

الجدوى المالية لتقنيات حصاد المياه في البادية السورية

عبير منلا حسن⁽¹⁾ و اسكندر إسماعيل⁽²⁾ و كامل شديد⁽³⁾

الملخص

يركز البحث بشكل رئيس على وصف نظام حصاد مياه الأمطار الآلي في المواقع الصغيرة وتقويم ربحيته في موقعين تجريبيين من المراعي السورية (محسة في القريتين، والشيخ هلال في السلمية). نفذت هذه التجربة في خريف 2004 وتم الحصول على النتائج في ربيع 2007، وتعتمد بشكل رئيس على تشكيل خطوط كنتورية وأكتاف ترابية هلالية الشكل بمسافات بينية فضلاً عن زراعة بعض الأنواع من الشجيرات الرعوية المقاومة للجفاف (الرغل الملحي، الرغل السوري، والروثة) ضمن تلك الأكتاف الترابية، وقد أجريت التجربة باستخدام عدة معاملات وبأعداد متساوية من الشجيرات الرعوية المزروعة لكل معاملة بهدف الاستفادة من جمع مياه الجريان المطري الناجم عن التقنيات المتعددة من حصاد مياه الأمطار. تمت مقارنة تقنية حصاد المياه الآلي باستخدام آلة الفاليراني مع التقنيات الأخرى وذلك بالاعتماد على معايير الجدوى المالية من جهة وعلى معدل المادة الجافة في النباتات الرعوية الناجمة عن كمية مياه الأمطار المحجوزة ضمن تلك الأقواس أو التشكيلات الترابية من جهة أخرى. أظهرت النتائج تفوق تقنية حصاد المياه (الفاليراني) بجميع المعاملات المتبعة (مستمر 12م)، (مستمر 6 م)، (متقطع 12م)، (متقطع 6م) عند مقارنتها بتقنية حصاد مياه الأمطار بالأخاديد المنفذة بالجرار العادي والتي تدعى (باكستاني 12م) و(باكستاني 6م) وكذلك الأمر عند مقارنتها بـ (يدوي 12م) و(يدوي 6م) إضافة إلى الشاهد.

الكلمات المفتاحية: حصاد المياه في المساقط المائية الصغيرة، تقنية الفاليراني، البادية السورية.

(1) طالبة دكتوراه (2) أستاذ، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.
(3) مدير برنامج سياسة البحث الاجتماعي الاقتصادي، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة.

Financial Feasibility of Rainwater Harvesting (Vallerani Technique) in Syrian Rangelands

A. MunlaHasan⁽¹⁾, I. Ismail⁽²⁾
and K. Shideed⁽³⁾

ABSTRACT

This Study focuses on describing the mechanized micro-catchments water harvesting and its economic profitability. It was conducted during three years period (fall 2004-spring 2007) in two demonstration sites located in Syrian Rangelands near Qaryatain and Sheikh Hilal communities. The research was mainly based on constructing the land by different techniques in different shapes such as semi-circular bunds and contour ridges, using different treatments besides planting drought tolerant shrubs (*Atriplex Halimus*, *Atriplex Leucoclada*; and *Salsola Vermiculata*). Using economic appraisal and the production of the incremental dry matter (IDM) of the planted shrubs within the water harvesting structures, the Vallerani Water Harvesting technique was compared with other techniques (Pakistani, manual, and control). The results show the profitability of all Vallerani treatments (VC-12m), (VC-6m), (VI-12m), (VI-6m) compared with other rainwater harvesting by using Pakistani/ regular tractor (Pakestani-12m), and (Pakestani-6m) or manual approach.

Key words: Mechanized micro-catchments water harvesting, Vallerani technique, Economic impact of water harvesting, Syrian Rangeland.

⁽¹⁾ Ph. D. Stud. ⁽²⁾ Prof., Dept., Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, P.O. Box 30621, University of Damascus, Syria

⁽³⁾ Director of Social, Economic, and Policy Research Program, International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)

المقدمة

تتصف مناطق المراعي في البادية السورية بظروف جوية قاسية، وبندرة الموارد الطبيعية مثل المياه والتربة والغطاء النباتي ويعدُّ مستوى ندرة هذه الموارد في مناطق البادية السورية من أعلى المعدلات في العالم، حيث يتفاوت بشكل كبير توافر مياه الأمطار بسبب الجفاف المتكرر والذي يؤثر سلباً في كل من النباتات والتربة. فضلاً عن قلة الأمطار، فإن هناك ضياعاً شديداً لمياه الأمطار بالجريان السطحي إما عن طريق تبخرها أو فقدها في تجاوير ملحية، ناهيك عن الرعي الجائر والمبكر والذي سبب ضغطاً على المراعي بحمولات حيوانية تفوق طاقة المرعى في هذه المناطق، بالإضافة إلى فلاحه مساحات واسعة من أجود أراضي المراعي /الفيضات/ والتي تعدُّ المخزن العلفي الأساسي للحيوانات ومصدر انتشار البذور الرعوية، وأصبحت تلك المراعي الطبيعية تعاني من تدهور خطير في غطاءها النباتي وتناقص في الشجيرات والنباتات المستساعة رعوياً (صومي وعبد العال، 2002)، الأمر الذي أدى إلى تدهور الأحوال المعيشية لسكان البادية لاعتمادهم بشكل رئيسي على تربية الأغنام كمصدر لرزقهم، علماً أن زيادة الفقر يزيد من استنزاف كل من التربة والغطاء النباتي ومن ثم إلى زيادة مشاكل التدهور.

