اتحاد المهندسين الزراعيين العرب
الأمـــانـــة العـــامـــة
دمشق - ص.ب : ٣٨٠٠
هاتف : ٣٣٣٥٨٥٢
فاكس : ٣٣٣٩٢٢٧

المؤتمر الفني الدوري العشرين للاتحاد

التكامل العربي في مجال
التنمية الريفية المستدامة
لتحقيق الأمن الغذائي العربي

تحليل الجدوى الاقتصادية لاستخدامات الطاقة البديلة في الزراعات المروية

اعداد
فـــراس حـــيدر

داليـــا يـــوســـف

وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي – المركز الوطني للسياسات الزراعية
الجمهورية العربية السورية

دمشق : 24 - 26 /5/ 2015

الجمهورية العربية السورية
وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي

NAPC
المركز الوطني للسياسات الزراعية

تحليل الجدوى الاقتصادية لاستخدامات الطاقة البديلة في الزراعات المروية

فراس حيدر

داليا يوسف

قسم التنمية الريفية

المركز الوطني للسياسات الزراعية

دمشق، 2014

جدول المحتويات

1- مقدمة 3
2- همية الزراعة في الاقتصاد الوطني 4
3- مصادر الطاقة التقليدية في سورية 5
4- سياسات الطاقة البديلة في سورية 6
5- واقع استخدامات الطاقة البديلة في سورية 10
5-1- الطاقة الشمسية 10
5-2 طاقة الرياح في سورية 11
5-3 طاقة الكتلة الحيوية 13
6- تحليل البيانات والمناقشة 14
6-1- تكاليف الري باستخدام الديزل والكهرباء للضخ من الآبار 14
8-2- مقارنة تكاليف الضخ باستخدام الديزل مع الضخ باستخدام الطاقة الكهروشمسية 15
9 النتائج والتوصيات 18
9-1 النتائج 18
9-2 التوصيات 19
المراجع 21

1- مقدمة

يهدف التوجه العام للخطط الخمسية في سورية إلى تطوير المناطق الريفية اجتماعياً واقتصادياً وتأمين البنى التحتية وتحسين الدخل ورفع مستويات المعيشة من خلال تحقيق التنمية المستدامة، وذلك بهدف الحد من الفقر وتخفيف الهجرة إلى المدينة. وتضمنت الاستراتيجيات المنبثقة عن هذه الخطط على ضرورة تأمين الطاقة الكهربائية إلى القرى البعيدة والنائية باستخدام مصادر الطاقة البديلة (في حال توفرها) وفق أنظمة مستقلة عن الشبكة، وذلك لتخفيف النفقات الباهظة لمد الشبكات إلى تلك المناطق البعيدة. إن الأهتمام بالطاقة البديلة والمتجددة ينبع من ضرورة ايجاد مصادر طاقة تحل محل الطاقة التقليدية الحالية وهي مصادر ناضبة ومن حقيقة أن زيادة الطلب على الطاقة يقابله تناقص في حجم الإحتياطي من الطاقة النقليدية، ومن هنا يأتي دور المصادر الدائمة.

إنعكست زيادة أسعار الطاقة التقليدية سلباً على تكاليف الإنتاج وخصوصاً السلع الإستهلاكية الأساسية والغذائية منها، ولم يكن القطاع الزراعي بمعزل عن الآثار السلبية لارتفاع أسعار تجلت في ارتفاع تكاليف الإنتاج وزيادة في أسعار السلع الزراعية خصوصاً المروية التي تعتمد على ضخ مياه الري مما لذلك من أثر سلبي على الأمن الغذائي.

تتميز سورية بمناخ متوسطي الجاف وشبه الجاف وتميزها بتنوع مناخها نظراً لموقعها الجغرافي المتدرج على مناطق ساحلية والبادية والمناطق السهلية والغابات. هذا الموقع وفر لها كميات كبيرة ومصدر غير محدود من الطاقة الشمسية، وبكميات هامة من طاقة الرياح، ومن الكتلة الحيوية والتي يمكن أن يكون لها قيمة كبيرة في الكثير من تطبيقات الطاقة البديلة، إلا أن استخدامات هذه الطاقة لا تزال متواضعة لعدة أسباب منها:

- توفر مصادر الطاقة التقليدية منخفضة التكاليف نتيجة الدعم الحكومي لأسعارها كالمشتقات النفطية والكهرباء ؛
- التكاليف العالية لتركيب وتشغيل أنظمة الطاقة البديلة؛
- عدم توفر المساحات الكافية وخاصة في المدن لتركيب أنظمة استخدام الطاقة البديلة على مستوى كل منزل نتيجة أسلوب تصميم الأبنية الطابقية؛
- وعدم وجود الوعي العام والكافي لدى المواطنين للفوائد الاقتصادية والبيئية على المدى الطويل لاستخدام الطاقة البديلة والمتجددة (Al-Mohamad, A., 2001).

يهدف هذا البحث إلى توضيح أهمية استخدام المصادر المستدامة للطاقة ، كالطاقة الشمسية والرياح والكتلة الحيوية في القطاع الزراعي والريفي ودورها في تخفيض تكاليف الإنتاج وتحسين الميزة النسبية والتنافسية للمحاصيل المروية. فقد ازداد الاهتمام عالمياً ومحلياً باستخدام الطاقة البديلة والمتجددة (الطاقة الشمسية، الرياح، المد والجزر، المياه الجوفية، الكتل الحيوية كالمخلفات العضوية، ... وغيرها)، وذلك نتيجة ارتفاع الطلب على مصادر الطاقة التقليدية المهددة بالنضوب وارتفاع أسعارها، بالإضافة إلى المضار البيئية الناتجة عنها من تلوث وتغيرات مناخية.

ستعتمد هذه الورقة على تعريف الطاقات المتجددة والبديلة بأنها *"طاقات المصادر الطبيعية غير القابلة للنضوب بما في ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الحيوية"* (قانون الكهرباء رقم 32، 2010).

2- أهمية الزراعة في الاقتصاد الوطني

تلعب الزراعة في سورية دوراً رئيسياً في التنمية الزراعية والريفية وتنعكس تأثيراتها بشكل واضح على التنمية الاقتصادية الشاملة، فهي أحد أهم المصادر لتوليد الدخل القومي حيث تساهم الزراعة بحوالي 20% من الناتج المحلي الإجمالي سنة 2011 (الذي بلغ ما يزيد عن 1427 مليار ليرة سورية)، ولتحقيق الأمن الغذائي، ولتوفير المواد الأولية للصناعات التحويلية والغذائية، كما تساهم الزراعة في استقرار سكان الريف، وفي توفير فرص عمل للعدد المتزايد من السكان ولجزء هام في قطاع النقل إضافة إلى العمالة في القطاع الزراعي نفسة، حيث ساهمت الزراعة بتشغيل أكثر من 15% من القوة العاملة في القطر والبالغة حوالي 5 مليون نسمة بنفس العام (المكتب المركزي للإحصاء، 2011)، كما ساهمت الصادرات الزراعية بنسبة 28% من إجمالي الصادرات الكلية سنة 2009 وتراجعت هذه المساهمة إلى 24% في 2010 بسبب عدم تصدير القمح وبعض السلع الغذائية الأخرى. وبالمقابل بلغت حصة الواردات الزراعية 22% من إجمالي الواردات لمتوسط الفترة 2008-2010 (NAPC, 2011).

في عام 2012 ، بلغت المساحة المزروعة بالمحاصيل الشتوية والصيفية والفواكه حوالي 4493 ألف هكتار منها 68% (3066 ألف هكتار) تزرع بعلاً، و 32% (1427 ألف هكتار) عبارة عن زراعات مروية، وقد بلغت الزيادة في مساحة الأراضي المروية المزروعة بالمحاصيل والخضار الشتوية خلال الفترة بين عامي (2002-2012) 128 ألف هكتار وبمعدل نمو سنوي مقداره 1%، وتقلصت المساحة المروية المزروعة بالمحاصيل والخضار الصيفية بمقدار 50 ألف هكتار، أما مساحة الأشجار المثمرة المروية فقد ازدادت بمقدار 55 ألف هكتار و بمعدل نمو سنوي مقداره 4%. وبالمحصلة نجد أنه قد ازدادت المساحة المروية الكلية بمعدل نمو سنوي مقداره 1% (NAPC Database).

