدر بنحو ٣٠٥ جنيه سنويا حتى نهاية العمر الافتراضي للوحدة ،

الطريقة البحثية ومصادر البيانات

اعتمدت الطريقة البحثية في معالجتها لمشكلة الدراسة علي معايير وأساليب التقييم الاقتصادي والبيئي باستخدام عوامل الخصم مثل صافي القيمة الحالية ونسبة الإيراد/ التكاليف ومعدل العائد الداخلي والمعدل البسيط علي رأس المال المستثمر، واستعانت الدراسة بالبيانات الرسمية المنشورة وغير المنشورة التي تصدر عن الجهات الحكومية مثل وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي ومعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة بمركز البحوث الزراعية، إلي جانب الدراسات والمراجع وثيقة الصلة بموضوع الدراسة وبعض الدوريات والنشرات الإرشادية التي تصدرها الهيئة العامة لصندوق الموازنة الزراعية والإدارة المركزية للإرشاد الزراعي.

أهمية إنتاج البيوجاز من المخلفات الزراعية

تستهدف التنمية الزراعية المستدامة توظيف كافة إمكانيات وموارد القرية لتحقيق التنمية الزراعية الأفقية والرأسية، والبحث في مقومات تحسين مستوي المعيشة للمزارعين في المجتمع الريفي بتوفير عوامل النهوض بالقرية المصرية، كتوفير المصادر غير التقليدية للحصول علي الطاقة اللازمة لممارسة حياتهم المعيشية كبديل نظيف وآمن لأساليب الحرق المباشر للمخلفات الزراعية، وتوفير الأسمدة العضوية اللازمة لتحسين خواص التربة الزراعية وبنائها الميكانيكي كبديل نظيف وآمن للأسمدة الكيماوية الملوثة للتربة والنباتات وثمارها، فضلا عن حماية البيئة من عوامل التلوث وتصاعد الغازات السامة وتراكم المخلفات الزراعية وإشغالها لمساحات كبيرة فوق أسطح المنازل وبجانبها وفي الحقول وعلي جوانب الطرق والترع والمصارف.

وتعتمد تكنولوجيا البيوجاز علي التخمر اللاهوائي للمخلفات العضوية بواسطة أنواع متخصصة من البكتريا داخل مبني معزول تحت سطح التربة فينتج غاز الميثان والسماد العضوي الطبيعي. وغاز البيوجاز الناتج عن هذا التخمر غير سام وأخف من الهواء ويحتوي علي نسبة قليلة من كبريتيد الهيدروجين التي تعطيه رائحة مميزة مما يحقق الأمان في أماكن استخدامه، ويستخدم الغاز مباشرة في التدفئة والطهي والإنارة وتشغيل ألآت الاحتراق الداخلي مثل ماكينات الري وطواحين الغلال والآلات الزراعية وتوليد الطاقة الكهربية، وينتج خلال إنتاج الغاز سماد عضوي طبيعي يطلق عليه سماد البيوجاز يتميز بارتفاع محتواه من المادة العضوية والعناصر السمادية الكبرى والصغرى بالكميات الملائمة لنمو النباتات، كما يحتوي علي منظمات للنمو والهرمونات النباتية والفيتامينات ويتميز السماد بخلوه من الميكروبات المرضية والطفيليات وبذور الحشائش وناقلات الأمراض حيث تهلك جميعها داخل وحدة البيوجاز، ويستخدم إما في صورته شبه السائلة أو يخفف هوائيا للحصول علي مسحوق ناعم يضاف نثرا للتربة (**سمير الشيمي١٩٩٦**)[١].

الجدوى الاقتصادية لوحدة البيوجاز المنزلية

أوضح الشيمي وعرفه (١٩٩٤)[٢] عند تقدير الجدوى الاقتصادية لوحدة البيوجاز المنزلية سعة ١٠م^3 المقدرة لإنتاج ٢,٥٨ م^3 تقدر قيمتها بنحو ٢٢٦ جنيه سنويا، ونحو ١٦ م^3 يعادل ٤,٥ طن/ سنويا من سماد البيوجاز الجاف هوائيا تقدر قيمتها بنحو ٥٢٨ جنيه، وبذلك يبلغ صافي العائد السنوي الذي يمكن أن يحصل عليه المزارع من هذه الوحدة نحو ٤٥٦ جنيه/ سنة وأن المعدل السنوي لتغطية تكاليف الإنشاء يقدر بنحو ٦ سنوات.

وفيما يلي دراسة الجدوى الاقتصادية لوحدة البيوجاز المنزلية سعة ١٠ م^3 والتي تشغل مساحة تبلغ ٢,٥ م^2 تقريبا (**وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي ١٩٩٢**)[٣] والتي يمكن تطبيقها في الريف

---

[١] **سمير أحمد الشيمي (١٩٩٦)، المردود الاقتصادي والبيني لاستخدام المخلفات الزراعية**، الندوة العلمية الأولي(المردود الاقتصادي والبيني لاستخدامات المخلفات الريفية والبيئية)، الجمعية المصرية للبحوث والخدمات البيئية، ص ١٧.

