الطاقات المتجددة في ليبيا

دراسة للطاقة الشمسية.

د. جمال سالم النعاس

أستاذ مشارك – قسم الجغرافيا – جامعة عمر المختار

ملخص الدراسة :

تعرض العالم في العقود الأخيرة إلى العديد من المشاكل المتعلقة بالحصول على مصادر للطاقة باعتمادها على الوقود الأحفوري كمصدر وحيد للطاقة ، الأمر الذي أدى إلى حدوث مشاكل كبيرة في تلوث الأرض بالغازات السامة من جهة ، وارتفاع تكاليف الحصول على مصدر الطاقة الأحفوري ، لذلك سعت إلى البحث عن مصادر طاقة بديلة وغير قابلة للنضوب ، وذلك من خلال البحث عن مصادر طاقة متجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية ، وطاقة المحيطات ، والمد ، والجزر ، والوقود الحيوي وغيرها ، وقد تناولت هذه الدراسة واقع الطاقة الشمسية في ليبيا وانتشارها وإمكانية الاستفادة منها كمصدر للطاقة متجدد وغير قابل للنضوب ، والتقليل من الاعتماد على النفط كمصدر وحيد للطاقة . وقد تم تقسيم عدد ستة مباحث تتناول: تعريف الطاقات المتجددة ، وإنتاج ليبيا للطاقة الكهربائية من الوقود الأحفوري ، وتعريف الإشعاع الشمسي وتوزيعه في ليبيا ، كذلك أنواع الإشعاع الشمسي ، ثم المشاريع المنفذة في ليبيا على الطاقة الشمسية ، ثم النتائج والتوصيات للبحث .

المقدمة:

إن مصادر الطاقة المتجددة هي بشكل أساس تلك المصادر التي لا تنضب في الطبيعة، المشتقة جوهرياً من الطاقة الإشعاعية للشمس التي تصل إلى الأرض، وتتضمن هذه المصادر الأمثلة الواضحة للمحطات الكهرومائية، ومحطات الطاقة

الشمسية وطاقة الرياح، بالإضافة إلى طاقة باطن الأرض، وطاقة تدرج درجات حرارة المحيط، بالإضافة إلى عمليات الاستفادة من النفايات والوقود الحيوي.

والطاقات المتجددة هي الطاقات التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري ، وهي بذلك على عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالباً في مخزون جامد في الأرض لا يمكن الإفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها [1].

إن العالم اليوم يسعى بشكل كبير للاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة ، ولذلك لوفرتها من جهة ، والحد من التلوث بالغازات السامة، كذلك الحصول على مصادر أخرى لتوليد الطاقة الكهربائية في ظل تزايد أعداد السكان وزيادة التنمية في الدولة، لذلك يسعى الباحث من هذا البحث دراسة الطاقة الشمسية في ليبيا ومدى توفرها ، وهل من الممكن إقامة مشاريع مستقبلية لاستغلال الطاقة الشمسية في ليبيا حيث سيتم من خلال هذا البحث دراسة العديد من المباحث والتي سيتم تقسيمها إلى عدد ستة مباحث تتناول: تعريف الطاقات المتجددة ،وإنتاج ليبيا للطاقة الكهربائية من الوقود الأحفوري ، وتعريف الإشعاع الشمسي وتوزيعه في ليبيا ،كذلك أنواع الإشعاع الشمسي ، ثم المشاريع المنفذة في ليبيا على الطاقة الشمسية ، ثم النتائج والتوصيات للبحث .

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث بوجود إمكانيات هائلة لاستثمار الطاقة الشمسية في ليبيا، ولكن لم تستثمر بعد، في ظل وجود عجز في الطاقة الكهربائية المولدة بالوقود الأحفوري، ونسبة تلوث عالية تنتج من صناعة الطاقة الكهربائية، لذلك سيحاول هذا البحث دراسة إمكانيات الطاقة الشمسية في ليبيا ومدى إمكانية توفيرها للطاقة.

أسئلة البحث:

1. ما الطاقة المتجددة، ومصادرها، ومميزاتها، وعيوبها؟
2. ما إمكانيات الطاقة الشمسية المتوفرة في ليبيا؟
3. هل الطاقة الكهربائية المولدة من الوقود الأحفوري تكفي المتطلبات للسكان والتنمية؟
4. هل بإمكان الطاقة التي سيتم توليدها مستقبلاً من الطاقة الشمسية تكفي متطلبات الطاقة في ليبيا؟

أهداف البحث:

1. دراسة الطاقة الشمسية وما مميزاتها وعيوبها؟
2. دراسة الإمكانيات الطبيعية المتوفرة في ليبيا من هذه الطاقة وتوزيعها الجغرافي.
3. دراسة إنتاج ليبيا من الطاقة عن طريق الوقود الأحفوري ومدى كفايته.

منهجية البحث:

اعتمد الباحث في دراسته لهذا البحث على المنهج الإقليمي ،وذلك من خلال استعراض الإمكانيات المتاحة من الطاقة الشمسية في ليبيا، ومدى انتشارها، كما اعتمد الباحث على المنهج الوصفي، وأدوات تحليل البيانات، والخرائط في سبيل توزيع انتشار الطاقة الشمسية في ليبيا، كما تم الاعتماد على الخرائط للمرئيات الفضائية التي يتم توفيرها عن طريق موقع الأطلس الشمسي العالمي على الرابط : https://globalsolaratlas.info/

أولاً: تعريف الطاقة المتجددة.

تعرف مختلف الهيئات الدولية والحكومية الناشطة في مجال المحافظة على البيئة الطاقات المتجددة كما يأتي:

*. **تعريف وكالة الطاقة العالمية (IEA)** : تتشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح ، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها .[2]

*. **تعريف الهيأة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)** : الطاقة المتجددة هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي ، أو بيولوجي التي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة طاقه الكتلة الحيوية ، والطاقة الشمسية ، وطاقه باطن الأرض ، حركة المياه ، طاقة المد والجزر في المحيطات ، وطاقة الرياح ، وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية كالحرارة والطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء .[3]

*. **تعريف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة (UNEP)** : الطاقة المتجددة عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزوناً ثابتاً ومحدوداً في الطبيعة ، تتجدد بصفه دورية أسرع من وتيره استهلاكها وتظهر في الأشكال الخمسة الآتية : **الكتلة الحيوية، أشعه الشمس ، الرياح ، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الأرض** .[4]

وبهذا فإن جميع مصادر الطاقات المتجددة متولدة عن مصادر الطاقات غير الأحفورية والتي لا تنضب أبداً ، وتتمثل في طاقة الشمس والرياح ، طاقة الكتلة الحيوية ، الطاقة الكهرومائية ، طاقة باطن الأرض ، وطاقة الأمواج والمد والجزر ، وعليه فإن الطاقة المتجددة عبارة عن مورد طاقوي يتولد ويتجدد تلقائياً في الطبيعة بوتيرة تعادل ، أو أسرع من وتيره استهلاك هذا المورد ، ومصطلح الطاقة المتجددة ليس بمصطلح جديد يعرفه العالم حديثاً بل طاقة متاحة في الطبيعة تم إحلالها على مدى قرون مضت بالطاقات الأحفورية.[5]

عند دراسة الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض نجد أنه يصل حوالي 60% من الأشعة الصادرة عن الشمس وأن استخدام 1% من هذه الطاقة ، وبنسبة كفاءة 10% سيكون أكبر بأربعة أضعاف قدرة العالم على توليد الكهرباء ، ويقدر إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في العام 2018م بحوالي 505 (جيجا وات – الشكل1) وهي تمثل حوالي 2.2 % من إنتاج الطاقة العالمي [6]، ويتوقع أن تصل في العام 2030 إلى حوالي 1721 (جيجا وات).[7]

المصدر: إعداد الباحث استناداً إلي: Ren21,RenewableEnergy,GLOBSTATUSREPORT,2019(www.ren21.net),p93.

ثانياً: إنتاج ليبيا من الطاقة الكهربائية بالوقود الاحفوري.

تعتمد ليبيا اعتماداً كلياً على مشتقات النفط والغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية ،حيث تدار المحطات الكهربائية البخارية ،أما بالوقود الثقيل أو بالغاز الطبيعي ، بينما تدار المحطات الغازية بالوقود الخفيف في حين تدار محطات الديزل بواسطة الديزل ، كما أنه هناك محطات تشتغل عن طريق النفط والغاز ،ويطلق عليها اسم محطات الدورة المزدوجة ، وتعتبر محطة غرب طرابلس التي تعمل بالوقود الثقيل من أقدم المحطات العاملة حالياً في ليبيا ، حيث تم تشغيلها في العام 1976 م ، أما المحطات الحديثه فقد تم تشغيلها جميعاً بواسطة الغاز الخفيف، وتم إنشاؤها في كل من: مصراتة ،والجبل الغربي ،والزويتنه ،والسرير وبلغ عددها 6 محطات تم إنشائها جميعاً في العام 2010 ، وقد بلغ إجمالي المحطات في العام 2012 عدد 71 محطة بلغت نسبة المحطات التي تعمل بالغاز الطبيعي حوالي 45 % من إجمالي المحطات الموفرة للطاقة الكهربائية التي تنتج مجتمعة حوالي 9698 ميغاوات [8].(الجدول 1)

الجدول (1) التوزيع العددي لعدد محطات الطاقة الكهربائية حسب تقنية الإنتاج .

تقنية الإنتاج	عدد الوحدات	القدرة المركبة م . وات	القدرة المتاحة م . وات
البخارية	14	1.240	590
الغازية	32	4.611	3.487
دورة مزدوجة	15	2.355	2.055

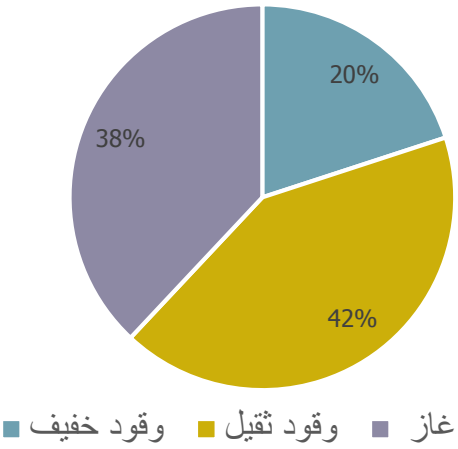
إجمالي التوليد من جهات أخرى	12	582	225
الإجمالي العام	71	8.788	6.798

المصدر : جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970–2016 " دراسة في جغرافية الصناعة " ، مجلة المختار للعلوم الإنسانية ، جامعة عمر المختار ، العدد 32 ، 2016 م ، ص 3

ويتم التركيز والاعتماد بدرجة أساسية على الوقود الثقيل في إنتاج الطاقة الكهربائية ، حيث بلغت نسبه الاعتماد عليه حوالي 38 % من إجمالي الوقود المستخدم كالوقود الخفيف والغاز لطبيعي (الشكل 2) .

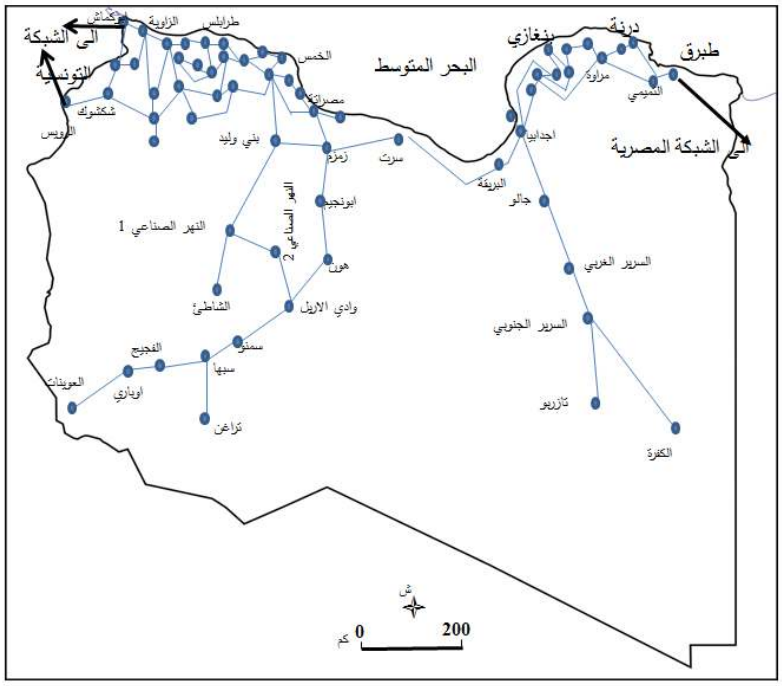
وقد توزعت محطات إنتاج وتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة 220 فولت في مختلف أرجاء ليبيا، وقد بلغت حوالي 71 محطة من قبل العام 1976 حتى العام 2010 (الشكل 3).

