ICCPGE-2016, 1, 813-822

معوقات استخدام الطاقات المتجددة في ليبيا

عمر علي شنب[1]، منصور سالم زغينين[*,1]، ستار جابر العيساوي[2]، محمد علي شتوان[2]

[1]قسم الهندسة الصناعية، كلية التقنية الصناعية، مصراتة، ليبيا

[2]قسم الهندسة الكهروميكانيكية، كلية التقنية الصناعية، مصراتة، ليبيا

*البريدي الإلكتروني: manszn@yahoo.co.uk

ملخـــص البحـــث

تعتبر الطاقات المتجددة مصدرًا واعدًا للطاقة في المستقبل نظرًا لما توفره من تخفيض في انبعاثات الكربون التي أصبحت شبحًا يهدد البشرية، ونظراً لمحدودية الوقود الأحفوري الذي يعتبر مصدرًا أساسيًا لتوليد الطاقة في الوقت الحاضر، فقد اهتمت العديد من دول العالم بهذه الطاقات وعملت على تطويرها وتوطينها في بلدانها، لا سيما الدول المتقدمة في أوربا والولايات المتحدة.

تواجه هذه الطاقات العديد من العوائق التي تحد من انتشارها بشكل سريع، إلا أن هذه الدول حاولت ولازالت تحاول إيجاد الحلول المناسبة لمعالجة هذه العوائق.

تستعرض هذه الورقة أهم المعوقات التي تواجه انتشار هذه الطاقات المتجددة في العالم وأهم المقترحات للتغلب على هذه المعوقات، مع التركيز على أهم المعوقات التي تحد من انتشار هذه الطاقات في ليبيا، والتي تتمثل في معوقات مالية واقتصادية، معوقات مؤسساتية وهيكلية، معوقات فنية وتقنية، ومعوقات متعلقة بالوعي. ولقد تم تسليط الضوء على كل جزء من هذه المعوقات واقتراح الحلول الناجعة لمعالجتها.

الكلمات المفتاحية: (الطاقات المتجددة، المعوقات المالية، العوائق التقنية)

1. المقدمة

الاعتماد المباشر على الوقود الاحفوري كمصدر رئيسي وأساسي للطاقة له أثار مستقبلية كبيرة، و لقد أجمع مختصون ومسئولون في المؤتمر السعودي الدولي للمياه والطاقة 2013 الذي أقيم في جدة على وجود تحديات كبيرة تواجه إنتاج المياه والطاقة في الوطن العربي تتعلق بالتكلفة العالية للإنتاج، وعدم استدامة الموارد الطبيعية من مياه ووقود أحفوري، والاستهلاك المتنامي للفرد **[1]**، بالإضافة لتلوث البيئة المحيطة الذي يعتبر من أكبر المشاكل التي تسببها المحطات التقليدية نتيجة حرق الوقود الأحفوري؛ بل يصل تأثيرها على طبقات الجو العليا (الأوزون)، وتسبب مشاكل الاحتباس الحراري. فعلى سبيل المثال، منذ سنة 2003 تسببت المحروقات البترولية بليبيا في انبعاث أكاسيد الكربون بأكثر من 60%، وحوالي 40% من الغاز الطبيعي، حيث بلغ انبعاث ثاني أكسيد الكربون 50 ميجا طن خلال العام 2004 **[2]**. على الرغم من التحديات الكبيرة التي تواجه الاعتماد المطلق على الوقود الاحفوري إلا أنه يعتبر من أسهل مصادر الطاقة المتوفرة في الوقت الحاضر؛ ويعود السبب الرئيسي للمعوقات الكبيرة التي تعاني منها الطاقات المتجددة، خاصة في المجتمعات النامية والتي يتوفر فيها الوقود التقليدي بشكل كبير، وعدم وجود نظرة مستقبلية لواقع الطاقة مع الاستمرار باستنزاف المخزون المتوفر من الوقود الأحفوري.

يواجه استغلال الطاقات المتجددة العديد من العوائق التي تحد من انتشارها بشكل سريع، إلا أن الكثير من دول العالم لم تذخر جهدا في التغلب على تلك المعوقات محاولة إيجاد الحلول المناسبة لمعالجتها. أما في ليبيا يواجه استغلال الطاقات المتجددة الكثير من المعوقات الأمر الذي يجعل استخدامها محدودًا رغم توافرها بكثرة خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

تتناول هذه الورقة أبرز المعوقات التي تحد من الاستغلال الأمثل للطاقات المتجددة في العالم مع التركيز على المعوقات التي تواجه انتشار هذه الطاقات في ليبيا، والتي تتمثل في معوقات مالية وتمويلية، معوقات تشريعية وقانونية، معوقات فنية وتقنية ومعوقات سياسية وأمنية. كما تم اقتراح الحلول الناجعة لمعالجة تلك المعوقات.

2. نبذة حول الطاقات المتجددة

1.2 مفهوم الطاقات المتجددة

عرفت الطاقات المتجددة بأنها " تلك الموارد التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري" **[3]**. كما عرفت بأنها مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة، سواءً كانت محدودة أو غير محدودة ولكنها متجددة باستمرار، وهي نظيفة لا ينتج عنها تلوث بيئي نسبيًا" **[4]**. ومن أهم مصادرها: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، طاقة الحرارة الجوفية، طاقة الكتلة الحيوية (الطاقة العضوية).