بلغت المساحة المروية بالراحة (ري سطحي بدون استخدام المحركات) 27% من المساحات المروية في سورية (أي 387 ألف هكتار) و 18% كانت تروى بالضخ من المشاريع الحكومية، أما النسبة الباقية (55%) فتروى ضخاً من الآبار وذلك خلال العام 2012. وبلغ عدد الآبار بنفس السنة 228988 بئراً منها 147443 بئراً سطحياً والباقي آبار ارتوازية. كما بلغ عدد المضخات المستخدمة في رفع المياه 219144 مضخة منها 217373 مضخة استطاعتها أقل من 10 أنش والباقي (1741 مضخة) استطاعتها أكثر من 10 أنش (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2012). وبالتالي فإن 73% (1041 ألف هكتار) من الأراضي المروية في سنة 2012 كانت تحتاج إلى الطاقة لضخ المياه وقد كانت هذه النسبة 89% سنة 1994 (NAPC Database). ويستخدم المازوت والكهرباء بالإضافة إلى المراوح الهوائية كمصادر للطاقة في المضخات، ففي عام 1994 كانت 81.1% من المساحات المروية تعتمد على المضخات التي تعمل بالديزل، 7.6% تستخدم مضخات كهربائية، 0.2% تعتمد على المراوح الهوائية لضخ المياه من الآبار، أما النسبة الباقية (11.1%) كانت تروى بدون محركات.

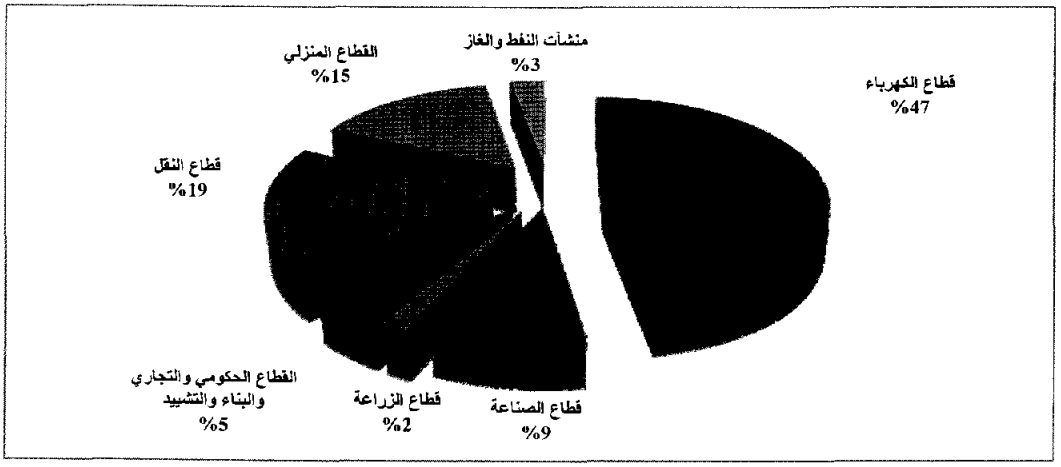
في العام 2014 بلغت استخدامات الطاقة في آبار الري533 مليون ليتر من الديزل كمصدر للطاقة لتشغيل ما نسبته 66% من الآبار (185882 بئراً باستثناء محافظات دير الزور والرقة وحلب لعدم توفر البيانات)، أما النسبة الباقية كانت تعتمد على الكهرباء مستهلكةً 93 مليون كيلوواط ساعي سنوياً (الهيئة العامة للموارد المائية، 2014). وبالتالي فإن تشجيع استخدام الطاقات المتجددة والبديلة في ري 73% من الأراضي المروية في القطر سوف يلعب دوراً هاماً في تخفيض نفقات الإنتاج الزراعي.

3- مصادر الطاقة التقليدية في سورية

يزداد الطلب الكلي على الطاقة الأولية في سورية بشكل كبير، فقد ازداد من 15.59 مليون مكافئ لطن من النفط (Million TOE) سنة 2000 إلى 23.25 في 2010، ومن المتوقع أن يصل إلى 45.21 مليون مكافئ لطن من النفط في عام 2020 (MOE, 2005 & 2010; Antipolis, S., 2007).

أما استهلاك هذه الطاقة الأولية حسب القطاعات (مخطط 2) فهي متغيرة بالنسبة لكل قطاع حيث ارتفع استهلاك قطاع توليد الكهرباء من 35% من إجمالي الطاقة المستهلكة عام 2005 إلى 47% في عام 2010. وبالمقابل انخفضت نسبة استهلاك كل من قطاعات الزراعة (من 5% إلى 2%) وخدمات النفط والغاز (من 8% إلى 3%)، وبقيت نسبة استهلاك القطاع المنزلي حوالي 15% وقطاع النقل بحدود 19%، حيث يساهم هذا القطاع بنقل المنتجات الزراعية وبالأعمال الزراعية الخدمية من فلاحة وحصاد وغيرها (MOE, 2005; NERC, 2010).

المخطط 1: توزيع استهلاك الطاقة في سورية بمختلف أشكالها حسب القطاعات المختلفة سنة 2010



المصدر: وزارة الكهرباء، 2010

ويلاحظ وجود انخفاض بانتاج النفط الخام بشكل عام بمعدل نمو سنوي – 4.3%، حيث كان الإنتاج 31688 ألف م^3 سنة 2000 وتزايد حتى بلغ ذروته سنة 2003 (34912 ألف م^3) ومن ثم تناقص حتى بلغ 21241 ألف م^3 في 2009 (المكتب المركزي للإحصاء، 2005، 2006، 2010). كما يلاحظ وجود انخفاض في إنتاج المشتقات النفطية الأخرى.

بنفس الوقت الذي يتناقص فيه الإنتاج السوري من النفط الخام ومن المشتقات النفطية، هناك ارتفاع في معدلات الطلب على الطاقة كما ورد سابقاً. وهذا الطلب المتزايد يتم تلبيته عن طريق الاستيراد فقد ارتفعت قيمة الواردات النفطية من 9899 إلى 91532 مليون ليرة سورية في الفترة 2000-2009 بمعدل نمو سنوي 28%. الأمر الذي يفرض أعباء على الحكومة السورية لتأمين الواردات النفطية المتزايدة، حيث ارتفعت نسبتها من 5.3% من إجمالي الواردات سنة 2000 إلى 12.8% سنة 2009. وبالمقابل انخفضت حصة الصادرات النفطية من إجمالي الصادرات من 75.3% إلى 34.7% في الفترة 2000-2009 (المكتب المركزي للإحصاء، 2001-2010).

نتيجة لما سبق من انخفاض في إنتاج النفط ومشتقاته، وزيادة الواردات المترافق مع الارتفاع الكبير في معدلات الطلب على الطاقة في سورية، تبرز أهمية الاستفادة من مصادر الطاقة البديلة والمتجددة المتوفرة في القطر. ولما كان القطاع الزراعي يستهلك حوالي 5% سنوياً من إجمالي الطاقة فإن تشجيع استخدام الطاقة المتجددة في الزراعة سيلعب دوراً هاماً في تخفيف الأعباء المفروضة على الحكومة لتأمين الطاقة التقليدية، كما سيساهم في تخفيف التلوث والمحافظة على البيئة وبالتالي الوصول إلى التنمية المستدامة.

4- سياسات الطاقة البديلة في سورية

الهدف الرئيسي للسياسات الطاقية في سورية هو تأمين الطاقة لكافة القطاعات بأسعار مناسبة للظروف الاقتصادية الوطنية. وبما أن المكونات الرئيسية لقطاع الطاقة هي النفط والغاز والكهرباء، فإن سياسات الطاقة تواجه عدة تحديات من أهمها تطوير قطاع الغاز من حيث الانتاج والنقل والحفاظ على مستوى الانتاج الحالي من النفط وتطوير استطاعة التوليد الكهربائية (NERC, 2010).

وحيث أن سورية تعتمد على المشتقات النفطية والغاز الطبيعي وبعض استخدامات الطاقة المتجددة لتلبية حاجتها من الطاقة، وبما أن هناك انخفاض في احتياطي النفط وإنتاجه محلياً مما استوجب استيراد باقي حاجة السوق بالعملة الصعبة، كان لابد من تشجيع مشاركة وزيادة مساهمة الطاقات المتجددة (المتوفرة بكثرة) في تغطية الطلب المحلي، والمساهمة بنفس الوقت في حماية البيئة من ظاهرة الاحتباس الحراري من خلال تخفيض انبعاث الغازات في الوسط المحيط. من هنا أتت استراتيجيات الطاقة البديلة في سورية التي تهدف إلى ضمان وزيادة مساهمة استخدامات الطاقة البديلة في تأمين الطلب الكلي على الطاقة، وذلك لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الهيدروكربونية وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة والصديقة للبيئة.

وقد تم بذل عدة جهود من قبل الحكومة والقطاع الصناعي في الماضي لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة، ولكن هذه الجهود كانت متفرقة وتفتقر إلى التخطيط مما سبب عدم ترك أثار ملحوظة على قطاع الطاقة بشكل عام، الأمر الذي دفع الحكومة السورية إلى التعاون مع المجتمع الدولي والقيام بعدة مشاريع ومنها مشروع الخطة الرئيسية للطاقة المتجددة والذي تم إنجازه في 2004، وتضمنت هذه الخطة مجموعة من النشاطات العملية والحوافز المرافقة من أجل تطوير استخدامات الطاقة البديلة لتغطي في 2011 حوالي 4.3% من الطلب الكلي على الطاقة، وللتقليل من استخدام الطاقة التقليدية لإنتاج الكهرباء (Antipolis, S. & Kraidy, A., 2007; MOE, 2005).