الشكل (2) نسبه إستهلاك الوقود حسب النوع في توليد تشغيل محطات الكهرباء في ليبيا



المصدر : جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970–2016 " دراسة في جغرافية الصناعة " ، مجلة المختار للعلوم الإنسانية ، جامعة عمر المختار ، العدد 32 ، 2016 م ، ، **ص 4**

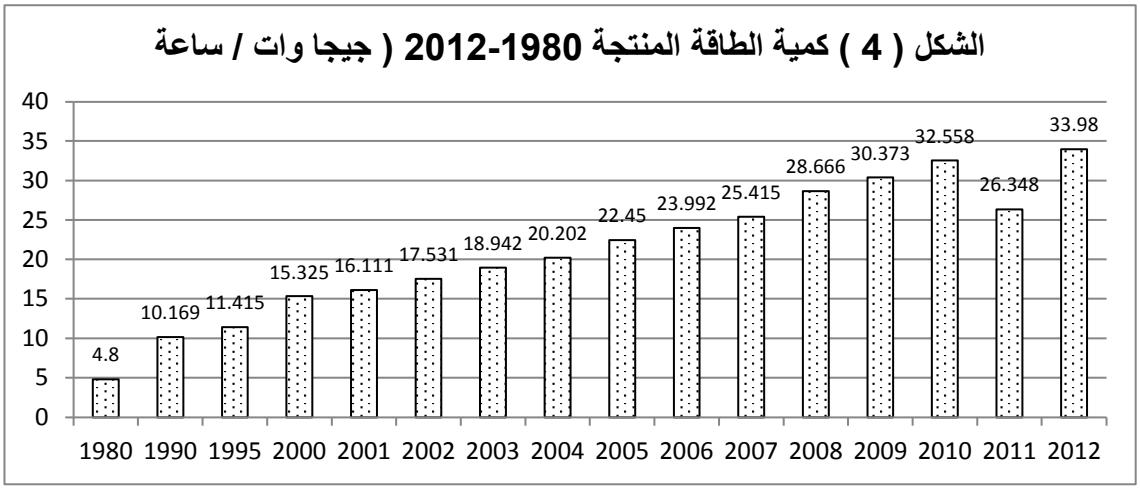
الشكل (3) التوزيع المكاني لمحطات وشبكة جهد 220 فولت



المصدر : جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970–2016 " دراسة في جغرافية الصناعة " ، مجلة المختار للعلوم الإنسانية ، جامعة عمر المختار ، العدد 32 ، 2016 م ، ، **ص 5** .

تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في ليبيا .

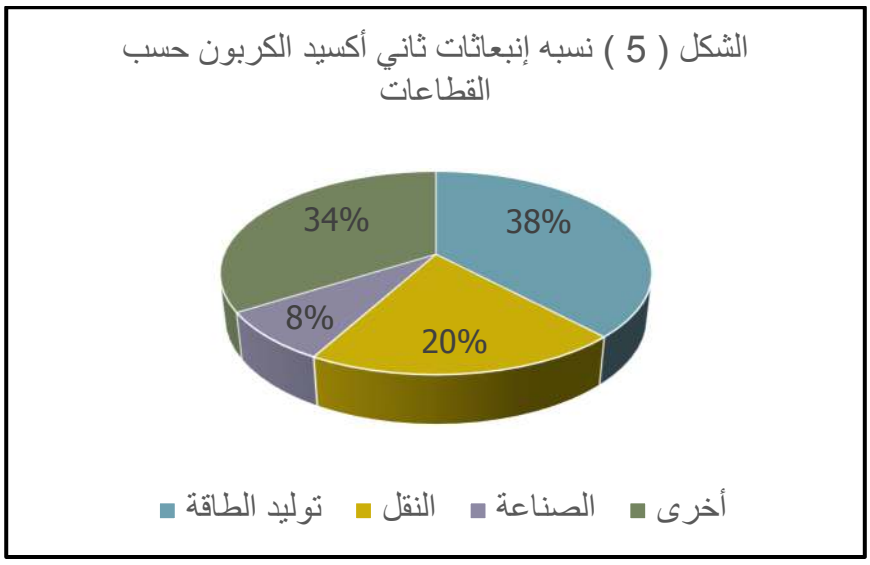
لم تصل كمية إنتاج الكهرباء في ليبيا خلال العام 1972 م إلى 1000 جيجاوات/ الساعة، وقاربت في العام 1975 حوالي 1700 ميجا وات / ساعة ، ثم تطور إنتاج الكهرباء في ليبيا بنسب سريعة ومتزايدة ،حيث بلغت في العام 1980 حوالي 4800 جيجا وات / ساعة ثم إلى 9650 جيجا وات في الساعة خلال العام 1985 ليصل في العام 2012 إلى 33980 جيا وات / ساعة . الشكل (4) .



المصدر : جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970–2016 " دراسة في جغرافية الصناعة " ، مجلة المختار للعلوم الإنسانية ، جامعة عمر المختار ، العدد 32 ، 2016 م ، ، **ص 6** .

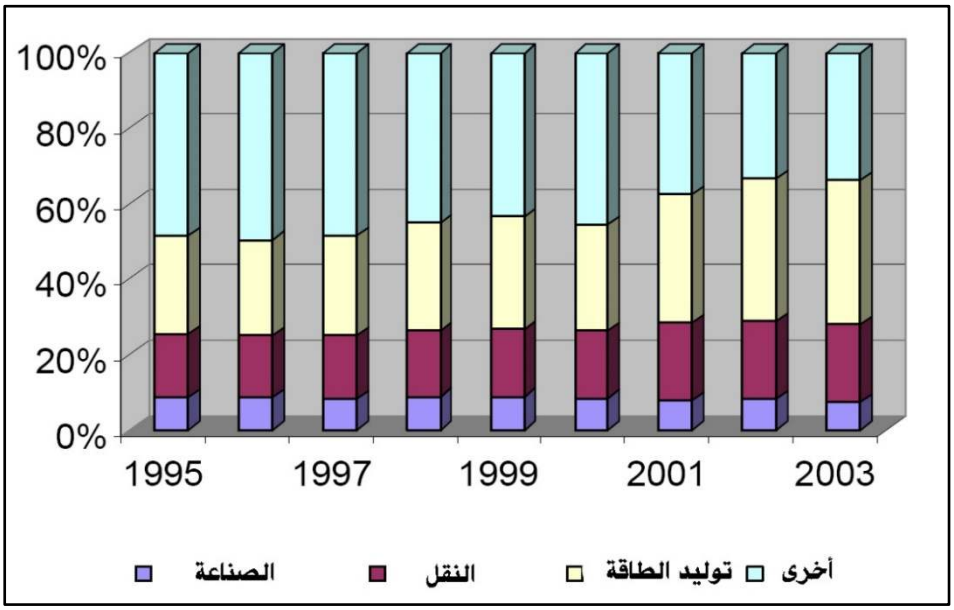
وترجع زيادة الكميه المنتجه من الطاقه الكهربائية إلى العديد من العوامل منها تطور أعداد السكان في ليبيا الذي بلغت فيه نسبة النمو في ليبيا حوالي 2.3 % سنوياً في الوقت الذي ارتفعت فيه في تعدادات سابقة إلى نسبة نمو بلغت 4.5 % في العام 1984، وترجع نسبه النمو في ليبيا وذلك بعد اكتشاف النفط، وظهور التنمية الصناعية، وتحسن مستوى المعيشة لدى السكان الأمر الذي تطلب معه توافر وزيادة كمية إنتاج الطاقة الكهربائية.

غير أن هذه الطاقة التي تم توليدها ولا يزال يتم قد نتج عن توليدها العديد من الأضرار والمتمثلة بدرجة أساسيه في انتشار غاز ثاني أكسيد الكربون ، حيث بلغت نسبة تلوث البيئة في ليبيا ،والناتجه عن توليد الطاقة الكهربائية إلى حوالي 38 % (الشكل 5) من إجمالي نسبه التلوث لباقي القطاعات في ليبيا ، وعلى الرغم من ثبات باقي نسب التلوث من القطاعات على مستوياتها ، أو انخفاض بعضها ، إلا أننا نجد أن الانبعاثات من توليد الطاقة الكهربائية في زيادة ، وذلك بسبب زيادة أعداد السكان ، وتطور التنمية الاقتصادية في ليبيا (الشكل 6) .



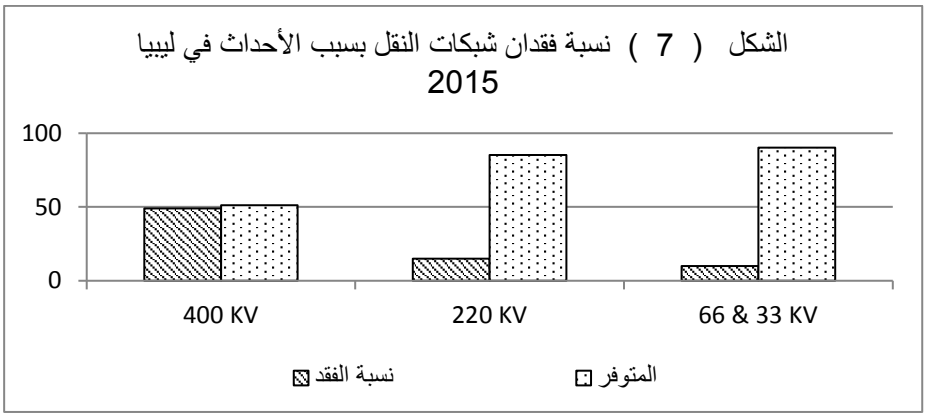
المصدر : Dr Mohamed Ekhlat And others, Mediterranean and National Strategies for Sustainable Development, Energy Efficiency and Renewable Energy Libya - National study, Plan Bleu, Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, September 2007,p6

الشكل (6) تطور نسبه انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حسب القطاعات في ليبيا 1995-2003



المصدر: Dr Mohamed Ekhlat, Mediterranean and National Strategies for Sustainable Development, Energy Efficiency and Renewable Energy Libya – National study, Plan Bleu, Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, September 2007,p6

ولم يتوقف الأمر عند انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من عمليات توليد الطاقة الكهربائية، بل تعداه إلى انقطاع للتيار الكهربائي بسبب العديد من المشاكل ، وذلك بعد حدوث للعديد من العمليات العسكرية في ليبيا وذلك بعد العام 2011 التي أثرت بشكل كبير في عمليات نقل الطاقة إلى أغلب أرجاء ليبيا ، وذلك بسبب كثافة شبكة التوزيع الشكل (7) .



المصدر :جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970–2016 ، مرجع سبق ذكره ، ص 9.

ثالثاً : تعريف الإشعاع الشمسي .

تختفي الشمس خلف الغيوم في أوقات النهار أحياناً في الجهة المقابلة من الأرض لكنها موجوده، وكون الشمس عبارة عن نجم ملتهب تجري فيه العديد من الانفجارات النوويه بشكل مستمر فهذه الانفجارات تستمر بنشر الطاقه لتصل إلى الأرض على شكل إشعاع شمسي .

يتفاعل هذا الإشعاع مع الأرض بأشكال مختلفه بدءاً من الغلاف الجوي حيث قسم من هذا الإشعاع ينتشر في الغلاف الجوي ولا يصل إلى الأرض ، وقسم يصل بشكل حرارة تساهم في التدفئة والحياة على سطح الأرض ، وقسم ينتشر في الغيوم ، وآخر يصل إلى سطح الأرض كطاقه ،وهو الذي يهم الباحثين في قضايا الطاقة الشمسية .

هذا الإشعاع يحمل الطاقة ضمن جسيم أولي يدعى بالفوتون (Photon) ، الذي ساهم في عملية توليد الكهرباء من الخلايا الشمسية .

