تاريخ الاستلام:2023/10/01 تاريخ القبول:2023/10/15 تاريخ النشر: 2023/12/15م

مجلة علمية محكمة نصف سنوية – تصـدر عن كلية الآداب الزاوية – جامعة الزاوية
العدد الثاني والأربعون – ديسمبر – لسنة 2023

مصادر الطاقة الكهربائية المتجددة في ليبيا

كريمة سالم عبد الحميد أبو نقاب
قسم الجغرافيا– كلية التربية الزاوية – جامعة الزاوية
الزاوية – ليبيا
EMAIL: K.ABOUNQAB@ZU.EDU.LY

ملخَّص البحث:

هدفت الدراسة إلى التعرف على توجيه النظر إلى الدور الكبير الذي ستلعبه الطاقة الجديدة والمتجددة في توليد الطاقة الكهربائية: كالطاقة الشمسية، وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة الرياح، والطاقة النووية، في ظل تناقص الاحتياطي من البتول، والغاز الطبيعي والإبقاء على البترول كمصدر للعملة الصعبة أو كاحتياطي استراتيجي، تتوقف رغبة أي باحث في الوصول إلى نتائج جيدة من خلال بحثه على استخدامه لمنهجية واضحة ومحددة يستطيع من خلالها إتباع الخطوات السليمة التي توصله لأفضل النتائج.

Renewable electrical energy sources in Libya

Karima Salem Abdel Hamid Abu Niqab

Department of Geography - Faculty of Education - Zawia University

Al-Zawiya - Libya
EMAIL: K.ABOUNQAB@ZU.EDU.LY

ABSTRACT

The study aimed to identify and direct attention to the major role that new and renewable energy will play in generating electrical energy: such as solar energy, biomass energy, wind energy, and nuclear energy, in light of the decrease in reserves

of petroleum and natural gas and the preservation of oil as a source of hard currency or as a strategic reserve. Any researcher's desire to achieve good results through his research depends on his use of a clear and specific methodology through which he can follow the correct steps that lead to the best results.

المقدمة:

تعتبر الطاقة الكهربائية عامل رئيسي في تحقيق أغراض التنمية فهي ضرورية لغايات الحياة العصرية لارتباطها بعجلة النمو الاقتصادي والاجتماعي.

كما أن معدل استهلاكها يعد مؤشراً لمدى التقدم وتحقيق الرفاهية الاقتصادية البلدان المختلفة، ولذلك فإن خطط التحول في ليبيا منذ سنة 1970م وحتى الآن أعطت قطاع الكهرباء اهتماماً كبيراً، من خلال استراتيجيات الخطط التنموية في مجال الطاقة الكهربائية، وتوفيرها لتلبية احتياجات القطاعات والأنشطة المختلفة، وخلق نمو سريع في توليد وتوزيع الطاقة الكهربائية لتأمين احتياجات الطاقة الكهربائية المتزايدة للتنمية في قطاعي الصناعة والزراعة وتحسين شبكات النقل والتوزيع وتخفيض نسبة الفاقد الفني بها للحد المقبول اقتصاديا، وتكوين شبكة متكاملة للطاقة الكهربائية والاتجاه نحو إستخدام الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء والمتمثلة في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

وقد بدأ أول تطبيق لمنظومات الخلايا الشمسية في سنة 1976م لحماية أنابيب النفط من الصدأ والتآكل وذلك للخط الذي يربط حقل الظهرة مع ميناء السدرة، أما بالنسبة للطاقة الريحية فهي أحد مصادر الطاقة القديمة والحديثة، وقد استخدمت منذ أقدم العصور في دفع السفن الشراعية وفي إدارة الطواحين، وضخ المياه واستخدمها البابليون منذ أكثر من 3000سنة في إعمال الري، وعرف المصريون واليونانيون القدماء والفنقيون والرومان وغيرهم اتجاهات الرياح وحتى مواعيد هبوبها[1]. أما بالنسبة إلى ليبيا فإن مساهمة طاقة الرياح تكاد تكون معدومة، فقد استخدمت طاقة الرياح في عقد الأربعينيات لضخ المياه في بعض المناطق، ولا تزال بعض المضخات الريحية قائمة في بعض المواقع (قديمة ولا تصلح لضخ المياه أو توليد الطاقة ويقتصر استخدام الطاقة المتجددة حالياً على تطبيقات ضئيلة تتمثل في كهرباء المناطق النائية وضخ المياه والاتصالات بقدرة إجمالها (1865) كيلووات/ ذروة وذلك لسنة 2006[2] وقد تطلب الأمر إعداد م. زيارة ميدانية لمشروع مزرعة طاقة الرياح بدرنة والذي يعد من أولى مزارع الرياح بليبيا، وكيفية التخطيط والتصميم وسبل توطينها بالبيئة الليبية مع مراعاة الشروط المتفق عليها دوليا، وملاحظة انتشار منظومات الخلايا والمراوح التجريبية لمعرفة وتقييم جهد الرياح والإشعاع الشمسي بليبيا.

مشكلة الدراسة:

توجيه النظر إلى الدور الكبير الذي ستلعبه الطاقة الجديدة والمتجددة في توليد الطاقة الكهربائية: كالطاقة الشمسية، وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة الرياح، والطاقة النووية، في ظل تناقص الاحتياطي من البترول، والغاز الطبيعي والإبقاء على البترول كمصدر للعملة الصعبة أو كاحتياطي استراتيجي.

المنهج المتبع في الدراسة:

تتوقف رغبة أي باحث في الوصول إلى نتائج جيدة من خلال بحثه على استخدامه لمنهجية واضحة ومحددة يستطيع من خلالها إتباع الخطوات السليمة التي توصله لأفضل النتائج، وبالاطلاع على الكتابات التي تتناول الطاقة بشكل عام والطاقة الكهربائية بشكل خاص تبين أن هذا النوع من الدراسات لا يعتمد منهجاً واحداً، بل يعتمد أكثر من منهج، فالمنهج الوصفي التحليلي يستخدم في دراسة ووصف الظاهرات الطبيعية والتي تشكل أهم المؤشرات في إنتاج وتوزيع الطاقة الكهربائية وتحليل العلاقة بين العوامل المناخية والتي تشكل أهم المؤثرات في إنتاج وتوزيع الطاقة الكهربائية وتحليل العلاقة بين العوامل المناخية وكمية الطاقة المنتجة، بالإضافة إلى استخدام المدخل التاريخي لدراسة البعد الزمني من خلال المراحل التطورية التي مرت بها الطاقة الكهربائية في البلاد.

الدراسات السابقة:

وبعد الاطلاع على بعض المؤلفات والدراسات ذات الصلة بموضوع الدراسة تبين أن الدراسات السابقة التي تخص هذا الموضوع محدودة حيث لا توجد دراسة متكاملة ، فالدراسات التي تم الاطلاع عليها كانت جميعا في مجال الهندسة والجيولوجيا والاقتصاد، وإن وجدت فما إلا دراسة لمنطقة بعينها مثل ما قام به هي:

1- محجوبة عطية اللويص مصادر الطاقة الكهربائية التقليدية والمتجددة في ليبيا واقعها وآفاقها المستقبلية 2012[3].

2- محمد محمود إبراهيم الديب (الطاقة في مصر 1993)[4].

- تناول إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية.
- توطن محطات توليد الطاقة الكهربائية والعوامل المؤثرة في ذلك.
- الطاقة الجديدة والمتجددة.

أولاً: الطاقة الشمسية:

بدأ استخدام تقنية الخلايا الكهروضوئية بليبيا منذ سنة 1976 وذلك

م لتوفير الحماية المهبطية لأنابيب النفط من الصدأ والتآكل وذلك للخط الذي يربط حقل الظهرة مع ميناء السدرة، أما في مجال الاتصالات بدأ استخدامها في سنة 1980م لتوريد الطاقة لمحطة تقوية بالقرب من منطقة زلة وفي مجال ضخ المياه بدأ سنة 1983م لإغراض الشرب والري، أما الإنارة بدأ استخدامها للمناطق الريفية سنة 2003 م ثم انتشر تطبيقها وإن كان على نطاق ضيق لعدة مناطق وبسبب نجاح البعض منها من الناحية التقنية والاقتصادية دفع ذلك إلى استبدالها 100 محطة محطات الديزل في منظومة الاتصالات حيث زاد عددها على كما بلغت القدرات المركبة منها نحو 690 ك. و سنة 2006 ولأنها تتميز باقتصاديتها لقلة حاجتها إلى قطع غيار منذُ تركيبها، مما يثبت نجاحها، إضافة إلى تغيير البطاريات بعد نحو 1 سنوات من تثبيتها، وفي مجال الحماية المهبطية بلغ عددها حوالي 320 منظومة بقدرة 650 ك .و ، وفي توفير كهرباء الأرياف للقرى والمنازل وضخ المياه منها على سبيل المثال قرية أمرير قابس(5).