كما تم تحديد الاستراتيجيات المتعلقة بالطاقة المتجددة على مستوى القطر في الخطة الخمسية العاشرة (2006-2010). حيث كان أحد الغايات بعيدة المدى لهذه الخطة حتى عام 2015 ينص على: *"الاستفادة المثلى من الطاقات المتجددة باستغلال كامل المصادر المائية لتوليد الطاقة الكهربائية، وبالاستفادة القصوى من المناخ الطبيعي في سورية واستخدام الطاقات المتجددة والجديدة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والكتلة الحيوية)"*. كما هدفت الخطة الخمسية العاشرة إلى: *"استغلال كامل الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء للتخفيف من الطلب على الفيول والغاز في إنتاج الطاقة الكهربائية، ..."*. أيضاً تضمنت الخطة الخمسية على أحد المرامي الكمية الأساسية والذي ينص على: *"استكمال تنفيذ مخرجات وتوصيات المخطط العام للطاقات المتجددة بخصوص المزارع الريحية واستخدامات الطاقة الكهروشمسية"*. وبالتالي للوصول إلى الأهداف والمرامي الكمية المذكورة تم اعتماد عدد من الاستراتيجيات منها:

- *"توسيع استخدام الطاقة الشمسية سواءً في جانب الطلب والتزويد وبناء المزارع الكهروريحية لإنتاج الكهرباء"* ؛
- *"إدخال الطاقة الكهروشمسية وطاقة الرياح، بهدف تخفيف الطلب على الفيول والغاز"* ؛
- *"إنارة بعض القرى المحدثة والواقعة بمناطق الرياح باستخدام طاقة الرياح وتعميم استخدام مصادر الطاقات المتجددة لتوليد الطاقة الكهروضوئية، وزيادة الاعتمادية على مصادر الكتلة الحيوية في تلك المناطق"* ؛

وتشجع الحكومة السورية على زيادة معدلات استخدام الطاقة الشمسية في المجالات الحرارية والكهربائية نظراً لما تتمتع به سورية من مستوى عالي من الإشعاع الشمسي (5 كيلو واط ساعي/ م2 وهو مرتفع بالنسبة للمقاييس العالمية)، وذلك من خلال خطة طموحة قدمتها وزارة الكهرباء تهدف حتى عام 2030 إلى:

- زيادة نسبة مساهمة الموارد المتجددة لتغطي 10% من الطلب على الطاقة حتى عام 2030؛
- تركيب 2000 ميغاواط ساعي من مولدات الطاقة الكهروضوئية؛
- تركيب 1300 ميغاواط مركزات شمسية (CSP) لإنتاج الطاقة الكهربائية؛
- تركيب 4.5 مليون سخان شمسي منها 3.5 مليون للمنازل والباقي للقطاع الصناعي؛
- استخدام تطبيقات مولدات الطاقة الكهروضوئية لضخ مياه الآبار (كما في وادي الأحمر والتليلة وأبو الفوارس)، ولنشر الوعي حول أهمية استخدام الطاقة الشمسية في أغراض ضخ المياه للشرب في المناطق الشرقية يقوم المركز الوطني لبحوث الطاقة بالتحضير لإقامة عشرة آبار كمشاريع رائدة؛
- استخدام تطبيقات الطاقة الكهروضوئية لإنارة الشوارع حيث تم تركيب خمسون جهاز إنارة شوارع في حديقة الكليلة في اللاذقية، كما سيتم إنارة طريق دمشق الحدود الأردنية بطول 1.7 كم باستخدام 236 نظام إنارة شوارع بالطاقة الكهروضوئية وذلك بالتعاون مع JICA؛

- تم تركيب أجهزة بقوة انتاج 70 كيلوواط ساعي على سطح مبنى وزارة الكهرباء، ويتم العمل على تركيب 6 ميغاواط ساعي موصولة بالشبكة في منطقة دير علي بالإضافة إلى واحد ميغاواط في محطة تجريبية بالتعاون مع شركة ألمانية (Sheki, M., 2011).

أما في ما يخص القطاع الزراعي، ومن الاستراتيجيات المقترحة لتحقيق أهداف الخطة الخمسية العاشرة في تطوير الانتاج الزراعي وزيادة معدلات النمو الاقتصادي لتحقيق التنمية الريفية الشاملة التي تساهم في تحسين دخول المنتجين والحد من الفقر، وتحقيق خطوات متقدمة نحو تحقيق الأمن الغذائي وتوفير حاجة الاستهلاك الوطني من السلع الغذائية الحياتية، كان لزاماً، وبسبب محدودية الموارد الطبيعية، *"اعتماد التنمية الرأسية في الانتاج الزراعي واستخدام التقانات الحديثة وتخفيض تكاليف الانتاج واستخدام الطاقة البديلة والمتجددة لتأمين حاجة السكان من السلع الحياتية"* (الخطة الخمسية العاشرة، 2006-2011).

وفي إطار استراتيجية تحسين إدارة المراعي في البادية السورية وتنميتها وتوفير مصادر الدخل للقاطنين فيها لضمان استقرارهم واعتماد النهج التشاركي في حمايتها واستثمارها ، اقترحت الخطة الخمسية العاشرة *"استخدام الطاقة البديلة (الشمسية وغيرها) للاستعاضة عن الاحتطاب وذلك في إطار المحافظة على الغطاء النباتي والرعوي في البادية"*.

كما تضمنت الخطة الخمسية الحادية عشرة في سياساتها على: *"تأمين مستلزمات الطاقة البديلة ودعمها"*، وعلى: *"استخدام الطاقات البديلة والمتجددة ودعمها عن طريق القروض الميسرة وتقديم التسهيلات لاستخدامها."*

ومن أجل تحسين البيئة الاستثمارية في قطاع الطاقة البديلة فقد تم إصدار قانون الكهرباء رقم 32 لعام 2010، المتعلق بالسياسة العامة لقطاع الكهرباء في سورية، والهادف إلى تأمين حاجة المجتمع والاقتصاد الوطني، والهادف إلى السماح للقطاع العام والخاص والمشترك بالاستثمار في مجالي التوليد والتوزيع، وإلى دعم وتشجيع استخدام الطاقات المتجددة في مختلف المجالات وتوطين صناعتها، وبالتالي أصبحت البيئة الاستثمارية مهيئة لدعم مثل هذه الطاقات.

وتعزيزاً لتشجيع الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة ، فقد تم إصدار القرار (16202/م و) الصادر عن رئاسة مجلس الوزراء سنة 2011، ويحدد هذا القرار أسعار شراء الكهرباء المنتجة من مشاريع وأنظمة الطاقة المتجددة التي يمكن ربطها على شبكة التوزيع، وتختلف الأسعار حسب مصدر الطاقة البديلة والتكنولوجيا المستخدمة (الجدول 4)، وتقوم المؤسسة العامة لتوزيع واستثمار الطاقة الكهربائية أو الشركات المرتبطة بها بشراء الكهرباء الناتجة استناداً لأحكام المادة 28 من قانون الكهرباء رقم 32 لعام 2010. وعلى أن يتم اعتماد عدد ساعات العمل المكافئة للاستطاعة الاسمية السنوية بناءً على بيانات أقرب محطة قياس معتمدة من قبل وزارة الكهرباء إلى موقع المشروع ويقصد بالمكافئة أن يتم تحويل مجموع ساعات عمل المشروع بالسرعات المختلفة معدلةً لما يكافئ ساعات العمل بسرعة الرياح المقابلة لاستطاعة العنفات الريحية الاسمية في الموقع.

الجدول 1: أسعار شراء الكهرباء المنتجة من مشاريع الطاقة البديلة والمتجددة

أسعار شراء الكهرباء حسب المصدر	الاستطاعة المركبة	السعر(ليرة سورية/ك.واط سا)
سعر الكهرباء المنتجة من غاز مكبات القمامة وغاز الصرف الصحي	حتى / 500/ كيلوواط	6.5
	حتى /5/ ميغاواط	4.5
سعر الكهرباء المنتجة من الكتلة الحيوية (الغاز الحيوي)	حتى /150/ كيلوواط	9
	حتى /500/ كيلو واط	7
	حتى /5/ ميغاواط	6.5
سعر شراء الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية	حتى /30/ كيلوواط	17
	من /31/-/100/ كيلوواط	16
	من /101/-/1000/ كيلواط	15
	أكبر من /1000/ كيلواط	13
سعر الكهرباء المنتجة من طاقة الرياح	**عدد ساعات العمل السنوية على الحمل الاسمي**	**السعر(ليرة سورية/ك واط .سا)**
	حتى2500	8
	أكبر من 2500	100/(2500- ساعات العمل) x 0.28- 8

المصدر: رئاسة مجلس الوزراء، 2011

وفي عام 2013 تم اصدار القانون رقم 17 القاضي بإحداث صندوق دعم السخان الشمسي لدى وزارة الكهرباء، بحيث يساهم الصندوق بنسبة 50% من قيمة السخان الشمسي ولمرة واحدة لمشتركي العداد الكهربائي المنزلي ممن تنطبق عليهم الشروط المطلوبة. وحددت المادة الخامسة من القانون 17 أهداف الصندوق بحيث: *"يعمل الصندوق على تحقيق الأهداف الآتية:*

1- المشاركة في رفع مستوى الوعي لدى المواطنين فيما يتعلق بأهمية الطاقات المتجددة ونشر استخدامها ودورها في استدامة موارد الطاقة.