وتتميز الطاقات المتجددة بعدة خصائص نذكر منها ما يلي: **[4]**

- تلعب دورًا هامًا في حياة الانسان وذلك بمساهمتها في تلبية نسبة عالية من متطلباته من الطاقة.
- ليست مخزونًا جاهزًا نستعمل منه ما نشاء ومتى نشاء، فهي تختفي بشكل خارج عن قدرتنا ولا نستطيع التحكم فيها أو تحديد المقادير المتوفرة منها كالشمس وشدة الإشعاع.
- استخدامها يحتاج للعديد من الأجهزة ذات المساحات والأحجام الكبيرة، وهذا أحد أسباب ارتفاع تكلفتها.

ومن إيجابيات استخدام الطاقات المتجددة ما يلي: **[4]**

- تعد صديقًا للبيئة، كما أنها تلعب دورًا أساسيًا في تخفيف التغيرات المناخية.
- منتشرة بكثرة في جميع أنحاء العالم.
- اقتصادية في كثير من الاستخدامات وذات عائد اقتصادي كبير.
- تتمتع مصادر الطاقات المتجددة بالديمومة والتجدد.

2.2 مصادر الطاقات المتجددة

سيتم التركيز في هذه الفقرة على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح باعتبارهما الأكثر توافرًا في ليبيا.

1.2.2 الطاقة الشمسية

وهي أولى الطاقات المتجددة والبديلة للنفط والغاز؛ لما تمتاز به من خصائص تميزها عن الطاقات المتجددة الأخرى. ولهذا نجد العديد من دول العالم تبذل جهودًا كبيرة عن طريق البحوث العلمية لتطوير طرق استغلالها كطاقة بديلة عن النفط والغاز.

الطاقة الشمسية هي "ناتج التفاعلات النووية التي تحدث في الشمس، وتصل طاقتها الحرارية إلى الأرض على صورة طاقة إشعاعية مكونة من الأشعة فوق البنفسجية - التي يتم حجب كمية كبيرة منها بواسطة الغلاف الجوي- والأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء" **[5]**.

تبلغ كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض $1.36\ kW/m^2$ منها 50% تنعكس في الفضاء، 15% تنعكس على سطح الأرض، 35% تمتص من قبل الهواء والماء والتربة **[6]**. كما أن المجموع الكلي للطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض كبير جدًا، حيث أن 1% فقط من مساحة الأرض يكفي لتجميع طاقة شمسية تغطي احتياج العالم بأسره من الكهرباء **[6]**.

وتتميز الطاقة الشمسية بعدة خصائص، نذكر من هذه الخصائص ما يلي **[3]**:

- تعتبر الطاقة الشمسية أكثر مصادر الطاقة المعروفة وفرة.
- سهولة تحويل الطاقة الشمسية إلى معظم أشكال الطاقة الأخرى.
- تعتبر طاقة نظيفة وغير ملوثة.

ويمكن استغلال الطاقة الشمسية بطريقتين أساسيتين هما:

أ- التحويل الحراري

استخدمت الطاقة الشمسية لتوليد الحرارة منذ القدم وفي العديد من الاستخدامات، منها المنزلية والصناعية.

ب- التحويل الكهروضوئي

ويعتمد على مبدأ تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى تيار كهربائي باستخدام ظاهرة التأثير الكهروضوئي، إذ تعتبر هذه الظاهرة الصورة الأساسية للخلايا الشمسية (Photovoltaic PV) التي تستخدم في كثير من التطبيقات العملية مثل ساعات اليد والآلات الحاسبة وفي تشغيل أبراج الإرسال والاتصالات الهاتفية ومحطات الإذاعة والتلفزيون، وفي إنارة بعض القرى والطرق، كما يمكن استخدامها لتوليد الطاقة الكهربية بكميات كبيرة **[5]**، حيث يتراوح إنتاجها من ميللي وات إلى عدة ميجا وات.

2.2.2 طاقة الرياح

تعرف الرياح بأنها "كتل من الهواء التي تتحرك في الغلاف الجوي نتيجة لتغيرات في الضغط الجوي والاختلاف في درجات الحرارة على الأرض" **[5]**. أما طاقة الرياح فهي الطاقة المتولدة من تحريك الهواء لألواح كبيرة مثبتة بأماكن مرتفعة، ويتم انتاج الطاقة الكهربائية من الرياح بواسطة توربينات هوائية (Wind Turbines) **[4]**.

ويمكن استخدام هذا النوع من الطاقة بالإضافة لتوليد الكهرباء في عدة مجالات مثل ضخ المياه، طحن الحبوب، وتسيير السفن. وتتميز طاقة الرياح بعدة مميزات منها: **[7]**

- تعتبر طاقة مجانية ولا تحتاج إلى صيانة مستمرة.
- تعتبر من الطاقات النظيفة التي لا تنتج عنها مواد ملوثة ولا ضارة بالبيئة.