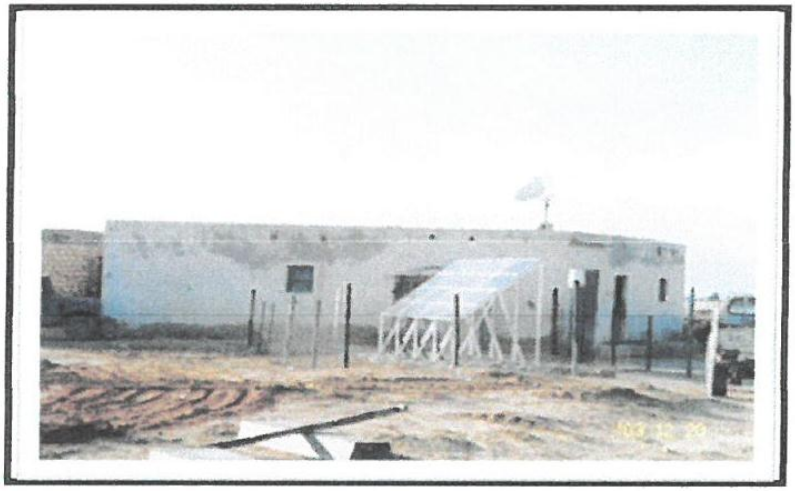
وهي قرية تقع على بعد 250 كم إلى الغرب من مدينة بنغازي حيث بلغ عدد العائلات القاطنة خلال تلك الفترة حوالي 39 عائلة يعيشون في منازل وأكواخ، وأهم الأنشطة التي مع يمارسونها الزراعة ورعي المواشي إضافة إلى المدارس كما في الصورة (5) التي توضح استخدام الخلايا في قرية أمرير قابس(6).

إضافة إلى وادي مرسيط كما في الصورة (6) حيث تبلغ مساحته حوالي هكتار كما يبعد من مدينة مزده حوالي 62 كم إلى جهة الجنوب ويتجه هذا الوادي من الشمال إلى الجنوب ثم إلى الشرق حيث يقطع طريق مزده القريات بمنطقة مزده.

أما في سنة 1998 سنة 1998م فقد كان مجموع القدرات المركبة حوالي 474.258 ك .و ، وهي أكبر بكثير من مجموع القدرات المركبة من منظومات الخلايا الشمسية سنة 2006 ويمكن ملاحظة ذلك من الجدول (1) الذي يوضح مجموع القدرات المركبة بليبيا سنة 1998م وتعد المنظومات المستخدمة لحماية أنابيب النفط من أكثرها والتي بلغت حوالي 220 منظومة بنسبة 58.66% وبقدرة 275 ك .و ، وذلك بسبب تعرض المنشآت المعدنية في المناطق المطمورة تحت الأرض للتآكل مما يؤدي إلى سرعة إتلافها إضافة إلى الآبار النفطية الموجودة في البحر وحماية خزانات الوقود وغيرها وفي مجال الموجات السنتيمترية (الاتصالات) عدد 54 منظومة بنسبة 1404% حيث تم استبدال

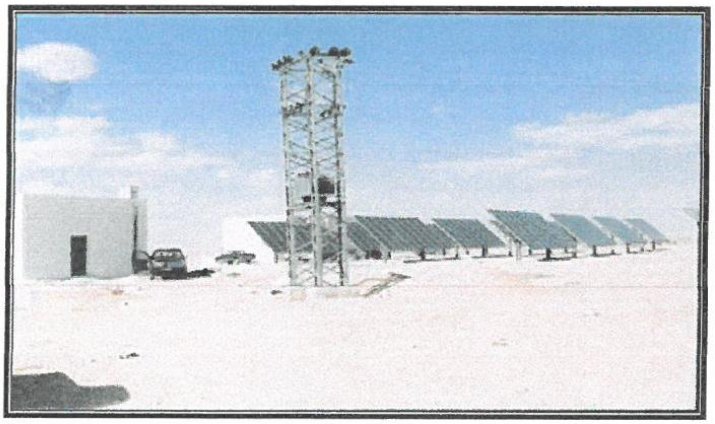
مولدات الديزل بالخلايا الشمسية لتعدد مزاياها في المناطق النائية ومنها قلة تعرضها للسرقة وطول عمرها الافتراضي بقدرة 141.5 ك .و ، وفي النقاط الأمنية تستخدم منظومات بعدد 20 منظومة وذلك في المناطق الحدودية والبعيدة عن إمدادات الشركة العامة للكهرباء بقدرة 2 ك . و ، بنسبة 5.33% ، وفي إنارة الشوارع نحو 40 منظومة بقدرة 400 ك.و، بنسبة 10.66% وضخ المياه بعدد 13 منظومة بقدرة 27.408 ك.و للحصول على المياه اللازمة للشرب والري، بالإضافة إلى تطبيقات أخرى[7].

صورة (1) : الخلايا الشمسية بقرية أمرير قابس (غرب مدينة بنغازي)



المصدر: **Mohmed Ekhlat,Mediterranean and National Straegies sustainable Development, in Libya, plan Bleu, Regional Activity cenetre, Sophia Antipolis ,Septeber, 2007,p15.**

صورة (2) : الخلايا الشمسية بمنطقة وادي مرسيط في مزده



المصدر: **Mohmed Ekhlat,Mediterranean and National Straegies sustainable Development,in Libya, plan Bleu, Regional Activity cenetre, Sophia Antipolis , Septeber, 2007, p14.**

جدول (1) تطور القدرات المركبة من منظومات الخلايا الشمسية خلال سنة 1998م

نوع التطبيق	عدد المنظومات	النسبة %	القدرة الكلية (kw)
منظومات الحماية المهبطية	220	58.66	175
منظومات الموجات السنتيمترية	54	14.4	141.5
منظومات النقاط الأمنية	20	5.33	2
منظومات النهر الصناعي للاتصالات	8	2.13	2.4
إنارة الشوارع	40	10.66	4.0
إنارة المواقع التاريخية	2	0.0007	1.95
ضخ المياه	13	3.5	27.408
تطبيقات أخرى	20	5.33	2.0
الإجمالي	375	100	356.258

المصدر: التعاون العربي – العربي في إطار التعاون المغاربي مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية، تاجوراء، طرابلس، ص .28

أما في خلال سنة 2006 م فقد بلغت القدرات المركبة حوالي 1865 ك.و، وذلك لمختلف التطبيقات ففي مجال الاتصالات بلغ عددها حوالي 120 منظومة بنسبة 1300% وبقدرة 690 ك . و وذلك لمناطق مختلفة تم فيها استبدال مولدات الديزل في الاتصالات السنتيمترية بالخلايا الشمسية، ونحو 320 منظومة في مجال الحماية المهبطية بنسبة

348% بقدرة 650 ك . و لحماية الأنابيب و المنشآت المعدنية المطمورة تحت الأرض من التآكل والصدأ، وبعدد 440 منظومة في كهرباء الأرياف النائية كوادي مرسيط وقرية أمرير قابس وغيرها بنسبة 47.8% بقدرة 405 ك.و، و 40 منظومة لضخ المياه بقدرة 120 ك .و ، ويوضح الجدول (2) تطور القدرات المركبة بليبيا من منظومات الخلايا الشمسية خلال عام 2006 [8].

جدول (2) : تطور القدرات المركبة من منظومات الخلايا الشمسية PV بليبيا خلال سنة 2006م

التطبيقات	العدد	النسبة%	القدرات المركبة كيلو وات/ساعة
الاتصالات	120	13.0	690
الحماية المهبطية	320	34.8	650
كهرباء الأرياف	440	47.8	4.5
ضخ المياه	40	4.4	120
الإجمالي	920	100	1865

المصدر: **Mohmed Ekhlat,Mediterranean and National Straegies sustainable Development,in Libya, plan Bleu, Regional Activity cenetre, Sophia Antipolis ,Septeber, 2007,p17**.