مشكلة البحث

نتيجة للرعي الجائر وتدهور الغطاء النباتي في البادية السورية وقلة وتفاوت المعدل السنوي للأمطار كان لا بد من اتباع بعض التقنيات التي تحافظ على الموارد المائية المطرية لتخفف من فقدانها ومن ثم من مشاكل التدهور. ومن أهم تلك التقنيات هي تقنية حصاد مياه الأمطار الآلي باستخدام آلة الفاليراني. فضلاً عن تقنيات أخرى كالباكستاني والبيدوي، ومن ثم ينطلق هذا البحث لمعرفة الجدوى المالية لهذه التقنيات ومقارنتها مع بعضها ونشر التقنية الأكفأ اقتصادياً في ظروف البادية السورية.

أهداف البحث

يتلخص الهدف العام للبحث في دراسة الجدوى المالية لتقنيات حصاد المياه في البادية السورية (الفاليراني)، ومقارنتها بباقي التقنيات.

يمكن تحقيق الهدف العام من خلال الآتي:

- 1- وصف خصائص تقنية الفاليراني في حصاد المياه.
- 2- إجراء التقييم المالي لتقنيات حصاد المياه بمختلف أنواعها.
- 3- مقارنة تقنية الفاليراني مع باقي التقنيات المستخدمة.

توصيف تقنية الفاليراني:

سمي نظام حصاد المياه الآلي المستخدم في التجربة بتقنية الفاليراني تيمناً بمخترع آلة الفاليراني التي يمكن تعليقها في نهاية جرار هيدروليكي، وهذه الآلة قادرة على تشكيل التربة بأشكال مختلفة على عمق 80 سم وذلك بإنشاء حواجز نصف دائرية على خطوط كنتورية لحصاد مياه جريان الأمطار أو التقاطها. تكون هذه الكونتورات مضلعة الشكل إما متواصلة أو متقطعة ذات أرفصة دائرية على مسافات متباينة فيما بينها ومن ثم تزرع ضمن هذه الأقواس أو أنصاف الدوائر العديد من الشجيرات الرعوية (الرغل الملحي، الرغل السوري، الروثة). ويتم قياس كفاءة هذه الآلة بأربعين هكتاراً يومياً، ويجب على الفنيين والباحثين العاملين في مجال آليات حصاد المياه الأخذ بالحسبان جميع العوامل الأخرى الملائمة لتطبيقات حصاد مياه الأمطار مثل كمية الهطول المطري وتوزعه، وطبوغرافية الأرض ونوعية التربة، وعمقها والعوامل الاجتماعية - الاقتصادية المحلية والمؤسسية التي يمكن أن تؤثر في نجاح هذه التقنية واستدامتها.

الدراسة المرجعية

أشار (Razzaghi, M., et al., 2001) في تقرير عن التعاون بين مركز البحوث الزراعية في ليبيا و المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة و شبه الجافة (إيكاردا) حول تنفيذ دراسة عن التقييم الفني والاقتصادي إلى استخدام آليات حصاد مياه الأمطار التقليدية في المناطق الجافة وشبه الجافة لزيادة الإنتاج النباتي والحيواني في مثل هذه المناطق. ومن ثم العمل على تطوير هذه الآليات واستخدامها بالشكل الأمثل مع إدخال آليات جديدة لحصاد المياه. حيث تم إجراء استطلاع (مسح ميداني) عن استخدام الطرائق التقليدية والمتوسطة الحدثة لحصاد المياه وكذلك تصنيفها حسب مساحة تجميع مياه الأمطار وطريقتها. وقد تم استخدام الخطوط الكنتورية لحصاد مياه الأمطار (بطريقة أحواض نيغاريم) حيث زرعت بشجيرات الرغل الرعوية. وعلى الرغم من أنه لم يتم الحصول على نتائج ملموسة في العام الأول من التجربة (99/98) نتيجة لشح الأمطار ولكن كان هناك نجاح واضح في نمو هذا النبات الرعوي خلال الموسم التالي من التجربة مقارنة بالنباتات الموجودة في الأراضي والتي لم تستخدم فيها آليات حصاد المياه الآلي.