2- تشجيع استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه للأغراض المنزلية باعتبارها من أبسط وأنجع تطبيقات المصادر المتجددة.

3- المساهمة بتنفيذ استراتيجية الدولة لرفع مساهمة مصادر الطاقة المتجددة إلى النسب المستهدفة لغاية عام 2030.

4- المساهمة في نقل وتوطين تكنولوجيا الطاقات المتجددة ولاسيما تطبيقات الطاقة الشمسية.

5- خلق فرص عمل جديدة للمواطنين.

6- تخفيض انبعاثات الغازات الضارة للبيئة والحد من التبدلات المناخية والسعي للحصول على عائدات مالية من خلال آلية التنمية النظيفة.

7- الحد من استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية المستخدمين في تسخين المياه وتحقيق وفر في القطع الأجنبي اللازم لاستيراد الوقود من فيول ومازوت وتأسيسات محطات التوليد." (NERC Website).

5- واقع استخدامات الطاقة البديلة في سورية

5-1- الطاقة الشمسية

يتوفر في سورية مستوى عالي من الإشعاع الشمسي حيث يبلغ معدله الوسطي 5 كيلو واط ساعي/م^2/يوم، والذي يعادل 1825 كيلو واط ساعي بالمتر المربع على كامل الأراضي السورية. يتراوح عدد الساعات المشمسة (والتي يمكن استخدام الإشعاع الشمسي فعلياً فيها) من 2820 إلى 3270 ساعة بالسنة، حيث أن عدد الأيام الغائمة يتراوح من 38 إلى 45 يوم سنوياً (Al-Mohamad, A., 2001).

تعمل الحكومة السورية على تشجيع استخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه من خلال تقديم القروض الخاصة بتركيب السخان الشمسي وذلك من خلال إنشاء صندوق للسخان الشمسي وفق القانون 17 لعام 2013 (NERC website)، وقد أصبحت هذه التقنية الأكثر شيوعاً في القطر من بين جميع أنواع تطبيقات الطاقات المتجددة الأخرى، ويعود ذلك لوجود عدد كبير من المصنعين لهذه التقنيات وتوفر الخبرات الكافية في عمليات التركيب والصيانة وتوفرها بأسعار معقولة مقارنة مع المصادر الأخرى للطاقات المتجددة، إضافة إلى ظهور الوفر بشكل مباشر بالنسبة للمواطن وبالنسبة للحكومة التي تتحمل أعباء دعم مصادر الطاقة التقليدية كالنفط والكهرباء (NERC, 2010).

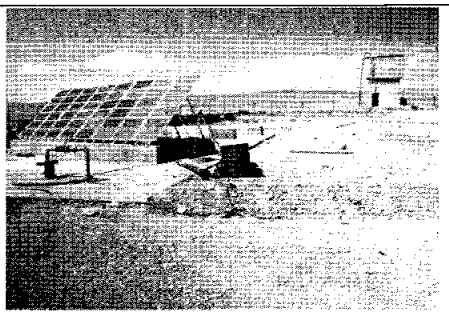
وقد نفذ المركز الوطني لبحوث الطاقة عدداً من المشاريع التجريبية والريادية بهدف نشر ثقافة التسخين الشمسي للمياه في عدة قطاعات منها المشافي (كمشفى المواساة في دمشق ومشفى ابن الوليد في حمص) ومحطات التوليد والتحويل التابعة لوزارة الكهرباء. كما أن هناك مشاريع قيد التنفيذ منها العمل ضمن فريق موسع لنشر تقنية الطباخ الشمسي في البادية السورية (NERC website). يذكر أن الطباخ الشمسي يتألف من صحن لاقط للأشعة الشمسية يقوم بتحويل الطاقة إلى قاعدة تخزينية تحتوي وشائع حرارية تقوم بعملية التسخين، وبالتالي يؤدي نشر استخدامه في البادية والمناطق النائية إلى تقليل استنزاف الغطاء النباتي جراء الاحتطاب في تلك المناطق.

بهدف الوصول إلى التنمية الريفية الشاملة، وتحسين الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية لسكان الريف، كان لابد من تأمين مصادر الطاقة الكهربائية وخاصة في المناطق النائية والبعيدة عن الشبكات الثابتة، وهنا لابد من الاعتماد على الطاقة الشمسية للحصول على الكهرباء لتوفير الوقت والجهد والتكاليف اللازمة لوصل تلك المناطق بالشبكة (محمد، س.، و جاسم، ع.، 2012). ومن ميزات استخدام الطاقة الشمسية لتأمين الكهرباء للمناطق النائية أنه: يمكن استخدامها واستثمارها لفترة طويلة تصل إلى 30 سنة وهنا تكمن جدواها الاقتصادية، كما تتوفر لها المساحات الكافية للتركيب، وهذه التطبيقات تعتبر سهلة التركيب والتشغيل ولاتحتاج إلى فنيين للصيانة في المناطق النائية، وبسبب توفر المساحات يمكن استخدام أكبر عدد من الأجهزة دون الحاجة لبطاريات الخزن مما يقلل الكلفة لارتباط عمل الأجهزة نهاراً فقط كمضخات الري وتدفئة المنزل والطباخ الشمسي والسخان الشمسي، ولا تتطلب هذه التقنيات سوى غسل الألواح لإزالة الغبار، وهي نظيفة لاتستعمل طاقات تقليدية.

تشمل المشاريع المنفذة من الأنظمة الكهروضوئية المركبة في سورية على معظم التطبيقات المتوفرة عالمياً ومنها نظم ضخ المياه من الآبار كما في بئر أبو الفوارس (باستطاعة 3.6 كيلوواط ساعي) وفي محمية التليلة (1.9 كيلوواط ساعي) وفي بئر

وادي الأحمر (3.7 كيلوواط ساعي)، بالإضافة إلى آبار أخرى تعمل بالطاقة الشمسية مثل بئر ضليعيات، وبئر فري، وبئر مراغة، وبئر حسية القديم وهو بئر عربي (مديرية الطاقة، 2014). أما المشاريع قيد التنفيذ فتشمل على نظم الإنارة الطرقية كمشروع إنارة الطريق الدولي من دمشق إلى الحدود الأردنية (المخطط 5)، ونظم لإنارة اللافتات الإعلامية. ونتيجة لتوفر الطاقة الشمسية بشكل كبير وفقاً للمقاييس العالمية فقد تم الاستفادة منها في إنارة القرى النائية حيث تم بنجاح إنارة ستة قرى عام 1996 بواسطة الأنظمة الكهروضوئية (Al-Mohamad, A., 2001).

المخطط 2: أنظمة كهروضوئية منفذة في سورية (إلى اليمين)؛ وأنظمة قيد التنفيذ (إلى اليسار)

نظام ضخ مياه من محمية التليلة باستطاعة 1.9 كيلوواط ساعي	مشروع إنارة جزء من الطريق الدولي (دمشق-الحدود الأردنية) باستطاعة 101.45 (ك.و) بواسطة الأنظمة الكهروضوئية من خلال المنحة المقدمة من الحكومة اليابانية
	