3. معوقات استخدام الطاقات المتجددة

يواجه استخدام الطاقات المتجددة في العالم العديد من المعوقات، معوقات اقتصادية، معوقات قانونية ومؤسساتية، معوقات متعلقة بالوعي، و معوقات تقنية وفنية. وفي ما يلي نوضح تلك المعوقات بإيجاز.

1.3 معوقات اقتصادية

تعتبر التكلفة المبدئية المرتفعة أحد أكبر المعوقات الاقتصادية لأنظمة الطاقات المتجددة؛ فتكلفة إنشائها بصورة عامة كبيرة نسبيًا مع قصور أو غياب آليات التمويل. إضافة إلى ذلك، يوجد اعتقاد خاطئ بأن الاستثمار في مثل هذه المشروعات يمثل مخاطرة مالية، على الرغم من كونها طاقة تحافظ على البيئة. ويمكن تلخيص المعوقات الاقتصادية فيما يلي **[9,8]**:

- حواجز التسويق التي تواجهها تقنيات الطاقات المتجددة.
- التشوهات السعرية من الدعم الحالي للوقود الأحفوري، والأعباء الضريبية غير المتكافئة بين مصادر الطاقات المتجددة ومصادر الطاقات الأخرى.
- فشل السوق في تقييم الفوائد العامة من مصادر الطاقات المتجددة.
- حواجز السوق، مثل نقص المعلومات، وعدم الوصول إلى رأس المال، وارتفاع تكاليف المعاملات لعمليات الشراء الصغيرة.

2.3 معوقات قانونية ومؤسساتية

يحتاج إنتاج واستخدام التقنيات المتقدمة في إنتاج الطاقات المتجددة إلى تضافر جهود الجهات ذات العلاقة مثل شركات التصنيع والمستخدمين، والسلطات التشريعية والتنفيذية؛ لذا يجب تحديد الأدوار وخطط التنفيذ ووضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الأطراف من أجل الوصول إلى إنتاج الطاقة من مصادر متجددة. وعلى الحكومات اتخاذ خطوات لتشجيع الاستثمار في مجالات الطاقات المتجددة، ومنها وضع سياسات ذات منحى بيئي مثل الإعفاء أو التخفيض من الضرائب على إنتاج الطاقة من مصادر متجددة وغير ضارة بالبيئة، ووضع ضرائب وغرامات على المصادر الأكثر تلويثًا مثل المنتجات البترولية، وتقديم المساعدات والدعم المالي وضمان قروض المشاريع التي تدفع نحو استخدام المصادر المتجددة **[10]**.

3.3 معوقات الوعي

تشكل عدم أو قلة الاهتمام باستخدام المصادر المتجددة لإنتاج الطاقة، والفهم الخاطئ لطبيعة عمل وتطبيقات تقنيات الطاقات المتجددة من قبل الأطراف المعنية والمجتمع بأسره؛ عائقًا كبيرًا نحو الاعتماد على المصادر النظيفة في إنتاج الطاقة. ويقوي هذا

العائق الشعور العام لدى المؤسسات والأفراد بقلة جدوى المساعي المتعلقة بالبيئة من ناحية، ومن جدوى استخدام الطاقات المتجددة **[11]**.

4.3 معوقات فنية وتقنية

تحتاج مشاريع الطاقات المتجددة لتقنيات متطورة، وكذلك إلى إجراءات توطين تقنيات الطاقات المتجددة ونقل معرفة تصنيع معدات وتقنيات الطاقات المتجددة، ويتطلب ذلك خبرة فنية؛ لذا يراعى التوسع في هذا المجال على مراحل تهتم بتحديد قائمة أولويات للمكونات التي يمكن نقل تقنيات تصنيعها، وذلك بناءً على دراسة وافية للقدرات المحلية في التصنيع وما تتطلبه إجراءات تصنيع مكونات ومعدات الطاقات المتجددة، ومدى توافر الأيدي العاملة والاستثمارات التي يمكن من خلالها تنمية الجانب المعرفي. ويمكن تحديد أهم المشاكل التقنية والفنية بما يلي **[12,10]**:

- غياب الجانب المعرفي والمعلوماتي ذي الصلة بتصنيع مكونات وأنظمة الطاقات المتجددة؛ والتي تعتبر من المعوقات الفنية التي تحول دون نشر تطبيقات الطاقات المتجددة.
- إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح يعتمد بشكل مباشر على شدة الإشعاع الشمسي ومستوى سرعة الرياح، لذلك فهي تعاني من تقطع مصدر الطاقة.
- القصور الكبير في عمليات تخزين الطاقات المتجددة والاستفادة منها أثناء الليل أو الأيام الغائمة أو الأيام المغبرة في حالة الطاقة الشمسية، أو عند عدم توفر الرياح في حالة طاقة الرياح.
- حدوث التآكل في المجمعات الشمسية ومجمعات الرياح بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين, وفي مجمعات الرياح البحرية.