تحدث (Schietecatte, W., et al., 2005) في مجلة البيئات الجافة عن عملية جمع مياه الأمطار في جنوب تونس في منطقة (أمريش جسر) وذلك باستخدام المدرجات في وادي أم زيسار لتوفير المياه اللازمة لسقاية الخضراوات، وقد أشارت نتائج تلك الدراسات إلى أهمية جمع مياه الأمطار والظمي الجارية لتوفير ربات تكميلية لأشجار الزيتون ولاسيما خلال سنوات الجفاف، وقد تم جمع كمية كبيرة من جريان الأمطار والظمي. تم تقدير معدل الالتقاط المحصولي (CCR) "catchment-to-cropping ratio" بمعدل لا يقل عن 7.4 (في حال حدوث هطول مطري سنوي يعادل 235 ملم) والتي تعدُّ كافية

لتأمين متوسط الاحتياجات اللازمة لزراعة غراس الزيتون. وقد أوضح الباحث أن معدل الالتقاط المحصولي CCR الأمثل يعتمد بشكل أساسي على معامل جريان مياه الأمطار والذي يرتبط بالضرورة بمعدل شدة الأمطار ورشحها داخل التربة، وللحصول على تقديرات أكثر دقة لمعدل جريان مياه الأمطار وCCR. نصح الباحث بإجراء دراسات إضافية تركز على دراسة جريان الأمطار في مواقع مختلفة.

أشار (Owies, T., et al., 1999) إلى أهمية حصاد المياه والري التكميلي في تطوير كفاءة استخدام المياه في المناطق الجافة، وبين فشل العديد من تقنيات حصاد المياه والري التكميلي على الرغم من نجاح تصاميمها، موضحاً بأن ذلك يعود إلى عوامل اجتماعية واقتصادية وإدارية فضلاً عن إهمال العوامل البيئية وعدم تصافر الجهود في العمل على تطوير تقنيات حصاد المياه بأنواعها. أشير في هذه الدراسة إلى أن نجاح حصاد المياه مرتبط بحالة واحدة وهي تقبل المزارعين لهذه التقنية ولاسيما إشراكهم بشكل مبكر منذ بدء التخطيط لتطبيق مثل هذه التقنية فضلاً عن استعدادهم لتقبل المخاطرة والنتائج الناجمة عن استثمار العمالة أو الاستثمار في مدخلات أخرى للإنتاج. كما أن تفهم الاحتياجات الضرورية لهؤلاء المزارعين هو في غاية الأهمية من أجل تصميم النظام المناسب لحصاد المياه وتطبيقه إذ إن استخدام تقنيات حصاد المياه يمكن أن يخفف من العواقب الناجمة عن سوء إدارة الموارد والمؤدية إلى تدهور التربة مثل زيادة ملوحة التربة وارتفاع مستوى المياه وسوء تصرفها أو انخفاض مستوى المياه نتيجة استنزاف المياه الجوفية. كما ذكر الباحث أن استخدام حصاد المياه يمكن أن يسبب آثاراً سلبية في حال أن حصاد مياه جريان الأمطار المنفذ في مرتفع المنحدر يمنع وصول هذه المياه إلى المناطق المنخفضة في أسفل المنحدر ولاسيما عندما يكون هناك أكثر من مستفيد في أرض زراعية واحدة.

وقد بين (تقرير المنظمة العربية، 2002) في دراسة لتعزيز استخدامات تقنيات حصاد المياه في الدول العربية أهمية تقنيات حصاد المياه في تنمية الموارد المائية إذ إن 67% من مساحة الوطن العربي تتلقى فقط واردات مائية أقل من 100 ملم في السنة، ومن ثم من الصعوبة نجاح الإنتاج الزراعي في هذه المناطق دون اللجوء إلى تقنيات ري تكميلي أو إقامة مشاريع لحصاد مياه الأمطار مع التنويه إلى أن تقنيات حصاد المياه من التقنيات التي تم استخدامها منذ القدم في المنطقة العربية.

أوضح (Goel A.K., Kumar R., 2005) أن إدارة الموارد المائية هي من أهم الطرائق التي تعمل على تطوير الزراعة بشكل عام. تلك الدراسة أجريت في شمال الهيمالايا في مناطق مصادرها المائية فقط من مياه الأمطار حيث تستخدم طرائق حفظ المياه وتخزينها لري المحاصيل الزراعية (القمح والذرة)، و بإجراء دراسة اقتصادية لتجربة حصاد المياه بجانب نهر سوان في تلك المنطقة التي تحجز مياه الأمطار وتمنع

انجراف التربة فقد تبين أن تلك التجربة زادت من الإنتاجية الزراعية ومن نسبة العائد إلى التكاليف أو المنافع/ التكاليف (BCR) والتي غالباً أكثر من الواحد في المساقط المائية الكبيرة وتبدأ تغطية تكاليف المشروع من السنة 13-17 مع العلم أن 25 سنة هي الحد الأدنى لعمر المشروع فضلاً عن أن العوائد الإنتاجية الإضافية من محصولي القمح والذرة كانت تعادل 0.5 طن/هـ/سنة.

منهجية البحث

1- المسح الريفي السريع: Rapid Rural Appraisal (RRA)

يوفر هذا المنهج طريقة سريعة للتوصيف الأولي للأسر الريفية وتشخيص المعوقات التي يتم التعرض لها كونها طريقة تشخيصية منخفضة التكلفة تمكن الباحث من التعرف السريع على الخصائص الرئيسية للمنطقة المدروسة، وعلى خلق الصلات مع المجتمع المدني، كما أنه يسمح للباحثين بتحديد المشكلات وتصور التدخلات الممكنة دون الحاجة إلى إجراء استطلاعات ميدانية شاملة، فضلاً عن ذلك يتصف المسح الريفي السريع بالبساطة في جمع البيانات وتقييمها والقدرة على تغطية مساحة واسعة ومجموعات مستهدفة كبيرة، وقد استخدم في هذا البحث منهج التقييم الريفي السريع لاختيار مواقع التجربة والمساحات والمجتمعات التي تحقق المتطلبات اللازمة للتجربة (فاكي، 1999).

