

أهمية نظم المعلومات الجغرافية GIS

في تحديد المواقع المثلى لمحطات الطاقة الشمسية في ليبيا

فتحى حسن الأمين

محمد فرج الطرشاني

قسم الهندسة الميكانيكية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة

f.elamin@eng.misuratau.edu.ly

altorshany@gmail.com

الملخص : يعد الطلب المستمر على الطاقة وتزايد الكثافة السكانية إضافة إلى التوسع العمراني أمراً يستدعي الحاجة إلى توفر مصادر طاقة مستمرة في جميع الأوقات لتنمية البلد وتطويره. ولضمان استمرار إنتاج هذه الطاقة فإن الأمر يتطلب استخدام تقنيات وتكنولوجيا متطورة وحديثة تساعد في استدامة هذه الطاقة، لذلك تم التركيز على استخدام ما توفره تقنية نظم المعلومات الجغرافية في هذه الورقة.

في هذه الدراسة تم توضيح ما هي نظم المعلومات الجغرافية ومدى الاستفادة منها في مجال الطاقة، حيث تم جمع البيانات المطلوبة من شدة الإشعاع الشمسي والخرائط الطبوغرافية وشبكة الجهد العالي وشبكة المواصلات والتوصل إلى أفضل الأماكن التي يمكن فيها بناء وتشيد محطات توليد كهرباء تعمل بالطاقة الشمسية. وقد استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملائمته لطبيعة الدراسة وأهدافها، والذي يعتمد على جمع الحقائق وتحليلها، وتفسيرها، وحصر العوامل المؤثرة فيها، لإعطاء صورة واضحة لكل جوانب الدراسة ووصف واقع الظاهرة كما هي عليه، إضافة إلى تحليل المعطيات تحليلاً علمياً موضوعياً باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. وقد توصلت الدراسة إلى أن السهول الجنوبية الغربية بالقرب من مدينة مرزق والقطرون تعد الأفضل ملائمة لإنشاء محطات توليد الكهرباء التي تعمل على الطاقة الشمسية. حيث تتوفر بها شبكة طرق رئيسية قريبة من مدينتي مرزق والقطرون وذات نسبة انحدار (أقل من 1 متر) وقريبة من خطوط الجهد العالي (محطة أوباري).

كما أوصت باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في أغراض الطاقة في ليبيا، وضرورة الاستفادة من هذه الدراسات وربطها بمشاريع الطاقة الكهربائية لما فيها من توفير للوقت والجهد.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، الإشعاع الشمسي، نظم المعلومات الجغرافية، مناسب، الخرائط.

The importance of geographic information systems (GIS)

In determining the optimal locations for solar energy

plants in Libya

Eng. Mohamed F.Altorshany

Dr. Fathi H. Al-Amin

Department of Mechanical Engineering , Faculty of Engineering, Misurata University

Email: altorshany@gmail.com f.elamin@eng.misuratau.edu.ly

Abstract:The continuous demand for energy and with the increasing population density and urban expansion requires the availability of continuous and available energy sources at all times because of what this involves in terms of the development and development of the country. To ensure the continuation of the production of this energy, this requires the use of advanced techniques and technology that help in the sustainability of this energy, so the focus has been on the use of GIS technology in this paper.

In this study, it was clarified what geographic information systems are and the extent to which they are used in the field of energy. After collecting the required data on the intensity of solar radiation, topographical maps, the high-voltage network, and the transportation network, the best places in which solar power plants can be built and constructed have been reached.

At the end of this paper, it was recommended to use geographic information systems technology for energy purposes in Libya, and the necessity of linking and benefiting from these studies with electric power projects because of their saving of time, effort and money.

Keywords: Renewable energy, solar radiation, geographic information systems, levels, maps.

المقدمة: يتزايد الاهتمام العالمي حالياً بتوزيع وتحديد مصادر الطاقة وخاصة مصادر الطاقة البديلة (الشمس، الرياح، المصادر المائية)، وذلك لتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية المهددة بالزوال والمضرة بالبيئة، حيث تمتاز تكنولوجيات الطاقة الشمسية المباشرة بأنها متنوعة في الطرق التي تستخدم بها البشر الطاقة. تم نشر تطبيقات الطاقة المتجددة بوتيرة سريعة في بلدان كثيرة، ولا توجد حواجز فنية كبيرة أو مستحيلة تحول دون زيادة مستويات تغلغلها في نظم الإمداد بالكهرباء، وعلى الرغم من غنى العديد من الدول بمصادر الطاقة المتجددة (الشمس، الرياح، الكتلة الحيوية، المد والجزر) (OECD، 2023) إلا أن تطبيقاتها لا تزال محدودة، ويرجع ذلك إلى توافر النفط والغاز بكميات كبيرة وأسعار رخيصة، مع ذلك الاهتمام محلياً بالبحث عن مصادر طاقة بديلة، لتعويض النقص في كمية الطاقة الكهربائية الموجودة، وكان من أهم هذه البدائل هي الطاقة التي تولد من الإشعاع الشمسي (المقرحي، 2020). حيث يبلغ المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي الساقط على السطح الأفقي في ليبيا حوالي (7.5) كيلوواط/ساعة للمتر المربع، كما تتمتع بزمن سطوع شمسي طويل يصل معدله السنوي إلى أكثر من 3200 ساعة.