إن الإشعاع الشمسي Solar Irradiance هو مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على مساحة معينة والقادرة على توليد قدرة كهربائية ، لايصيب الأرض إلا حوالي جزء من ألفي مليون جزء من أشعة الشمس التي تقدر بنحو 130

ميجاوات لكل متر مربع من سطح الشمس ، وهذا القدر الضئيل هو المسؤول عن كل الطاقة الحرارية لسطح الأرض و غلافها الجوي .

إن القياس الدقيق لشدة الإشعاع الشمسي مهم لتصميم وتنفيذ مشاريع الطاقة الشمسية فقبل البدء في المشروع يسعى الباحثون إلى جمع معلومات عن حالة الإشعاع الشمسي في منطقة العمل وقيمته من أجل تصميم ناجح وضمان عمل جيد له خلال فترة عمله مستقبلاً .

أ. إنتشار الإشعاع الشمسي .

يتأثر التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي بدرجة الموقع المكاني بالنسبه لدوائر العرض وعلى ذلك يعظم الإشعاع الشمسي عند الدائرة الإستوائية ويقل بالتدريج في اتجاه القطبين ، وتستقبل الدائرة الإستوائية سنوياً من الإشعاع الشمسي ما يقدر بأربعة أمثال مقداره عند أي نقطة من القطبين الشمالي والجنوبي ، وتبعاً لحركة الشمس الظاهرية فيما بين المدارين فإن أعظم فترات الإشعاع الشمسي تتمثل في فترات تعامد الشمس على مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي (الصيف الشمالي) .

وتعامدها على مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي (الصيف الجنوبي) ،وعلى ذلك فإن كمية الإشعاع الشمسي في المناطق المدارية كبيرة جداً إلا أنها تختلف من فصل إلى آخر ، خلال حركة الشمس الظاهرية فيما بين المدارين: السرطان ،والجدي وتمر الشمس مرتين على كل المواقع التي تقع في هذين المدارين ، وينتج عن ذلك تجمع أكبر كمية من الإشعاع الشمسي فوق هذه المواقع من سطح الأرض .

فيما بين دائرتي عرض 23.5 – 66.5 شمالاً وجنوباً فإن أعظم كمية للإشعاع الشمسي تحدث خلال فصل الصيف (الصيف الشمالي) في نصف الكرة الشمالي ، وخلال فصلي الشتاء (الصيف الجنوبي) ، ويقل الإشعاع الشمسي خلال فصلي الشتاء (الشمالي والجنوبي في نصفي الكره الأرضية) ، أما فيما وراء دائرتي القطبين فإن أعظم كمية للإشعاع الشمسي تتمثل هنا في فترتي الانقلابين الصيفيين (الشمالي والجنوبي في نصفي الكرة الأرضية) ، وقد تبين أن أعظم كمية سنوية للإشعاع تتمثل عند دائرة عرض 20 شمالاً وجنوباً – وذلك تبعاً لجفاف الهواء عند هذه العروض المدارية ،وصفاء السماء ،وقلة السحب ،لهذا تستقبل هذه المناطق أكبر قدر من الإشعاع الشمسي وتنعكس هذه الأشعة على شكل إشعاع أرضي يؤدي بدوره إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض (الجدول 2) .[9]

جدول (2) التغير في زاوية الإشعاع الشمسي الواصل خلال الانقلابين والاعتدالين

دائرة العرض	الانقلاب الصيفي	الاعتدال الربيعي	الانقلاب الشتوي
	زاوية الإشعاع ظهراً	زاوية الإشعاع ظهراً	زاوية الإشعاع ظهراً
90 ش	$23^{1/2}$	0°	-
80 ش	$33^{1/2}$	10°	–
70 ش	$43^{1/2}$	20°	–

60 ش	$53^{1/2}$°	30°	$6^{1/2}$°
50 ش	$63^{1/2}$°	40°	$16^{1/2}$°
40 ش	$73^{1/2}$°	50°	$26^{1/2}$°
30 ش	$83^{1/2}$°	60°	$46^{1/2}$°
20 ش	$86^{1/2}$°	70°	$56^{1/2}$°
10 ش	$76^{1/2}$°	80°	$66^{1/2}$°
0	$66^{1/2}$°	90°	$76^{1/2}$°
10 ج	$56^{1/2}$°	80°	$86^{1/2}$°
20 ج	$46^{1/2}$°	70°	$83^{1/2}$°
30 ج	$36^{1/2}$°	60°	$73^{1/2}$°
40 ج	$26^{1/2}$°	50°	$63^{1/2}$°
50 ج	$16^{1/2}$°	40°	$53^{1/2}$°
60 ج	$6^{1/2}$°	30°	$43^{1/2}$°
70 ج	–	20°	$33^{1/2}$°
80 ج	–	10°	$23^{1/2}$°
90 ج	–	0°	$23^{1/2}$°

المصدر: سعيد إدريس العوامي، أسس علم المناخ، (مصر: المكتب الجامعي الحديث، 2018)، ص 36

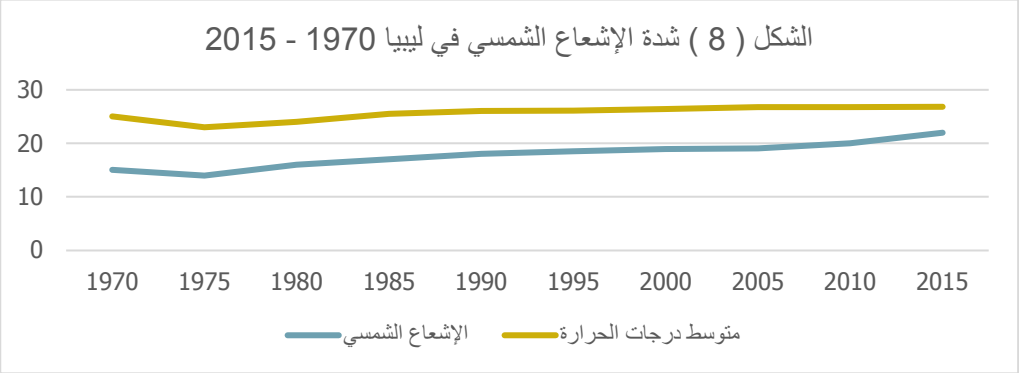
وبناء على التباين في الإشعاع الشمسي حسب دوائر العرض يمكن تقسيم الكرة الأرضية إلى ثلاث مناطق حسب كمية الإشعاع الشمسي الواصل خلال السنة :[10]

1. **العروض المدارية**: النطاق المحصور بين خط الاستواء، ومدار السرطان، ومدار الجدي، وفي هذه العروض تكون الأشعة الشمسية عمودية مرتين خلال العام وفقاً لحركة الشمس بين المدارين، ولا تظهر تغيرات فصلية كبيرة في الإشعاع الشمسي.
2. **العروض الوسطى**: تمتد من المدارين إلى دائرة عرض 66° شمالاً، وجنوباً، وتكون أعلى كمية إشعاع في فترة الانقلاب الصيفي في النصف الشمالي، وفي فترة الانقلاب الشتوي في نصف الأرض الجنوبي، وتقل كمية الإشعاع خلال فترة الاعتداليين، كما تظهر تغيرات فصلية واضحة، وتزداد الفروق في الإشعاع مع دوائر العرض.
3. **العروض القطبية**: وتمتد من دائرة 66° إلى 9° شمالاً وجنوباً، تتفق قمة الإشعاع في المناطق القطبية مع فترة الانقلابين، حيث تحظى بأعلى كمية إشعاع في فصل الصيف الشمالي والجنوبي، إلا أن وصول الأشعة مائلة يقلل من أثر الإشعاع الواصل لسطح الأرض.

رابعاً : التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي على ليبيا.

نتيجة للموقع الجغرافي لليبيا فإنها تتمتع بضوء الشمس طوال العام وتتزود بلا حدود بالطاقة الشمسية، الأمر الذي يشجع على قيام صناعة الطاقة الشمسية بها، بالإضافة إلى وقوعها ضمن دوائر عرض مهمة، وبهذا فهي تستقبل كميات كبيرة من

الإشعاع الشمسي أغلب أوقات السنة، وقد بلغت متوسطات درجات الحرارة خلال الفترة 1970-2015 ما بين 25-26.8 درجة مئوية (الشكل8)، في حين بلغت متوسطات شدة الإشعاع الشمسي خلال الفترة نفسها ما بين 15-22 درجة.



المصدر: مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية.

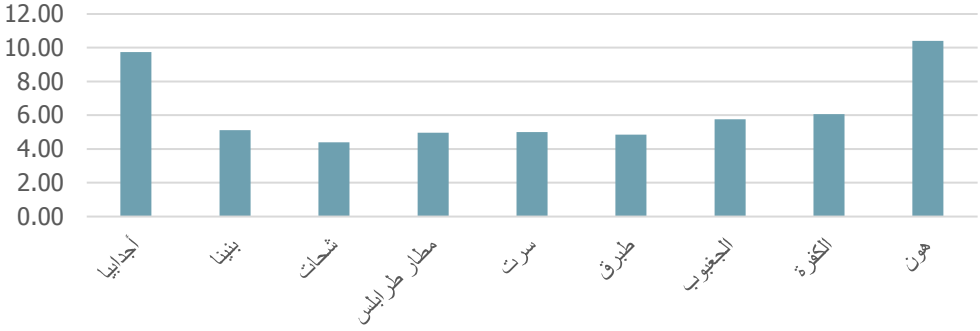
وعند دراسة الإشعاع الشمسي وتوزيعه على مختلف أنحاء ليبيا فقد تم حساب قوة الإشعاع في العديد من المحطات الموزعة في مختلف أرجاء ليبيا لعدد 9 محطات ، فقد تبين أعلى درجات كانت خلال شهر يوليو حيث تتراوح ما بين 13.7 و 6.7 كيلو وات / م2 (الجدول 3)، وقد تراوحت المتوسطات خلال الأعوام 1982-1988 م ما بين 4.2 و 10.2 كيلو وات /م2 على مستوى العديد من المحطات في ليبيا (الشكل 9).

الجدول (3) المتوسط اليومي للإشعاع الشمي محسوباً (كيلو وات / م^2) لمناطق في ليبيا

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أجدابيا	5.4	7.0	8.1	10.9	12.0	13.0	13.4	12.1	11.6	9.4	7.7	6.0
بنينا	2.8	5.6	4.8	5.9	6.4	6.8	7.0	6.4	5.5	4.3	3.3	2.5
شحات	2.0	2.7	3.6	4.7	6.1	6.7	6.7	6.0	5.4	3.9	2.6	2.3
مطار طرابلس	3.0	3.8	5.0	6.0	6.4	7.1	7.1	6.5	5.5	4.0	3.1	2.1
سرت	2.9	3.1	4.0	5.5	6.2	6.8	6.8	6.2	5.7	5.0	4.1	3.4
طبرق	2.9	3.5	4.8	5.5	6.3	6.8	6.9	6.4	5.3	4.1	3.0	2.8
الجغبوب	3.8	4.7	5.6	6.7	7.1	7.7	7.7	7.1	6.2	5.1	4.0	3.5
الكفرة	4.4	5.4	6.0	6.9	7.2	7.4	7.3	7.2	6.4	5.7	4.7	4.0
هون	6.3	7.3	9.2	11.3	13.1	13.8	13.7	12.9	12.0	10.0	8.3	6.9

المصدر: مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية.

الشكل (9) المتوسط للإشعاع الشمسي في بعض محطات الإرصاد الجوي في ليبيا ك وات/م2 1982-1988



المصدر: تم الإعداد من الباحث استناداً على بيانات الجدول.

ومن أهم الطرق المستخدمة في حساب كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض هي:

أ- الاعتماد على عدد ساعات النهار . ب درجة التغييم .

وذلك حسب العلاقة التالية :[11]

حيث أن : $Qn= Q0[1- (a+b\ n)n]$

Qn : كمية الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض .

Q0: كمية الإشعاع الشمسي في حلة خلو السماء من الغيوم.

a.b :معامل ثابت وهو كمية الإشعاع المحجوب عن سطح الأرض بسبب الغيوم (0.38).

N : درجة التغييم وتحسب بالأعشار .