2- اختيار المواقع:

اعتمد في اختيار المواقع على العوامل الفنية والاجتماعية-الاقتصادية مع أخذ الظروف الطبوغرافية والمورفولوجية بالحسبان كعوامل مهمة في عملية اختيار المواقع التي يمكن فيها تطبيق تقنية "الفاليراني" الآلية لحصاد المياه، حيث تم اختيار موقعين هما: موقع قرية القريتين والذي يقع في بادية حمص، وموقع قرية الشيخ هلال الواقعة في بادية حماة.

الموقع الأول: (موقع القريتين)

تقع قرية القريتين في الشمال الشرقي من مدينة دمشق وعلى مسافة 120 كم (على خط العرض 34.08 وخط الطول 37.2 وعلى ارتفاع 850-950 متراً عن مستوى سطح البحر).

الموقع الثاني: (موقع الشيخ هلال)

تقع قرية الشيخ هلال شمال مدينة دمشق وعلى مسافة 250 كم منها (على خط العرض 35.15 وخط الطول 37.30 وعلى ارتفاع 450 متراً عن مستوى سطح البحر).

اعتمد في تحديد موقع ومجتمع التجربة على معايير استندت بشكل أساسي في البحث إلى بعض السمات العامة مثل الظروف المناخية، والمعدل السنوي للهطول المطري،

وواقع تدهور الموارد الطبيعية، ووجود نظام الإنتاج والموارد المتاحة، ومصادر الدخل، وحياسة الأراضي واستخدامها وحقوق الملكية، والمؤسسات الموجودة، وكذلك الأمر بالاعتماد على بعض السمات الخاصة بالنسبة إلى كل من الأراضي المستهدفة وكذلك المجتمع المقصود مع الأخذ بالحسبان مؤشرات الأداء المفيدة للحصول على المعلومات الأساسية.

المعايير المستخدمة لاختيار الأرض المستهدفة:

- اعتمد في اختيار الأرض على تقانات الاستشعار عن بعد وعلى منهج التقييم الريفي السريع، وذلك وفقاً للمعايير الآتية:
- المعدل السنوي للهطول المطري 100-200 ملم.
 - الظروف المناخية القاسية.
 - التدهور الكبير للأراضي الذي تميز بتراجع الغطاء النباتي وانخفاض المادة العضوية وتعرض التربة الكبير لعوامل الحت والتعرية.
 - الأراضي المشاع أو الأراضي التي تعود ملكيتها للدولة.
 - النظام المعتمد في مراعي الثروة الحيوانية.
 - نقص الأعلاف والاعتماد الكبير على تقديم المتمات العلفية.
 - سهولة الوصول إلى الأرض المستهدفة.
 - انخفاض مستوى استخدام التقانات الحديثة.

3- مدة التنفيذ: مدة البحث ثلاث سنوات (2004-2007) حيث تم تنفيذ التجربة في مواقع البحث في خريف عام 2004 وقد تم أخذ القراءات في ربيع عام 2007.

4- تصميم التجربة والمعاملات:

- VI-12m: فاليرياني متقطع بمسافة 12- متراً بين المعاملات.
- VC-12m: فاليرياني مستمر بمسافة 12- متراً بين المعاملات.
- VI-6m: فاليرياني متقطع بمسافة 6- أمتار بين المعاملات.
- VC-6m: فاليرياني مستمر بمسافة 6- أمتار بين المعاملات.
- Pakistani-12 m: باكستاني بمسافة 12- متراً بين المعاملات (خطوط مستمرة).
- Pakistani-6 m: باكستاني بمسافة 6- أمتار بين المعاملات (خطوط مستمرة).
- Man-12m: يدوي بمسافة 12- متراً بين المعاملات (متقطع).
- Man-6m: يدوي بمسافة 6- أمتار بين المعاملات (متقطع).

وقد زُرِع عدد الشجيرات وأنواعها في كل معاملة (الرغل الملحي، الرغل السوري، الروثا)

الشاهد: هي الأراضي الطبيعية وعلى حالتها الراهنة (في موقع الشيخ هلال)
5- تقييم الأثر الاقتصادي لتقنية الفاليراني:

تم الاعتماد في مقارنة تقنيات حصاد المياه الآلي في هذا البحث على معيارين أساسيين: معدل المادة الجافة في النباتات الرعوية الناجمة عن كمية مياه الأمطار المحجوزة ضمن التشكيلات الترابية للتقنيات المستخدمة في التجربة، وكذلك على ربحية الاستثمار أو معايير الجدوى المالية، ولذلك كان لابد من تبيان التكاليف وكمية المادة الجافة وفقاً للمعاملات والمواقع والتي يوضحها الجدول (1).

