مجلة اتحاد الجامعات العربية
للعلـــوم الزراعيـــة
جامعة عين شمس ، القاهرة
مجلد 26، عدد(2B)، عدد خاص سبتمبر، 1303-1315، 2018

المردود الإقتصادي لإستخدام تكنولوجيا البيوجاز في المناطق المصرية حديثة الإستصلاح [97]

إيمان أحمد السيد[1] – مسعد السعيد رجب[2] – أحمد عبد العاطي أحمد[1] – شيماء طلعت فوزي[2]

1– اللجنة الوطنية لمكافحة التصحر – مركز بحوث الصحراء – القاهرة – مصر

2– قسم الاقتصاد الزراعي – كلية الزراعة – جامعة عين شمس – صندوق بريد 68 حدائق شبرا 11241 – القاهرة – مصر

الكلمات الدالة: البيوجاز، المردود الإقتصادي، صافي الربح، معدل العائد الداخلي للدخل (IRR)، فترة استرداد التكاليف الإجمالية للوحدة، تحليل الحساسية.

الموجـــــز

تمثل مصادر الطاقة واحدة من أهم مدخلات العملية الانتاجية والتي بدونها لا يمكن للعملية الانتاجية أن تبدأ أو أن تستمر. ولطالما ارتبطت عملية إنتاج الوقود الأحفوري بإنبعاث كميات كبيرة من الملوثات إلي الغلاف الجوي خلال الثورة الصناعية في مطلع القرن الماضي وحتي يومنا هذا مسببة مستويات عالية من التلوث والتي أصبحت تهدد التواجد الانساني علي سطح كوكب الأرض. ويعيب الوقود الأحفوري ثلاثة مشاكل أساسية أولها أنه ملوث للبيئة بشكل كبير وثانيها أنه آخذ في النضوب بشكل مضطرد وثالثها أن له دالة عرض متناقصة علي عكس دالة طلبه المتزايدة مما أدي الي ازدياد مضطرد في أسعاره العالمية، لذا أصبح البحث عن بديل مناسب يحقق الإستدامة البيئية والاقتصادية أمر حتمي وليس ترفاً. وهو ما دعي العالم إلي إنتاج البيوجاز ومنتجه الثانوي "سماد كمبوست البيوجاز" المتوافقين بيئياً وإقتصادياً مقارنة بالبدائل الأخري المطروحة في السوق العالمي.

وفي مصر تأخذ مشكلة الوقود منحي أكثر حدة خاصة في المحافظات الصحراوية حيث تتضافر التحديات المتمثلة في نقص المعروض من البوتاجاز مع زيادة الطلب عليه نتيجة للزيادة السكانية المضطردة بشكل سريع مع التباعد المكاني بين مناطق الإنتاج والتوزيع المصحوبة بمخاطر النقل والتخزين والتداول إضافة إلي تكلفة الإستيراد والنقل المتزايدة بشكل سريع خلال فترة زمنية قصيرة، كلها تشكل ضغطاً مستمر علي اتزان السوق المحلي للوقود خاصة أسطوانات الغاز المسال (البوتاجاز). كما تشكل الانبعاثات الكربونية المتزايدة من القطاعات المختلفة خاصة قطاعات النقل والزراعة (فيما يتعلق بتراكم المخلفات الزراعية والتعامل معها بشكل غير مستدام) والقطاع الصناعي تحديات كبيرة للأمان البيئي في مصر. مما جعل هذه العوامل عامل ضغط للجوء الدولة إلي تشجيع نشر استخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي (البيوجاز) في القطاع الزراعي، خاصة وأنه يوفر عملة أجنبية من خلال توفير سماد قليل التكلفة وتام التحلل وخالي من الطفيليات ولا يسبب تلوثاً بيئياً مقارنة بالأسمدة العضوية الأخري مرتفعة التكاليف والكيماوية الباهظة التكاليف والملوثة للبيئة. وقد وجدت الدراسة أن حجم المخمر الأكثر شيوعا من فئة المخمرات صغيرة الحجم هو حجم 6 م^3 وذلك لكونه ذو عائد اقتصادي مرتفع.

(سلم البحث فى 26 ديسمبر 2017)
(المراجعة على البحث فى 17 يناير 2018)
(الموافقة على البحث فى 17 يناير 2018)

وقد خلص البحث من الوجهة الاقتصادية إلي أنه في وحدات إنتاج الغاز الحيوي (البيوجاز) التي تم دراستها في المناطق حديثة الاستصلاح لثلاثة محافظات هي (جنوب سيناء، الفيوم، أسيوط) قد بلغ صافي الربح في نهاية العمر الافتراضي للمشروع والذي قدر بنحو 15 عاماً يبلغ حوالي (42642 جنيهاً)، و أن متوسط الربح السنوي للوحدة (4240 جنيهاً)، وأن معدل العائد الداخلي (IRR) (15%)، وفترة إسترداد التكاليف الاجمالية للوحدة تقدر بحوالي (7 سنوات).