المصدر: NERC website

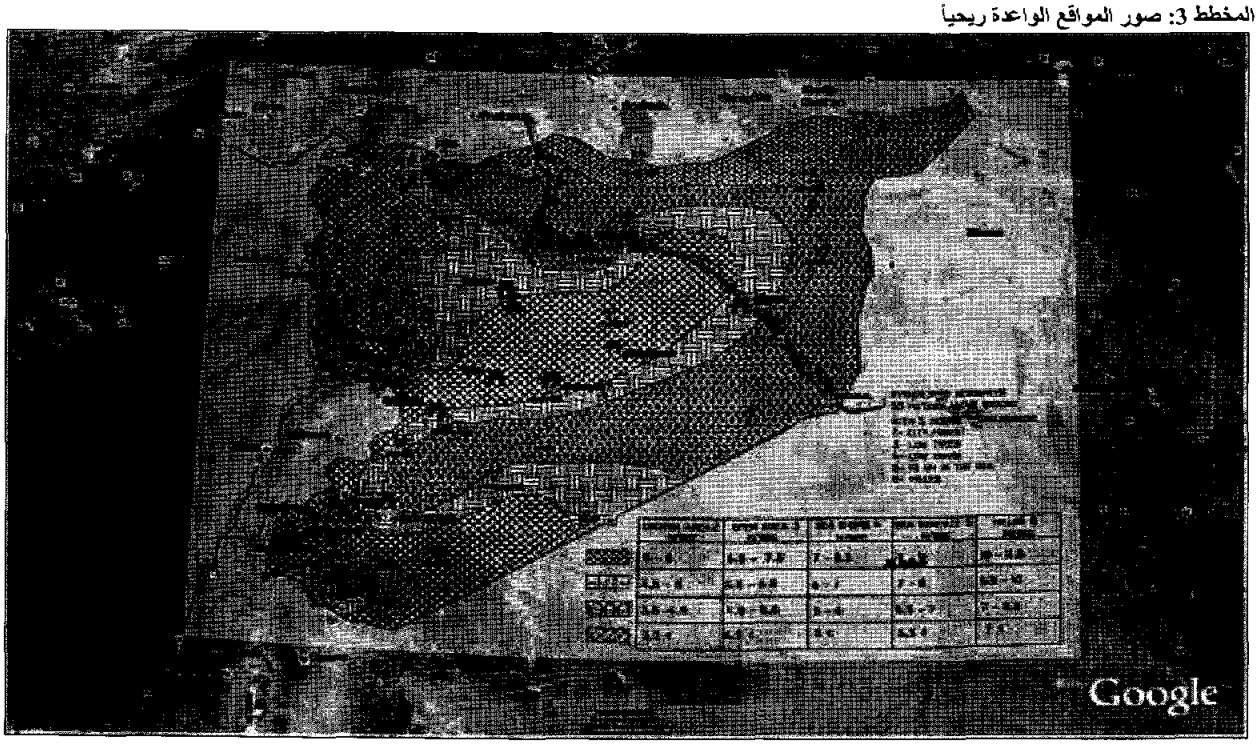
وبشكل عام، إن تحقيق الهدف الوطني في زيادة مساهمة الطاقة الكهروضوئية يركز على تأمين الإضاءة وضخ المياه في المناطق البعيد الغير موصولة بالشبكة الكهربائية، الأمر الذي يمكن أن يجنب تكاليف المعدات اللازمة لنقل الطاقة.

2-5 طاقة الرياح في سورية

تعتبر الرياح مصدراً واعداً للطاقة البديلة في سورية، فالمساحة التي تصلح كمصدر للطاقة الريحية تقدر بحوالي 54000 كيلو متر مربع تمتد من إدلب وحلب شمالاً مرورا بمنطقة الغاب والسفح الشرقي لجبال الساحل إلى منطقة مصياف ومشتى الحلو وتمتد إلى منطقة غرب وشرق حمص وصولا إلى حسياء ودرعا والسويداء في الجنوب.

وقد دلت الدراسات على إمكانية تقسيم سورية إلى أربعة مناطق رئيسية من حيث توفر الرياح وهي ممتدة على المناطق المذكورة سابقاً (المخطط 6). تبلغ سرعة الرياح في المنطقة الأولى 5-12 متر بالثانية ولمتوسط فترة زمنية 53.7% لمدة سبعة أشهر بالسنة. أما المنطقة الثانية فتبلغ سرعة الرياح فيها 4.5-10 متر بالثانية ولمتوسط فترة زمنية 34.9% لمدة أربعة أشهر بالسنة. أما المنطقتين الثالثة والرابعة فتعتبر سرعة الرياح متواضعة فيها وتتراوح بين 4.5 و 7 متر بالثانية (Al-Mohamad, A., 2001).

المخطط 3: صور المواقع الواعدة ريحياً



المصدر: NERC website

تم استخدام طاقة الرياح خلال العقود الماضية عن طريق تركيب التوربينات متعددة الشفرات والمصنعة محلياً لأغراض ضخ المياه الجوفية بهدف ري المزروعات، ولكن معظم هذه التوربينات توقف عملياً بسبب انخفاض مستوى المياه الجوفية الناتج عن انخفاض معدلات الأمطار. وفي القنيطرة جنوب سورية تم تركيب أكبر طاحونة هواء في سورية بطاقة إنتاجية تبلغ 150 كيلوواط لإنتاج الكهرباء سنة 1994 بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للتنمية (UNDP)، وهي المحطة الوحيدة الموصولة على الشبكة الكهربائية وتساهم بـ300 ميغاواط ساعي سنوياً.

في عام 2002، بدأ مشروع تقييم الموارد الريحية في سورية بتحديد الأماكن المحتملة لتركيب طواحين الهواء، وتم تحديد خمسة مواقع (من أصل عشرين موقعاً مدروساً) تتراوح تكلفة الإنتاج فيها بين 4-5 سنت أوروبي لكل كيلوواط ساعي، الأمر الذي يسمح بتركيب 140 ميغاواط من المحطات الكهروريحية. وقد تم تركيب محطة للطاقة الريحية في السنديانة ممولة من قبل الحكومة الاسبانية بطاقة إنتاجية 6 ميغاواط ووضعت بالخدمة سنة 2007، ومن المتوقع تركيب 500 مغاواط من المحطات الريحية في المستقبل القريب (Antipolis, S. & Kraidy, A., 2007).

وحالياً يعمل المركز الوطني لبحوث الطاقة على بناء محطة ريحية لتوليد الكهرباء باستطاعة 50 ميغاواط على الجهة الشمالية لبحيرة قطينة غرب مدينة حمص بمسافة 10 كيلومتر حيث تسود الرياح الغربية إلى الشمالية الغربية (NERC, 2011).

3-5 طاقة الكتلة الحيوية

ما يزال البعض من سكان الأرياف في سورية (47% من السكان وفقاً للمجموعة الاحصائية، 2010) يستخدمون الكتلة الحيوية (الأخشاب وبقايا المحاصيل ومخلفات الحيوانات) للحصول على الطاقة لأغراض التدفئة والإنارة والطهي، ولكن انخفضت الكميات المستهلكة في السنوات الأخيرة نتيجة انتشار استخدام مشتقات البترول في المدافيء والغاز في الأفران وانتشار خدمات الكهرباء. كما أن هناك استخدامات أخرى شائعة للكتلة الحيوية في إنتاج الطاقة مثل حرق مخلفات معاصر الزيتون لأغراض التدفئة في البيوت البلاستيكية والمداجن وتجفيف التبغ (Antipolis, S. & Kraidy, A., 2007).

مؤخراً، تم اكتشاف تقنية انتاج الغاز الحيوي الذي ينتج عن تخمر المخلفات العضوية لاهوائياً ضمن حجرة محكمة الإغلاق، حيث تتحلل المواد العضوية بواسطة أنواع من البكتيريا اللاهوائية وينتج عنها غاز الميتان بنسبة 60-65% وغاز ثاني أوكسيد الكربون بنسبة 30-35% ونسبة ضئيلة من غازات أخرى بالإضافة إلى مركبات عضوية بسيطة تكون عبارة عن سماد عضوي عالي الجودة (قرضاب، م.، و خويس، ت. 2010).

تعتبر تقنية الغاز الحيوي مناسبة للتنمية الريفية المستدامة، فهي تؤدي إلى تحسين الظروف البيئية في الريف وتخفف آثار التلوث الناجمة عن مختلف أنواع المخلفات الحيوانية والنباتية. وينتج عن تطبيق هذه التقنية سماد عضوي متخمر عالي الجودة ونظيف، وغاز صالح للاستخدام المنزلي يسمى الغاز الحيوي، وبيئة ريفية نظيفة.

وبناءً على الدراسات النظرية، فإن إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات البشرية والحيوانية والمخلفات الزراعية يبلغ أكثر من 300 مليون $م^3$ بالسنة. ويوجد جنوب دمشق معمل يعالج أكثر من ألف طن من مخلفات المنازل يومياً حيث تستخدم النواتج العضوية لهذا المعمل في تسميد المزروعات، كما تم تشغيل معمل لمعالجة مخلفات الصرف الصحي، وهذا المعمل ينتج أكثر من 5 ميغاواط من الطاقة الكهربائية. إضافة لما سبق هناك العديد من محطات الغاز الحيوي صغيرة الحجم لمعالجة مخالفات الأبقار (20-100 $م^3$ باليوم) في عدة مناطق من البلاد (Al-Mohamad, A., 2001). كما خلصت الدراسة التي قام بها قرضاب، م. وخويس، ت.، (2010) إلى أن 225 ليتر من محلول المخلفات العضوية (نسبة المادة الجافة فيها 10%) ينتج 220 ليتر سماد متخمر (منها 8% مادة جافة) بالإضافة إلى 3$م^3$ يومياً من الغاز الحيوي.

كما يوجد في سورية عدد من محطات معالجة الكتلة الحيوية لاستخلاص وإنتاج الغاز الحيوي منها: محطتين تابعتين لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (بطاقة استيعابية 20 $م^3$ و 100 $م^3$) لمعالجة مخلفات الأبقار في غوطة دمشق، محطتي معالجة (12 $م^3$ و 35 $م^3$) في إزرع (درعا)، محطتين (12 $م^3$ لكل منهما) في دير الفراديس (حماه)، ومحطتين على مستوى الأسر الزراعية (12 $م^3$ و14 $م^3$) لتزويد 13 أسرة بالغاز الحيوي. إضافة إلى أربعة هاضمات للنفايات استقدمت من الهند وتم اختبارها في دمشق. وهناك خطة لتركيب أربعة منها في جنوب سورية تحت إشراف وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (Antipolis, S. & Kraidy, A., 2007).