الجدول (1) كمية المادة الجافة المنتجة والتكاليف الإجمالية وفقاً للمعاملات والمواقع

موقع الشيخ هلال		موقع القريتين		الشجيرات الرعوية المزروعة	المعاملة
مادة جافة ل/س/هـ	تكاليف كغ/هـ	مادة جافة ل/س/هـ	تكاليف كغ/هـ		
900	289.3	990	122.2	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	VI-12m
900	266.7	990	38.1	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	VC-12m
1400	293.8	1540	89.2	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	VI-6m
1400	342.6	1540	130.4	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	VC-6m
----	----	990	48.5	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	Pakistani-12 m
----	----	1540	43.8	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	Pakistani-6 m
3500	39.7	---	----	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	Man-12m
6000	67.1	---	----	الرغل+ الرغل الملحي+ الروثة	Man-6m
---	29.0	---	----	الغطاء النباتي الطبيعي دون أي زراعة	Control (الشاهد)

مصدر بيانات المادة الجافة: مخبر الأعلاف في إيكاردا، نتائج تحاليل المادة الجافة في عام 2007.
مصدر إجمالي التكلفة: هيئة البحوث العلمية الزراعية في السنة الرابعة والتي تساوي تكاليف الإنشاء (2004) + تكاليف الصيانة في السنوات الثانية والثالثة (2005-2006).

وبغية الوصول إلى معرفة مدى ربحية الاستثمار باستخدام تقنية الفاليراني سنلجأ إلى تقدير ما يأتي:

آ- صافي القيمة الحالية: Net Present Value (NPV)

إن صافي القيمة الحالية (NPV) هي قيمة نقدية تقيس الفرق بين القيمة الحالية لتيار التكاليف والقيمة الحالية لتيار المنافع وبمعنى آخر هي قيمة نقدية تقيس الاختلافات بين صافي القيمة الحالية للإيرادات (NPB) وصافي القيمة الحالية للتكاليف (NPC) كما في المعادلة (1)

$$NPV=NPB-NPC \quad (1)$$

أي:

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{Bt}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t=n} \frac{Ct}{(1+r)^t} \quad (2)$$

عندما يكون صافي القيمة الحالية موجباً يمكننا الاستمرار بالمشروع وعندما يكون مساوياً للصفر فهذا يعني أن نسبة المنافع/ التكاليف (BCR) تساوي الواحد وأن معدل العائد الداخلي (IRR) مساو لسعر الفائدة، ولتقدير ربحية الاستثمار بين عدة معاملات نقوم باختيار القيم الأعلى لكل من صافي القيمة الحالية ونسبة المنافع/ التكاليف، وكذلك القيم الأعلى من معدل العائد الداخلي (Boardman, A., et al., 2001).

ونظراً لأن مدة خطط إدارة المياه الاستثمارية طويلة الأجل، حيث لا تجنى أرباحها إلا بعد مدة زمنية طويلة، هذا يتطلب حساب كل من قيم الأرباح والتكاليف المتوقعة بطريقة تجعلنا نعبر عن هذه القيم الحالية بقيمتها المستقبلية ويتم ذلك عند ضرب القيم الحالية بمعامل الخصم لكل سنة مستقبلية من سنوات المشروع، علماً أن عمر بقاء منشآت حصاد المياه هي قيمة قياسية من الصعب تحديدها. وقد افترض العديد من العاملين في هذا المجال أن العمر الافتراضي لمنشآت حصاد مياه الأمطار في المساقط الصغيرة يمكن أن تتراوح بين 15-25 عاماً (Joshi & Seckler 1981) و (Verma, 1987) في حالة استخدام تقنية حصاد المياه بالمساقط الصغيرة، وهي البنية المستخدمة في تجربتنا هذه فإن العمر الافتراضي هو خمسة عشر عاماً. وتكون كمية الإنتاج من المادة الجافة (DM) للشجيرات الرعوية وسيلة لتقدير ربحية هذا الاستثمار.

ب- حساب صافي القيمة الحالية للإيرادات: Net Present Benefit (NPB)

يعتمد حساب صافي القيمة الحالية للإيرادات (NPB) لمختلف المعاملات والتقنيات المطبقة وفقاً للافتراضات الآتية:

- عمر منشآت حصاد مياه الأمطار أو عمر المشروع هو 15 عاماً (t = 15 عاماً).
- اعتبار السنوات الثلاث الأولى من المشروع بمنزلة مدة تأسيسية لحياة المشروع (2004 - 2005 - 2006) حيث تكون صافي القيمة الحالية للإيرادات (NPB) مساوية للصفر، ومن ثم صافي القيمة الحالية (NPV) سالبا.
- تؤخذ قراءات المادة الجافة التراكمية المنتجة ضمن هذه التجربة (IDM) (كغ/هكتار) للمرة الأولى في السنة الرابعة من المشروع، ومن ثم يقدر إنتاج السنوات التالية حتى السنة العاشرة من عمر المشروع (أي 7 سنوات من النمو الخضري للشجيرات الرعوية) على فرض أن الشجيرات الرعوية تسهم بإنتاج تراكمي سنوي بمعدل 14% في السنوات السبع الأولى من النمو، ومن ثم تتحول هذه الطرود الخضرية إلى مادة حطبية غير قابلة للرعي (Nesheiwat, K., 1996).