وبإجراء تحليل الحساسية بنسبة 10% وجد أن:

أولا: زيادة التكاليف بنسبة 10%

- صافي الربح 40454 جنيه.
- متوسط الربح السنوي 3424 جنيه.
- معدل العائد الداخلي (IRR) 15%.
- فترة إسترداد التكاليف الاجمالية للوحدة 7 سنوات.

ثانياً: إنخفاض الايرادات بنسبة 10%

- صافي الربح 3622 جنيه.
- متوسط الربح السنوي 3075 جنيه.
- معدل العائد الداخلي (IRR) 15%.
- فترة إسترداد التكاليف الاجمالية للوحدة 7 سنوات.

ثالثا: زيادة التكاليف بنسبة 10% وانخفاض الايرادات بنسبة 10% معاً

- صافي الربح 34014 جنيه.
- متوسط الربح السنوي 3000 جنيه.
- معدل العائد الداخلي (IRR) 15%.
- فترة إسترداد التكاليف الاجمالية للوحدة 7 سنوات.

مقدمــة

أدى التقدم الحضاري للإنسان واهتمامه بالمحافظة على البيئة من التلوث إلي البحث عن مصادر بديلة للطاقة البترولية الملوثة للبيئة والآخذة في النضوب والمرتفعة السعر باضطراد، واستغلال المصادر الطبيعية لإنتاج الطاقة النظيفة بشكل إقتصادي مستدام والعودة إلي الزراعة العضوية لترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية ولإنتاج منتجات زراعية ذات قدرة تنافسية عالمية وذلك بإتباع تكنولوجيات متطورة ونظيفة وقليلة التكلفة تحقق كثير من الآمال مثل استغلال المخلفات الزراعية سواء النباتية منها أو الحيوانية لإنتاج البيوجاز.

وتمثل المخلفات الزراعية عبئاً ثقيلاً علي سلامة البيئة، حيث أن تراكم هذه المخلفات يؤدي إلي آثار سلبية بيئية لإنبعاث غازات الدفيئة بشكل مباشر منها عند تحللها أو عند حرقها في الهواء الطلق، كما يترتب علي تراكمها خطورة مباشرة علي البنية التحتية وسلامة المنشآت والأرواح عند اندلاع الحرائق فيها، إضافة إلي تدهور الإنتاج الزراعي نتيجة لإحتواء هذه المخلفات علي الآفات والأمراض النباتية التي تتسبب في تدهور الإنتاج الزراعي، وبالتالي فإنها تزيد من تكاليف الانتاج الزراعي نتيجة لإستخدام المبيدات بشكل مستمر بما يشكل عبء علي المنتج ويعمل علي تناقص القيمة المضافة للدخل الزراعي وتناقص القيمة التسويقية للمنتج النهائي نتيجة لتلوثه بمتبقيات المبيدات وبما يقلل من القدرة التنافسية له عالمياً، وتشكل المخلفات الزراعية في مصر واحدة من أهم المشكلات البيئية الناتجة عن عملية الإنتاج الزراعي إذا لم يحسن إستغلالها بشكل إقتصادي بيئي، حيث تبلغ المخلفات الزراعية في مصر حوالي 23.5 مليون طن سنوياً في حين تبلغ عالمياً حوالي 2000 – 2500 مليون طن سنوياً وبما يقدر بحوالي 6 مليار جنية سنوياً **(تقرير حالة البيئة، 2016)**.

والبيوجاز هو ذلك المخلوط الغازي الناتج عن تخمر المركبات العضوية عند خلطها بالماء بمعزل عن الهواء الجوي بفعل أنواع متخصصة من البكتيريا منتجة غاز الميثان بنسبة 50 – 70% وهو الجزء القابل للإشتعال فى المخلوط، وثاني أكسيد الكربون بنسبة 20 – 25% بالإضافة إلي غازات أخري بنسب قليلة مثل الهيدروجين، النيتروجين، وآثار من كبريتيد الأيدروجين وهو الذي يعطي الرائحة المميزة للغاز. وينتج كناتج ثانوي من عملية إنتاج غاز البيوجاز سماد عضوي جيد

غني في محتواه من المادة العضوية والعناصر السمادية الكبري والصغري وبالكميات الملائمة للنبات فضلاً عن إحتوائه علي الهرمونات النباتية والفيتامينات ومنظمات النمو ويكون خالياً من الميكروبات المرضية واليرقات والبويضات وبذور الحشائش حيث تهلك تماماً أثناء تخمر المخلفات العضوية مما يجعله سماداً نظيفاً لا يلوث البيئة ولا يوجد خطورة من استخدامه فى تسميد جميع المحاصيل. **(الشيمي، 2013)**.

وللوقوف علي الأهمية الإقتصادية لمشروع إنتاج البيوجاز يجب إعداد دارسة جدوي إقتصادية لوحدات إنتاج البيوجاز ذات السعه الصغيرة، حيث أن التخطيط العلمي السليم ودراسات الجدوى وتقييم المشروعات بما يشمله من دراسات فنية واقتصادية تعد من أهم الدراسات التي يتوقف عليها نجاح المشروعات بمختلف أنواعها. ويعرف المشروع بصفة عامة بأنه أي نشاط اقتصادي يتم من خلاله إنفاق الموارد المالية بهدف الحصول على عوائد أو منافع في المستقبل على فترة زمنية معينة هي عمر هذا المشروع. **(جلال الملاح، 1991، ص 6)**.