مزايا وعيوب الطاقة الشمسية:

أ- مزايا الطاقة الشمسية : تعد الطاقة الشمسية المصدر الأول والأساسي لجميع مصادر الطاقة، والتي تحولت بعدة طرق تقنية أو طبيعية إلى طاقة يمكن الاستفادة منها واستغلالها ويجب الانتباه إلى أن للمصادر المتجددة للطاقة مزاياها وعيوبها بيئياً أو اقتصادياً أو فنياً على كافة المستويات، إلا أنها تعد الخيار الأفضل لما بات يعرف بالاحتباس الحراري وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات الضارة بيئيا ومن أهم مزاياها:

1- عدم قابليتها للاحتكار السياسي مقارنة مع الوقود التقليدي فهي دائمة إلى ما شاء الله.

2 - تعد الطاقة الشمسية مصدرا طاقيا نظيفا ومستمرا دون ترك مخلفات تلحق الضرر بالبيئة.

3- لا تحدث عملية تداخل بينها وبين أنظمة الرادار لذلك يمكن استخدامها الاتصالات السلكية واللاسلكية.

4 – إمكانية استخدامها لبرامج الحماية المهبطية لأنابيب النفط والغاز لحمايتها من الصدأ والتآكل.

5– اتساع مجال استخدامها في المناطق النائية في أنظمة الري الزراعي و الإنارة أو النقاط الأمنية كما في الصورة (3) وغيرها.

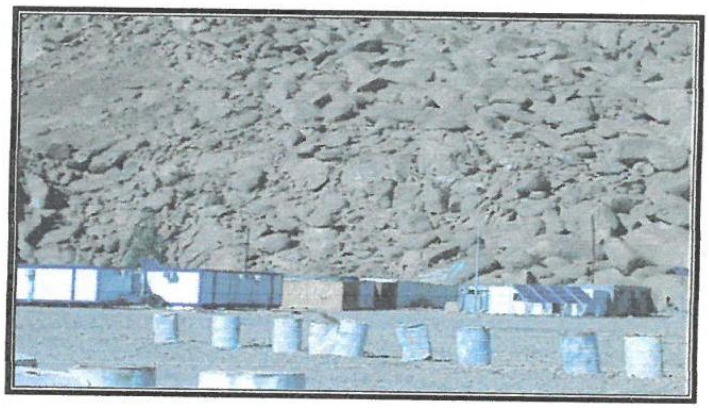
ب– عيوب الطاقة الشمسية:

1– ارتفاع تكاليف الخلايا الشمسية.

2– تتطلب إقامة محطات شمسية لتوليد الطاقة الكهربائية مساحات شاسعة سواء كانت محطات خلايا شمسية أو تقنية القطع المكافئ أو المرايا وغيرها إلا أن المساحة الشاسعة من مميزات ليبيا، مما يتيح استعمالها دون مشكلات فهي تحتاج إلى حوالي 1 هكتار لإنشاء واحد ميجاوات من الطاقة الشمسية. (9)

3– إن محطات توليد الطاقة الشمسية المقامة على الأرض تحتاج إلى مجمعات هائلة لضوء الشمس لحفظ الحرارة واستخدامها عند الحاجة (ليلا) أي مستودعات تخزين الطاقة، وذلك يعني زيادة في تكاليف إنتاج الطاقة من الشمس إلا أن تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق المتبعة حديثاً.

صورة (3): الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء لبوابة أمنية بمنطقة السارة بالجنوب



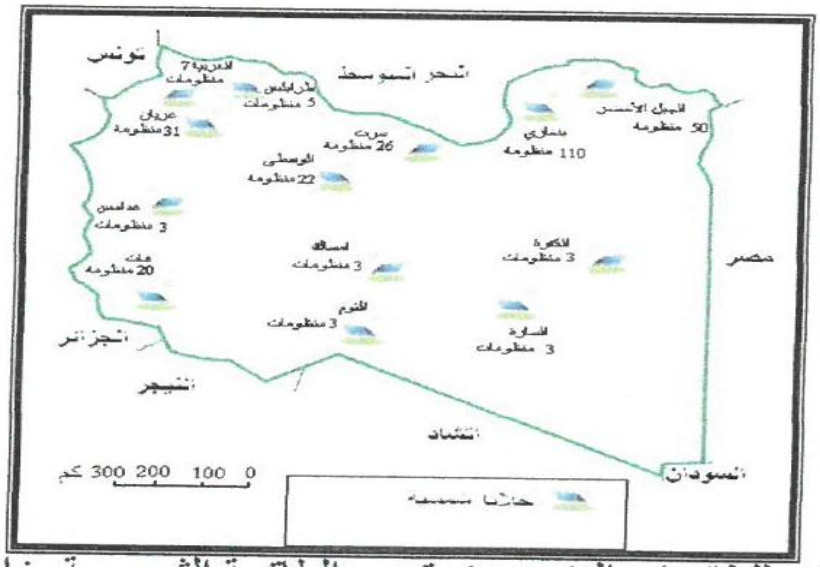
المصدر : الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة قسم الطاقة الشمسية، زاوية الدهماني، طرابلس www.reoal.org.ly.

وأهم المناطق المختارة لاستخدام منظومات الخلايا الشمسية في ليبيا كما هو الحال في المنطقة الغربية بعدد 7 منظومات وبنغازي بعدد 110 منظومة وإمساك والتوم والسارة

بعدد 9 منظومات جنوب ليبيا كما هو موضح بالشكل (1).

ويلاحظ استخدام مولدات الديزل في منظومة الاتصالات في السابق ولكن تم إدخال منظومة الاتصالات السنتيمترية كبديل لعدة محطات كانت تعمل بمحطات ديزل كمولدات في المناطق البعيدة عن الشبكة الكهربائية، وقد تم استبدالها لأنها تحتاج إلى 2 مولد يعملان بالتناوب كل 5 أيام على مدار 24 ساعة حيث تحتاج إلى صيانة دورية وتوفير الوقود والمراقبة المستمرة، وعندما تتعرض هذه المولدات للصيانة يتم توقف كافة الاتصالات بين مناطق عدة مما يؤدي إلى زيادة في التكاليف لإجراء الصيانة وأيدي عاملة، كما تتعرض للسرقة في بعض الحالات.

شكل (1) : توزيع منظومات الخلايا الشمسية في ليبيا



المصدر : الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، قسم الطاقة الشمسية، زاوية الدهماني، طرابلس
www.reaol.org.ly

كما تختلف التكاليف السنوية باستخدام منظومات الخلايا عند تغذية محطات الاتصالات للموجات السنتيمترية بالطاقة اللازمة بما يتناسب مع المحطات ذات 600 وات مع حساب عدد المسطحات المستخدمة ومتوسط الغيوم الاحتياج لمعرفة عدد البطاريات التي تحتاجها كالأتي:

1- الطاقة اللازمة لتشغيل محطة 600 وات.

2- العمر الافتراضي للمنظومة 20 سنة.

3- متوسط الغيوم 5 أيام.

4- تحتاج إلى صيانة دورية كل 3 أشهر بنحو محطتين في اليوم.

5- عدد المسطحات الشمسية 46 مسطح.

6- تستخدم بطاريات يتم تغييرها 10 سنوات تقريباً.

7- قلة تعرضها للسرقة كل تلك المعطيات تؤكد أهمية المنظومات في مجال الاتصالات وغيرها من مختلف النواحي [10]. وتوضح الصورة (4) استخدام منظومة الخلايا الشمسية في مجال الاتصالات في منطقة شحات بالجبل الأخضر مما يمكن من استخدامها في المناطق الجبلية الوعرة أيضاً وليس البعيدة عن الشبكة العامة للكهرباء، وفي مجال التحويل الحراري (السخانات الشمسية بدأ استخدامها سنة 1980م بعدد بلغ حوالي 35 منظومة كما هو الحال لمنطقة رأس لأنوف وذلك لتوفير المياه الساخنة، إضافة إلى بعض المشاريع الأخرى بعدد بلغ حوالي 2000 منظومة على مستوى البلاد حيث تستهلك الطاقة الأخرى لأغراض تسخين المياه حوالي 12.