مشكلة الدراسة: تكمن مشكلة الدراسة في عدم وجود محطات فعلية على أرض الواقع تعتمد عليها الدراسات البحثية، وأيضاً عدم وجود محطات أرضية وفعلية في ليبيا تقوم بحساب كميات الإشعاع الشمسي الساقط وتحديد أفضل الأماكن لتوطين وبناء هذه المحطات، ونظراً لارتفاع سعر هذه المحطات فإن المجازفة تكون باهظة الثمن.

أهداف الدراسة: تتمثل أهداف الدراسة في

1. تحديد المكان الأمثل لإنشاء محطات الطاقة الشمسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS.
2. إبراز أهمية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد نسب الإشعاع الشمسي.
3. تشجيع ودعم استخدام التقنية في الطاقات المتجددة.

أهمية الدراسة:

تبرز أهمية استخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية للمساعدة في تحديد أفضل المواقع لإنشاء وتركيب محطات الطاقة الشمسية، نظراً لأن تكلفة إنشاء مثل هذه المحطات عالية ولا تحتمل الخطأ في اختيار الموقع الأنسب لتركيبها. لذلك فإن برامج ومواقع نظم المعلومات الجغرافية توفر البيانات والأرقام التي يمكن من خلالها تحديد أكثر المواقع المعرضة للإشعاع الشمسي وبالتالي تحديد أفضل المواقع لإنشاء هذه المحطات.

الدراسات السابقة:

تم التطرق في دراسات سابقة بشكل جزئي أو بشكل عام إلى استخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية في تحديد محطات الطاقة الشمسية في ليبيا، حيث استخدم أ.م. محمد فرج بلعيد المقرحي التحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية لإدارة الطاقة المتجددة بليبيا بتحديد أفضل المواقع (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) في المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، ليبيا، طرابلس، بتاريخ 3-5 مارس 2020 (المقرحي، 2020). أيضاً استخدمت ربما محمد عبد السميع نظم المعلومات الجغرافية لتحديد أفضل المواقع لتركيب ألواح الخلايا الشمسية بمنطقة الجبل الأخضر لغرض رفع كفاءة الشبكة الكهربائية (عبد السميع، 2021). كما قدم Ahmed M.A وآخرون (2013) دراسة عن مستويات ومزيج من استهلاك الطاقة والنمو المستقبلي المتوقع، حيث بينت الدراسة أهمية تطوير قطاع الطاقة المتجددة في ليبيا لتوفير مصدر بديل للطاقة المولدة بالنفط والغاز، وتوفير فرصة لتوليد الإيرادات المالية، فضلاً عن تقليل مستويات استهلاك النفط والغاز الطبيعي.

كما بين Mohamed, A.ma وآخرون (2016) أنه من المتوقع تزايد استهلاك الكهرباء في ليبيا بشكل كبير مما يؤدي إلى الحاجة لمحطات توليد كهرباء جديدة لتغطية النمو المستمر في الطلب، حيث يمكن لقطاع الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية أن توفر مستويات كبيرة لتوليد الطاقة لتغطية بعض الزيادة المطلوبة في الطلب على الطاقة إذا ما تم إدارتها بالطريقة المثلى وفق إستراتيجية عالية المستوى.