وبالتالي تعرف المشروعات الزراعية بأنها تلك المشروعات التي تركز نشاطها في البنيان الزراعي لإستثمار الموارد المالية في الحصول علي عائد إقتصادي كناتج لعملية بيع المنتجات. في حين تعرف دراسات الجدوي الإقتصادية لمشروع ما بأنها تلك الأساليب العلمية المحددة والمستخدمة في جمع البيانات والمعلومات المطلوبة وتحليلها بهدف التوصل إلي نتائج قاطعه عن مدي صلاحية المشروع موضع الدراسة من عدمه. **(نبيل شاكر، 2010)**.

مشكلة البحث

شهدت مصر علي مدار الأعوام السابقة أزمات حادة في قطاع الطاقة من حيث مدي توافر المصادر المختلفة لها لأسباب عديدة ومختلفة، بما لذلك من تداعيات سلبيه علي جميع مناحي الحياة اليومية للمجتمع المصري وبما شكل عبئاً علي الاقتصادي القومي. حيث شغلت أزمة البوتاجاز علي سبيل المثال حيزاً كبيراً من اهتمامات الدولة لضعف وارداتها من الخارج نتيجة لعدم توفر العملة الأجنبية، كما شكل إرتفاع أسعار تلك السلعة الأساسية ضغطاً اقتصادياً كبيراً علي ميزانية الأسرة المصرية وقطاعات صناعية عديدة هامه منها علي سبيل المثال قطاع الدواجن، نتيجة لصعوبة وإرتفاع تكاليف النقل والتوزيع والتخزين إضافة إلي مخاطر صناعية وأمنية نتجت عن آليات تداول إسطوانات البوتجاز أو أي مصدر من مصادر الوقود الأحفوري الأخرى. كما شكل مدي توافر الأسمدة اللازمة للزراعة وارتفاع تكلفة الحصول عليها تحدي كبير لقطاع الانتاج الزراعي. وأضفت تلك العوامل مجتمعه بريقاً من الأهمية حول ضرورة إنتاج البيوجاز علي نطاق إقتصادي موسع داخل المنظومة الإقتصادية الزراعية لتوفير مصدر طاقة مستدام ومنخفض التكلفة وآمن صناعياً وبيئياً إضافة إلي إنتاج سماد عضوي تام التحلل وذو قيمة سماديه عالية ومنخفض التكاليف مقارنة بالأسمدة البلدية أو الكيماوية الملوثة للبيئة والمرتفعة التكاليف.

هدف البحث

استهدفت الدراسة بصفة أساسية دراسة المردود الإقتصادي لإستخدام تكنولوجيا البيوجاز في الأراضي المصرية حديثة الإستصلاح لوحدات البيوجاز الصغيرة ذات الحجم 6 م^3.

الطريقة البحثية

اعتمدت الدراسة علي إجراء دراسة الجدوي الإقتصادية لوحدات البيوجاز الصغيرة ذات سعة 6 م^3 في المناطق حديثة الاستصلاح بثلاث محافظات هي (جنوب سيناء، الفيوم، أسيوط) حيث بلغ إجمالي عدد مفردات العينة 100 مفردة ، كما تم إجراء تحليل الحساسية بنسبة 10% (زيادة التكاليف بنسبة 10% ، إنخفاض الإيرادات بنسبة 10% ، زيادة التكاليف بنسبة 10% و إنخفاض الإيرادات بنسبة 10% معاً) لقياس مدي تحمل الوحدات للمخاطر وذلك من خلال حساب المعايير التالية :

معايير تقييم المشروعات (جلال الملاح، 1991، ص 90 – 116)

1. معامل الخصم والقيمة المستقبلية للنقود: معامل الخصم هو المعامل الذي إذا ضرب في القيمة المستقبلية للنقود يعطي القيمة الحالية لها أي أن القيمة المستقبلية للنقود يحدث لها عملية تخصيم. ويتم حساب معامل الخصم من خلال المعادلة التالية:

معامل الخصم = [1 / (1 + ر)] ^ن

حيث: ر = سعر الخصم الذي يتم علي أساسه التخصيم، ن = رقم السنة المستقبلية

وبناء عليه فإنه يمكن حساب القيمة الحالية للنقود عن طريق القانون التالي:

القيمة الحالية للنقود= القيمة المستقبلية للنقود * معامل الخصم

2. صافي القيمة الحالية للمشروع: يتم حساب صافي القيمة الحالية للمشروع عن طريق طرح القيمة الحالية لإجمال تكاليف المشروع من القيمة الحالية لإجمالي إيرادات المشروع أي يتم حساب صافي القيمة الحالية لصافي الربح.

3. نسبة العائد إلي التكاليف: يتم حساب نسبة العائد إلي التكاليف من خلال قسمة صافي الإيرادات الكلية علي التكاليف الكلية ويستخدم هذا المعيار لمعرفة ما إذا كان المشروع يحقق مكاسب أم لا أي أن العوائد من المشروع تفوق تكاليفه وذلك في حالة ما إذا كانت النسبة أكبر من الواحد الصحيح.