[٢] **سمير أحمد الشيمي، صلاح عرفه محمد (١٩٩٤)، تكنولوجيا البيوجاز: دورها في حماية المجاري المائية من التلوث**، مؤتمر النيل في عيون مصر، مركز الدراسات والبحوث البيئية، جامعة أسيوط، ديسمبر، ص ص ٧٢٥- ٧٣١.

[٣] **وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لصندوق الموازنة الزراعية (١٩٩٢)**، مشروع إنتاج وتعميم سماد البيوجاز (طاقة- سماد عضوي طبيعي- حماية البيئة من التلوث)، نشرة إرشادية.

دولار للبرميل منتصف عام ٢٠٠٦ وما صاحبها من ارتفاع أسعار الوقود بدرجة كبيرة، اضطرت الدولة معها إلي تعزيز الدعم المقدم للمحروقات بصفة عامة للمحافظة علي قدرة أفراد المجتمع علي نيل احتياجاتهم منها بأسعار اجتماعية منخفضة، الأمر الذي كبد ميزانية الدولة مبالغ طائلة بغية استقرار أسعار الوقود في أدني مستوياتها وضاعف من العجز في ميزانيتها العامة، وزاد العبء علي بدائل الوقود لدي المزارعين وما تصل إليه أيديهم في الحصول علي ما يلزمهم من الطاقة بحرق المخلفات الزراعية كأحطاب المحاصيل الزراعية وروث الحيوانات.

وعلي الرغم من اعتماد بعض المزارعين علي مصادر متنوعة من مشتقات البترول كوقود إلا أن شريحة كبيرة منهم تعتمد علي حرق المخلفات الزراعية، لتلبية احتياجاتهم من الطاقة اللازمة لحياتهم المعيشية اليومية،في مواقد لا تزيد كفاءتها عن ١٠% مما يعد إهدارا في موارد وطاقات المجتمع المتاحة، كما يلجأ كثير من المزارعين إلي حرق ما يفيض عن حاجتهم من المخلفات الزراعية النباتية والحيوانية للتخلص منها دون استفادة لتوفير أماكن تخزينها والتي تقدر بنحو ٤٠- ٥٠ م^{٣} للطن من المخلفات، مما يزيد من التلوث البيئي والجوي بتنامي ظاهرة الاحتباس الحراري وتكوين السحب السوداء وما ينطوي علي ذلك من انتشار أمراض الجهاز التنفسي والحساسية ، وبروز مشاكل اجتماعية جديدة لا ترتبط بالبيئة الزراعية في الريف المصري فحسب بل تتعداها إلي المدن والمناطق الحضرية لتتفوق في جسامتها أحيانا علي أضرار مخلفات قطاع الصناعة.

فإذا أخذ بعين الاعتبار ضخامة حجم المخلفات النباتية المتولدة عن الإنتاج الزراعي المصري شاملة المحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة والنخيل، والذي يصل إلي نحو ٣١ مليون طن سنويا تقدر قيمتها بنحو ٢,٦٩ مليار جنيه تقريبا لمتوسط الفترة (٢٠٠٢-٢٠٠٤) يحرق أكثر من ٦٠% منها سنويا إما كوقود أو بغرض التخلص منها، فضلا عن ٣٦ مليون طن سنويا من المخلفات الحيوانية للأبقار والجاموس يحرق منها نحو ٣٠% سنويا للحصول علي الوقود، ومن ثم فأن توجيه هذه الكمية من المخلفات النباتية والحيوانية لإنتاج الطاقة يوميا للمزارع باستخدام التقنيات الزراعية الحديثة كتقنية إنتاج غاز البيوجاز من المخلفات الزراعية، يعد توفيرا كبيرا لمصادر الوقود البترولية فضلا عن إنتاج ما يعرف بسماد البيوجاز يمكن أن يساهم في تنمية التربة الزراعية وتحسين خواصها الميكانيكية ويقلل من تلوث التربة بالأسمدة الكيماوية.