4. الطاقات المتجددة في ليبيا

1.4 مصادر الطاقة في ليبيا

تتميز ليبيا بموقعها الجغرافي بين دول أفريقيا وجنوب أوروبا، وبتنوع تضاريسها، وأجوائها المدارية والصحراوية، وبمساحتها الشاسعة التي تبلغ 1.7 مليون كيلومتر مربع, وساحلها الذي يبلغ 1900 كيلومتر، كما تمثل الصحراء 80% من مساحتها **[2]**، مما يجعلها وفيرة بمصادر الطاقات المتجددة، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، المتوفرة بكميات غير محدودة وبدون ثمن، زيادة على أنها صديقة للبيئة. إلا أنها لازالت تعتمد على النفط والغاز كمصدر للطاقة. جدول رقم (1) يبين مصادر الطاقة ونسبة وجودها. ويبلغ الطلب الأقصى على الطاقة الكهربائية5981 ميجاوات بمعدل استهلاك 4850 كيلووات ساعة للفرد سنوياً. وتعتبر الصناعات النفطية، وصناعة الحديد والصلب، وصناعة الإسمنت من أهم الصناعات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة.

جدول رقم (1) مصادر الطاقة ونسبة وجودها **[13]**

البترول	الغاز الطبيعي	الطاقة الشمسية	طاقة الرياح
احتياطي بأكثر من 43 بليون برميل نفط مكافئ BOE* (أكبر احتياطي بأفريقيا)	احتياطي بأكثر من 10 بليون برميل نفط مكافئ BOE (رابع أكبر احتياطي بأفريقيا)	اشعاع شمسي بمتوسط 2470 $kWh/m^2/day$ (ثاني أعلى إشعاع بالعالم)	سرعة رياح بمتوسط عال بمناطق متعددة (موقع عالمي جذاب لمحطات الرياح)

* **BOE: Barrel of oil equivalent**

2.4 مصادر الطاقات المتجددة المستخدمة بليبيا

طاقة الرياح والطاقة الشمسية هما الأكثر توفرًا واستخدامًا، والأكثر اهتمامًا من النواحي العملية والبحثية، وهناك عدة أسباب لذلك الاهتمام، نذكر منها:

- هذان المصدران هما الأكثر توفرًا.
- متوسط سرعة الرياح مجدٍ في عدة مناطق ومواقع.

- متوسط الإشعاع الشمسي مرتفع بكل ليبيا.
- تقدم تقنيات التصنيع عالميًا في هذين المجالين، وكذلك انخفاض تكلفة الإنتاج.
- الأكثر اهتمامًا من قبل شركة الكهرباء، وبعض المراكز البحثية والأكاديمية، مما يساعد على توفر المعلومات والبيانات والخرائط وكذلك مدى النشاطات الحالية والتوجهات المستقبلية.

3.4 معدلات بارامترات الطاقات المتجددة بليبيا

1.3.4 طاقة الرياح

يوضح جدول رقم (2) متوسط سرعة الرياح ببعض المناطق الليبية، اعتمادًا على الارتفاع عن مستوى سطح الأرض. وتعتبر هذه السرعات جذابة للاستثمار في هذا المجال. كما أن تغير سرعة الرياح شهريًا، كما يوضحها الجدول رقم (3)، تتوافق في كثير من الأحيان، مع سلوك الطلب على الطاقة الكهربائية من الشبكة العامة.

جدول رقم (2) متوسط سرعة الرياح ببعض المناطق الليبية **[14]**

الموقع (على ارتفاع 40m فوق مستوى سطح الأرض)	متوسط السرعة (m/s)	Weibull – parameters		كثافة القدرة (W/m^2)
		A (m/s)	K	
العزيزية	6.35	7.12	1.73	334.6
الأصابعة	7.35	8.20	1.60	566.9
ترهونة	7.14	8.06	2.15	368.6
مسلاتة	6.68	7.54	2.39	291.5
مصراتة	6.6	7.40	2.33	286.0
سرت	6.4	7.30	2.50	263.0
المقرون	7.2	8.10	2.34	376.0
طلميتة	6.2	6.90	1.70	328.0
درنة	8.0	9.00	2.60	480.0

جدول رقم (3) المتوسط الشهري لسرعة الرياح بمناطق ليبية **[15]**

المدينة	المتوسط الشهري لسرعة الرياح في بعض المناطق الليبية												
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
بنينا	4.3	4.8	5.7	6.2	5.9	6.0	5.8	5.3	5.1	5.0	4.8	4.4	5.3
اجدابيا	2.2	2.8	3.9	3.6	3.6	3.4	3.5	3.0	2.7	2.3	2.0	2.0	2.9
صرمان	3.4	2.8	3.0	3.4	3.3	3.2	3.0	2.7	2.8	2.7	2.6	2.8	3.0
زوارة	4.5	4.5	5.2	5.4	5.3	5.0	4.4	4.5	4.8	4.4	4.0	4.2	4.7
سرت	5.1	5.3	5.5	5.6	5.3	4.9	4.3	4.3	4.7	4.7	4.6	4.9	4.9
مصراتة	5.2	5.3	6.1	5.7	5.4	5.0	4.2	4.1	4.6	4.5	4.8	5.3	5.0

2.3.4 الطاقة الشمسية

تقع ليبيا في قلب الحزام الشمسي، ويصل دوام الإشعاع الشمسي (3000-3500) ساعة/السنة **[16]**. ويعتبر الإشعاع الشمسي في ليبيا عالٍ جدًا، حيث يصل متوسطه الإشعاع الشمسي ببعض مناطق بليبيا، كما يوضحه الجدول (4) إلى أكثر من 6 kWh/m^2 **[15]**. ويلاحظ أيضا من جدول رقم (4)، كما في سرعة الرياح، أن التغير في شدة الإشعاع الشمسي يتوافق كثيرًا مع تغير الطلب على الطاقة الكهربائية المطلوبة من الشبكة العامة.