في 2001، تم الانتهاء من دراسة مشروع إدارة النفايات الصلبة في مدينة حلب (المنفذة من قبل برنامج المساعدة الفنية للبيئة المتوسطية (METAP)) وخلصت هذه الدراسة (التي كان من المتوقع أن تنتج أول محطة إنتاج طاقة من تحويل النفايات في

سورية) إلى أن الكتلة الحيوية يمكن أن تلعب دوراً هاماً كمصدر للطاقة في سورية، مع الحاجة إلى دراسات أعمق بخصوص التقنيات الممكن استخدامها؛ كما أن مدينتي حلب ودمشق من الأماكن المحتملة لبناء محطات معالجة النفايات الصلبة، حيث أن مدن دمشق وريف دمشق وحلب يقطنها 58% من السكان الحضر في سورية (المكتب المركزي للإحصاء، 2010)؛ وعلى الرغم من وجود بعض الخبرة في تحويل الكتلة الحيوية إلى طاقة عن طريق الغاز الحيوي إلاّ أن الطرق الكيميائية الحرارية لم تتطور بالشكل الكافي حتى الآن.

6- تحليل البيانات والمناقشة

6-1- تكاليف الري باستخدام الديزل والكهرباء للضخ من الآبار

تقوم وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سنوياً بدراسة الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة المروية من الآبار وذلك بهدف وضع الخطة المائيةُ التي تضعها وزارة الموارد الطبيعية (الري سابقاً) التي بدورها تساهم في تحديد الخطة الزراعية، ويتم وضع مؤشرات تحدد المساحات التي يمكن استثمارها في الزراعات المروية. يبين الجدول (5) الاحتياجات المائية في عامي 2010 و 2011 لمجموعة من المحاصيل في عدة محافظات تختلف بظروفها البيئية والمناخية، وبالتالي تختلف احتياجات المحصول الواحد من مياه الري من محافظة لأخرى.

الجدول 2: الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل المروية من الابار م3/هكتار لبعض المحافظات للموسم 2010- 2011

المحصول	اللاذقية	طرطوس	الحسكة	حمص	الغاب	حلب
قطن			11075		7771	9887
قمح		1601	3896	2381	2275	3959
فول سوداني	5683	5863				6312
شوندر خريفي					4555	6561
شوندر شتوي					6058	7956
بطاطا خريفية				4245	3412	5198
بطاطا ربيعية	3596	3428	6485	4837	4494	6222
بطاطا صيفية	6404	6415				
خضار صيفية	4578	4420	8806	6156	6150	7847
خضار شتوية	2444	2487	873		9	4455

المصدر: الخطة المائية 2010-2011

تتضمن هذه اورقة مقارنة تكاليف الري بالضخ للهكتار الواحد من المحاصيل المختلفة حسب المحافظات التي تتوفر بياناتها، وذلك اعتماداً على دراسات التكاليف للعمليات الزراعية التي تقوم بها وزارة الزراعة. فقد تم حساب تكاليف الري من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سنة 2008 (جدول 6) وذلك وفق مصادر الري من آبار (عميقة ومتوسطة وسطحية) وأنهار ومشاريع ري حكومية، ووفق مصادر الطاقة من ديزل (باعتبار سعر الليتر 25 ليرة سورية، هذه القيمة تم تحويلها على أساس سعر ليتر الديزل 65 ليرة سورية) وكهرباء من شبكة عامة (4.89 ليرة سورية للكيلوواط الساعي) وكهرباء من مراكز تحويل خاصة (2.202 ل س/كيلو واط ساعي ولكن دون حساب كلفة مركز التحويل الخاص البالغة أكثر من مليون ليرة سورية يدفعها صاحب الأرض.

الجدول 3: تكلفة ضخ 1 م3 من المياه حسب مصادر الري ومصادر الطاقة (الوحدة ليرة سورية)

مصدر الري	الضخ باستخدام الديزل		الضخ باستخدام الكهرباء من الشبكة العامة	الضخ باستخدام مراكز التحويل الخاصة
	25 ليرة/لتر	65 ليرة/لتر		
آبار عميقة	11.87	30.86	5.21	2.65
آبار متوسطة العمق	10.55	27.43	4.54	2.27
آبار سطحية	5.02	13.05	1.85	0.98
ضخ من الأنهار	2.28	5.93	1.42	0.71

المصدر: وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، 2008

ومع تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل، فإنه يمكن حساب تكلفة الري لأحد المحاصيل في إحدى المحافظات وذلك وفق مصدر الري ومصدر الطاقة. على سبيل المثال، فإن تكلفة ري هكتار واحد من محصول القطن في محافظة حلب (الجدول 7) هي تكلفة ضخ 9887 م^3 من المياه. وبالتالي فهي تتراوح بين 7020 ليرة سورية (عند الضخ من الأنهار باستخدام مراكز التحويل الخاصة) إلى 305133 ليرة سورية في حالة الضخ من الآبار العميقة باستخدام الديزل. هذه التكاليف يمكن توفيرها عند استخدام مصادر الطاقة البديلة والمتجددة.

الجدول 4: تكاليف ري هكتار واحد من محصول القطن في محافظة حلب حسب مصادر الري ووسائل الضخ المختلفة (بالليرات السورية)

مصدر الري	الضخ باستخدام الديزل		الضخ باستخدام الكهرباء من الشبكة العامة	الضخ باستخدام مراكز التحويل الخاصة
	25 ل س/لتر	65 ل س/لتر		
آبار عميقة	117359	305133	51511	26201
آبار متوسطة العمق	104308	271200	44887	22443
آبار سطحية	49633	129045	18291	9689
ضخ من الأنهار	22542	58610	14040	7020

المصدر: حسابات خاصة بالدراسة

كذلك الأمر بالنسبة للخضار الصيفية في محافظة طرطوس، حيث تتراوح تكاليف الري بين 3138 ليرة سورية للهكتار الواحد في حالة الضخ من الأنهار باستخدام الطاقة الكهربائية من مراكز التحويل الخاصة و 52465 ليرة سورية في حالة الضخ من الأبار العميقة باستخدام الديزل (بسعر 25 ل س)، وهذه الكلفة أصبحت 136410 ليرة سورية بعد ارتفاع أسعار الديزل مؤخراً إلى 65 ل س (الجدول 8). وهذه التكاليف هي التي يمكن توفيرها في حالة الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة والمتجددة من أجل ضخ 4420 م^3 من المياه. وخاصة عند الأخذ بالحسبان احتمالات إرتفاع أسعار الوقود مستقبلاً.

الجدول 5: تكاليف ري هكتار واحد من الخضار الصيفية في محافظة طرطوس حسب مصادر الري ووسائل الضخ المختلفة (بالليرات السورية)

مصدر الري	الضخ باستخدام الديزل		الضخ باستخدام الكهرباء من الشبكة العامة	الضخ باستخدام مراكز التحويل الخاصة
	25 ل س/لتر	65 ل س/لتر		
آبار عميقة	52465	136410	23028	11713
آبار متوسطة العمق	46631	121241	20067	10033
آبار سطحية	22188	57690	8177	4334
ضخ من الأنهار	10078	26202	6276	3138

المصدر: حسابات خاصة بالدراسة

8-2- مقارنة تكاليف الضخ باستخدام الديزل مع الضخ باستخدام الطاقة الكهروشمسية

إن أهم استخدام لتطبيقات الطاقة البديلة والمتجددة هو استخدامها في ضخ المياه في قطاع الزراعة والري خاصة في المناطق النائية والهامشية حيث يصعب ايصال الطاقة الكهربائية والتقليدية الأحفورية على حد سواء. ويعتبر استخدام النظم

الكهروضوئية أهم هذه التطبيقات من حيث قابلية التطبيق، فهي تتألف بشكلها المبسط من مجموعة لواقط شمسية تمثل مصدر الطاقة لمضخة كهربائية تقوم برفع المياه إلى خزان ليتم الاستفادة منها وقت الحاجة (خاصة في الليل). وبذلك يتم التخلص من مشكلة المدخرات والمعرجات التي تستخدم لتشغيل مضخة تعمل بالتيار المتناوب، وهذه المدخرات والمعرجات تزيد من تعقيد النظام وتزيد من تكاليف الصيانة والتشغيل (مديرية الطاقة، 2014).