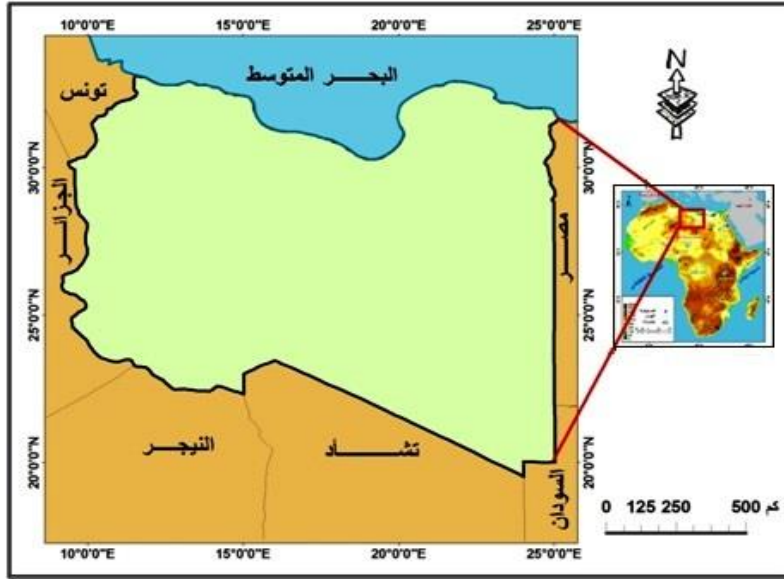
موقع الدراسة: تقع ليبيا وسط ساحل أفريقيا الشمالي على البحر المتوسط، وتمتد رقعتها الشاسعة حتى مرتفعات شمال وسط القارة الأفريقية، يحدها من الشرق مصر، ومن الجنوب السودان وتشاد والنيجر، ومن الغرب الجزائر وتونس، وجغرافيًا تمتد ليبيا بين خطي طول 9° و 25° شرقًا، ودائري عرض 18° و 33° شمالًا.

تتميز ليبيا بالانحسار المكاني حيث أن مساحتها تبلغ نحو $1.774.440 \text{ كم}^2$ ، وقد حلت رابعاً بين الدول الإفريقية والعربية من حيث المساحة (NGL, 2023)، كما يبلغ طول شاطئها المطل على البحر المتوسط حوالي 1999 كم.

يتميز مناخها بالجفاف مع اختلاف كبير في درجات الحرارة، وتعتبر منطقة الصحراء الكبرى في الجنوب والبحر المتوسط في الشمال بمثابة العوامل الرئيسية التي تحدد المناخ فيها، ففي المنطقة الساحلية يعتبر فصل الشتاء معتدل نسبياً حيث لا ينخفض معدل درجات الحرارة عن 5°م ، أما صيفاً فدرجات الحرارة مرتفعة حيث تبلغ اقصاها في شهر أغسطس ولا يتجاوز المعدل الشهري للحرارة 30°م ، كما أنه لا تسقط أمطار خلال فصل الصيف في المناطق الجبلية المرتفعة كالجبل الغربي والجبل الأخضر ويكون للارتفاع والقرب من البحر تأثيره في اعتدال درجات الحرارة. أما في المناطق الصحراوية فان المعدل العام لدرجات الحرارة يزيد عن 30°م صيفاً ولا يتجاوز 5°م شتاءً (Hirunlabh).

وعلى وجه العموم فان ليبيا تتميز بمناخ معتدل يتسم بالتنوع حيث مناخ البحر المتوسط على الساحل والمناخ الصحراوي جنوباً مما يجعله عامل جذب ومقوم هام من مقومات صناعة السياحة فيها. (مراجع سياحة)

الخريطة (1) منطقة الدراسة



المصدر: الباحثون باستخدام Arc Gis 10.3

البيانات المستخدمة في الدراسة: اعتمدت الدراسة على بيانات المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر من سنة 1994 إلى سنة 2018 والتي تم الحصول عليها من موقع نظم المعلومات الجغرافية للإشعاع الشمسي. أما بخصوص أماكن محطات الرصد الجوي تم الحصول عليها من موقع المركز الوطني لأرصاد الجوية في ليبيا، أما بالنسبة لخريطة أماكن محطات توليد الطاقة الكهربائية، فقد تم الحصول عليها من موقع الشركة العامة للكهرباء، كما تم الحصول على خرائط الارتفاعات الرقمية وشبكة الطرق وخرائط الكثافة السكانية من الموقع الإلكتروني لنظم المعلومات الجغرافية للطاقة الشمسية

www.solargis.com

منهجية الدراسة:

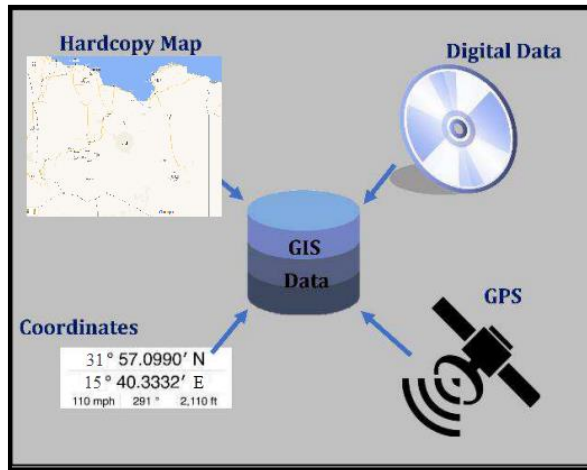
استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملائمته لطبيعة الدراسة وأهدافها، والذي يعتمد على جمع الحقائق وتحليلها، وتفسيرها، وحصر العوامل المؤثرة فيها، لإعطاء صورة واضحة لكل جوانب الدراسة ووصف واقع الظاهرة كما هي عليه، إضافة إلى تحليل المعطيات تحليلاً علمياً موضوعياً باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (Arc Gis).