مشكلة الدراسة

في الوقت الذي تتسم فيه البيئة الزراعية في مصر بضخامة حجم المخلفات النباتية والحيوانية يقدم المزارعون علي حرقها بطريقة لا تحقق الاستفادة التنموية الاقتصادية والبيئية حيث تصل نسبة الفقد في الطاقة عند حرقها مباشرة بالأساليب الراهنة إلي ٩٠%، ورغم توفر التقنيات الزراعية المتطورة التي تعالج هذه المخلفات وتوظفها في خدمة المزارع بإدخال صور المنفعة الاقتصادية المتنوعة عليها لتحسين مستوي معيشته وتعظيم دخله، فأن عدم استخدام وتعميم هذه التقنيات يعد إهدارا للموارد الزراعية وفقدا كبيرا لقيمتها الاقتصادية خاصة إذا تعلقت بتوفير احتياجات المزارع من الطاقة، وقد يرجع عدم تعميم وانتشار هذه التقنية إلي عدم إلمام المزارعين بتكلفتها والعائد منها مما يستلزم البحث في مدي جدواها الاقتصادية.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلي تعظيم كفاءة استخدام الموارد البيئية الزراعية المتاحة والاستفادة الكاملة منها في توليد الطاقة والحد من استهلاك المشتقات البترولية، وذلك من خلال الإشارة إلي أهمية إنتاج غاز البيوجاز من المخلفات الزراعية وبيان مساهمته في توفير الطاقة بالريف المصري إلي جانب المحافظة علي البيئة الزراعية من عوامل التلوث، ومن ثم دراسة الجدوى الاقتصادية لإنتاج الطاقة من المخلفات النباتية والحيوانية المزرعية علي مستوي المزارع الفرد، وتوضيح الآثار الاقتصادية والبيئية التي تعود علي المجتمع الريفي والدولة من الاستفادة بالمخلفات الزراعية عند استخدام هذه التقنية.

حوليات العلوم الزراعية
جامعة عين شمس، القاهرة
مجلد(٥١)، عدد (٢)، ٣٠٥-٣١٨، ٢٠٠٦

الجدوى الاقتصادية لتوليد الطاقة من المخلفات الزراعية

[٢٠]

محمود عبد الحليم جاد محمد[١]

١- المعمل المركزي لبحوث التصميم والتحليل الإحصائي - مركز البحوث الزراعية - الجيزة - مصر

الكلمات الدالة : البيوجـــاز ، الجدوى الاقتصادية ، المخلفات الزراعية

الموجـز

تستهدف الدراسة تعظيم كفاءة اسـتخدام المـوارد البيئية الزراعية بالاستفادة من المخلفـات الزراعيـة النباتية والحيوانية في إنتاج الطاقـة، وقـد اعتمـدت الدراسة علي معايير التقييم الاقتصادي المختلفة لبيان الجدوى الاقتصادية لتدوير المخلفات الزراعية بالنسبة للمزارع، مثل صافي القيمة الحاضرة للتدفقات النقدية ونسبة الإيراد/ التكاليف ومعدل العائد الداخلي وفتـرة الاسترداد، فضلا عن تقدير المردود الاقتصادي لتوليد الطاقة من المخلفات الزراعية علي الاقتصاد القومي. وقد أوضحت الدراسة أن كل من وحـدة البيوجـاز المنزلية التي تعمل بالمخلفات الحيوانيـة أو النباتيـة تعتبر مربحة واقتصادية بالنسبة للمزارع وأن العوائد الاقتصادية لهذه الوحدات تفوق تكاليفها، بحيث لا يقل معدل العائد الداخلي لكل منها عـن ٢٣% والمعـدل البسيط للعائد علي رأس المال لا يقل عن ١٨% بينما لا تزيد فترة الاسترداد عن ٥ سـنوات، وأن تعمـيم إنتاج الطاقة من نحو ٦٠% فقط من المخلفات النباتية ونحو ٣٠% فقط من المخلفـات الحيوانيـة بـالريف المصري بالتقنيات الزراعية الحديثة أي بمـا يعـادل نحو ٢٩,٤٠ مليون طن سنويا، يكفي لإنتـاج نحـو ٤,٤٦ مليار م^3 سنويا من غاز البيوجاز بقيمة ١٦٨٨ مليون جنيه فضلا عن ٢٢,٢٥ مليون طن من سـماد البيوجاز بقيمة ٣٨٩٤ مليون جنيه سنويا. لذا توصي الدراسة بزيادة فاعلية جهاز الإرشاد الزراعي نحـو تشجيع المزارعين لتبني إنتاج وتوليـد الطاقـة مـن المخلفات الزراعية لأهمية مردودها علي الاقتصـاد القومي والمزارع والبيئة الزراعية، نظـرا لجـدواها الاقتصادية المربحة للمزارع والمـؤثرة فـي زيـادة الإنتاج الزراعي والمساهمة في الحد من تلوث البيئة بالأسمدة والمبيدات الكيماوية، وذلك من خلال دعـوة المزارعين للتعرف علي عائداتها الاقتصادية ومنافعها البيئية ومساعدتهم في تنفيذها وتوفير كافة المعلومات الخاصة بها حتى تصبح جزء من سلوكهم بما يسـاهم في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.

تمهيـــد

إن توفر الطاقة وحصول المزارع عليها بصـورة اقتصادية وسهلة من أهم ما تتطلع إليه أهداف التنمية الزراعية الشاملة، خاصة في ظل الارتفاع الكبير في أسعار البترول ومشتقاته والتي بلغت أكثـر مـن ٧٠

(سلـم البحـث فى ٢٠ سبتمبـر ٢٠٠٦)
(ووفق على البحث فى ٢٢ أكتوبر ٢٠٠٦)