من أجل التوصل إلى معرفة الجدوى الاقتصادية لاستخدامات الطاقة البديلة (وخاصة الطاقة الشمسية) مقارنة بالطاقة التقليدية، قامت مديرية الطاقة بوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بمقارنة تكاليف ضخ المياه بواسطة النظام الكهروضوئي مع نظام يستخدم الديزل كمصدر للطاقة (الجدول 9). خلصت هذه الدراسة إلى أنه في حالة بئر قليل العمق (عمق المضخة 60 م) ومنخفض الغزارة (تصريف 10م^3 بالساعة) وهذا يحتاج إلى مضخة باستطاعة 0.8 كيلوواط ساعي أي مايعادل 1.1 حصان بخاري، فإن كلفة المكافيء الهيدروليكي (كلفة ضخ 1م^3 من الماء لارتفاع 1م) في نظام يعتمد على الديزل (بسعر 65 ل س) تساوي 0.19844 ل س بينما تبلغ 0.0604 ل س في النظام الشمسي. الأمر الذي يدل على أن كلفة ضخ الماء في النظام التقليدي تزيد بمقدار 3.3 مرة عن النظام الشمسي في حال كان البئر قليل العمق حتى 60 م.

أما إذا كان البئر متوسط العمق (100م) ومتوسط الغزارة (تصريفه 25م^3 بالساعة) فهو يحتاج إلى مضخة استطاعتها 4.3 كيلوواط (5.8 حصان). وقد بلغت كلفة المكافئ الهيدروليكي في النظام الكهروشمسي 0.0353 ل س ووصلت إلى 0.3324 ل س في نظام الديزل (تم حساب هذه الكلفة لكامل دورة العمر الافتراضي للنظامين والبالغة 30 سنة). من الواضح أن كلفة ضخ 1 م^3 من الماء لارتفاع 1 م تكلف في نظام الديزل مقدار 9.4 أكبر منه في النظام الكهروشمسي.

في حالة الآبار العميقة (150 م) والغزارة المتوسطة نسبياً (50م^3 بالساعة) والتي تحتاج مضخة باستاعة 12.2 كيلوواط ساعي (16.3 حصان). في هذه الحالة بلغت كلفة المكافيء الهيدروليكي في النظام التقليدي 0.14 ل س مقارنة مع 0.037 ل س للنظام الكهروضوئي، أي أكثر بمايعادل 3.8 زيادة.

الجدول 6: مقارنة تكاليف ضخ المياه باستخدام الديزل مع منظومة كهروضوئية (ل س)

	عمق 60 م وتصريف 10م^3/سا		عمق 100م، تصريف 25م^3/سا		عمق 140م، تصريف 50م^3/سا	
	ديزل	شمسي	ديزل	شمسي	ديزل	شمسي
استطاعة المضخة*	1.1	1.6	2 * 7.5	4	15	15
كلفة المضخة	80,000	800,000	300,000	1,200,000	1,300,000	5,000,000
مجموعة التوليد	80,000	525,000	1,000,000	2,750,000	1,200,000	7,700,000
أجور التركيب	100,000	100,000	150,000	200,000	200,000	400,000
كلفة خزان الماء	100,000	100,000	350,000	350,000	350,000	350,000
كلفة الوقود	4,250,000	-	39,858,000	-	44,150,400	-
شحوم وزيوت	425,000	-	2,000,000	-	4,415,040	-
صيانة	120,000	63,000	1,500,000	330,000	1,800,000	924,000
مجموع التكاليف	5,215,000	1,588,000	45,508,000	4,830,000	53,765,440	14,374,000
كلفة المكافيء الهيدروليكي	0.19844	0.0604	0.3324	0.0353	0.14	0.037
فترة استرداد ثمن المنظومة الشمسية	9 سنوات		3 سنوات		8 سنوات	

*: استطاعة المضخة المتوفرة تجارياً (كيلوواط ساعي)

سعر ليتر الوقود 65 ل س، كلفة الشحوم والزيوت تساوي 10% من كلفة الوقود، تكاليف الصيانة تعادل 5% من الكلفة للديزل و 0.4% للنظام الشمسي

المصدر: مديرية الطاقة

نلاحظ من الجدول السابق أن فترة استرداد تكاليف انشاء المنظومة الشمسية هي قليلة مقارنة مع تكاليف انشاء منظومة الضخ التي تعمل بالديزل، فهي تسع سنوات في حالة الآبار قليلة العمق أي أن المنظومة الشمسية تعمل لمدة 21 سنة مجاناً من عمرها الافتراضي والبالغ 30 سنة، وهي 3 سنوات في حالة الآبار متوسطة العمق، بينما تحتاج المنظومة الشمسية في حالة الآبار العميقة إلى 8 سنوات لتسترد ثمنها مقارنة بتكاليف المنظومة التقليدية أي أنها تعمل لمدة 22 سنة مجاناً.

بإجراء مقارنة بسيطة بين تكاليف ري المحاصيل بالطريقة التقليدية التي تعتمد على الديزل وبالطريقة التي تستخدم أنظمة الطاقة الكهروضوئية (الجدول 10) في ري محصول القطن، يمكن الوصول إلى أن هناك توفير واضح عند استخدام الطاقة الشمسية يتراوح بين 70 إلى 73% في كل من الآبار السطحية والعميقة على التوالي.

الجدول 7: مقارنة تكاليف ري هكتار واحد من القطن في عدة محافظات بين الضخ بالديزل والطاقة الكهروضوئية (ل س)

مصدر الري	الحسكة		الغاب		حلب	
	ديزل	كهروضوء	ديزل	كهروضوء	ديزل	كهروضوء
آبار عميقة 140 م	217070	57369	152312	40254	193785	51215
آبار سطحية حتى 60 م	131863	40136	92525	28162	117719	35830
ضخ من الأنهار حتى 25 م	54943	16723	38552	11734	49049	14929

المصدر: حسابات خاصة بالدراسة

كذلك الأمر بالنسبة لمحاصيل الخضار الصيفية حيث تبين من حسابات تكاليف الري في كل من الطريقتين (الجدول 11) أن مصادر الطاقة الكهروضوئية تسمح بخفض تكاليف الانتاج وبالتالي زيادة الربحية مقارنة مع الطرق التقليدية.

الجدول 8: مقارنة تكاليف ري هكتار واحد من الخضار الصيفية في عدة محافظات بين الضخ بالديزل والطاقة الكهروضوئية (ل س)

مصدر الري	الحسكة		طرطوس		حلب	
	ديزل	كهروضوء	ديزل	كهروضوء	ديزل	كهروضوء
آبار عميقة 140 م	172598	45615	86632	22896	153801	40647
آبار سطحية حتى 60 م	104848	31913	52626	16018	93430	28438
ضخ من الأنهار حتى 25 م	43687	13297	21928	6674	38929	11849

المصدر: حسابات خاصة بالدراسة

في عام 2010 استهلك قطاع الزراعة 277 ألف طن من المازوت أو ما يعادل 5% من إجمالي استهلاك القطر. كما استهلك 60% (104 ألف طن) من إجمالي الفحم المستهلك في القطر. وكذلك 2614 غيغا واط ساعي (7% من إجمالي استهلاك الكهرباء). كما أن القطاع المنزلي استهلك 50% من الطاقة الكهربائية. فإذا أخذنا بعين الاعتبار أن سكان الريف يشكلون 47% من سكان سورية، فإن القطاع الزراعي والريفي يستهلك حوالي نصف الطاقة الكهربائية المستهلكة في القطر. وهذا يجعل من الطاقة المتجددة والبديلة حلاً مناسباً لتأمين الاحتياجات الطاقية في الريف السوري سواءً للاستهلاك الزراعي أو المنزلي.

عند قياس استهلاك الطاقة بالمكافئات النفطية (وهي الطاقة الناتجة من استهلاك النفط أو ما يعادلها من وسائل الطاقة الأخرى)، يبلغ استهلاك القطر من الطاقة 23.246 مليون طن مكافيء نفطي منها حوالي 2% لقطاع الزراعة وحوالي 16% للقطاع المنزلي و19% لقطاع النقل (NERC, 2010). بالتالي حتى 10% (نصف الاستهلاك المنزلي بالإضافة إلى الاستهلاك

الزراعي) من استهلاك القطر يمكن توفيره عند استخدام الطاقات البديلة والمتجددة. وهذا ما دفع لوضع أهداف الخطة الخمسية الوصول إلى رفع مساهمة الطاقات البديلة حتى 5% في عام 2010.

9 النتائج والتوصيات

9-1 النتائج

هناك امكانيات كبيرة لاستخدام الطاقة البديلة في سورية حيث تتمتع بمصدر غير محدود من الطاقة الشمسية (5 كيلوواط ساعي/م^2/يوم) وبكميات واعدة من طاقة الرياح ومن الكتلة الحيوية، وهي كلها طاقات نظيفة لا تساهم بانبعاث الغازات الضارة للبيئة لذلك تعتبر مناسبة للتنمية الريفية المستدامة والشاملة.