4. معدل العائد الداخلي (IRR): يعرف هذا المعيار بأنه سعر الخصم الذي تكون عنده نسبة العوائد الحالية إلي التكاليف الحالية للمشروع مساوية للواحد الصحيح، أو بمعني آخر هو سعر الخصم الذي يجعل القيمة الحالية لتيار العوائد الصافية للمشروع مساوياً للصفر ويتم حسابه وفقاً للقانون التالي:

معدل العائد الداخلي (IRR) = سعر الخصم الأدنى + الفرق بين سعري الخصم * (القيمة الحالية لسعر الخصم الأدنى / القيمة الحالية لسعري الخصم)

5. فترة إسترداد رأس المال: هي تلك الفترة التي تنقضي حتي تتعادل التدفقات النقدية الصافية مع التكاليف الاستثمارية للمشروع، أي عدد السنوات التي تنقضي حتي يسمح للمشروع أن يغطي تكاليفه الاستثمارية ويتم حسابها وفقاً للقانون التالي:

فترة الاسترداد=[1 / معدل العائد الداخلي (IRR)]× 100

6. معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر: يتم حساب هذا المعامل من خلال قسمة الربح لسنة عادية من سنوات العمر الإفتراضي للمشروع علي إجمالي التكاليف التي تم استثمارها في المشروع.

مصادر البيانات

اعتمدت الدراسة على البيانات المتوافرة بمشروع البيوجاز بوزارة البيئة وأيضاً البيانات المتوافرة بوحدة الشراكة الدولية للوقود الحيوي لجمهورية مصر العربية – بمركز بحوث الصحراء وبتحليل هذه البيانات وجد أنه هناك ضرورة لإعداد إستمارة استبيان للتدقيق والضبط والتأكد من البيانات المتاحة وتحديثها وإستكمال باقي البيانات اللازمة لإعداد دراسة الجدوي الخاصة بوحدات البيوجاز.

النتائج والمناقشة

وحدة البيوجاز سعة 6 م^3 تشغل مساحة (4.6* 4.6) متر والتي يمكن تطبيقها لتلبية احتياجات المزارعين، بحيث بلغت تكاليف إنشاؤها (10750 جنيه) وفقاً لأسعار السوق عام 2016 وبعمر افتراضي يبلغ 15 عاماً وفقاً للتصميمات الإنشائية لمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة بمركز البحوث الزراعية حيث تنقسم التكاليف إلي:

1. 60% من التكاليف للإنشاءات وتقدر بـ 6450 جنيه.
2. 30% من التكاليف للخزان وتقدر بـ 3225 جنيه.

بعمر افتراضي 15 عام، ومن الممكن أن يكون أكثر من ذلك حسب الاستخدام والصيانة.

3. 10% من التكاليف لمستلزمات التشغيل وتقدر بـ 1075 جنيه.

ويقدر إجمالي إهلاك رأس المال الثابت بنحو (441 جنيه) مقسم إلي

1. (129 جنيه) قيمة قسط الإهلاك السنوي الإنشاءات بمعدل 2% سنوياً من تكلفة الإنشاء.
2. (97 جنيه) قيمة قسط الإهلاك السنوي الخزان بمعدل إهلاك 3% سنوياً من تكلفة الخزان.
3. (215 جنيه) قيمة قسط الإهلاك السنوي لمستلزمات التشغيل بمعدل إهلاك 20% سنوياً من تكلفة مستلزمات التشغيل.

وتتمثل المدخلات اليومية لوحدة البيوجاز في 150 كجم مخلفات ويتم الحصول عليها من مخلفات الحيوانات والأرض الزراعية المملوكين للمزارع وبالتالي لا يوجد تكلفة للحصول عليها.

وتقدر قيمة التكاليف السنوية لوحدة البيوجاز بـ (741 جنيه) وتتمثل فيما يلي

1. (441 جنيه) قيمة أقساط الإهلاك السنوية.
2. (300 جنيه) تكاليف الصيانة السنوية.

وتتمثل المخرجات لوحدة البيوجاز فيما يلي

1. 6 م^3 غاز البيوجاز وهو يكافئ 6 إسطوانات بوتاجاز (LPG) شهرياً.
2. 5 م^3 سماد كمبوست البيوجاز سنوياً أي ما يعادل 5 طن سماد/سنة.

العائد السنوي من الوحدة: يقدر إجمال العائد السنوي المتحصل عليه من وحد البيوجاز سعة 6 م^3 بنحو (4240 جنيه) مقسم إلي:

1. (3240 جنيه) قيمة الغاز الناتج من الوحدة وتم حسابه وفقاً لعدد أسطوانات البوتاجاز المكافئة للغاز الناتج وهي 6 إسطوانات شهرياً أي 72 إسطوانة سنوياً بتكلفة شراء للإسطوانة الواحدة تقدر بـ (45 جنيه).
2. (1000 جنيه) قيمة السماد الناتج وتم حسابه وفقاً لتكلفة شراء طن السماد العضوي تقدر ب (200 جنيه) للطن.
3. تم إضافة ثمن بيع أسطوانات الغاز الحديد لعائد السنة الأولي من عمر المشروع والتي قدرت ب 800 جنيه لعدد 2 إسطوانة (400 جنيه ثمن بيع الإسطوانة الواحدة وفقاً لسعر السوق).