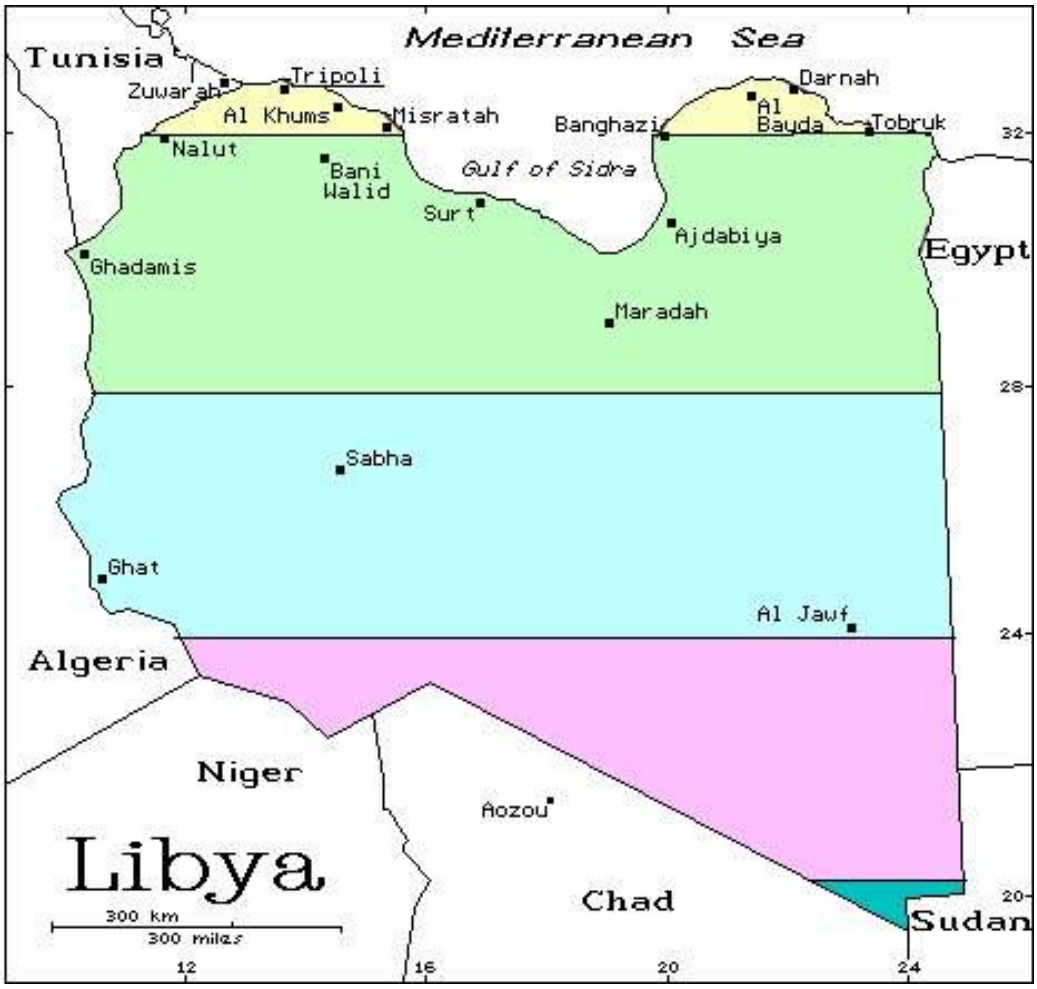
إن كمية الإشعاع المتمثلة في Qn لها علاقة وثيقة مع العرض الجغرافي ،و مكان محطة القياس والفترة الزمنية من السنة.

وقد قام مركز البحوث ودراسات الطاقة الشمسية بتاجوراء بحساب السنة النمطية (**السنة النمطية** هي دراسة بيانات المتغيرات المناخية عند موقع معين لمدة سنة كاملة مبنية على البيانات المقاسة لعدة سنوات) ،لمدينة تاجوراء من 2004- 2008 ،وتبين من خلال النتائج المتحصل عليها من الدراسة للسنة النمطية أن البيانات المناخية للسنوات المقاسة متقاربة حيث إن مقدار الانحراف المعياري بين قيم السنة النمطية والبيانات المقاسة كان صغيراً جداً،وإن أدنى قيمة للمتوسط الشهري للإشعاع الشمسي الكلي على السطح الأفقي كان في شهر ديسمبر(3.26 ك.و.س/م2/يوم) بينما كانت أقصى قيمة في يوليو تعادل (8.9 ك.و.س/م2/يوم)وهي قيمة عالية جداً وتعبر عن تمتع المنطقة بمعدلات إشعاع شمسي مرتفع في فصل الصيف .[12]

وعند تقسيم ليبيا إلى عدد 5 مناطق جغرافية بواسطة دوائر العرض (الشكل 10)، فإننا نجد أن شدة الإشعاع تراوحت ما بين 4.29 خلال شهر ديسمبر و8.83 خلال شهر أغسطس حسب المناطق (الجدول 4).

تكمن الطاقة الشمسية في شدّة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض، يتكوّن الإشعاع الشمسي الكلّي من مركبتين، الإشعاع المباشر والإشعاع المنكسر ،المبعثر ، تُعتبر ليبيا من أكثر مناطق العالم تعرضاً للإشعاع الشمسي حيث إن متوسط ما يتلقاه متر مربع من الأرض الليبية من الإشعاع الشمسي يبلغ 2190 كيلوواط ساعة / سنة، في حين أن العديد من بلدان أوربا لا يتلقى سوى نصف هذه الكمية .[13]

الشكل (10) التوزيع الجغرافي لليبيا إلى خمس مناطق حسب إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية



المصدر : ماهر عبدالرسول صادق وآخرون ، دراسة عملية لإستخدام الطاقة الشمسية في ليبيا كطاقه بديلة وتصنيع نموذج لمجمع شمسي لتسخين المياه ، ، مجله المهن الهندسية الشاملة ، المركز العالي للمهن الشاملة بيفرن ، http://www.geocities.ws/hcyefren/2002/art1.htm

الجدول (4) التوزيع العددي لكميات الطاقة الممكن إنتاجها حسب أشهر السنة والنطاق الجغرافي

الشهر	ك و / م^2	ك و / م^2	ك و / م^2	ك و / م^2	ك و / م^2
يناير	4.89	5.55	6.18	6.75	7.32
فبراير	6.28	6.85	7.38	7.86	8.30
مارس	7.51	7.95	8.36	8.68	8.96
إبريل	8.27	8.55	8.77	8.93	9.05
مايو	8.58	8.74	8.83	8.90	8.93
يونيو	8.61	8.71	8.77	8.80	8.80
يوليو	8.46	8.61	8.7	8.77	8.77
أغسطس	8.11	8.36	8.58	8.74	8.83
سبتمبر	7.26	7.70	8.08	8.39	8.68
أكتوبر	6.15	6.72	7.22	7.70	8.14
نوفمبر	4.86	5.52	6.15	6.72	7.26
ديسمبر	4.29	4.98	5.65	6.28	6.85

المصدر : ماهر عبدالرسول صادق وآخرون ، مرجع سبق ذكره .(الألوان في الجدول متطابقة مع الشكل **10** .

خامساً : أنواع الإشعاع الشمسي في ليبيا .

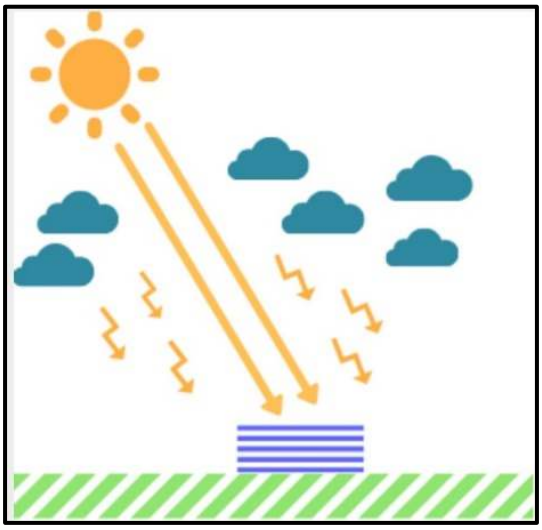
تتألف أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض من الإشعاع الشمسي الطبيعي المباشر"DNI" Direct Normal Irradiation ، والإشعاع الشمسي الأفقي المنتشر "HDI" Diffuse Horiontal Irradition ، وكلاهما سوياً يمثلان الإشعاع الأرضي الأفقي "GHI" Global Horizontal Irradiation ، حسب المعادلة الآتية :

$$GHI = DHI + DNI. \cos (Ø)$$

1– الإشعاع الأرضي الأفقي "GHI" **Global horizontal irradiation** [14]

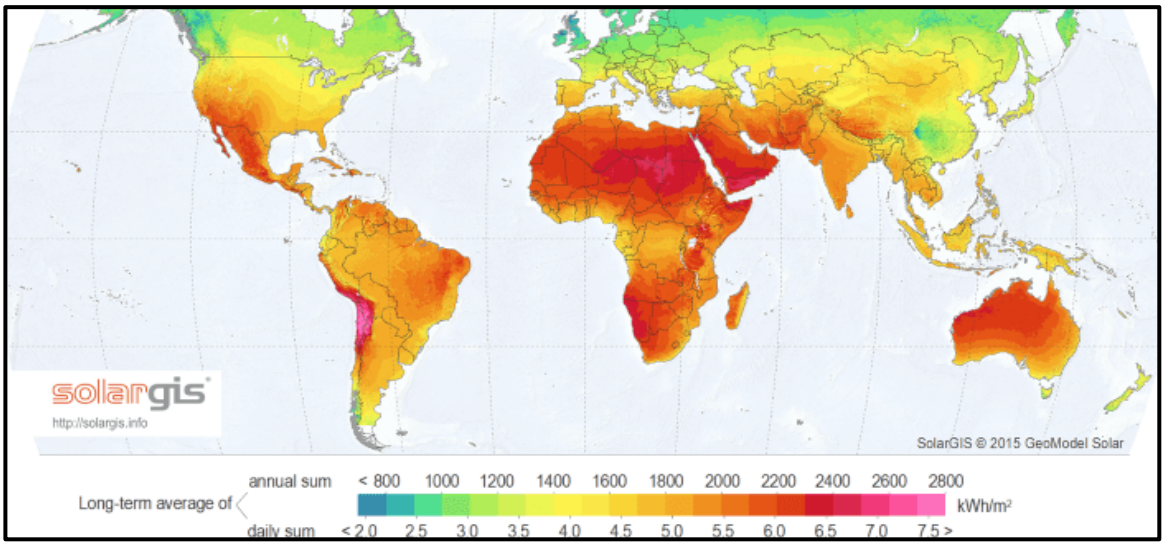
وهذا الإشعاع يمثل مجموع الإشعاع الطبيعي المباشر والإشعاع الشمسي الأفقي المنتشر، وهو يمثل القيمة الكلية للإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفقي من الأعلى (الشكل 11).

الشكل (11) **الإشعاع الأرضي الأفقي "GHI"**



وينتشر في العالم الإشعاع الأفقي ما بين أقل من 800 ك و س / م^2 إلى حدود 2800 ك و س /م^2 ، ويكون أكثر تركز له في المنطقة الواقعة على دائرة الاستواء ومنها شمالاً وجنوباً إلى حدود مداري السرطان والجدي (الشكل 12).