جدول رقم (4) المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي (kWh/m^2) لبعض مناطق ليبيا **[15]**

المدينة	المتوسط اليومي للإشعاع الكلي												المتوسط
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	
طرابلس	2.95	3.87	5.00	5.97	6.45	7.09	7.05	6.47	5.48	4.00	3.15	1.83	4.94
غات	4.00	4.80	4.70	6.30	6.30	6.60	6.80	6.30	5.80	5.10	4.10	3.50	5.36
جالو	3.66	4.54	5.37	6.56	6.74	7.16	7.17	6.74	5.74	4.83	3.86	3.44	5.48
سبها	4.18	4.88	5.81	6.68	6.65	7.35	7.26	6.96	6.51	5.56	4.75	3.97	5.88
شحات	2.3	2.72	3.93	5.45	6.05	6.73	6.72	6.14	4.67	3.59	2.69	1.97	4.41
هون	3.54	4.22	5.10	6.19	6.61	7.06	7.09	6.69	5.91	4.72	3.80	3.19	5.34
الكفرة	4.43	5.38	6.04	6.86	7.24	7.43	7.25	7.19	6.45	5.67	4.70	3.99	6.05
القريات	3.55	4.63	5.65	6.61	6.75	7.12	7.39	7.02	5.45	4.32	3.47	3.20	5.43
القبة	3.80	4.70	5.59	6.71	7.10	7.67	7.66	7.10	6.22	5.13	4.00	3.51	5.77

4.4 مشروعات الطاقات المتجددة الحالية والمستقبلية

يوضح جدول رقم (5) مشروعات الطاقات المتجددة القائمة، والمشاريع التي مازالت تحت الإنشاء، والمخطط لإنشائها، حسب الخطة إلى عام 2025، علمًا بأن كل مشاريع الطاقة بليبيا تمول من القطاع العام.

5. معوقات استغلال الطاقات المتجددة في ليبيا

على الرغم من توافر مصادر الطاقات المتجددة في ليبيا، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح كما أوضحنا ذلك في الفقرة 4، فهي لم يتم استغلالها إلا في بعض التطبيقات البسيطة، والتي لا تمثل إلا جزءًا ضئيلًا من استهلاك الطاقة في ليبيا. السبب في ذلك أن الاستثمار في الطاقات المتجددة في ليبيا يواجه عدة معوقات وعراقيل تعترض الاستغلال الأمثل لهذه الموارد. هذه العراقيل والمعوقات يمكن تلخيصها في الفقرات التالية:

جدول رقم (5) مشروعات الطاقات المتجددة القائمة/ تحت الإنشاء/ المخطط لإنشائها **[17]**

المشروعات / نوع التقنية	القائمة	تحت الإنشاء	مخطط لإنشائها
الرياح	لايوجد	مشروع درنة بقدرة 60**Mw** (وهي تمثل 23.1% من القدرة الكلية)	- مشروع المقرون ا ب قدرة 60**Mw** - مشروع المقرون II بقدرة 120**Mw** (وهي تمثل 76.9% من القدرة الكلية)
الخلايا الكهروضوئية	- نظام **PV** بوادي مرسيط (67.2**kW**) - نظام **PV** لضخ المياه (67.2kW) - محطات تقوية شبكة الاتصالات (950kW) - أنظمة **PV** مربوطة بالشبكة (42kW) - أنظمة **PV** لإمداد الريف بالكهرباء (725**kW**) - أنظمة **PV** لإنارة الشوارع (**kW** 75–15) - الهواتف الجوالة (**kW** 1859) (وهي تمثل 3.9% من القدرة الكلية)	محطة للخلايا الكهروضوئية بالجفرة بقدرة 14 ميجاوات (وهي تمثل 10.9% من القدرة الكلية)	- محطة للخلايا الكهروضوئية بسها بقدرة 40**Mw** - محطة للخلايا الكهروضوئية بجنوب الجبل الأخضر بقدرة 50**Mw** - خلايا كهروضوئية لإمداد الريف بالكهرباء بقدرة 2**Mw** - محطة للخلايا الكهروضوئية بغات بقدرة 15**Mw** - أنظمة الخلايا الكهروضوئية أعلى الأسطح بقدرة 3**Mw** (وهي تمثل 85.3% من القدرة الكلية)