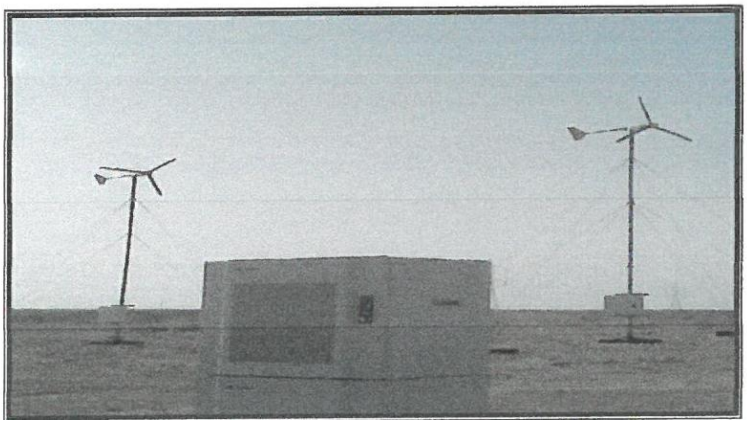
صورة (4): استخدام الخلايا في منظومة الاتصالات السنتيمترية بمنطقة شحات بالجبل الأخضر

المصدر: الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، قسم الطاقة الشمسية زاوية الدهماني، طرابلس www.reaol.org.ly

ويمكن بذلك إنشاء بعض المراوح ذات الإحجام الصغيرة على شكل محطات

قياس لمعرفة السرعة والاتجاه للرياح بليبيا كما هو الحال في مدينة سرت كما في الصورة (5) مع منظومة لتخزين المعلومات لتحديد سرعة واتجاه الرياح ولكن يلاحظ قلة انتشار هذه المنظومات، وذلك يرجع إلى قلة المعرفة للمستهلك وقلة التعريفة الكهربائية المفروضة على المواطن عموما وعلى مختلف الشرائح تتباين الأسعار حسب الشريحة.

صورة (5) : مراوح ثلاثية الريش (تجريبية) لقياس معلومات الرياح بسرت



المصدر: الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، قسم الطاقة الشمسية زاوية الدهماني، طرابلس www.reaol.org.ly

وهناك عدة مميزات تشجع على استغلال الطاقة الشمسية في ليبيا، منها وقوعها ضمن الحزام الشمسي الذي يوفر أعلى معدل إشعاع على الكرة الأرضية وعلى مدار السنة[11]. ولكي يتم الاستفادة من هذه الطاقات المتجددة فإن ذلك يستوجب اتباع عدة مراحل تخطيطية، وتحديد الأهداف حسب الإمكانات والظروف المناخية في ليبيا ومن هذه المراحل:

1 – المرحلة التخطيطية 2005 – 2010 م: تعد هذه المرحلة من أهم المراحل لأنه يتم من خلالها التعرف على الإمكانات وتحديد الاحتياجات وتحقيق عدة أهداف منها:

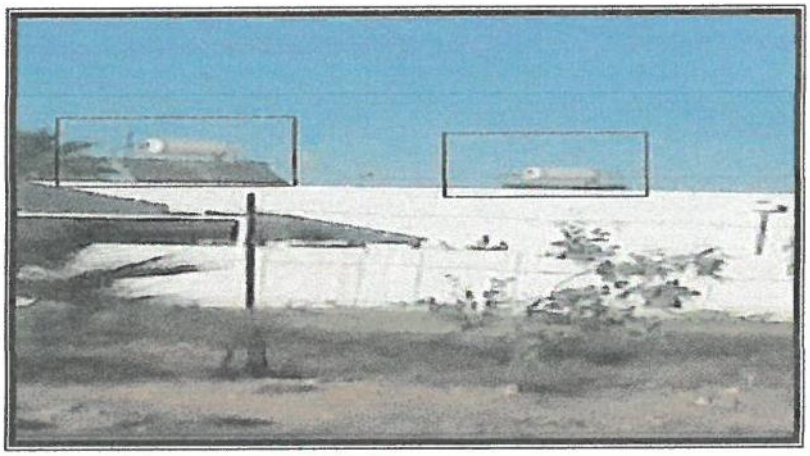
1– دراسة وتخريط مصادر الطاقات المتوفرة في ليبيا (الإشعاع الشمسي – الرياح واستخدام التقنيات الحديثة، ووضع الخرائط، مع الاستعانة بالمعلومات المتوفرة من الأقمار الصناعية، وتطوير محطات القياس الأرضية.

2– تحديد المناطق النائية والبعيدة عن شبكات النقل والتوزيع للشبكة العامة ومعرفة الكميات المطلوبة من الطاقة، ووضع الخطط المبدئية مع إقامة المشاريع التجريبية.

3- التهيئة لكيفية التعامل مع هذه المنظومات، وتقييم أثارها اقتصادياً واجتماعياً.

4 – إدخال الطاقة الشمسية وإدماجها لتسخين المياه للأغراض المنزلية كما هو الحال في منطقة رأس لانوف، حيث لوحظ استخدام منظومات التسخين الشمسي فوق المنازل كما في الصورة (6) ومن أهم مميزات هذه المنظومة أن كفاءتها تزداد خلال فصل الشتاء، كما أن الفقد الحراري قليل في الفترة الليلية مقارنة مع الأنظمة التقليدية.

صورة (6) : السخانات الشمسية في منطقة رأس لأنوف على أسطح المنازل



المصدر : الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة قسم الطاقة الشمسية، زاوية الدهماني، طرابلس www.reaol.org.ly

عمليات تحويل الطاقة الشمسية

أولاً – العمليات الكيميائية **heliochemical** : ويقصد بها عمليات التمثيل الضوئي بالنباتات.

ثانياً – العمليات الحرارية **hellothermal** وهي تحويل طاقة الشمس إلى طاقة حرارية باستخدام المجمعات الشمسية، لأن الإشعاع الشمسي هو مدخلات المجمع الشمسي والطاقة الحرارية هي مخرجاته، ولهذا التحويل الحراري أهميته من حيث الكفاءة والاقتصاديات مع إمكانية التوسع في تطبيقاته في عدة أغراض منها تسخين المياه المنزلية، والتدفئة وتكييف الهواء وتوفير البخار للعمليات الصناعية،وتوليد الكهرباء وغيرها وتتمثل في:

1 – المجمعات الشمسية.

2- البرك الشمسية.

3- الأبراج الشمسية وتسمى أبراج القدرة تستعمل هذه المنظومة الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق حقل كبير من المرايا المستوية المتحركة وتكون هذه المرايا متحركة لتعقب الأشعة الشمسية وتسمى بالمرايا الدوارة أو تكون ثابتة على مستقبل ثابت واحد موضوع على قمة برج مركزي طويلة ويمكن أن تتراوح درجة الحرارة التي تنتج في هذا المستقبل بين 500 – 1500 م إذ يستعمل البرج الشمسي الطاقة وينقلها إلى السائل الناقل للحرارة، وقد استعمل حديثا الملح المنصهر والصوديوم السائل وملح النترات، وفي بعض الحالات النفط كما في الصورة (7) حيث تعمل الطاقة الحرارية المخزنة في الملح لغلي الماء، وبالتالي تكوين البخار لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة مولد يعمل بالبخار يوجد في أسفل البرج، لأن الملح المنصهر يمكن أن يعمل لوسيلة لخزن الحرارة ولعدة ساعات، مما يسمح للبرج الشمسي بالعمل لأكثر من 65% من وعندما لا توجد وسيلة لخزن الطاقة فإن البرج الشمسي يمكن أن يستعمل فقط لحوالي 25% في السنة بينما يستعمل مصدر أخر من الوقود في بقية السنة كالنفط مثلاً [12].

صورة (7): نموذج لمحطات المركزات الشمسية باستخدام تقنية الأبراج

المصدر : اللجنة الشعبية العامة (سابقا)، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، عرض حول نشاطات الطاقات المتجددة، نوفمبر، 2009. م.