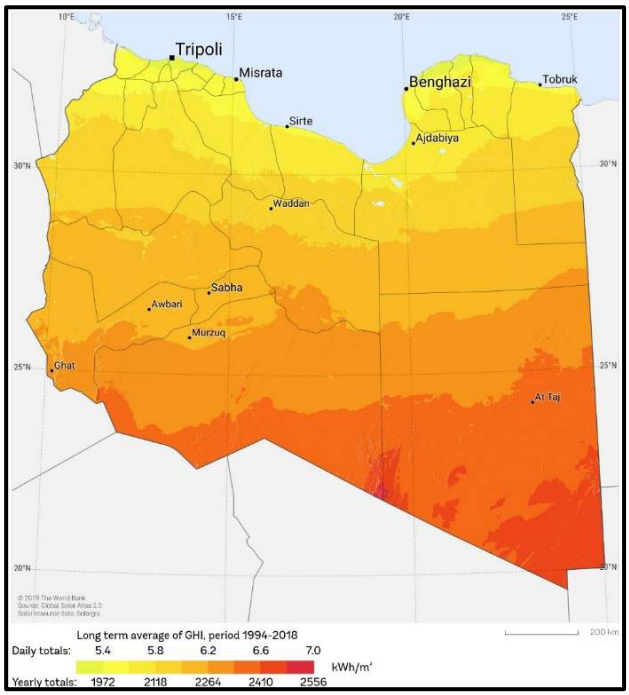
الشكل (12) الإشعاع الأرضي الأفقي في العالم GHI



المصدر: https://globalsolaratlas.info/

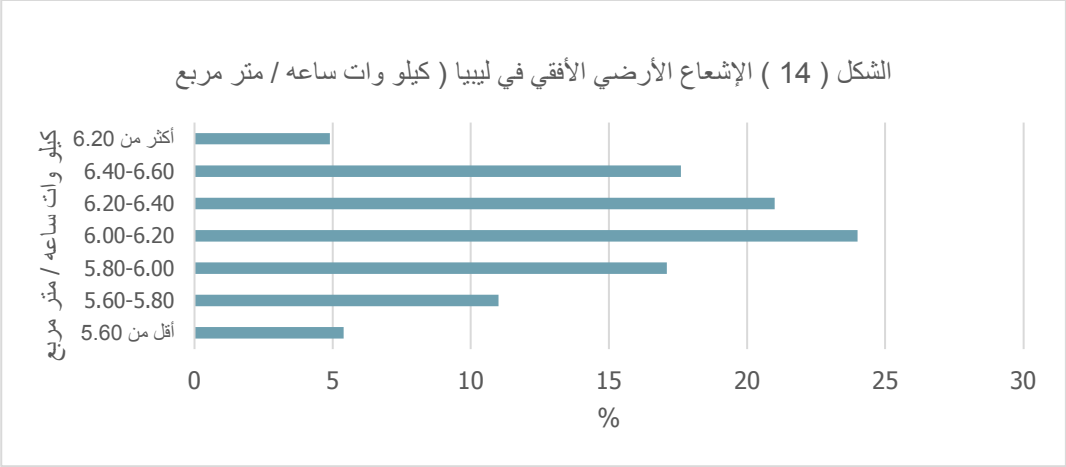
أما في ليبيا فإننا نجد أن حسابات كميه الإشعاع الأرضي الأفقي خلال الفترة 1994–2018 م قد تراوحت يومياً ما بين 5.4 ك وس /م2 إلى 7.0 ك و س/م2 وبمجموع سنوي يتراوح ما بين 1972 ك و س/م2 إلى 2556 ك و س/م2، وتتركز أكبر كمية من الإشعاع جنوب دائرة العرض ْ28 ، إلى الحدود الجنوبية حيث يكون أكبر تركز لها في الجزء الجنوبي الشرقي من ليبيا ، إلا أن هذا لا يعني عدم تمتع باقي مناطق ليبيا بكمية ممتازة من الإشعاع فشمال دائرة العرض ْ25 إلى دائرة العرض ْ30 تتراوح قيمه الإشعاع ما بين 5.8 و 6.2 ، وهي كميه تبلغ سنوياً ما بين 2118 و 2264 (الشكل 13).

الشكل (13) الإشعاع الأرضي الأفقي في ليبيا GHI



المصدر : https://globalsolaratlas.info/

أما من حيث انتشار الإشعاع في ليبيا فإنه نجد أن أعلى نسبة كانت للقيمة الواقعة ما بين 6.00 ك و س/م2 و 6.20 ك و س/م2 ، وهي تعادل حوالي 24% من كمية الإشعاع (الشكل 14)



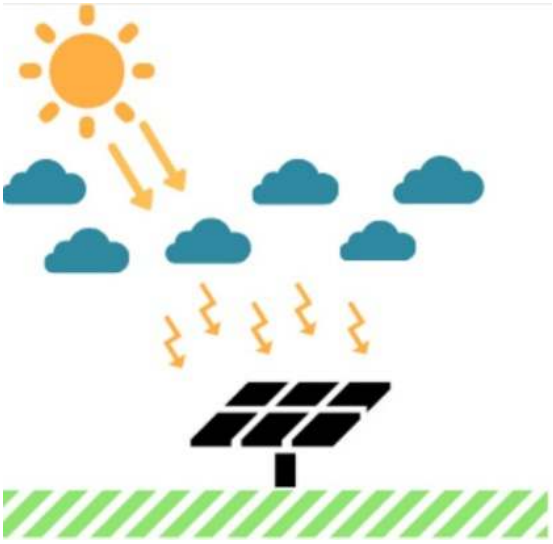
المصدر : بيانات جدولية في الموقع: https://globalsolaratlas.info/

1– الإشعاع الأفقي المنتشر "DHI" Diffuse Horizontal Irradiation

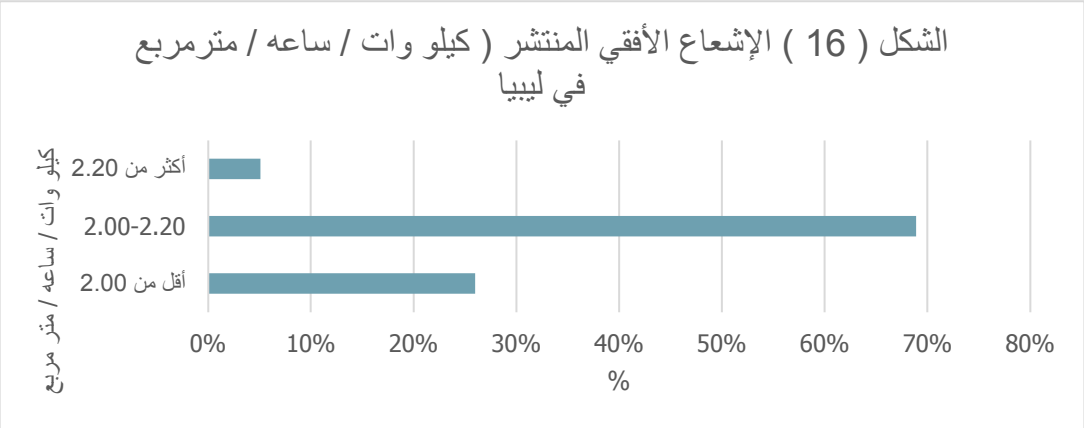
وهذا النوع من الأشعة مصدره أيضاً الشمس، ولكنه يختلف عن الإشعاع الطبيعي المباشر"DNI" بأن وصوله إلى الارض ليس مباشرة من الشمس، ولكن يكون انعكس من مصادر أخرى. حيث يمكن أن تصل أشعة الشمس إلى بعض المباني أو المواقع الأخرى على الأرض، ثم تنعكس على الغيوم او اي جسم آخر قبل ان تصل الى موقعنا على الارض. ويسميه البعض ايضاً الاشعة الشمسية السطحية المنتشرة.

هو كمية الإشعاع الشمسي الساقط على وحدة المساحة لسطح ما (غير معرض للظل) ، وحيث لا يصل بشكل مباشر من الشمس بل يكون منتشراً بسبب الجزئيات والذرات في الغلاف الجوي ، ويأتي بشكل متساو من كل الاتجاهات الشكل (15) .

الشكل (15) الإشعاع الأفقي المنتشر "DHI"



وتتراوح كمية الإشعاع الأفقي المنتشر في ليبيا من أقل من 2 إلى أكثر من 2.20 كيلو وات / ساعة / متر مربع . الشكل (16)

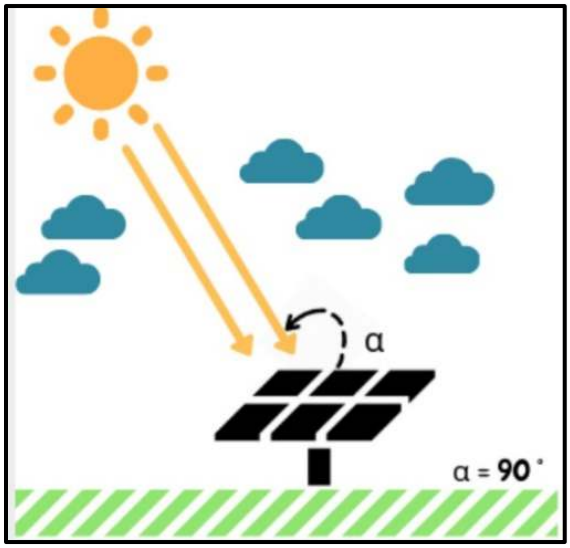


المصدر : بيانات جدولية في الموقع: https://globalsolaratlas.info/

2– الإشعاع الطبيعي المباشر **Direct normal irradiation**. (15)

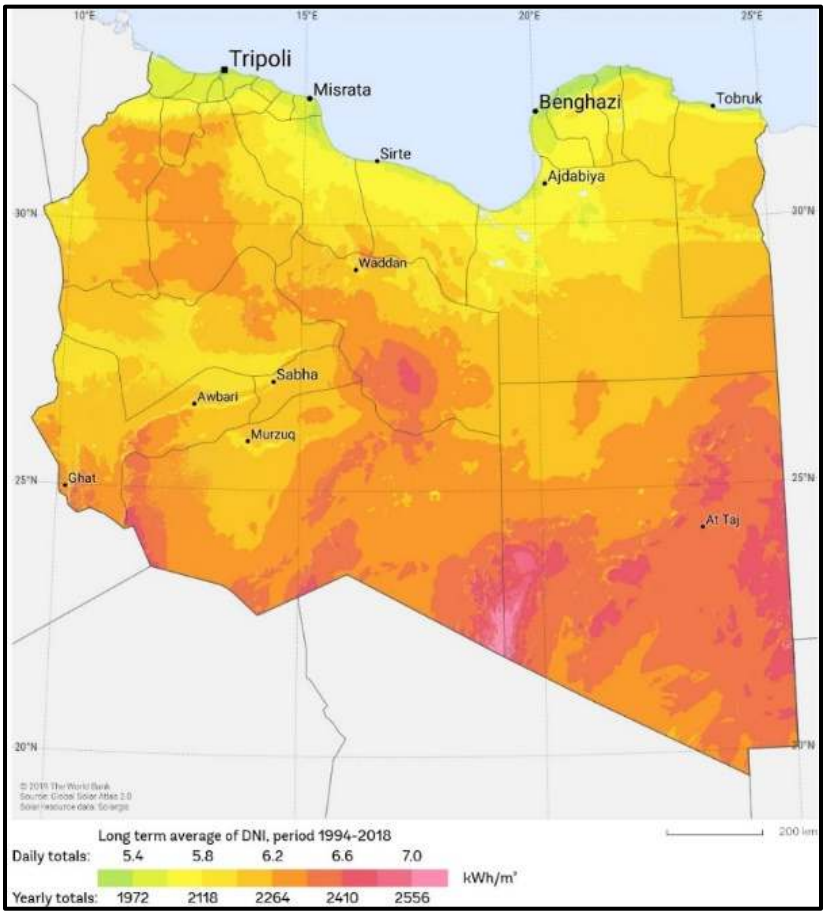
هو كمية الإشعاع الشمسي الساقط على مساحة لسطح مثبت دائماً بحيث يكون متعامداً مع الأشعة القادمة بشكل مباشر من اتجاه الشمس في موقعها الحالي في السماء (الشكل 17).

الشكل (17) **الإشعاع الطبيعي المباشر**



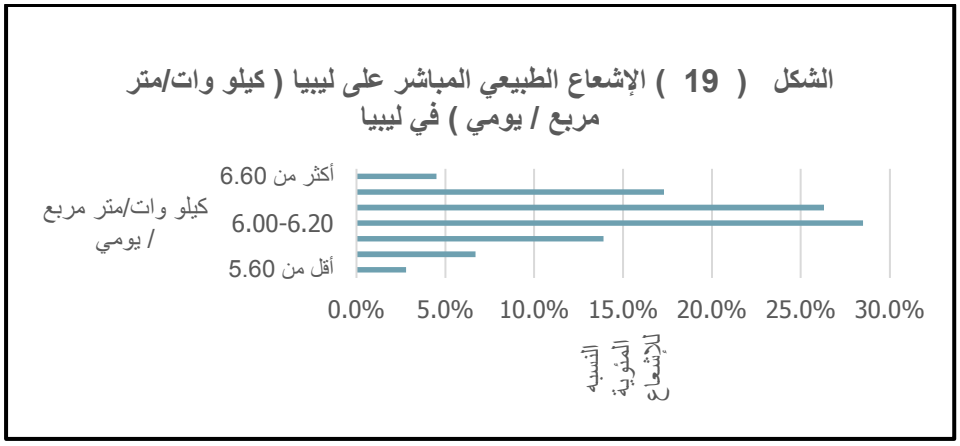
وعند تتبع الإشعاع الطبيعي المباشر في ليبيا خلال الفترة 1994-2018 نجد أن الإنتاج اليومي من الطاقة يتراوح ما بين 5.4 و 7.0 كيلو وات خلال كل ساعة في المتر المربع (الشكل 18) ، وتوجد أعلى نسبة في جنوب ليبيا ،وتقل كلما اتجهنا شمالاً ولكن على الرغم من قلة الكمية التي تتلقاها الأرضي الليبية من الإشعاع إلا أن هذه الكمية تعتبر كمية مهمة لإنتاج الطاقة الشمسية وتركيب منظومات الطاقة الشمسية ، حيث نجد أن أغلب وسط ليبيا وشرق وغرب ليبيا ، تعتبر مناطق واعدة لتركيبها ، حيث تتراوح الكمية في هذه المنطقة ما بين 5.8 و 6.2 كيلو وات خلال الساعة لكل متر مربع ، ومن خلال هذه الكمية من الإشعاع الطبيعي المباشر فإنه نجد أن خلال العام الواحد تتراوح ما بين 1972 و 2556 كيلو وات .