ويوضح **جدول (1)** التحليل الاقتصادي المتوقع باستخدام عاملي خصم اجتماعي (13%، 16%) لوحدة البيوجاز سعة 6 م^3 التي يتم تغذيتها بالمخلفات الزراعية علي مدي 15 عام وهي العمر الافتراضي للوحدة، تم حساب معامل الخصم الاجتماعي وفقاً للقانون التالي: معامل الخصم الاجتماعي = سعر الخصم – العلاوة (وتقدرها الدراسة بـ 2%). وكانت النتائج كما يلى:

1. **يقدر صافي الربح خلال فترة حياة المشروع** التي استمرت 15 عام بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (42642 جنيه).
2. **يبلغ متوسط الربح السنوي للوحدة** نحو 4240 جنيه.
3. **تقدر القيمة الحالية لصافي الربح في نهاية العمر الإفتراضي للمشروع** عند عامل خصم 13% تبلغ (13899.483) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (11011.762).
4. **تقدر نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل** الخصم = 64400 / 21758 = 2.96 وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فإن عوائد هذا المشروع تفوق تكاليفه أي أن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يحقق صافي عائد قدره 1.96 جنيه.
5. **قدرة الأموال المستخدمة في إنتاج البيوجاز طوال فترة حياة الوحدة**

معدل العائد الداخلي (IRR) =

13 +3*(13899.483/(13899.483+11011.762))

= 14.67 = 15%

أي أن أقصي فائدة يمكن أن يحققها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو 15%.

6. فترة استرداد قيمة الوحدة

فترة الاسترداد = (15/1) *100 = 6.67 سنة أي 7 سنوات.

أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة للمزارع ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيها بعد 7 سنوات تقريباً.

7. معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر:

معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر = (10750/4240)*100 = 39.44% أي 40% أي أن المعدل البسيط علي رأس المال المستثمر والمقدر بنحو 40% يزيد عن سعر الفائدة للفرصة البديلة بإدخار رأس المال المستثمر في البنوك التجارية حيث يقدر بنحو 18%.

جدول 1. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3

السنوات	التكاليف	الايرادات	صافي الربح	معامل خصم 13%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 13%	معامل خصم 16%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 16%
1	11384	5040	−6344	0.885	−5614.44	0.862	−5468.528
2	741	4240	3499	0.783	2739.717	0.741	2592.759
3	741	4240	3499	0.693	2424.807	0.641	2242.859
4	741	4240	3499	0.613	2144.887	0.552	1931.448
5	741	4240	3499	0.543	1899.957	0.476	1665.524
6	741	4240	3499	0.48	1679.52	0.41	1434.59
7	741	4240	3499	0.425	1487.075	0.354	1238.646
8	741	4240	3499	0.376	1315.624	0.305	1067.195
9	741	4240	3499	0.333	1165.167	0.263	920.237
10	741	4240	3499	0.295	1032.205	0.227	794.273
11	741	4240	3499	0.261	913.239	0.195	682.305
12	741	4240	3499	0.231	808.269	0.168	587.832
13	741	4240	3499	0.204	713.796	0.145	507.355
14	741	4240	3499	0.181	633.319	0.125	437.375
15	741	4240	3499	0.159	556.341	0.108	377.892
الإجمالي	**21758**	**64400**	**42642**	—	**13899.483**	—	**11011.762**

المصدر: جمعت وحسبت من إستمارة الاستبيان

تحليل الحساسية

تستند أساليب تقييم المشروعات الاستثمارية في ظل ظروف التأكيد على فروض معينة أهمها أن المشروعات الاستثمارية عديمة المخاطرة تماما، أي الإفتراض بالمعرفة التامة والدقيقة بمؤشرات الحاضر وإمكانية التنبؤ بالمستقبل بشكل دقيق نسبياً خلال العمر الاقتصادي للمشروع. ويستلزم ذلك إجراء مجموعة الاختبارات التي يطلق عليها تحليل الحساسية للمشروع.

ويقصد بتحليل الحساسية اختبار حساسية المشروع للتغيرات أو التوقعات السيئة في أسعار المدخلات وأسعار المخرجات أو في بعض جوانب المشروع، بعد

الحصول على نتائج تحليل جدوى المشروع حسب المعطيات التي يتم افتراضها في البداية **(مصطفى رشراش، ص29– 30)**.

ويعبر تحليل الحساسية عن مدى استجابة المشروع المقترح للتغيرات التي تحدث في أحد المتغيرات أو العوامل المستخدمة لتقييمه أو مدى حساسية المشروع للتغير الذي يطرأ على العوامل المختلفة التي تؤثر في المشروعات. (مثل تأثير التغير في سعر بيع الوحدة من الإنتاج، التغيرات في أسعار شراء المواد الخام، تغيرات الأجور، تغير المبيعات وغيرها، على جدوى المشروع، أي على كل من معدل العائد الداخلي، صافي القيمة الحالية وغيرها من معايير التقييم. **(الطيلوني : 2011، ص224)**.