- تساوي المادة الجافة التراكمية في كل معاملة قيمة الصفر في السنوات الخمس الأخيرة.
- نسب الرعي خلال سنوات النمو وبعد سنوات الإنشاء (Grazable) 80% - 60% - 55% في السنة الأولى والثانية والثالثة على التوالي، ومن ثم 50% في السنوات الأربع التالية.
- نسبة الشجيرات التي يمكن السماح برعيها (allowable) تساوي 60% في كل عام بعد سنوات الإنشاء وخلال سنوات النمو السبع.
- معادل الشعير (كغ/هكتار): نظراً لأن الشعير يعد المصدر العلفي القياسي في سورية فقد اعتمد تقدير المادة الجافة بتحويل المادة الجافة للشجيرات الرعوية (التي تمت زراعتها في هذه التجربة) إلى شعير بما فيه الحبوب والقش، وقد بني هذا الحساب على فرض أن طناً واحداً من الغطاء العشبي المحلي يعادل 0.6 طناً من محصول الشعير (أبو زنت، اتصالات شخصية، عكروش، 2007).
- تعادل قيمة الكيلو غرام الواحد من الشعير 10 ليرات سورية (سعر المساواة لكليلو غرام من الشعير خلال موسم 2005).
- تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال حسب مؤشرات البنك الدولي تساوي 10% أي $r = 10\%$.
- يتم ضرب الأرباح السنوية بمعدلات الخصم السنوي خلال مدة حياة المشروع.
- تحدد القيمة الحالية للإيرادات (NPB) بالقيمة التراكمية خلال مدة سنوات المشروع من خلال المعادلة الآتية:

$$NPB = \sum_{t=1}^{t=5} \frac{IDM * grazable * (80\% - 50\%) * allowable * (60\%) * (60\%) * (value\ of\ 1\ Kg\ of\ barely)}{(1+r)^t}$$

ج- حساب صافي القيمة الحالية للتكاليف: Net Present Cost (NPC)

- يعتمد حساب صافي القيمة الحالية للتكاليف (NPC) لمختلف المعاملات والتقنيات المطبقة وفقاً للافتراضات الآتية:
- المدة المتوقعة لحياة المشروع 15 عاماً ($t = 15$ عاماً).
- إجمالي تكلفة (ل.س/هكتار) بناء هيكلية حصاد المياه بما فيها تكلفة الشجيرات خلال السنة التأسيسية الأولى لبنى حصاد المياه.

- تقدر تكلفة الصيانة السنوية (ل.س/هكتار) بما يعادل 5% من إجمالي تكلفة إنشاء حصاد المياه (Goel A.K., Kumar R., 2005) حيث تحسب بدءاً من السنة الثانية من المشروع حتى السنة العاشرة.
- تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال تساوي 10% أي $(10 = r)$.
- يتم ضرب التكاليف السنوية بمعدل الخصم السنوي خلال مدة حياة المشروع.
- ومن أجل تحقيق استثمار اقتصادي (مربح) يجب أن يكون ناتج صافي القيمة الحالية موجباً وأن يكون (في الوقت نفسه) معدل العائد الداخلي (IRR%) أكبر من تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال أي أكبر من الفائدة السنوية.
- د- حساب نسبة المنافع/التكاليف:

$$BCR = \frac{NPB}{NPC} \geq 1$$

وذلك بتقسيم صافي القيمة الحالية للمنافع التراكمية على صافي القيمة الحالية للتكاليف التراكمية، ويمكن أن تقبل عندما تكون مساوية للواحد؛ ولكن يفضل أن تكون قيمتها أكبر من الواحد لتكون مجزية من الناحية الاقتصادية.

ه- حساب معدل العائد الداخلي (IRR):

يعرف معدل العائد الداخلي (IRR) بأنه معدل الخصم (معدل الفائدة) الذي تكون نتيجة القيمة الحالية له تساوي الصفر، وهو يفسر عادة بالأرباح المتوقعة التي يولدها القرار الاستثماري. يساعد معدل العائد الداخلي على اتخاذ القرار حول مدى جدوى القرار الاستثماري على المدى الطويل، وكلما ارتفع معدل العائد الداخلي عن معدل الفائدة للاستثمارات الحالية كان المشروع مجزياً من الناحية الاقتصادية.

ولحساب معدل العائد الداخلي استخدمت المعادلة الآتية:

$$0 = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_j}{(1+i)^j}$$

إذ: CF_j : هي التدفق النقدي الصافي (المنافع - التكاليف) في السنة j

J : عدد السنوات

CF_0 : التكلفة الفورية إن وجدت

و- حساب مدة استرداد رأس المال:

تعرف مدة استرداد رأس المال بالمدة الزمنية اللازمة لاسترداد المدفوعات الأولية في مدة تأسيس المشروع. تتحدد مدة استرداد رأس المال عند السنة التي يصبح فيها صافي