الشكل (18) الإشعاع الطبيعي المباشر في ليبيا خلال الفترة 1994-2018



المصدر : https://globalsolaratlas.info/

وعند تتبع نسبه كل كمية ومدى توافرها نجد أن ما نسبته 54.8 % من الإشعاع تقع في المدى الذي يتراوح من 6.00 إلى 6.40 كيلو وات في الساعة لكل متر مربع(الشكل 19) [16].

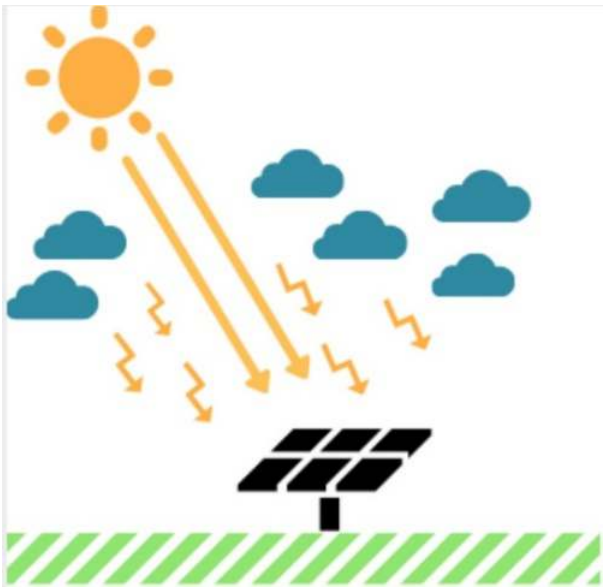


المصدر : بيانات جدولية في الموقع: https://globalsolaratlas.info/

4– الإشعاع الأرضي المائل Global tilted irradiation . [17]

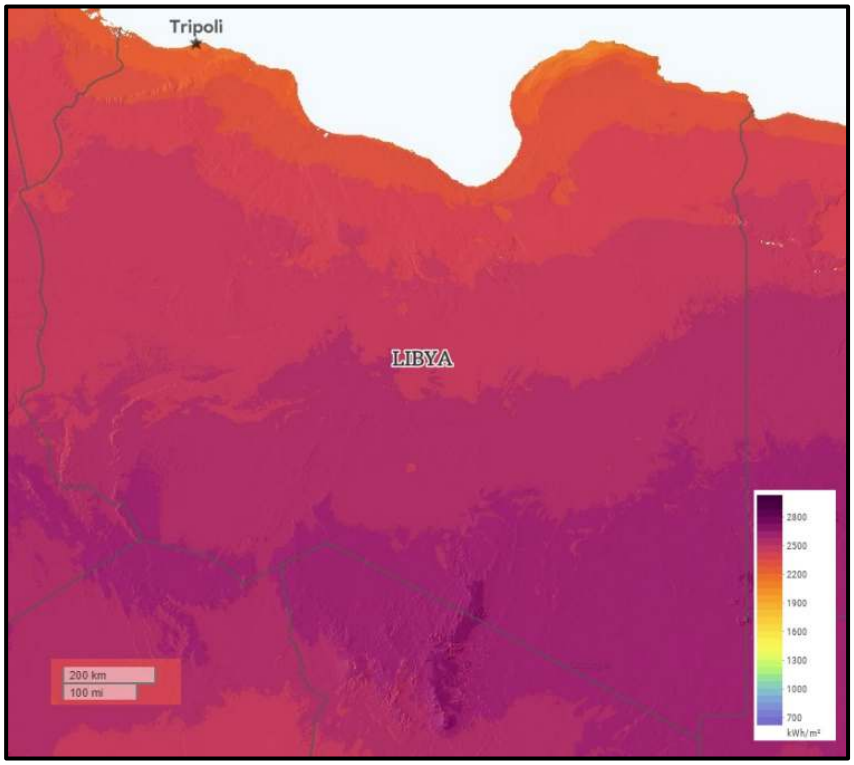
وهو القيمة الكلية للإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر الساقط من الأعلى على سطح مائل(الشكل 20) .

الشكل (20) الإشعاع الأرضي المائل

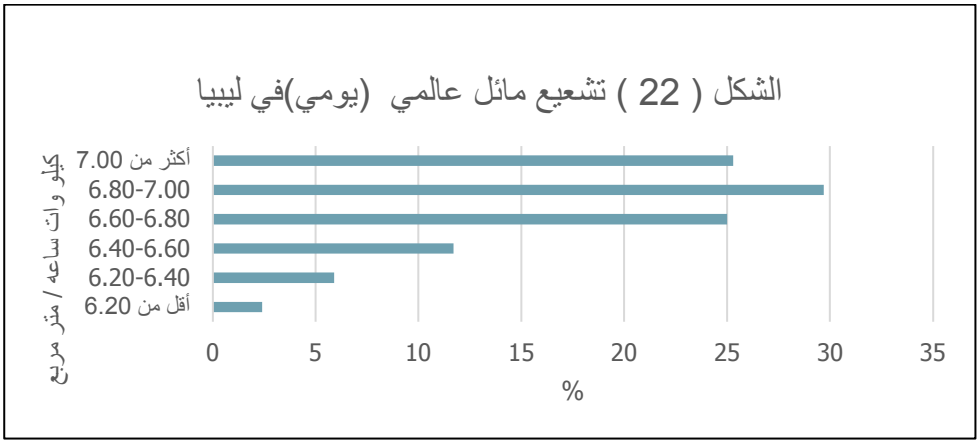


هذا وتتراوح القيمة الكلية للإشعاع الشمسي الساقطة على الأراضي الليبية ما بين 2200 و 2800 ك/و/م^2 (الشكل 21) ، وتصل أعلى نسبة منه إلى 30 % من الكمية البالغة من 6.80 إلى 7.00 كيلو وات في الساعة للمتر المربع ، وهي كمية ممتازة لإنشاء محطات للطاقة الشمسية .(الشكل 22) .

الشكل (21) كمية الإشعاع الشمسي الساقط على ليبيا .



المصدر : https://globalsolaratlas.info/

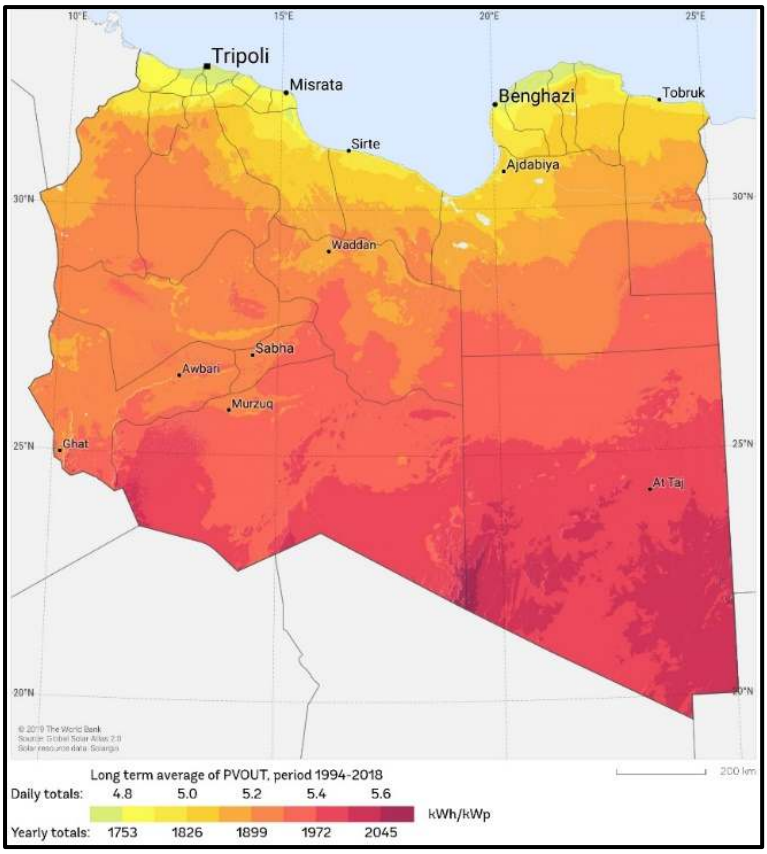


المصدر : بيانات جدولية في الموقع: https://globalsolaratlas.info/

5– إنتاج الطاقة الضوئية محددة Specific photovoltaic power output [18]

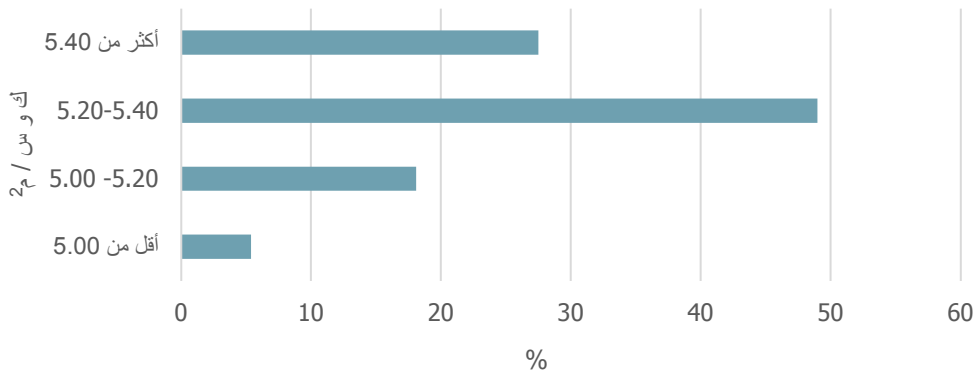
ويتم تحديد كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من خلال كميه الإشعاع الواصل إلى الأراضي الليبية، ومن خلال دراسة الإشعاع الشمسي وما يمكن أن يولده من طاقه ك و س / ك وط ، خلال الفترة 1994 – 2018 م ، أنه يتوفر بمتوسط يومي قدره من 4.8 – 5.6 ، وبمعدل سنوي قدره 1753 – 2045 . (الشكل (23) ويبلغ أكثر من نصف الإنتاج ليصل إلى حوالي 50% منه في الكمية البالغة 5.20 إلى 5.40 كيلو وات لكل متر مربع .الشكل (24).

الشكل (23) إنتاج الطاقة الضوئية في ليبيا 1994-2018



المصدر:https://globalsolaratlas.info/

الشكل (24) إنتاج الطاقة الضوئية حسب انتشارها في ليبيا بالكيلو وات / ساعه



المصدر : بيانات جدولية في الموقع: https://globalsolaratlas.info/

6– إمالة مثالية للوحدات الكهروضوئية **Optimum tilt of PV modules** [19].

ويقصد بها درجة ميلان الخلايا الضوئية وقدرتها على امتصاص أكبر كمية من الإشعاع الشمسي، وتتوزع درجات الإمالة في ليبيا حسب قيمة الإمالة ما بين 0 إلى 50 درجة (الشكل25) ،وتبلغ أعلى نسبة وهي تقارب 40% ما بين 30 و 32 درجة (الشكل 26) .