كما سيتم الاستفادة من استخدام الطاقة الشمسية في الأغراض الصناعية ومنها مشروع تركيب محطة للمركزات الشمسية لإنتاج حوالي 2.5 طن بخار يلى وذلك لتوفير حوالي 25% من متطلبات البخار في مصنع القطن الطبي والضمادات بجنزور غرب

طرابلس أما التطبيق الميداني لسخانات المياه الشمسية حيث تم العمل على تركيب المنظومات، ما يزيد على 200 منظومة مجهزة باستخدام أجهزة قياس مراقبة لغرض التقييم الميداني لأدائها الحراري، إضافة إلى استغلال الطاقة الشمسية في تجفيف الفواكه والخضروات، و يتكون المشروع من مجفف شمسي يمكن استخدامه في تجفيف الفواكه والخضروات وقد أمكن الحصول على نتائج مشجعة في مجال تجفيف بعض المحاصيل الزراعية[13]. ومن الممكن نجاح هذه المشاريع، لأن الفواكه والخضروات تحتوي على كمية كبيرة من الماء تتراوح بين 65–95% من وزنها ولأن الماء يساعد على استمرار العمليات الحيوية، فهو يساعد أيضاً على سرعة التحلل والتعفن عند تجفيفها، لذلك تحتفظ بالجزء الأكبر من الفيتامينات والبروتينات لمدة طويلة وبدون أن يتغير طعمها، لأنه من المعروف أن هناك أنواعاً منها سريعة التلف أو ينتهي موسم ظهورها بسرعة، وتعتمد فكرة المجفف الشمسي على صندوق مغطى بالزجاج أو البلاستيك ويكون قاعة مطليا باللون الأسود لزيادة امتصاص الأشعة الشمسية، وبالتالي يسخن الهواء من خلال مروره على أرفف موضوع فوقها الفواكه أو الخضروات المراد تجفيفها حيث يساعد الهواء الجاف الساخن على سرعة التجفيف ، وتوضع الأرفف بشكل مائل وعند تبخير الماء منها يتكاثف في قنوات تسير إلى قاع المجمع الشمسي وأخيراً إلى الخارج وذلك ما يعرف باسم المجفف الشمسي، وبذلك يمكن تصديرها إلى الخارج مع ضرورة زيادة الرقعة الزراعية[14].

ولكن تواجه هذه التقنيات عدة عيوب منها:

أ– الحاجة لمساحات كبيرة نسبياً لإقامة المجمعات الشمسية.

ب– تتطلب هذه المجمعات الإشعاع المباشر مما يجعلها مقتصرة على مناخات معينة.

ج– ارتفاع التكلفة لبناء النماذج الأولية، ويرجع ذلك للحجم الكبير للوحدة التجريبية ويوضح الجدول (3) معرفة أهم مشاريع التحويل الحراري التطبيقية والتجريبية في ليبيا خلال سنة 1999م.

4– منظومات الصحن أو تقنية القطع المكافئ : وهى عبارة عن مرايا صغيرة مركبة، ذات قطع مكافئ لها شكل الصحن تقوم بعكس الأشعة الشمسية إلى مستلم الأشعة ومنظومة متابعة لأشعة الشمس تعمل على تحريك المرايا لضمان قيامها بعملها، وهو عكس أكبر قدر ممكن من الأشعة الشمسية، كما يقوم مستلم الأشعة الموجود فوق المرايا في النقطة البؤرية بتسخين سائل انتقال الحرارة المتولدة نتيجة تركيز الأشعة على المستلم،

وبالتالي تتولد طاقة كهربائية بقدرة تتراوح بين 15– 50 كيلو وات، ويمكن أن تعمل هذه الصحون بمفردها أو عن طريق ربطها مع بعضها وهكذا.

وتتميز منظومات الصحن أو تقنية القطع المكافئ بأنها :

1– تعمل بمفردها أو عن طريق ربطها مع المحطات التي تعمل بالغاز الطبيعي لضمان الحصول على إمداد طاقي ثابت.

2– تنتج طاقة كهربائية أكثر من غيرها من تقنيات الطاقة الشمسية، ويوضح الصورة (8) بعض أنواع المجمعات الشمسية تقنية القطع المكافئ المتوقع تنفيذها في ليبيا.

جدول (3) مشاريع التحويل الحراري للطاقة الشمسية خلال سنة 1999

اسم المشروع	نوع التطبيق	ملاحظات
مشروع البركة الشمسية التجريبية.	تجريبي يعمل	يتكون المشروع من : – بركة شمسية رئيسة تبلغ مساحتها حوالي ٨٣٠ متر بركة تبخيرية مساحتها 105 متر^2
مشروع وحدة تحليه تجريبية.	تجريبي – يعمل	وحدة التحلية تعمل بمبدأ التبخير الوميضي المتعدد المراحل باستخدام الطاقة الحرارية المخزنة بالبركة الشمسية، وبطاقة إنتاجية تبلغ حوالي 5 متر ^{3}/يوم.
التطبيق الميداني لسخانات المياه الشمسية.	تطبيقي	تم تشكيل فريق متخصص للقيام بأعمال التركيب، حيث تم تركيب ما يزيد عن 200 منظومة
محطة شمسية برجيه.	تجريبي	القدرة الإنتاجية المتوقعة في حدود 1 ميجاوات. بالإضافة إلى معدات تحليه لاستغلال الطاقة الحرارية الزائدة عن حاجة المحطة لإنتاج المياه العذبة بطاقة 300 متر3/ يوم.
محطة مركزية تجريبية للمقطرات الشمسية.	تجريبي	يستند المشروع إلى الخبرة النظرية والمعملية المتوفرة لدى المركز، بقدرة إنتاجية تبلغ 10 متر /يوم.
استخدام الطاقة الشمسية في الأغراض الصناعية.	تطبيقي	يتضمن المشروع تركيب محطة للمركزات الشمسية لإنتاج حوالي ٢,٥ طن بخار عند ضغط 12 بار ودرجة حرارة تبلغ 190م وذلك لتوفير 25% من متطلبات البخار فى مصنع القطن الطبي والضمادات بجنزور غرب طرابلس.
استغلال الطاقة الشمسية في تجفيف الفواكه والخضروات	بحثى– تجريبي	تضمن المشروع تصميم مجفف شمسي وقد تم إجراء التجارب المعملية عليه باستخدام طرق مختلفة للتجفيف وأمكن الحصول على نتائج مشجعة في مجال تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثلالبصل والعنب.

المصدر : مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية، التعاون العربي العربي في أطار التعاون المغاربي، تقارير غير منشورة ،طرابلس تاجوراء، ص 26 – 27 .

5– الأفران الشمسية أو الصوامع الشمسية : تكون هذه الصوامع ذات مركز بؤري حيث تتكون هذه التقنية من حقل من المرايا يغطي دائرة أو جزءا منها وتكون الصومعة بوسط الدائرة كما في الصورة (9) وتوجد بقمتها بؤرة حقل المرايا، وتعد هذه التقنية في مراحلها التجريبية[15].

ثالثا – الخلايا الشمسية تعتمد هذه التقنية أساساً على استخدام الخلايا الشمسية التي تقوم بالتحويل المباشر للإشعاع الشمسي إلى تيار كهربائي مستمر، ومن أهم استخداماتها في المنازل والمدن والقرى النائية ولعدة أغراض، أهمها التدفئة والتبريد وتسخين المياه وضخها من الآبار والإضاءة والاتصالات اللاسلكية، كما هو الحال في منطقة بدر بجبل نفوسه حيث توضح الصورة (10) استخدام الخلايا الشمسية في الاتصالات اللاسلكية.

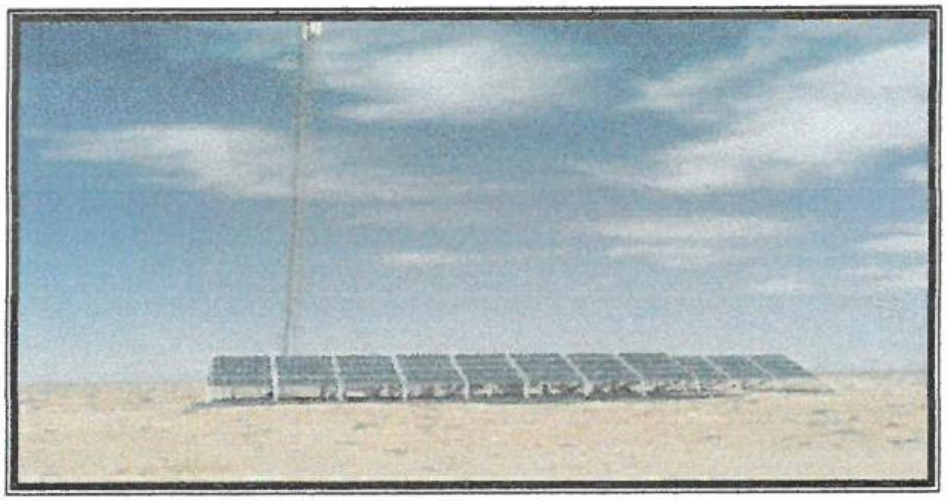
صورة (8) : منظومات الصحن (تقنية القطع المكافئ)

المصدر : اللجنة الشعبية العامة (سابقا)، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، عرض حول نشاطات الطاقات المتجددة، زاوية الدهماني، طرابلس، نوفمبر، 2009

صورة (9) : تقنية الأفران الشمسية (الصوامع الشمسية)

المصدر: علي محمد بن صالح الورفلي دراسة الجودة البيئية للطاقة الشمسية في ليبيا، ليبيا، رسالة ماجستير، غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، قسم العلوم الهندسية والبيئية، 2010 طرابلس، ليبيا، ص 61.