القيمة الحالية (التراكمي) أكبر من صافي القيمة الحالية للتكاليف (التراكمي) أو يساويها، وكلما قلت مدة استرداد رأس المال كان المشروع أكثر ربحاً من الناحية المالية.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (2) نتائج حساب معدلات العائد الداخلي (IRR) في نهاية عمر المشروع (15 سنة) والتي تتراوح بين 39% في المعاملة Vc-6m و46% في المعاملة Vi-12m في موقع الشيخ هلال وهي معدلات مرتفعة وتفوق المعدلات الاستثمارية لذلك فإن الاستثمار في تقنية الفاليراني لحصاد مياه الأمطار مجز ومرغوب فيه من الناحية الاقتصادية، أما في موقع القرينتين فكانت معدلات العائد الداخلي (IRR) في نهاية عمر المشروع لا بأس بها أيضاً في المعاملتين Vi-12m و Vc-6m حيث كانت 26% للمعاملة و12% على التوالي، وبمعنى آخر نجد أن معدلات العائد الداخلي (IRR) قد تجاوزت تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال (10%) في كلا الموقعين (الشيخ هلال والقرينتين) وللمعاملات كلها باستثناء المعاملة VC-12m والتي تساوي 6% في موقع القرينتين حيث يعود انخفاض معدل العائد الداخلي في هذه المعاملة إلى تدني نسبة نجاح زراعة غراس شجيرات الروثا *Salsola Vermiculata* والذي يساوي 38% فقط قياساً بالمعاملة الأولى Vi-12m في الموقع نفسه والتي وصلت إلى 65%.

الجدول (2) صافي القيمة الحالية ونسبة المنافع إلى التكاليف ومعدل العائد الداخلي ومدة استرداد رأس المال في نهاية عمر المشروع (15 سنة) تبعاً للمعاملات والمواقع.

المعاملة	صافي القيمة الحالية (ل.س/هـ) NPV		المنافع/التكاليف (BCR)		معدل العائد الداخلي (IRR%)		فترة استرداد رأس المال (سنة الاسترداد)
	القرينتين	الشيخ هلال	القرينتين	الشيخ هلال	القرينتين	الشيخ هلال	
Vi - 12m	4723	12763	5.1	12.0	26	46	9
Vc-12m	674.8	11674	1.6	11.1	6	44	لم يتم الاسترداد
Vi -6m	2489.0	12336	2.4	7.8	12	35	13
Vc -6m	4470.3	14686	3.5	9.1	19	39	10
P- 12m	1172.9	----	2.0	----	10	----	10
P- 6m	303.7	----	1.2	----	2	----	لم يتم الاسترداد
Man-12m	----	-2598.3	----	0.4	----	0	لم يتم الاسترداد
Man-6m	----	-4500	----	0.4	----	0	لم يتم الاسترداد

المصدر: تم جمع البيانات وحساب النتائج من قبل الباحث الأول (طالب الدراسات العليا).

وعند مقارنة معدلات العوائد الداخلية لتقنيات حصاد المياه الأخرى مع معدلات العوائد الداخلية لتقنية الفاليراني نجد أن الأخيرة تتمتع بمعدلات عوائد داخلية عالية مقارنة بتقنية الياكستاني أو اليدوي ناهيك عن ارتفاع صافي القيمة الحالية في تقنية الفاليراني وللمواقع كلها. أما فيما يخص نسبة المنافع إلى التكاليف (BCR) فهي أكثر من الواحد في كل

معاملات الفاليرياني، حيث وصلت في المعاملة VI-12m إلى 12 بموقع الشيخ هلال و 5.1 بموقع القرينين. أما في المعاملات P-12m و P-6m فإن (BCR) أكثر من الواحد ولكنها ليست مربحة بالقدر نفسه الذي تحققه معاملات الفاليرياني المختلفة، إلا أنها أقل من الواحد في معاملات حصاد المياه اليدوي Man-6m و M-12m، أي وبعبارة أخرى إن تيار التكاليف أعلى بكثير من تيار المنافع ويرجع هذا إلى ارتفاع تكلفة اليد العاملة في تقنية حصاد المياه اليدوية مقارنة بتقنية الفاليرياني التي تعد أكثر كفاءة من حيث انخفاض التكلفة وسرعة التنفيذ.

أما فيما يتعلق بمدة استرداد رأس المال فهي أقلها في موقع الشيخ هلال في جميع معاملات حصاد المياه بآلة الفاليرياني إذ يمكن استرداد رأس المال في السنة السادسة من عمر المشروع، أما في المعاملة VI-12m فيمكن استرداد رأس المال في السنة التاسعة من عمر المشروع في حين أنه لا يحدث استرداد لرأس المال حتى عند نهاية عمر المشروع في معاملي الحصاد اليدوي Man-6m و M-12m وكذلك الأمر في حصاد المياه بطريقة الباكستاني P-6m.

التوصيات

أ- ننصح باستخدام تقنية حصاد المياه بآلة الفاليرياني في البادية السورية إذ أثبتت تفوقها على التقنيات الأخرى كون أن نسب المنافع/التكاليف (BCR) أكثر من الواحد في جميع المعاملات مما يؤكد أن تيار المنافع أو الإيرادات أعلى من تيار التكاليف، ويعود ذلك إلى كفاءة الآلة العالية من حيث سرعة التنفيذ وقلة العمالة المطلوبة، فضلاً عن التكلفة المنخفضة للصيانة السنوية للحوجز الترابية المشكلة بآلة الفاليرياني تزيد من ميزتها النسبية إذ إن التكاليف ضئيلة جداً مقارنة بالمنافع المرتقبة، كما أن مدة استرداد رأس المال في مختلف معاملات الحصاد بآلة الفاليرياني أقل بمقارنتها بالتقنيات الأخرى. ناهيك عن معدلات العوائد الداخلية (IRR) التي قد تجاوزت تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال في معظم معاملات حصاد المياه الآلي (الفاليرياني) في كل من موقعي البحث ولاسيما موقع الشيخ هلال.