وقد اشتمل تحليل الحساسية علي ثلاثة إفتراضات وهي كالتالي

أولاً: زيادة التكاليف بنسبة 10%

يوضح **الجدول رقم (2)** التحليل الاقتصادي المتوقع بإستخدام عاملي خصم إجتماعي (13%، 16%) لوحدة البيوجاز سعة 6 م^3 وذلك بإفتراض زيادة التكاليف بنسبة 10% وذلك لقيام المزارع بشراء المدخلات التي يتم تغذية الوحدة بها وذلك في حالة عدم توافرها لديه بشكل كامل وكانت النتائج كالتالي:

1. **يقدر صافي الربح خلال فترة حياة المشروع** التي استمرت 15 عام بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (40454 جنيه) في حين أنه قبل زيادة التكاليف كان يقدر بنحو (42642 جنيه).
2. **يقدر متوسط الربح السنوي للوحدة** نحو (3424 جنيه) في حين أنه قدر قبل زيادة التكاليف بنحو (3499 جنيه).
3. **تقدر القيمة الحالية لصافي الربح في نهاية العمر الإفتراضي للمشروع** عند عامل خصم 13% بنحو (12474.078 جنيه) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (9677.556 جنيه) في حين بلغت قبل زيادة التكاليف عند عامل خصم 13% (13899.483 جنيه) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (11011.762 جنيه).
4. **تقدر نسبة الإيرادات الكلية إلى التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل** الخصم = 64400 / 23946 = 2.69 وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فإن عوائد هذا المشروع تفوق تكاليفه أي أن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يحقق صافي عائد قدره 1.69 جنيه. في حين قدرت النسبة قبل زيادة التكاليف بـ (2.96).
5. **قدرة الأموال المستخدمة في إنتاج البيوجاز طوال فترة حياة الوحدة**:

معدل العائد الداخلي (IRR) =

= ((9677.556+12474.078)/12474.078)*3 +13

= 14.69 = 15%

أي أن أقصي فائدة يمكن أن يحققها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو 15%. وهو تقريباً نفس معدل العائد الداخلي قبل زيادة التكاليف.

6. **فترة استرداد قيمة الوحدة:**

فترة الإسترداد = (15/1)*100 = 6.67 سنة أي 7 سنوات

أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة للمزارع ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيها بعد 7 سنوات تقريباً. وهي نفس فترة الإسترداد قبل الزيادة.

7. **معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر**

معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر = (10750/3424)*100 = 31.86% أي 32%

أي أن المعدل البسيط علي رأس المال المستثمر والمقدر بنحو 32% يزيد عن سعر الفائدة للفرصة البديلة بإدخار رأس المال المستثمر في البنوك التجارية حيث يقدر بنحو 18%. في حين أن المعدل قبل زيادة التكاليف قد قدر بنحو 40%.

جدول 2. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 بإفتراض زيادة التكاليف بنسبة 10%

السنوات	التكاليف	الايرادات	صافي الربح	معامل خصم 13%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 13%	معامل خصم 16%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 16%
1	12522	5040	−7482	0.885	−6621.57	0.862	−6449.484
2	816	4240	3424	0.783	2680.992	0.741	2537.184
3	816	4240	3424	0.693	2372.832	0.641	2194.784
4	816	4240	3424	0.613	2098.912	0.552	1890.048
5	816	4240	3424	0.543	1859.232	0.41	1629.824
6	816	4240	3424	0.48	1643.52	0.354	1403.84
7	816	4240	3424	0.425	1455.2	0.305	1212.096
8	816	4240	3424	0.376	1287.424	0.263	1044.32
9	816	4240	3424	0.333	1140.192	0.227	900.512
10	816	4240	3424	0.295	1010.08	0.227	777.248
11	816	4240	3424	0.261	893.664	0.195	667.68
12	816	4240	3424	0.231	790.944	0.168	575.232
13	816	4240	3424	0.204	698.496	0.145	496.48
14	816	4240	3424	0.181	619.744	0.125	428
15	816	4240	3424	0.159	544.416	0.108	369.792
الإجمالي	**23946**	**64400**	**40454**	**–**	**12474.078**	**–**	**9677.556**

المصدر: جمعت وحسبت من إستمارة الاستبيان

ثانياً: إنخفاض الإيرادات بنسبة 10%

يوضح **الجدول رقم (3)** التحليل الاقتصادي المتوقع بإستخدام عاملي خصم إجتماعي (13%، 16%) لوحدة البيوجاز سعة 6 م^3 وذلك بإفتراض إنخفاض الإيرادات بنسبة 10% وذلك نتيجة لإنخفاض ثمن بيع كلاً من الغاز والسماد الناتجين من الوحدة وكانت النتائج كالتالي:

1. **يقدر صافي الربح خلال فترة حياة المشروع** التي استمرت 15 عام بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (36202 جنيه) في حين أنه قبل إنخفاض الإيرادات كان يقدر بنحو (42642 جنيه).
2. **يقدر متوسط الربح السنوي للوحدة** نحو (3075 جنيه) في حين أنه قدر قبل إنخفاض الإيرادات بنحو (3499 جنيه).
3. **تقدر القيمة الحالية لصافي الربح في نهاية العمر الإفتراضي للمشروع** عند عامل خصم 13% بنحو (11088.795 جنيه) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (8580.274 جنيه) في حين بلغت قبل إنخفاض الإيرادات عند عامل خصم 13% (13899.483 جنيه) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (11011.762 جنيه).
4. **تقدر نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل الخصم** = 57960 / 21758 = 2.66 وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فإن عوائد هذا المشروع تفوق

تكاليفه أي أن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يحقق صافي عائد قدره 1.66 جنيه. في حين قدرت النسبة قبل إنخفاض الإيرادات بـ (2.96).

5. **قدرة الأموال المستخدمة في إنتاج البيوجاز طوال فترة حياة الوحدة:**

معدل العائد الداخلي (IRR) =

= ((8580.274+11088.795)/11088.795)*3 +13 =

%15 = 14.69

أي أن أقصي فائدة يمكن أن يحققها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو 15%. وهو تقريباً نفس معدل العائد الداخلي قبل إنخفاض الإيرادات.

6. **فترة استرداد قيمة الوحدة**

فترة الإسترداد = (15/1) *100 = 6.67 سنة أي 7 سنوات.

أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة للمزارع ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيها بعد 7 سنوات تقريباً. وهي نفس فترة الإسترداد قبل إنخفاض الإيرادات.

7. **معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر**

معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر= (10750/3075)*100 = 28.6% أي 29% أي أن المعدل البسيط علي رأس المال المستثمر والمقدر بنحو 29% يزيد عن سعر الفائدة للفرصة البديلة بإدخار رأس المال المستثمر في البنوك التجارية حيث يقدر بنحو 18%. في حين أن المعدل قبل إنخفاض الإيرادات قد قدر بنحو 40%.

جدول 3. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 بإفتراض إنخفاض الإيرادات بنسبة 10%

السنوات	التكاليف	الايرادات	صافي الربح	معامل خصم 13%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 13%	معامل خصم 16%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 16%
1	11384	4536	−6848	0.885	−6060.48	0.862	−5902.976
2	741	3816	3075	0.783	2407.725	0.741	2278.575
3	741	3816	3075	0.693	2130.975	0.641	1971.075
4	741	3816	3075	0.613	1884.975	0.552	1697.4
5	741	3816	3075	0.543	1669.725	0.41	1463.7
6	741	3816	3075	0.48	1476	0.354	1260.75
7	741	3816	3075	0.425	1306.875	0.305	1088.55
8	741	3816	3075	0.376	1156.2	0.263	937.875
9	741	3816	3075	0.333	1023.975	0.227	808.725
10	741	3816	3075	0.295	907.125	0.227	698.025
11	741	3816	3075	0.261	802.575	0.195	599.625
12	741	3816	3075	0.231	710.325	0.168	516.6
13	741	3816	3075	0.204	627.3	0.145	445.875
14	741	3816	3075	0.181	556.575	0.125	384.375
15	741	3816	3075	0.159	488.925	0.108	332.1
الإجمالي	**21758**	**57960**	**36202**	—	**11088.795**	—	**8580.274**

المصدر: جمعت وحسبت من إستمارة الاستبيان

ثالثاً: زيادة التكاليف بنسبة 10% وانخفاض لإيرادات بنسبة 10% معاً

يوضح **الجدول رقم (4)** التحليل الاقتصادي المتوقع بإستخدام عاملي خصم إجتماعي (13%، 16%) لوحدة البيوجاز سعة 6 م^3 وذلك بإفتراض زيادة التكاليف بنسبة 10 % وذلك لقيام المزارع بشراء المدخلات التي يتم تغذية الوحدة وذلك في حالة عدم توافرها لديه بشكل كامل وأيضاً إنخفاض الإيرادات بنسبة 10% وذلك بإفتراض إنخفاض ثمن بيع كلاً من الغاز والسماد الناتجين من الوحدة وكانت النتائج كالتالي:

1. **يقدر صافي الربح خلال فترة حياة المشروع** التي استمرت 15 عام بدون استخدام عوامل الخصم بنحو (34014 جنيه) في حين أنه قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات كان يقدر بـنحو (42642 جنيه).
2. **يقدر متوسط الربح السنوي للوحدة** نحو (3000 جنيه) في حين أنه قدر قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات بنحو (3499 جنيه).
3. **تقدر القيمة الحالية لصافي الربح في نهاية العمر الإفتراضي للمشروع** عند عامل خصم 13% بنحو (9663.39 جنيه) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (7246.068 جنيه) في حين بلغت قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات عند عامل خصم 13% (13899.483 جنيه) بينما تبلغ عند عامل خصم 16% (11011.762 جنيه).
4. **تقدر نسبة الإيرادات الكلية إلي التكاليف الكلية بدون استخدام عوامل الخصم** = 57960 / 23946 = 2.42 وحيث أن هذه النسبة تزيد عن الواحد الصحيح فإن عوائد هذا المشروع تفوق تكاليفه أي أن كل جنيه مستثمر في وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يحقق صافي عائد قدره 1.42 جنيه. في حين قدرت النسبة قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات بـ (2.96).
5. **قدرة الأموال المستخدمة في إنتاج البيوجاز طوال فترة حياة** الوحدة