على الرغم من أن المستهلك السوري لديه استعداد لتبني تقنيات الطاقة البديلة ولديه اهتمام بالقيمة البيئية، إلا أنه لم ينتشر استخدام هذه التقنيات بسبب توفر مصادر الطاقة التقليدية ذات الأسعار المنخفضة الناتجة عن الدعم الحكومي، وبسبب التكاليف العالية لتركيب أنظمة الطاقة البديلة، ولعدم توفر المساحات اللازمة لها في المدن، والسبب الأهم هو عدم توفر الوعي الكافي لفوائدها الاقتصادية والبيئية على المدى الطويل.

الادارة المستدامة للمياه هي التحدي الرئيسي الذي يواجة التنمية الزراعية حيث تستهلك الزراعة 89% من المياه في سورية التي تعاني من نقص متزايد في مواردها المائية.

يحتاج 55% من الأراضي المروية إلى الطاقة لضخ الماء من الآبار وهي تعتمد على الديزل والكهرباء وبشكل متواضع على طاقة الرياح.

إن ما يقارب 66% من الآبار تستهلك 533 مليون ليتر مازوت، والنسبة الباقية تستهلك 93 مليون كيلوواط ساعي كهرباء.

يستهلك قطاع الزراعة 2% من إجمالي الطاقة في القطر (5% من المازوت)، كما يستهلك قطاع النقل 19%، والقطاع المنزلي 15%، وبالتالي فإن استخدام الطاقة البديلة سيلعب دوراً هاماً في تخفيف نفقات الحكومة.

هناك تناقص في انتاج النفط وارتفاع في مستوردات المشتقات النفطية الأمر الذي يفرض أعباء على الميزانية.

تهدف سياسات الطاقة في سورية إلى تأمينها لكافة القطاعات بأسعار مناسبة، كما تهدف استراتيجيات الطاقة البديلة إلى زيادة مساهمة الطاقة البديلة في تأمين الطلب الكلي على الطاقة لتقليل الاعتماد على الطاقة الهيدروكربونية وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة الصديقة للبيئة.

هدفت الخطة الرئيسية للطاقة البديلة إلى تغطية 4.3% من الطلب الكلي على الطاقة في 2011، أما خطة وزارة الكهرباء فقد هدفت إلى مساهمة الموارد المتجددة بنسبة 10% من الطلب الكلي على الطاقة في عام 2030.

دعم قانون الكهرباء رقم 32 لعام 2010 استخدام الطاقات المتجددة في كافة المجالات حيث أوجد البيئة الاستثمارية لها، كما شجع القرار (16202/م و) الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة فقد حدد أسعار شراء الكهرباء الناتجة منها، أيضا شجع صندوق دعم السخان الشمسي (المحدث بالقانون 17 لعام 2013) على تطبيق خطة وزارة الكهرباء بتركيب 4.5 مليون سخان شمسي حتى 2030.

يمكن استخدام الطاقة الشمسية في الكثير من التطبيقات التي تخدم التنمية الريفية والزراعية مثل مضخات الري، تدفئة المنزل، السخان الشمسي، والطباخ الشمسي. كما تعتبر تقنية الغاز الحيوي مناسبة للتنمية الريفية المستدامة فهي تخفف التلوث وتنتج الأسمدة والغاز الحيوي الصالح للاستخدام المنزلي.

بالرغم من ارتفاع الكلفة التأسيسية لمنظومة ضخ المياه التي تعتمد على الطاقة الشمسية مقارنة بالمضخات التقليدية، إلا أنها تسترد ثمنها خلال فترة من 3 حتى 9 سنوات خلال العمر الافتراضي والبالغ 30 سنة، وبالتالي فهي تعمل مجانا في الفترة المتبقية.

يبلغ معدل التوفير في تكاليف الري من 70 حتى 73% عند استخدام الطاقة الشمسية مقارنة مع الديزل.

2-9 التوصيات

رفع مستوى الوعي لدى المواطنين بأهمية الطاقات المتجددة ونشر استخدامها وتوضيح دورها في استدامة موارد الطاقة.

تمكين المستهلكين السوريين من اقتناء تقنيات الطاقة المتجددة والبديلة من خلال تقديمها بأسعار مناسبة للدخل، وتقديم التسهيلات المختلفة كمنح القروض اللازمة لفترات طويلة أو تأمين شرائها بالتقسيط.

القيام بحملات ترويجية لفوائد تقنيات الطاقة البديلة للوصول إلى أكبر شريحة من المستهلكين.

تعزيز الاهتمام الحكومي بالطاقة البديلة والمتجددة والعمل على توطين تقاناتها.

من الأهمية بمكان القيام بدراسات تفصيلية حول تكاليف تقنيات الطاقة البديلة والمتجددة ومقارنتها مع التقنيات التقليدية خصوصاً على المدى البعيد، وضرورة التركيز على التكلفة البيئية لها إلى جانب الكلفة المادية.

توضيح الميزات والمنافع البيئية ومنافع الربحية التي يمكن تحقيقها من استخدام تقنيات الطاقة البديلة والمتجددة.

القيام بحملات توعية بيئية مستمرة لزيادة الوعي والادراك البيئي لدى المستهلك السوري.

الترويج لدراسات وأبحاث الطاقة البديلة والمتجددة بمصادرها المختلفة

المساهمة في نقل وتوطين تكنولوجيا الطاقات المتجددة

العمل على تأمين مصادر الطاقة الكهربائية في المناطق النائية عن طريق مصادر الطاقة البديلة وذلك بهدف تحقيق التنية الريفية الشاملة والمستدامة وتحسين الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية.

تشجيع استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه للأغراض المنزلية باعتبارها من أبسط التطبيقات، ونشر استخدام السخان الشمسي والطباخ الشمسي في المناطق النائية والبادية.

اعادة النظر في سياسات دعم الطاقة الكهربائية وتعديل سياسات الدعم الحكومي بهدف تخفيف الأعباء عن الميزانية بالإقلال من الاستهلاك بشكل ملموس، وتغيير هذه السياسات لترشيد استهلاك الكهرباء والحد من التبذير.

المراجع

- Antipolis, S. & Kraidy, A. (2007). *Energy Efficiency and Renewable Energy*, Syria-National Study, National Energy Research Center with the cooperation of Regional Activity Center of Plan Blue;
- State Planning Commission of the Syrian Arab Republic, *The Tenth Five-year Plan (2005-2010)*, Damascus, Syria;
- Al-Mohamad, A., 2001, *Renewable Energy Resources in Syria*, Atomic Energy Commission of Syria, available at "http://www.sciencedirect.com";
- Al Jawabra, F., 2011, *Large Scale RE Projects in Syria – An Analysis of Institutional and Legal Framework In View of Egyptian Experience*, Intercultural Masters Programme, Renewable Energy and Energy Efficiency for the MENA Region, for young professionals;
- Ministry of Electricity (MOE), 2005, *Identification of National Energy Policies and Energy Access in Syria*, Supply Side Efficiency & Energy Conservation & Planning Project, Damascus, Syria;
- Ministry of Agriculture and Agrarian Reform (MAAR), 2010, *Annual Agricultural Statistical Abstract*, Damascus, Syria;
- Ghaddar, N., *et al*, 2005, *Renewable Energies Technologies Contribution and Barriers to Poverty Alleviation in Jordan, Syria, and Lebanon*, Renewable Energy Technology: Working Group Global Network on Energy for Sustainable Development, American University of Beirut, Jordan University of Science and Technology, and Damascus University;
- Central Bureau of Statistics (CBS), *Statistical Abstract*, various editions, Damascus, Syria;
- National Agricultural Policy Center (NAPC a), 2008, *Non-Agricultural Activities in Rural Areas and Their Impacts on Agriculture in Selected Areas of Syria*, Damascus, Syria;

- National Agricultural Policy Center (NAPC b), 2010,2011 *The Syrian Agricultural Trade*, Damascus, Syria;
- Sheki, M., 2011, *Solar Energy in Syria: Present and the Prospects,* A Presentation Prepared for a workshop titled: Photovoltaic and Solar Thermal Energy in Jordan, Lebanon and Syria, Germany;
-
- Electricity Law No. 32 of 2010 concerning public policy for the electricity sector;
- National Energy Research Center (NERC), 2010, *Statistical Energy Report*, Syria, Damascus;
- National Energy Research Center (NERC), 2011, *50 MW-Qatineh Pilot Project Wind Park*, Technical Specification;
-
- National Energy Research Center (NERC) Website, accessed in Feb 12th, 2012, www.nerc.gov.sy;

- الصرن، ر.، 2012، *استعداد المستهلك السوري لتبني تقانات الطاقة المتجددة الخضراء*، مجلة جامعة دمشق، للعلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 28، العدد الأول، دمشق، سورية؛
- محمد، س. و جاسم، ع.، 2012، *حساب كلفة مزرعة تدار بالطاقة الشمسية في المناطق النائية*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 28، العدد الثاني، دمشق، سورية؛
- قرضاب، م.، و خويس، ت.، 2010، *أهمية تقنية الغاز الحيوي في تنمية الريف السوري*، www.kawngroup.com؛
- وزارة الموارد المائية، 2014، كتاب وزارة الموارد المائية حول عدد الآبار واستهلاكها من الديزل والكهرباء