ب- وعلى فرض أن معدلات العوائد الداخلية منخفضة نوعاً ما أو أن نسبة المنافع/التكاليف (BCR) مساوية إلى الواحد لا أكثر كحد أدنى (وهذا لم يحدث)، ننصح أيضاً باتباع تقنية حصاد مياه الأمطار الآلي لما يعود بالنفع على الجانب البيئي الذي قد لا تتجلى منافعه فقط بتوافر المادة الجافة أو المصدر الرعوي وإنما في إعادة إحياء النظام البيئي بشكل متوازن والحفاظ على التنوع الحيوي الذي تفوق قيمته الاقتصادية حدود التصور.

إن ترافق زراعة الشجيرات الرعوية مع تشكيل الحواجز الترايبية بألة الفاليراني يزيد من الاستفادة من تقنية حصاد مياه الأمطار ويساعد على تحسين وجه الغطاء النباتي وتماسك التربة والتخفيف من تأثير عوامل الانجراف ولكن يجب أن يؤخذ بالحسبان حسن اختيار مواعيد زراعتها والتأكد من حالتها الصحية لضمان نسب نجاح عالية.

ج- ينصح باستخدام المعاملات بمسافات بين الخطوط 12 متراً وذلك لقلّة تكلفتها.

د- ومن أجل ضمان نجاح هكذا تقنيات لابد من أن يرافقها نوع من العمل الجماعي الذي يهدف إلى حماية النباتات الرعوية المزروعة والحواجز الترايبية المشكّلة كون أراضي البادية السورية مشاعاً للجميع، فضلاً عن تكامل وتضافر الجهود على المستوى الحكومي والمؤسّساتي والتشريعي والشعبي لنجاح مثل هذه الاستثمارات في أراضي البادية لأنها من أهم الحلول التي يمكن أن تعود بالنفع على كل من الجوانب البيئية (زيادة الغطاء النباتي وزيادة تثبيت التربة والحفاظ على التنوع الحيوي) والاقتصادية (توفير المصدر العلفي والاجتماعية) (التخفيف من ظاهرة الهجرة).

المراجع REFERENCES

- تقرير المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2002). دراسة تعزيز استخدامات تقانات حصاد المياه في الدول العربية، الخرطوم، السودان.
- صومي جورج وعاطف عبد العال. (2002). إدارة الموارد المائية باستخدام تقنيات حصاد ونشر مياه الجريان السطحي في مركز محسة لبحوث وتنمية الموارد الطبيعية الزراعية في البادية السورية، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
- عكروش، سامية نديم. (2007). تقييم التبنّي والأثر الاقتصادي لتقنيات حصاد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة في الأردن، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة حلب.
- فاكي حميد. (1999). تقويم تأثير السياسات الزراعية على مستوى المزرعة، محاضرات تدريبية، مركز السياسات الزراعية، دمشق، سورية.
- Boardman, A. E., D. H. Greenberg, A. R. Vining and D. L. Weimer. (2001). Cost Benefit Analysis, Concept and Practice, 2nd Ed., Prentice Hall, NJ, USA, 526 p.
- Goel A.K., Kumar R. (2005). *Economic analysis of water harvesting in a mountainous watershed in India*, Agricultural Water Management, Volume 71(3) 257-266.
- Joshi, D., and Seckler, D. (1981). Economics and management of rainwater harvesting projects, *Ind. J. Soil Cons.* 9, p. 164.
- Mehemed A. Razzaghi, Muftah Rabti, Hussain Talib and Suliman Abulkhair. (2001). Rain Water Harvesting is a way for Diminishing Drought Impact
- Nesheiwat, K.: Economic of Pastoral Fodder Shrubs in Jordan (socio-economics), edited by Gusttave Gintzburger, Mustapha Bounejmate, Ali Nefzaoui- Fodder Shrubs Development in Arid and Semi-arid Zones Vol. 2, 1996.
- Oweis T., Hachum A., Kijne J. (1999). Water Harvesting and Supplementary Irrigation for Improved Water use Efficiency in Dry Areas, *International Water Management Institute*. SWIM paper7. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Schietecatte W., Ouessar M., Gabriels D., Tanghe, S. Heirman, S. Abdelli F. (2005). “Impact of water harvesting techniques on soil and water conservation: a case study on a micro-catchment in southeastern Tunisia” *Journal of Arid Environments* 61 (2005) 297-313
- Verma, H. N. (1987). Studies of an efficient use of rainwater for rainfed crops, Ph.D Thesis, Division of Agricultural Engineering. IARI, New Delhi.

Received	2008/04/02	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2008/10/13	قبول البحث للنشر