معدل العائد الداخلي (IRR) =

13+ 3*(9663.39/(9663.39+7246.068)) = 14.71 = 15%

أي أن أقصي فائدة يمكن أن يحققها المشروع للموارد المستخدمة إذا أريد للمشروع أن يسترد تكاليف الاستثمار والتشغيل في نفس الوقت ويحقق التعادل بين الإيرادات والمصروفات هو 15%. وهو تقريباً نفس معدل العائد الداخلي قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات.

6. **فترة استرداد قيمة الوحدة**

فترة الإسترداد = (15/1)*100 = 6.67 سنة أي 7 سنوات.

أي أن مشروع وحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 يمكن أن يدفع أعلي سعر فائدة للمزارع ويسترجع في نفس الوقت رأس المال المستثمر فيها بعد 7 سنوات تقريباً. وهي نفس فترة الإسترداد قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات.

7. **معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر**

معدل العائد البسيط علي رأس المال المستثمر= (10750/3000)*100 = 27.9% أي 28%

أي أن المعدل البسيط علي رأس المال المستثمر والمقدر بنحو 28% يزيد عن سعر الفائدة للفرصة البديلة بإدخار رأس المال المستثمر في البنوك التجارية حيث يقدر بنحو 18%. في حين أن المعدل قبل زيادة التكاليف وإنخفاض الإيرادات قد قدر بنحو 40%.

جدول 4. تحليل العائد الاقتصادي لوحدة إنتاج البيوجاز سعة 6 م^3 بإفتراض زيادة التكاليف بنسبة 10% وأيضاً إنخفاض الإيرادات بنسبة 10% معاً

السنوات	التكاليف	الايرادات	صافي الربح	معامل خصم 13%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 13%	معامل خصم 16%	القيمة الحالية لصافي الربح بمعامل خصم 16%
1	12522	4536	−7986	0.885	−7067.61	0.862	−6883.932
2	816	3816	3000	0.783	2349	0.741	2223
3	816	3816	3000	0.693	2079	0.641	1923
4	816	3816	3000	0.613	1839	0.552	1656
5	816	3816	3000	0.543	1629	0.41	1428
6	816	3816	3000	0.48	1440	0.354	1230
7	816	3816	3000	0.425	1275	0.305	1062
8	816	3816	3000	0.376	1128	0.263	915
9	816	3816	3000	0.333	999	0.227	789
10	816	3816	3000	0.295	885	0.227	681
11	816	3816	3000	0.261	783	0.195	585
12	816	3816	3000	0.231	693	0.168	504
13	816	3816	3000	0.204	612	0.145	435
14	816	3816	3000	0.181	543	0.125	375
15	816	3816	3000	0.159	477	0.108	324
الإجمالي	**23946**	**57960**	**34014**	—	**9663.39**	—	**7246.068**

المصدر: جمعت وحسبت من إستمارة الاستبيان

المراجـــع

الشـيمي، سـمير أحمـد، صـلاح عرفـه محمـد عرفـه، 1994. تكنولوجيـا البيوجـاز دورهـا فـي حمايـة المجاري المائية من التلوث، مؤتمر النيل في عيون مصـر، مركـز الدراسـات والبحـوث البيئيـة، جامعـة أســـيوط، 10 – 14 ديســـمبر، **ص ص 731–725.**

الشيمي، سمير أحمد، 2013. معهد بحوث الأراضي والميـاه والبيئـة، الإدارة المركزيـة للإرشـاد الزراعـي والمياه، مركز البحوث الزراعية، نشرة البيوجاز رقم 19، **ص ص 1–20.**

الطيلـوني، جهـاد فـارس، 2011. دراسـة الجـدوى الاقتصـادية للمشـاريع، دار كنـوز المعرفـة العلميـة للنشر، عمان (الأردن)، **30 ص.**

المـلاح، جـلال، 1991. تخطـيط وتقيـيم المشـروعات الزراعية، دار المريخ للنشر، **ص ص 90–116.**

شـاكر، نبيـل، 2010. دراسـات الجـدوي الإقتصـادية وتقيـيم المشـروعات الجديـدة، كليـة التجـارة جامعـة عين شمس، القاهرة ، مصر، **20 ص.**

مصـطفى، محمـد رشـراش، 2000. تقيـيم المشـروعات الزراعيـة، الاتحـاد الإقليمـي للائتمـان الزراعـي فـي الشرق الأدنى وشمال إفريقيا، **70 ص.**

وزارة البيئـة، جهاز شئون البيئـة، 2016. وحدة التقارير والمؤشرات البيئية، تقرير حالة البيئة في مصر، **115 ص**