نجد أن زاوية التركيب المثلي في مدنية القاهرة 26 درجة و تعطي توليداً لكل كيلو وات الواحد قدره 1560 كيلو وات علي مدار العام ،أما لو تم التنفيذ علي زاوية 6 درجات و هي افضل زاوية للتوليد الصيفي يكون التوليد 1490 كيلو وات في العام بانخفاض إجمالي قدره 6% فقط, مع ملاحظة ارتفاع التوليد في الصيف بنسبة 4% و انخفاض في الشتاء قدره 10% .[20]

أ – حساب أفضل زوايا ميل الألواح الشمسية على مدار العام.

في حال النظام المتصل بالشبكة يتم حساب أحسن زاوية لتركيب الخلايا لحصول علي أكبر انتاجية علي مدار العام طبقاً للمعادلات الأتية[21]:

1. إذا كان الموقع يقع بين خط الاستواء وخط عرض اقل من 25 يتم استخدام المعادلة الآتية: أحسن زوايا ميل الألواح الشمسية = (خط العرض * 0.84) +1 مثال: تقع مدينة جدة على خط عرض 21 أحسن زاوية للألواح على مدار العام في مدينة جدة = (21* 0.84) + 1= 19 درجة

2. أما إذا كان الموقع يقع بين خط عرض 25 و50، يتم استخدام المعادلة الآتية: أحسن زوايا ميل الألواح الشمسية = (خط العرض * 0.76) +3، وهذه النسبة نجدها عند إجراء هذه المعادلة في الدرجات من 25 إلى 29 وهي تبلغ حوالي 40 % من مساحة ليبيا.
3. اما إذا كان الموقع يقع على خط عرض أكبر من 50، فيتم استخدام المعادلة الآتية: درجة لتوجيه الخلايا = (خط العرض * 0.66) + 30

ب– حساب أحسن زوايا في الشتاء.[22]

في حال النظام المستقل عن الشبكة يتم حساب أحسن زاوية لتركيب الخلايا للحصول على أفضل إنتاجية شتوية طبقاً للمعادلات الآتية:

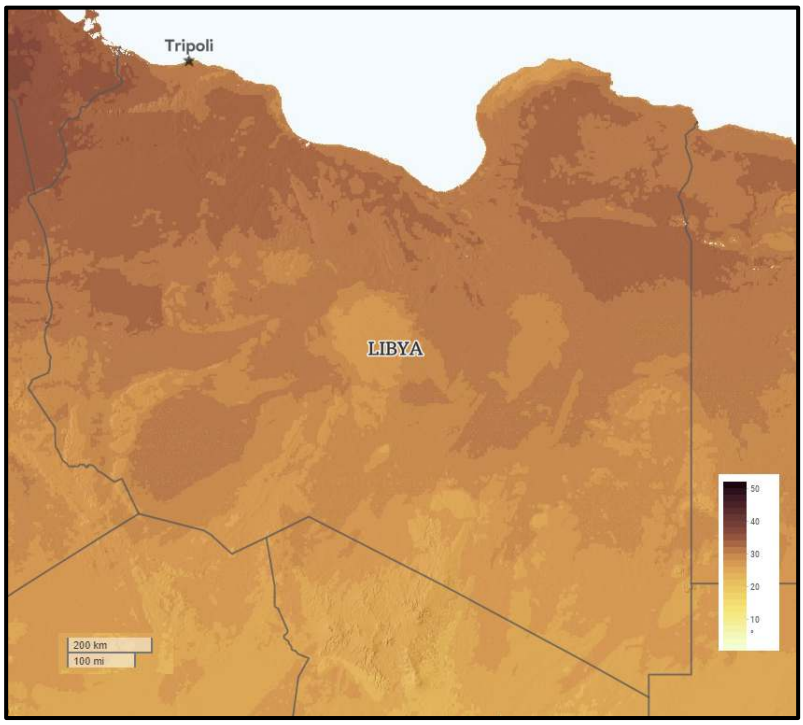
1. إذا كان الموقع يقع بين خط الاستواء وخط عرض أقل من 25 يتم استخدام المعادلة الآتية: أفضل درجة لتوجيه الخلايا = خط العرض +16
2. اما إذا كان الموقع يقع بين خط عرض 25 و50، يتم استخدام المعادلة الآتية: أفضل درجة لتوجيه الخلايا = (خط العرض * 0.88) +19 مثال: تقع مدينة القاهرة على خط عرض 30 أفضل زاوية للخلايا في الشتاء لمدينة القاهرة = (30* 0.88) + 19 = 45 درجة
3. اما إذا كان الموقع يقع على خط عرض أكبر من 50، فيتم استخدام المعادلة الآتية: أفضل درجة لتوجيه الخلايا = خط العرض * 0.82

ج– حساب أحسن زوايا للخلايا في الصيف.[23]

في حال النظام المستقل عن الشبكة يتم حساب زوايا ميل الألواح الشمسية بهدف الحصول على أكبر انتاجية في الصيف طبقاً للمعادلات الآتية:

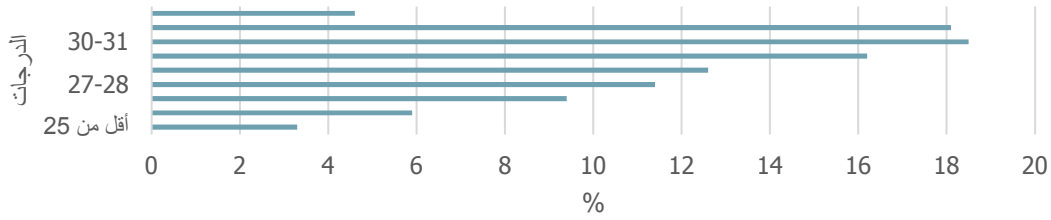
1. إذا كان الموقع يقع بين خط الاستواء وخط عرض أقل من 25 يتم استخدام المعادلة الآتية: أفضل درجة لتوجيه الخلايا = (خط العرض * 0.05) +1
2. اما إذا كان الموقع يقع بين خط عرض 25 و50، فيتم استخدام المعادلة الآتية: أفضل درجة لتوجيه الألواح = (خط العرض * 0.93) -21
3. أما إذا كان الموقع يقع على خط عرض أكبر من 50، فيتم استخدام المعادلة الآتية: أفضل درجة لتوجيه الألواح = خط العرض – 24.5 مثال: تقع مدينة هامبورج على خط عرض 53 أفضل زاوية للخلايا في مدينة هامبورج = 53.5- 24.5 = 29 درجة

الشكل (25) إمالة مثالية للوحدات الكهروضوئية في ليبيا .



المصدر : https://globalsolaratlas.info/

الشكل (26) إمالة مثالية للوحدات الكهروضوئية (بالدرجة) يومياً في ليبيا



المصدر : بيانات جدولية في الموقع: https://globalsolaratlas.info/

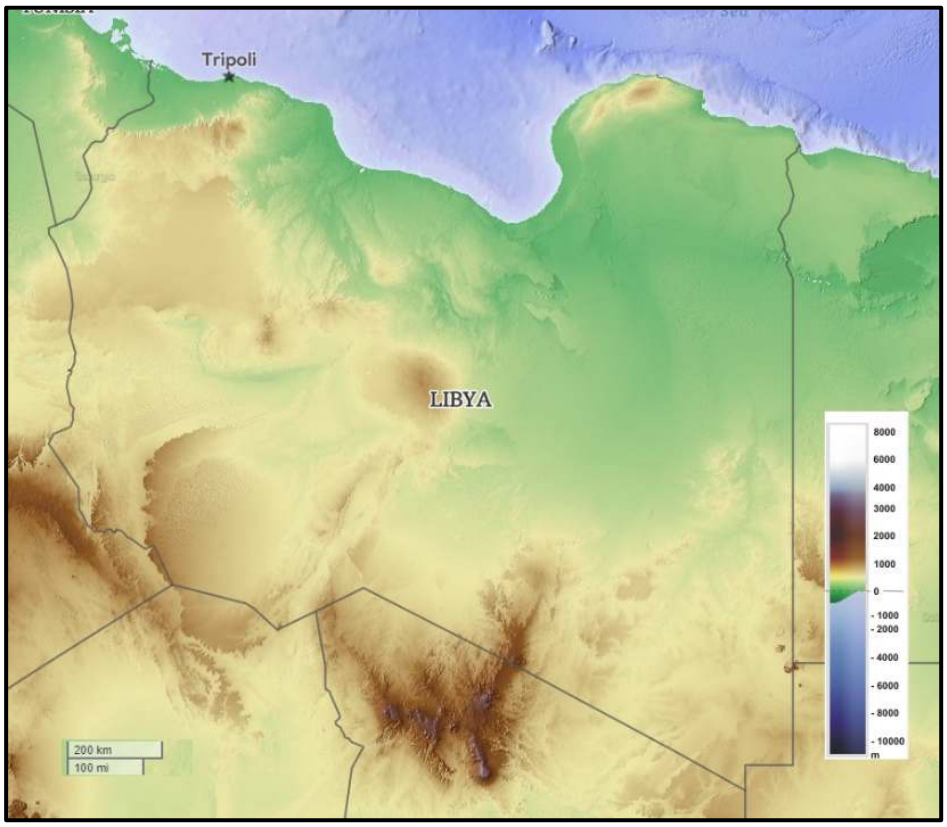
6– التضاريس.

تتناقص الأشعة الشمسية بالارتفاع عن مستوى البحر؛ وذلك لازدياد نسبة التغيّم على المرتفعات العالية التي تحجب جزءاً من الأشعة الشمسية، حيث أن اتجاه السفوح في الجبال له علاقة بمدة سطوع الشمس. ويظهر الاختلاف في كمية الأشعة الشمسية في المناطق الجبلية شديدة التضرس، الواقعة في العروض الوسطى والعليا.

ومن خلال دراسة التضاريس في ليبيا نجد أن أغلب ليبيا تقع في ارتفاعات ما بين 0 و 400 م الشكل (27) ، وهي تزداد في كل الشمال الشرقي حيث الجبل الأخضر أو في أقصى الجنوب عند جبال تيبستي .

وبهذا فإننا نجد أن التضاريس ليست بتلك الارتفاعات التي يمكن أن تؤثر على استقطاب الأشعة الشمسية.

الشكل (27) ارتفاع التضاريس في ليبيا .



المصدر : https://globalsolaratlas.info/

سادساً: مشاريع الطاقة الشمسية المقامة في ليبيا.

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم المصادر للطاقة المتجددة في ليبيا لو تم استغلالها بصورة فاعلة ، حيث تنتشر هذه الطاقة في كافة ربوع ليبيا ، وتتوفر بكميات يمكن أن تقام عليها مشاريع لاستغلالها والاستفادة منها ، والتقليل من الاعتماد على محطات توليد الكهرباء واستنزاف الموارد الناضبة، والتقليل من انبعاثات الملوثات في البيئة ، قامت في ليبيا بعض المشارع التي يمكن اعتبارها نواه لقيام مشاريع أخرى في ليبيا ، وقد قدرت بعض الدراسات أن كمية الطاقة الشمسية الساقطة على مساحة ليبيا خلال سنة واحدة 350×103 (5.3 مليارات) كيو وات / ساعة وهو يفوق 100000 مرة للاحتياج الكلي للكهرباء المتوقعة في ليبيا لعام 2040 م [24].

اتجهت ليبيا نحو إنتاج واستهلاك الطاقة الشمسية كبديل للنفط والغاز الطبيعي لما يمتاز به هذا المصدر من استمرارية، بالإضافة إلى كونه من مصادر الطاقة النظيفة، خاصة في مجال توليد الطاقة الكهربائية، وإن كان لايزال في حدود ضيقة، وإن تقلص الاهتمام بتنمية أي مشروعات وخاصة بعد أحداث عام 2011 والتي أدخلت البلاد في مرحلة عدم الاستقرار التنموي.