1.5 معوقات مالية وتمويلية

تعتبر تكاليف التشغيل في حالة الطاقات المتجددة زهيدة للغاية لأنها لا تتطلب وقودًا لتشغيلها كما في المحطات التقليدية، إلا أن التكلفة الاستثمارية للطاقات المتجددة تعتبر مرتفعة نسبيا **[18]**، الأمر الذي يتطلب تمويلًا ماليًا كبيرًا. كما أن استخدام الطاقات المتجددة يمثل أهمية كبيرة في تزويد المناطق الريفية المعزولة في ليبيا بالكهرباء؛ حيث يمكن استخدام الخلية الضوئية **PV**، والتي تعتبر من أفضل أساليب التزويد بالكهرباء لمثل تلك المناطق، لأنها

تقلل تكاليف نقل الطاقة لمسافات طويلة، ولكن هذا التوجه يتطلب تمويلًا ماليًا كبيرًا. إضافةً إلى ذلك فإن البحث والتطوير في مجال الطاقات المتجددة والمشاريع التجريبية والرائدة تحتاج أيضًا إلى تمويل مالي. وفيما يلي أهم المعوقات المتعلقة بالجانب المالي والتمويلي:

- عدم وجود صندوق مستقل لتمويل مشروعات الطاقات المتجددة في ليبيا، فحتى المشروعات المزمع تنفيذها سيتم تمويلها من ميزانية الحكومة **[17]**.
- عدم فتح المجال للقطاع الخاص بالاستثمار في قطاع الطاقة، ولا يزال سوق إنتاج الطاقة مغلقًا أمام مستثمري القطاع الخاص **[17]**.
- لا توجد سياسة لتوفير الضمان المالي لمستثمري القطاع الخاص لكي تكفل المدفوعات بموجب اتفاقيات شراء الطاقة **[17]**.
- رغم أنه وفقًا لتشريع الضرائب الجديد، فإن كل معدات ومكونات إنتاج الطاقة المتجددة معفاة من الرسوم الجمركية، ولكن القوانين لا تكفل أي امتيازات ضريبية داخلية لمشروعات الطاقات المتجددة **[17]**.
- عدم وجود دعم مالي كافٍ للبحث والتطوير **(Support Of R&D)** **[2]**.
- غياب الاستثمار في المشاريع والدراسات **(Projects& Studies)** **[2]**.
- نقص الدعم المالي لبرامج وخطط التدريب وتجهيز الطاقات والكوادر البشرية في مجالات الطاقات المتجددة.
- انخفاض أسعار النفط في ليبيا الذي يجعل الطاقات المتجددة غير منافسة.

2.5 معوقات فنية وتقنية:

تعاني الطاقات المتجددة بصفة عامة من بعض المعوقات الفنية والتقنية كما تناولنا ذلك في الفقرة 3، ولكن هناك بعض المعوقات التقنية التي تحد من استغلال الطاقات المتجددة في ليبيا، لعل أبرزها ما يلي:

- عدم وجود للمشاريع التجريبية (Demo projects) [2].
- عدم وجود للمشاريع الرائدة (Pilot Projects) [2].
- عدم وجود أي خطة لتصنيع معدات الطاقات المتجددة [2]، مثل مصانع إنتاج السيليكون لإنتاج المرايا الشمسية العاكسة والخلايا الكهروضوئية وغيرها [19].
- غياب البرامج الفعالة لنقل تقنية الطاقات المتجددة [2].
- عدم وجود اشتراطات خاصة للطاقات المتجددة في كود الشبكة [17].
- عدم توفر خرائط تفصيلية للشبكات لمواقع الطاقات المتجددة [17].
- تأثير الأتربة، والتي يمكن أن تؤدي إلى تخفيض الطاقة الشمسية بمعدل يتراوح ما بين 10% إلى 20% [19]، خاصةً في المناطق الصحراوية.
- عدم تحديد الأراضي الصالحة لإنتاج أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وحماية هذه الأراضي من الاستغلال الخاطئ، فمن المعروف أن الطاقات المتجددة تحتاج إلى مساحات كبيرة جدًا من الأرض، خاصةً الخلايا الضوئية [19].

3.5 معوقات تشريعية وقانونية:

تعتبر التشريعات والقوانين من العوامل الداعمة لاستغلال الطاقات المتجددة لأنها تمثل ضمانات للمستثمرين في هذا المجال، ولكن ليبيا تعاني من نقص في التشريعات والقوانين المتعلقة بتشجيع ودعم الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة. النقاط التالية تلخص أهم المعوقات التي يجب أن يتم تداركها في القوانين والتشريعات:

- عدم وجود أي دعم لانتشار سوق الطاقات المتجددة في ليبيا [2]، حيث لا تسمح القوانين بإجراء مناقصات تنافسية عامة لمشاريع الطاقات المتجددة الكبرى الخاصة بالقطاع الخاص [17].
- لا يوجد قانون ملزم يتضمن اتفاقيات شراء الطاقة طويلة الأجل مع منتجي الطاقات المتجددة، سواءً المحليين أو الدوليين [17].
- لا يوجد تعريفة تغذية شبكة (Feed-in tariff) مميزة خاصة بالطاقات المتجددة [17].
- لا تطبق سياسة قياس صافي الطاقة لمشاريع الطاقات المتجددة الصغيرة [17].
- لا توجد قوانين تلزم الجهات المسئولة في الدولة بضرورة التنسيق بغية الوصول إلى استراتيجية موحدة ومحددة للطاقات المتجددة [2].
- يوجد حاليًا قانون قيد الإعداد، والذي سوف يسمح لشركات القطاع الخاص بالإنتاج الذاتي للطاقة من مصادر متجددة، ولكن لا يوجد منتجون ذاتيون للطاقة من مصادر متجددة [17].
- غياب الحوافز (Incentives) [2] مثل المنح والقروض وغيرها.
- غياب القوانين الخاصة بتأكيد الجودة (Quality Insurance) [2].
- عدم وجود تشريعات إلزامية باستخدام الطاقات المتجددة أو ما يعرف في الاتحاد الأوربي باسم توجيهات الطاقة المتجددة (EU Renewable Directors) [19].
- لا يوجد قانون يعطي أولوية لربط ونقل الطاقة المنتجة من مصادر الطاقات المتجددة [17].
- غياب التشريعات المشجعة على التعاون مع الدول المتقدمة في مجال الطاقات المتجددة والاستفادة من خبراتها.
- عدم وجود تشريعات لدعم المواطنين الراغبين في استخدام الطاقات المتجددة في منازلهم أو مزارعهم أو مصانعهم.

4.5 معوقات سياسية وأمنية

تعتبر الأزمة السياسية التي تمر بها ليبيا من أهم المعوقات، فالاستقرار السياسي وما ينتج عنه من استقرار أمني يساهم في خلق بيئة مناسبة للاستثمار المحلي والدولي. إضافة إلى ذلك، فإن الاستقرار السياسي والأمني يساعد على تحسين إيرادات الدولة، الأمر الذي يجعلها قادرة على تمويل المشاريع الرائدة والتجريبية ودعم البحوث المتعلقة بالطاقات المتجددة.

6. الخاتمة والتوصيات

تعتبر طاقة الرياح والطاقة الشمسية هما الأكثر توفرًا واستخدامًا في ليبيا؛ حيث أن متوسط سرعة الرياح مجدٍ في عدة مناطق ومواقع كما أن متوسط الإشعاع الشمسي مرتفع حيث يبلغ 6 kWh/m^2. ولكن هذه الطاقات غير مستغلة باستثناء بعض التطبيقات البسيطة التي تستغل الطاقة الشمسية باستخدام الخلايا الكهروضوئية مثل ضخ المياه، محطات تقوية شبكة الاتصالات، إمداد بعض المناطق الريفية بالكهرباء، إنارة الشوارع، والهواتف الجوالة، والتي لا تتجاوز في مجملها 4000 كيلوات. كما يوجد مشروع لاستغلال طاقة الرياح تحت الإنشاء بمدينة درنة بقدرة 60 ميجاوات ومشروع آخر بمنطقة الجفرة لاستغلال الطاقة الشمسية باستخدام الخلايا الكهروضوئية بقدرة 14 ميجاوات. وهذه المشاريع في مجملها لا تمثل إلا نسبة قليلة جدا من إجمالي الاستهلاك الذي يبلغ قرابة 6000 ميجاوات.

يواجه استغلال الطاقات المتجددة في ليبيا العديد من المعوقات والعراقيل التي تعترض الاستغلال الأمثل لهذه الموارد. أولى هذه المعوقات هي المعوقات المالية والتمويلية؛ حيث لا يوجد إشراك للقطاع الخاص للاستثمار في هذا المجال، كما لا توجد سياسة مالية تدعم مشاركة القطاع الخاص. إضافة لذلك، لا يوجد دعم مالي كافٍ للبحث والتطوير وبرامج وخطط التدريب والتأهيل في مجالات الطاقات المتجددة. كما أن انخفاض أسعار النفط في ليبيا يجعل الطاقات المتجددة غير قادرة على المنافسة. ثاني هذه المعوقات هي المعوقات الفنية والتقنية؛ حيث لا وجود للمشاريع التجريبية والمشاريع الرائدة في البلاد إلا على نطاق ضيق، كما لا توجد أي خطة لتصنيع معدات الطاقات المتجددة. إضافة لذلك، لا وجود لبرامج فعالة لنقل تقنيات الطاقات المتجددة ولا توجد أي اشتراطات خاصة للطاقات المتجددة في كود الشبكة وغيرها من المعوقات الفنية والتقنية. ثالث هذه المعوقات هي المعوقات التشريعية والقانونية؛ حيث أن ليبيا تعاني من نقص في التشريعات والقوانين المتعلقة بتشجيع ودعم الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة. فعلى سبيل المثال لا الحصر، لا تسمح القوانين بإجراء مناقصات تنافسية عامة لمشاريع الطاقات المتجددة الكبرى، ولا يوجد قانون ملزم يتضمن اتفاقيات شراء الطاقة طويلة الأجل مع منتجي الطاقات المتجددة، سواءً المحليين أو الدوليين ولا توجد تعريفة تغذية شبكة مميزة خاصة بالطاقات المتجددة. آخر هذه المعوقات يتمثل في المعوقات السياسية والأمنية، فالاستقرار السياسي وما ينتج عنه من استقرار أمني يساهم في خلق بيئة مناسبة للاستثمار المحلي والدولي الأمر الذي لا يتوفر في ليبيا حاليًا.