صورة (10) : الخلايا الشمسية في منظومة الاتصالات اللاسلكية (ليبيانا المدار) بمنطقة بدر بجبل نفوسه



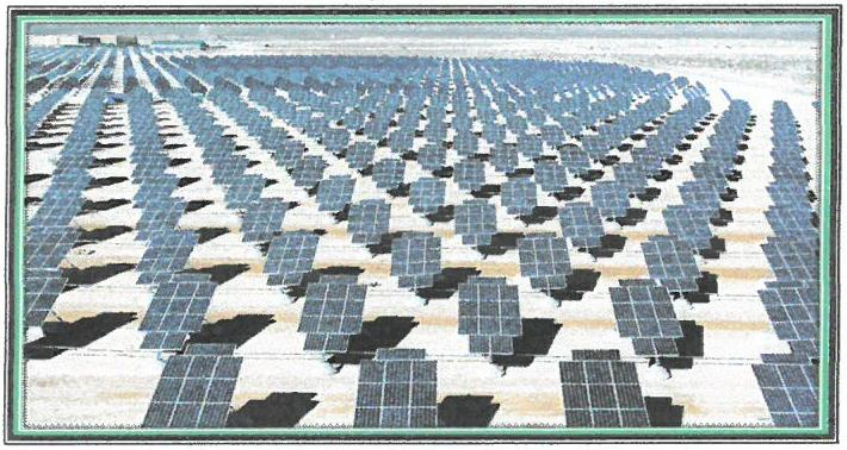
المصدر : اللجنة الشعبية العامة (سابقا)، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، عرض حول نشاطات الطاقات المتجددة، زاوية الدهماني، طرابلس، نوفمبر، 2009 م.

إن إقامة أي مشروع للطاقات المتجددة بالقرب من الشبكة العامة يمكن من إدماجها التدريجي مع الشبكة العامة للكهرباء وبخاصة في حالة التطبيقات الكبيرة كما في

مشروع الفتائح بدرنة لتفادي تكاليف إقامة شبكات نقل الطاقة، أما التطبيقات الصغيرة يمكن إقامتها حيث تتوافر مصدر طاقتها كما هو الحال بالنسبة للتطبيقات الشمسية لقلة حاجتها لشبكات لنقل الطاقة الكهربائية.

ومازالت ليبيا في المراحل الأولية لتنفيذ بعض مشاريع الطاقة المتجددة، وذلك يعني أنه قد يتم تنفيذها أو لا تنفذ كما في تقنية المرايا المستوية حيث تم إعداد المشروع وطرحه خلال سنة 2010م، إضافة إلى مشروعات إنارة الطرق بالطاقة الشمسية وتوضح الصورة (11) نموذج لمحطات التحويل الفوتوضوئي وكيفية ترتيبها لتوليد الطاقة الكهربائية والمتوقع تنفيذها بليبيا، كما توضح الصورة (12) تقنية المرايا المسطحة وكيفية رصفها[16].

صورة :(11): نموذج لمحطات التحويل الفوتوضوئي لتوليد الطاقة الكهربائية وكيفية رصفها



المصدر: اللجنة الشعبية العامة (سابقا) ، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة نشاطات الطاقات المتجددة)، زاوية الدهماني، طرابلس، نوفمبر، 2009

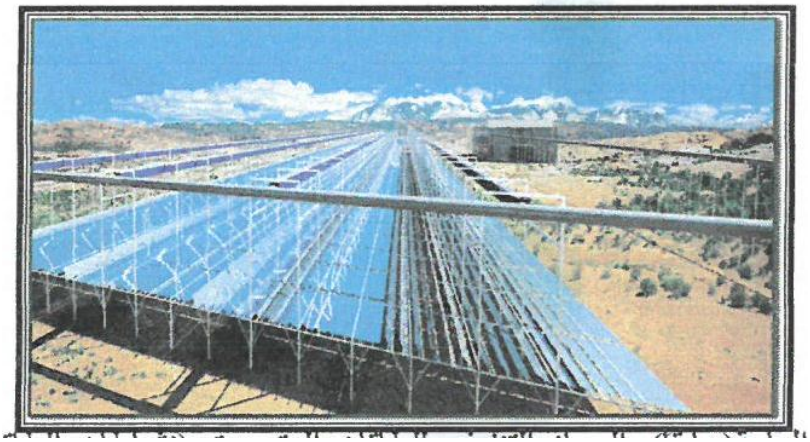
وقد تم دراسة الجدوى الاقتصادية وإعداد التصاميم للمشروع وكل هذه المشاريع تهدف لتحقيق عدة مزايا منها:

أ- توفير منظومات التسخين الشمسي ذات الجودة العالية واستخدامها في القطاع المنزلي خاصة (الوحدات السكنية الجديدة).

ب - خفض الاستهلاك الكهربائي في القطاع المنزلي خاصة في فترة الذروة في فصل الشتاء والتحكم في معدلات النمو على المدى البعيد.

ج- نقل المعرفة وتوطين الخبرة إضافة إلى خلق فرص عمل لتحقيق تنمية مستدامة [17].

صورة (12): تقنية المرايا المستوية (المسطحة)



المصدر: اللجنة الشعبية العامة (سابقا)، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، نشاطات الطاقات المتجددة)، نوفمبر، 2009م زاوية الدهماني، طرابلس.

ثانيا – طاقة الرياح:

الرياح هي الحركة الأفقية للهواء، أما التيارات الهوائية فهي الحركة العمودية للهواء، وتنتج طاقة الرياح بسبب التباين في درجات تسخين الشمس للهواء، ولأن طاقة الرياح هي شكل من أشكال الطاقة الشمسية فهي تمثل من 1– 2% من إجمالي الطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض[18].

ولتحديد سرعة الرياح تعد القياسات التي وضعها (**Beaufort**) من أشهرها ، وتم اتخاذها مقياسا لطاقة الرياح عالميا ابتداءً من الصفر (0) وهي الرياح التي تقل سرعتها عن كم / س وتسمى رياح هادئة ، أما الدرجة 12 وما فوقها تمثل مقياساً لرياح تزيد سرعتها عن 72كم/س وتسمى الرياح في مثل هذه الحالة أعاصير ، وحيث أن الميل = (1.6 كيلومتر فإن درجة 3 على مقياس **Beaufort** تعني رياح لطيفة تتحرك كالنسيم بسرعة تتراوح من 12 – 19 كم/س بينما تمثل الدرجات من 4 رياح معتدلة تتراوح سرعتها من 20 – 50 كم / س، أما الدرجات الأعلى من 50 كم/س تسمى رياح قوية جدا ثم عواصف ثم أعاصير عندما تكون سرعتها أكثر من 74كم /س[19]. ويوم ويوضح الجدول (4) تقدير سرعة الرياح الرياح حسب تقسيم بيفورت **Beaufort**.

ولأن طاقة الرياح تحتاج لمساحات واسعة وهي ميزة تتميز بها ليبيا كما أنها تحتاج إلى تقنيات معينة لكي تصبح مجدية فنياً وإنتاجياً وبيئيا، وحسب سرعة واتجاه الرياح السائدة

في المنطقة المعنية للاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية ولأن لمزارع الرياح ميزة ثنائية يمكن استغلال 99% من المساحة المشغولة بمزارع الرياح يمكن للزراعة أو أن تبقى بيئة طبيعية.

علماً بأن طاقة الرياح تعد طاقة منتشرة وتجميعها من الرياح يتطلب انتشار التربينات على مساحة عريضة ، وهناك تباين في تأثير مزارع الرياح على الكائنات الحية خاصة على المواقع الحساسة مثل المواقع الجبلية وإن كان تأثيرها ضئيل، لذلك عند اختيار المواقع يرجى مراعاة ذلك حفاظا على التنوع الإحيائي في مناطق معينة[20].