استخدمت الطاقة الشمسية أول مره في ليبيا في مجال الاتصالات اللاسلكية فقد قامت الشركة العامة للبريد والاتصالات بتركيب مجموعة من المحطات التجريبية مع بداية العام 1980 [25] ، لتوليد الطاقة الكهربائية ذات الأحمال الصغيرة للمناطق النائية والبعيدة عن شبكات الكهرباء ، بعد ذلك تمرتكيب مجموعة من المنظومات عامي 1996 – 2003 على التوالي ، وقد بلغ عدد المحطات التي تم إنشاؤها من العام 1980 حتى العام 2003 حوالي 70 محطة بقدرة إجمالية بلغت 294.55 كيلو وات .[26]

لم يتوقف الأمر على الشركة العامة للاتصالات في إنشاء المحطات ، فقد تلت ذلك العديد من الجهات التي اتخذت المنوال نفسه في إنشاء المحطات في المناطق النائية ، ومن بين تلك الجهات، وزارة الداخلية ، ومنظمة اتصالات النهر الصناعي ، والشركات النفطية ، وقد تم إنشاء عدد 48 محطة خلال الأعوام 1994- 2003 ، بقدرة إجمالية بلغت 76.74 كيلو وات .(27)

تم استخدام الطاقة الشمسية في ليبيا في العديد من المناطق وإن كانت عبارة عن تركيب منظومات خلايا ضوئية في بعض المناطق النائية ، وقد تم استخدامها كتطبيقات مثل التسخين الشمسي وضخ المياه ، والبث اللاسلكي ، ولعل مشروع توصيل الكهرباء إلى قريتي بئر مرجان ووادي مرسيط ، اللتين تقعان بالقرب من مزدة خير مثال لاستخدام منظومات الخلايا الشمسية ، حيث بلغت قدرة تلك الخلايا حوالي 29.250 كيلو وات بقرية مرجان و 67.2 كيلو وات بوادي مرسيط ، وكذلك منظومة ضخ المياه ببئر الجف بمنطقة مراده بقدرة 1.2 كيلو وات [28].

بلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من خلايا الطاقة الشمسية PV Systems في ليبيا عام 2006 حوالي 1865 كيلو وات (الجدول 5) .

الجدول (5) المشاريع المنفذة وعدد الأنظمة وقدرتها 1994-2006

المشاريع	عدد الأنظمة	إجمالي الطاقة "كيلو وات – ذروة "
الاتصالات	120	690
وقاية التركيبات المعدنية من التآكل	320	650
الكهربة الريفية	440	405
ضخ المياه	40	120
المجموع	920	1865

المصدر :.Ekhlat & others energy efficiency and renewable energy Libya-National study"-UNEP-2007-P17 **وقد**

هدفت المشاريع التي تمت إقامتها في ليبيا إلى:

1. توفير متطلبات الطاقة الكهربائية للمناطق النائية التي لا تتوفر فيها مصادر الطاقة التقليدية من الشبكة العامة.
2. توفير أسباب الاستقرار والتنمية المكانية في المناطق الصحراوية وتنميتها.
3. الاهتمام بمصادر الطاقة البديلة واستخدامها في المستقبل، ومعرفة كيفية التعامل معها وتطويرها، وتوفير الأيدي العاملة المحلية الماهرة في مجال تركيب تلك الخلايا.
4. توفير الكميات المطلوبة للاستهلاك المحلي، وزيادة الكميات الموجهة للتصدير من النفط والغاز الطبيعي، وتخفيض كمية انبعاث الغازات الضارة الناتجة عن التصنيع للطاقة الكهربائية.

النتائج.

1. تتمتع ليبيا بموقع جغرافي مهم يساعدها على استقطاب أشعة شمسية بكميات كبيرة أغلب أوقات العام.
2. كميات الإشعاع الشمسي الساقطة على ليبيا يمكنها من إنتاج طاقة كهربائية وبكميات كبيرة.
3. تم إنشاء بعض المشاريع الصغيرة في ليبيا ،وأثبتت فعاليتها في توفير الطاقة ،واستغلال بعد المسافات في توفير الطاقة الكهربائية في العديد من المشروعات.
4. فرص الاستفادة من الطاقة الشمسية متاحة، وهي توفر على الدولة إنشاء العديد من محطات توليد الطاقة ،وبالتالي التقليل من نسبة انبعاثات الغازات الملوثة.
5. يمكن استغلال الطاقة الشمسية في إنشاء محطات عديده سواء داخل المدن أو خارجها وذلك حسب كمية الإشعاع الساقطة من موقع لآخر.

التوصيات:

1. العمل على إنشاء محطات للطاقة الشمسية تعمل على توفير الطاقة الكهربائية وبكميات مناسبة وفق الاحتياج لها.
2. العمل على إنشاء محطات طاقة شمسية كبيرة بكميات إنتاج هائلة يتم إنشاؤها بالقرب من خطوط النقل الكهربائي ،وذلك لتوفير شبكات النقل مستقبلاً وتعتبر رافداً مساعداً للطاقة المنتجة بواسطة توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الغاز والنفط.
3. يجب الاهتمام بمصادر الطاقة الشمسية ، ولا يتم التعويل على الوقود الأحفوري ، فهو مصدر ناضب كما أنه ملوث للبيئة، يجب استغلال قيمة صادراته في إنشاء محطات للطاقة الشمسية.

الهوامش .

[1] - قدري عبدالمجيد ، منور أوسرير ، محمد حمو ، الاقتصاد البيئي ، دار الخلدونية للنشر والتوزيع ، 2010 ، ص 133 .

[2] - موقع وكالة الطاقة الدولية www.iea.org

[3] - Edenhofer Ottmar, Ramon Pichs Madruga, Youba Sokona and others, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,CAMBRIDGE University Press, USA, First published 2012, P 178.

[4] - موقع برنامج الأمم المتحدة www.unep.org

[5] - Andexer Thomas, A Hypothetical Enhanced Renewable Energy Utilization (EREU) Model for Electricity Generation in Thailand, Der Deutschen Bibliothek, Norderstedt Germany, 2008, P 16.

[6] - Ren21,Renewable Energy, GLOBAL STATUS REPORT,2019(www.ren21.net) ,P41.

[7] - لورانس يحي صالح ، حيدر ظاهر محمد ، بدائل الطاقة وإمكانية الإحلال ، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية ، العدد 98 ،المجلد 23، 2017 ، ص 305

[8] - جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970-2016 " دراسة في جغرافية الصناعة " ، مجلة المختار للعلوم الإنسانية ، جامعة عمر المختار ، العدد 32 ، 2016 م ، ص 4

[9] - جوده حسنين جوده ، فتحي محمد ابوعيانه ، الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية (الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية ،1989) ، ص 42-50 .

[10] - سعيد إدريس العوامي ، أسس علم المناخ ، (مصر : المكتب الجامعي الحديث ، 2018) ، ص 37

[11] - محمد جمعة رحومة ، وآخرون ، استنباط السنة المناخية النمطية لمدينة تاجوراء ، الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة ، مركز بحوث الطاقة الشمسية ، تاجوراء ، المجلد الأول ، العدد الأول ، طرابلس ، يونيو ، 2012 ، ص 3-4 .

[12] - سهيلة الطاهر جمعة الصواني ، الطاقة الشمسية في ليبيا ، مجلة كلية التربية ، مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية العجيلات ، جامعة الزاوية ، العدد الرابع عشر ،2019 ، ص 272-273 .

[13] - الطاقة الشمسية بديل النفط، د. أنطوان حداد، م. أميرة سبيتي، مجلّة العلم والتكنولوجيا، معهد الإنماء العربي، بيروت، لبنان، العدد 2، حزيران، 1983

[14] – متوسط الناتج السنوي أو الشهري أو اليومي للإشعاع الأفقي العالمي © 2019 (Solargis)

[15] – المتوسط السنوي أو الشهري أو اليومي للإشعاع الطبيعي المباشر (© 2019 (Solargis

[16] - ورلد أطلس .

[17] – المتوسط السنوي أو الشهري أو اليومي للإشعاع الأفقي المنتشر (© 2019 Solargis)

[18] - متوسط القيم السنوية والشهرية للكهرباء الكهروضوئية (AC) التي يتم توصيلها بواسطة نظام PV ويتم حسابها 1 كيلوواط من القدرة المركبة (© 2019 Solargis)

[19] - إمالة مثالية للوحدات الكهروضوئية المثبتة على الإصلاح والتي تواجه اتجاه خط الاستواء لزيادة مدخلات(© 2019 Solargis) GTI

[20] - زوايا ميل الألواح الشمسية.https://nasrsolar.com

[21] - المرجع السابق.

[22] - المرجع السابق .

[23] - المرجع السابق .

[24] - منصور على قلية ، إمكانية استخدام الطاقة الشمسية في ليبيا ، دراسة في جغرافية الخدمات ، مجلة كلية التربية ،مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية العجيلات ، جامعة الزاوية ، العدد التاسع ،نوفمبر 2017 ، ص 231-239 .

[25] - إبراهيم صالح وآخرون ، حصر وتقويم الخلايا الشمسية في مجال الاتصالات في ليبيا – مجلة الطاقة والحياة ، العدد 20 ، 2004 ص ، 84 .

[26] - المرجع السابق ، ص 89 .

[27] - المرجع السابق ، ص 90 .

[28] - عبد الله عاشور عبد الرسول، انتاج واستهلاك الطاقة في الاقتصاد الليبي " دراسة تحليليه من منظر التنمية المستدامة "، بحث مقدم لاستكمال متطلبات الحصول على درجة التخصص العالي (الماجستير) في الاقتصاد، جامعة بنغازي، كلية الاقتصاد، 2012، ص 105.

المراجع والمصادر:

[28] – قدري عبدالمجيد ، منور أوسرير ، محمد حمو ، الاقتصاد البيئي ، دار الخلدونية للنشر والتوزيع ، 2010 .

[2] – موقع وكالة الطاقة الدولية www.iea.org

[3] – Edenhofer Ottmar, Ramon Pichs Madruga, Youba Sokona and others, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,CAMBRIDGE University Press, USA, First published 2012.

[4]– موقع برنامج الأمم المتحدة www.unep.org

[5] – Andexer Thomas, A Hypothetical Enhanced Renewable Energy Utilization (EREU) Model for Electricity Generation in Thailand, Der Deutschen Bibliothek, Norderstedt Germany, 2008.

[6] – Ren21,Renewable Energy, GLOBAL STATUS REPORT,2019(www.ren21.net) .

[7]– لورانس يحي صالح ، حيدر ظاهر محمد ، بدائل الطاقة وإمكانية الإحلال ، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية ، العدد 98 ،المجلد 23، 2017

[8] – جمال سالم النعاس ، صناعة الطاقة الكهربائية في ليبيا 1970-2016 " دراسة في جغرافية الصناعة " ، مجلة المختار للعلوم الإنسانية ، جامعة عمر المختار ، العدد 32 ، 2016 م .

[9] – جوده حسنين جوده ، فتحي محمد ابوعيانه ، الجغرافيا العامه الطبيعية والبشرية (الإسكندرية: دار المعرفه الجامعية ،1989) .

10 – سعيد إدريس العوامي ، أسس علم المناخ ، (مصر : المكتب الجامعي الحديث ، 2018)

11 – محمد جمعة رحومة ، وآخرون ، استنباط السنة المناخية النمطية لمدينة تاجوراء ، الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة ، مركز بحوث الطاقة الشمسية ، تاجوراء ، المجلد الأول ، العدد الأول ، طرابلس ، يونيو ، 2012 .

12 – سهيلة الطاهر جمعة الصواني ، الطاقة الشمسية في ليبيا ، مجلة كلية التربية ، مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية العجيلات ، جامعة الزاوية ، العدد الرابع عشر ،2019 .

13 – الطاقة الشمسية بديل النفط، د. أنطوان حداد، م. أميرة سبيتي، مجلّة العلم والتكنولوجيا، معهد الإنماء العربي، بيروت، لبنان، العدد 2، حزيران، 1983.

14 – https://globalsolaratlas.info/

15 – منصور على قلية ، إمكانية استخدام الطاقة الشمسية في ليبيا ، دراسة في جغرافية الخدمات ، مجلة كلية التربية ،مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية العجيلات ، جامعة الزاوية ، العدد التاسع ،نوفمبر 2017 .

16 – إبراهيم صالح وآخرون ، حصر وتقويم الخلايا الشمسية في مجال الاتصالات في ليبيا – مجلة الطاقة والحياة ، العدد 20 ، 2004 .

17 – عبدالله عاشور عبدالرسول ، انتاج واستهلاك الطاقة في الاقتصاد الليبي " دراسة تحليليه من منظر التنمية المستدامة " ،ى بحث مقدم لاستكمال متطلبات الحصول على درجة التخصص العالي (الماجستير) في الاقتصاد ، جامعة بنغازي ، كلية الاقتصاد ، 2012 .

18- Ekhlat & others energy efficiency and renewable energy Libya-National study"-UNEP-2007.