وللتغلب على هذه المعوقات؛ نقترح بعض التوصيات التي من شأنها المساهمة في تفعيل الخطط الطموحة لقطاع الطاقة مثل إشراك القطاع الخاص للاستثمار في مجال الطاقات المتجددة ووضع سياسة مالية تدعم مشاركته، دعم برامج البحث والتطوير وخطط التدريب والتأهيل في هذا المجال، تنفيذ المشاريع التجريبية والمشاريع الرائدة، وضع خطة لتصنيع معدات الطاقات المتجددة، إضافة برامج فعالة لنقل تقنيات الطاقات المتجددة، استصدار تشريعات وقوانين لتشجيع ودعم الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة، ودعم التوافق السياسي لما له من تأثير على الاستقرار الأمني الذي يساهم في خلق بيئة مناسبة للاستثمار.

المراجـــع

[1] التكلفة العالية تحد يواجه إنتاج المياه والطاقة بالسعودية، عربي اونلاين، 3 ديسمبر 2013.

[2] Mohamed Ekhlat, Ibrahim M. Salah, Nurredin M. Kreama, "Energy Efficiency and Renewable Energy", Libya - National study, United nations Environment Program (UNEP), Sophia Antipolis, September **2007.**

[3] راتول أحمد، صناعات الطاقة المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة كمرحلة لتأمين امدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة" حالة مشروع ديزرتاك"، مطبوعات الملتقى العلمي الدولي حول سلوك المؤسسات الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، ورقلة 2012

[4] أحمد بخوش، زا ررة بطاش، الطاقات المتجددة كبديل لقطاع النفط، دراسة حالة بوحدة البحث التطبيقي في مجال الطاقة المتجددة ARAER - غرداية- بحث مقدم لاستكمال متطلبات شهادة الليسانس في العلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2013

[5] وهيب عيسى الناصر، مستقبل الطاقة العربي المتجد دة، مؤتمر الطاقة العربي السابع ، القاهرة، 2002

[6] أمينة مخلفي، " أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات دراسة حالة الجزائر بالرجوع الى بعض التجارب العالمية" ، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2013

[7] عبد الغني جغبالة، " أهمية الموارد الطاقوية في تحقيق التنمية المستدامة"، مذكرة ليسانس، ورقلة 2012

[8] محمد مصطفى الخياط، ماجد كرم الدين محمود، "سياسات الطاقة المتجددة إقليميا وعالميا"، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة– وزارة الكهرباء والطاقة – مصر–2009.

[9] عبدالعزيز العمري،"معوقات نشر الطاقة المتجددة في السعودية"، صحيفة اليوم السعودية، العدد 15461، الأربعاء 30 ذو الحجة 1436 هـ الموافق 14 أكتوبر 2015.

[10] موقع المهندس http://www.almohandes.org .

[11] Chi-Jen Yang, Eric Williams, Jonas Monast, "Climate Change Policy Partnership", Duke University, November 2008.

[12] Chi-Jen Yang, Eric Williams, Jonas Monast, " Climate Change Policy Partnership ", Duke University , November 2008

[13] Abdelmonem Dagroum, Assalhen Assnousi, and Abuajila Elhsaeshi, Integration of Renewable Energy into Libyan Electrical Grid, 9th of October 2014 Tunis, Tunisia, available online at:
http://www.renac.de/fileadmin/user_upload/Download/Projects/Online/07_RE-Grid_in_Libya_final.pdf

[14] Mustafa M. Sofia, Promoting Wind Energy in Libya, Renewable Energy Authority Authority of Libya (REAOL) (REAOL) Tripoli, Libya,
http://www.arec-jo.com/sites/default/files/Mustafa%20Sofia.pdf

[15] Ahmed M.A. Mohamed, Amin Al-Habaibeh and Hafez Abdo, Future Prospects of the Renewable, Energy Sector in Libya, Proceedings of SBE16 Dubai, 17-19 January 2016, Dubai-UAE

[16] Petrenko, Y. N, A.M. Tresh, Reneable Energt in Libya: Present and Future, Independence, *Доклады БГУИР*. 2011.
file:///C:/Documents%20and%20Settings/des3oas/My%20Documents/Downloads/422-835-2-PB.pdf

[17] نبذة عن الطاقة المتجددة- ليبيا 2012، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة **(RCREEE)**، 2013، متاح على شبكة الانترنت: **http://www.rcreee.org/ar**

[18] تكواشت عماد، واقع وأفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، رسالة ماجستير، *جامعة الحاج لخضر باتنة*، الجزائر، 2011م.

[19] إقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، مركز الدراسات والبحوث/ غرفة الشرقية، السعودية، متاح على شبكة الانترنت:

https://www.chamber.org.sa/sites/Arabic/Pages/HomePage.aspx