تتعدد التقنيات المتاحة لاستغلال طاقة الرياح حسب الاستخدام في ليبيا خاصة في ضخ المياه لصعوبة عملية التوصيل عبر الشبكات نقلاً وتوزيعاً ، لأن المحطات المعتمدة على الوقود الأحفوري (نفط) – غاز طبيعي) ليس لديها مشكلات

في عملية الإنتاج وعندما يكون هناك زيادة في الإنتاج يتحول الإنتاج إلى المحطة الرئيسة وهي تقوم بتوزيعه، كما هو الحال بمحطة درنة البخارية ذلك يعني إن الصعوبة تواجه محطات النقل والتوزيع في عملية نقل الطاقة إلى المستهلك النهائي التجمعات السكانية، مصانع، وغيرها).[21]

جدول (4) تقدير سرعة الرياح حسب تقسيم بيفورت (Beaufort)

الترتيب	وصفها	السرعة ميل/ ساعة
0	هادئة	اقل من 1
.1	هواء خفيف	3-1
.2	نسيم خفيف	7-4
.3	نسيم لطيف	8-12
.4	نسيم معتدل	13-18
.5	نسيم نشط	24-19
.6	نسيم قوي	31-25
.7	رياح معتدلة	38-32
.8	رياح نشطة	46-39
.9	رياح قوية	54-47
.10	رياح قوية جدا	63-55
.11	عاصفة	73-64
.12	إعصار	أكثر من 74.

المصدر: قصي عبد المجيد السامرائي، مبادئ الطقس والمناخ دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان الأردن، 2008 م، ص 172

وتم من خلال الأرصاد الجوية التوصل إلى أن متوسط سرعة الرياح يتراوح ما بين 5–10 متر / ثانية في عدة مناطق من أهمها منطقة الفتائح في درنة والمقرون ببنغازي

ومحطات المنطقة الغربية وهي ترهونة مسلاته والاصابعة ومحطات الرياح بمنطقة الجنوب الغربي وغيرها من المناطق ذات السرعات المدروسة والمتوقع إقامة مزارع رياح على اختلاف سعاتها وقد أنشأت أيضاً عدة محطات لقياس بيانات الرياح في مدينة الكفرة تازربو وجالو والسرير والشويرف ومرزق وغات وجنوب الجبل الأخضر وغيرها من المناطق لمعرفة سرعة واتجاه الرياح لبعض المناطق المختارة في ليبيا، كما وتحتوي محطات القياس على معلومات وبيانات الرياح الموزعة في ليبيا بحيث تكون متكاملة لقياس سرعة واتجاه الرياح ومنظومة لتخزين البيانات ومعالجتها مع وجود برامج خاصة لتخزين وتحليل بيانات الرياح، حيث تعد مرحلة جمع البيانات من محطات الأرصاد الجوية المتاحة بحيث تكون الفترة التي تغطيها 10 سنوات لدراستها وتحليلها ورسم خرائط لتحديد سرعة الرياح لاختيار المواقع الملائمة، إضافة إلى سهولة الوصول للموقع وقربة من الشبكة العامة للكهرباء والبعد عن المطارات وأجهزة الرادار ،وغيرها، ومن ثم تركيب أبراج لقياس سرعة الرياح على ارتفاعات معينة تتراوح ما بين 10 ، 25 ، 40 متر ، وذلك لضمان قياس سرعتها على ارتفاعات مختلفة، وقياس اتجاه الرياح من خلال جهاز تحكم آلي لتشغيل توربينة الرياح عند سرعة 4 م / ث وإيقافها عند سرعة 25 م /ث لحمايتها من التلف [22].

أ- أهم أنواع التوربينات[23] الريحية

1- توربينات رياح أفقية المحور

توجد هذه التوربينات على عدة أشكال منها ما يكون مع اتجاه الرياح أو ضد اتجاه الرياح، أو تكون متعددة الشفرات، أو ثلاثية أو ثنائية، أو حتى بشفرة واحدة تستعمل هذه الأنواع على اختلافها في توليد الكهرباء للتجمعات السكانية الصغيرة ولضخ المياه من الآبار الجوفية، وعادة تستخدم توربينة رياح مفردة في المنازل النائية لتوليد الكهرباء وبسعة تتراوح من 1 – 10 ك . و ، وفي حالة القرى النائية تستخدم توربينات تصل سعتها إلى 100 ك . و ، وهكذا ولأن طاقة الرياح تستخدم على نطاق واسع، فقد تركب فوق اليابس أو على شواطئ البحار وتوضح الصورتان (13) (14) توربينتي رياح أفقية المحور واحدة في عرض البحر والأخرى فوق اليابس ، ويتم توصيلها بالشبكة العامة للكهرباء وهذا الاستخدام بطبيعة الحال له فوائد اقتصادية من حيث التشغيل والصيانة لتفادي تكلفة بناء خطوط جديدة لنقل القدرة الكهربائية لمناطق الاستهلاك[24]. لا تختلف المنظومات الريحية في عرض البحر في تصميمها عن الموضوعة فوق اليابس نسبيا لذلك يلاحظ أن هناك اهتماماً لوضعها في

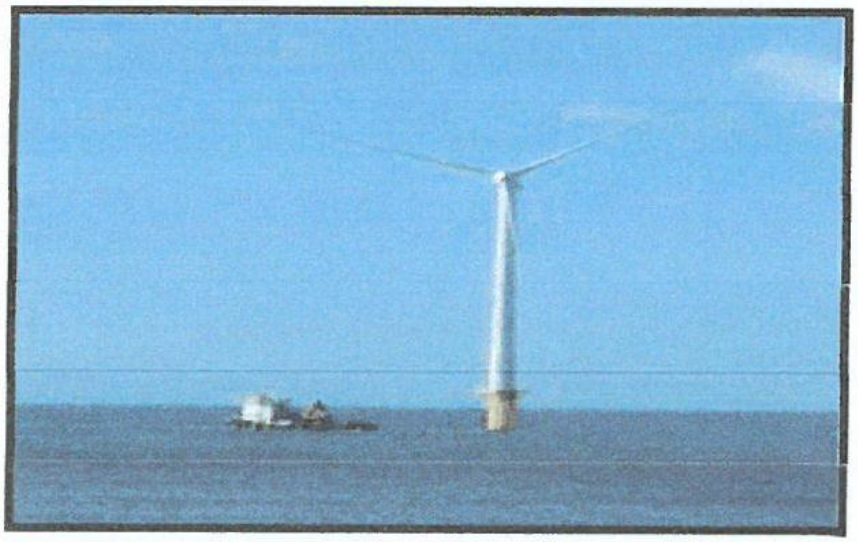
عرض البحر وخاصة في عدة دول أوروبية ومنها الدنمارك بسعات مختلفة كما تتميز بقدرتها على تفادي المؤثرات البصرية والضوضاء وذلك عند تركيبها على مسافات معينة من الشاطئ، إلا أ أنه يواجه هذه الطريقة عدة معوقات منها ارتفاع تكاليف التركيب إضافة إلى ضرورة حمايتها من التآكل والصدأ بسبب ملوحة المياه وصعوبة الصيانة والتشغيل في بعض الحالات حيث تحتاج أيضا إلى تقييم في سرعة واتجاه الرياح وحدوث بعض الاضطرابات أو تغيرات سوأ في السرعة أو الاتجاه ويصل المتوسط السنوي لسرعة الرياح في أوروبا ما بين 8.5– 9 م /ث في عرض البحر[25].

أما في ليبيا فهي مازالت في مرحلة التنفيذ ولا توجد حسب المخطط مزرعة ريحية في عرض البحر وما يتم تنفيذه أو المتعاقد عليه مقتصر على مزارع ريحية على اليابس.

2 – توربينات رياح عمودية المحور

منها ما يكون على شكل حرف (**V**) أو حرف (**H**) بالإنجليزية إضافة إلى عدة أنواع أخرى من أهم مميزاتها أنها تستغل الرياح في كافة الاتجاهات دون الحاجة إلى إعادة تنظيم العضو الدوار عندما يتغير اتجاه الرياح وذلك يميزها عن التوربينات أفقية المحور وتوضح الصورة (15) توربينة رياح عمودية المحور (داريوس) [26].

صورة :(13) : توربينة رياح أفقية المحور في عرض البحر

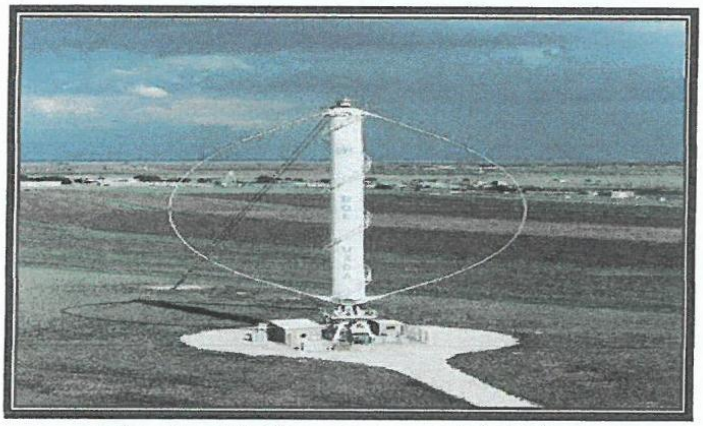


المصدر : مركز بحوث ودراسات الطاقة المتجددة قسم طاقة الرياح تقارير غير منشورة، تاجوراء، طرابلس، 2009 م.

صورة (14) : توربينة رياح أفقية المحور على اليابس

المصدر: هاشم ابوسنوقة (محاضرة) تقنيات طاقة الرياح مركز بحوث ودراسات الطاقات المتجددة وتحليه المياه، قسم طاقة الرياح، تاجوراء، طرابلس، 2009

صورة (15) توربينة رياح عمودية المحور (داريوس)



المصدر: مركز بحوث ودراسات الطاقة المتجددة، قسم طاقة الرياح تقارير غير منشورة، تاجوراء، طرابلس، 009

أنواع مزارع الرياح تتنوع مزارع الرياح و منها[27]:

1 مزارع رياح صغرى تركب هذه التوربينات في موقع واحد ثم توصل إلى الشبكة العامة حسب الطلب وتتراوح القدرة الإجمالية لهذه المزارع ما بين 10– 200 كيلووات.

2– مزارع رياح كبرى تكون فيها التربينات مركبة في موقع واحد أيضاً وتكون متصلة أو غير متصلة بالشبكة العامة، تتكون من 5 توربينات أو أكثر وتتراوح القدرة الإجمالية ما بين 20 – 200 كيلووات وتوضح الصورة (16) مجموعة من التوربينات الريحية يطلق عليها مزرعة رياح الكهرباء لصالح قطاعات كبرى تستهلك كميات كبيرة جدا من الكهرباء مثل مصنع الحديد والصلب في منطقة مصراته و غيره [28].

صورة (16): مجموعة من التوربينات يطلق عليها مزرعة رياح

المصدر : يوسف عطية ساسي، يعقوب محمد البرعصي، وآخرون، مؤتمر التنمية المستدامة في ليبيا، استغلال طاقة الرياح في تعزيز فرص نجاح التنمية المستدامة، 28 – 29/6/2008م، ص 12.

ولا يخلو استغلال طاقة الرياح من بعض التأثيرات البيئية على حركة وطيران الطيور المهاجرة أو المقيمة عند اصطدامها بالتوربينة أثناء دورانها بما يعرف بالتداخل الكهرومغناطيسي والبصري إلا أنه يمكن اتخاذ إجراءات وقائية لحماية الطيور كطلاء نهايات شفرات المراوح **Blades)** بألوان عاكسة للضوء الأحمر، واستخدام توربينات كبيرة الحجم البطء سرعه دورانها مقارنة مع التوربينات الصغيرة الحجم، مما يقلل من حوادث

الاصطدام كما في الصورة (17) شكل المراوح من حيث تلوينها بالطلاء الأحمر أو الأخضر[29] .

صورة (17) شكل المراوح وتلوين الشفرات بطلاء احمر لتفادي اصطدام الطيور

المصدر : اللجنة الشعبية العامة (سابقا) ، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، نشطات الطاقات المتجددة)، زاوية الدهماني، طرابلس، نوفمبر، 2009م.

هوامش البحث:

(1) جمعة رجب طنطيش، محمد أزهر سعيد السماك دراسات في جغرافية مصادر الطاقة، منشورات ALGA 1999 م، ص 245.

(2) وداد الأسطى، هاشم أبوسنوقة، التوجهات المستقبلية لتطبيقات طاقة الرياح والتوجهات الممكنة للاستخدام ليبيا، "بحث"، غير منشور، تاجوراء طرابلس، ص 4 .

(3) محمودمحمود إبراهيم الديب، الطاقة في مصر، دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، 1993.

(4) سعيد أحمد عبده، إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائسة في سلطنة عمان، 1970-1998م، دراسة في جغرافية الطاقة ، المجلة الجغرافية العربية المصرية، 2001.

(5) Mohmed Ekhlat,Mediterranean and National Straegies sustainable Development,in Libya, Ibid,p12-17

(6) سمية محمد خليفة العيساوي، الموارد الطبيعية النبات الطبيعي، التربة (المياه في شعبية الجبل الغربي والتنمية المستدامة لها رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السابع من ابريل الزاوية، 2009م، ص 6

(7) التعاون العربي – العربي في إطار التعاون المغاربي، مركز بحوث و دراسات الطاقة الشمسية، تاجوراء طرابلس، ص 28

(8) القدرة المركبة = كيلو وات (KW). Mohmed Ekhlat,Mediterranean and National Straegies sustainable Development,in Libya,Ipid,p17.

(9) Photo - Voltaic – الخلايا الشمسية الفوتوضوئية .(1PV) مصطفى محمد صوفيه طاقة الرياح في ليبيا الإمكانات والمؤشرات المؤتمر الهندسي الخامس والعشرون، مصدر سابق، ص 20.

(10) محمد سالم المرغني، دراسة جدوى استخدام منظومات الخلايا الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية، رسالة ماجستير، غير منشورة ، إدارة المشاريع الهندسية، أكاديمية الدراسات العليا، 2008م، ص 71–54

(11) Ramadan Abdiwe, conference " solar Energy in the Mena region Germany "- 2009 Erfunt.

(12) سمير سعدون مصطفى، بلال عبد الله الناصر، مصدر سابق، ص 182، 185

(13) مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية تاجوراء طرابلس التعاون العربي – العربي، في إطار التعاون المغاربي، ص 29 – 27.

(14) رأفت إسماعيل رمضان علي جمعان الشكيل الطاقة المتجددة، دار الشروق، ط1، 1988 ص 60 – 61.

(15) علي محمد بن صالح الورفلي دراسة الجودة البيئية للطاقة الشمسية في ليبيا رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا قسم العلوم الهندسية والبيئية، 2010 م، طرابلس، ليبيا، ص 61

(16) اللجنة الشعبية العامة (سابقا)، الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة نشاطات الطاقات المتجددة)، ، زاوية الدهماني ،طرابلس، نوفمبر، 2009م.

(17) الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، " أبحاث ، 2 ،مايو، 2010م، زاوية الدهماني، طرابلس.

(18) يوسف عطية ساسي، تقنيات الرياح والبيئة، دراسة بيئية شاملة لتوطين طاقة الرياح في ليبيا، مصدر سابق، ص 36 . سرعة الرياح = كيلو متر / ساعة (كم/س).

(19) حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للطباعة والنشر، ط 1، 2002 م، ص 86 – 87

(20) المستقبل للطاقة المتجددة توقعات وتوجهات ترجمة موسى المبروك الدويب، مصدر سابق، ص 297.

(21) الطيب محمد أمبارك / رئيس قسم التخطيط والمتابعة / مقابلة شخصية / محطة درنة البخارية / بتاريخ / 8/11/2010م.

(22) يوسف عطية ساسي، تقنيات الرياح والبيئة، دراسة بيئية شاملة لتوطين طاقة الرياح في ليبيا، مصدر سابق، ص 44–45.

(23) يقصد بها العنفة أو مروحة الهواء التي تستعمل لاقتناص طاقة الرياح على هيئة حركة دورا نية ثم تحويلها إلى طاقة ميكانيكية يمكن استعمالها لضخ المياه أو تزويد المباني بالكهرباء وغيرها.

(24) Center for solar energy resend and studies" The current and activies related" to wind energy in Libya and casers Efforts,p4.

(25) تقنية طاقة الرياح، جون ووكر ونيكولاس جنكن ، ترجمة وداد الأسطى، المكتب الوطني للبحث والتطوير، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ط 1 ، 2003م، ص 214 – 215 . 1،

(26) Center for solar energy resend and studies" The current and wind energy in Libya and casers Efforts, activies related " to Ibid,p6 7

(27) يوسف عطية ساسي، تقنيات طاقة الرياح والبيئة، مصدر سابق، 38 39

(28) يوسف عطية ساسي، يعقوب محمد البرعصي، وآخرون، مؤتمر التنمية المستدامة في ليبيا، استغلال طاقة الرياح في تعزيز فرص نجاح التنمية المستدامة، 28 – 29/6/2008م، ص 11– 12

(29) يوسف عطية ساسي، تقنيات طاقة الرياح والبيئة، مصدر سابق، ص 36.