أنواع بيانات نظم المعلومات الجغرافية:

يتم تحديد نمط المعالجة للبيانات عن طريق اختيار نوع البيانات أو الشكل الهندسي لها وهناك نوعين أساسيين وهما:

1. **البيانات المكانية:** عبارة عن مجموعة من الخرائط والصور الجوية يتم تجميعها بواسطة أدوات المساحة الأرضية والتصوير الجوي والاستشعار عن بعد والنظام العالمي لتحديد المواقع GIS، حيث تخزن وتحلل وتعالج هذه البيانات من خلال برامج ومواقع نظام المعلومات الجغرافية، مثل موقع Solar Gis.com وكذلك برنامج Arc Map. (الجابري، 2015)

الشكل (1) الحصول على البيانات المكانية



المصدر: (الدباغ، 2012)

2. **البيانات الوصفية:** عبارة عن مجموعة من المدخلات التي تصف البيانات المكانية ولا تظهر على المخطط وهي في شكل جداول لا تتغير عن طريق المكان (عزيز، 1998).

وظائف نظم المعلومات الجغرافية:

1. جمع المعلومات من البيانات والخرائط الرقمية والبيانات من الأجهزة المساحية.
2. تخزين البيانات المتحصل عليها.
3. تحليل العلاقة بين البيانات والربط فيما بينها.
4. تحليل ومعالجة البيانات مثل: شبكة الطرق لتحديد أفضل الطرق التي تقود إلى موقع معين، شبكات إرسال الطاقة الكهربائية (الكهرباء، 2023)
5. عرض وإظهار النتائج المتحصل عليها (الطراونة، 2015).

الطاقة الشمسية:

تعرف الطاقة الشمسية على أنها الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس وهذه الطاقة أهمية كبيرة حيث تعتمد عليها الكائنات الحية كونها مصدر الدفء والبناء الضوئي للكائنات الحية، حيث تنتج هذه الطاقة عن طريق الاندماج الحراري النووي في أعماق الشمس فتصدر هذه التفاعلات قدراً كبيراً من الطاقة بحيث تحافظ على حرارة سطح الشمس عند درجة 10300 فهرنهايت (7500م)، وعلى الرغم من أن الطاقة الشمسية هي أكبر مصدر للطاقة التي تتلقاها الأرض، إلا أن شدتها على سطح الأرض منخفضة بسبب بعد الشمس عن الأرض، إضافة إلى امتصاص ونثر الغلاف الجوي للإشعاع الشمسي. كما وتختلف كمية أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض من نقطة إلى أخرى (وراق، 2005).

وعلى كلٍ فإن الكمية الإجمالية للطاقة الشمسية التي تتلقاها الأرض تتجاوز بشكل كبير الكمية المستخدمة في العالم، ولكن إن تم تسخيرها واستخدامها بشكل مناسب فإن هذا المصدر عالي الانتشار لديه القدرة على تلبية جميع احتياجات الطاقة المستقبلية باعتبارها طاقة نظيفة مستمرة ومتجددة .

محطات الطاقة الشمسية:

تستخدم هذه المحطات ألواحاً من صفائح معدنية داكنة مغطاة بلوحين زجاجيين لامتنصاص الحرارة، وتتراوح درجات حرارة مجمعات الطاقة من 150 درجة إلى 200 درجة فهرنهايت بما يعادل (66 درجة إلى 93 درجة مئوية) وتصل كفاءة أدائها إلى (80%). فبالرغم من أن خلايا الطاقة الشمسية تقوم بتحويل الطاقة الضوئية مباشرة إلى طاقة كهربائية لكن كمية الطاقة الكهربائية المحولة تعتمد اعتماداً كبيراً على كمية الأشعة الشمسية الساقطة (الخطيب، 1990).

يمكن تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى كهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية أو الخلايا الشمسية، وفي هذه الخلايا عندما يصطدم الضوء بالتقاطع بين المعدن وأشبه الموصلات (مثل السيليكون) أو التقاطع بين نوعين مختلفين من أشباه الموصلات يتم توليد جهد كهربائي صغير، وعادةً ما تكون الطاقة التي تولدها خلية كهروضوئية واحدة حوالي 2 وات فقط لكن من خلال توصيل أعداد كبيرة من الخلايا الفردية معاً كما هو الحال في مصفوفات الألواح الشمسية يمكن توليد مئات أو حتى آلاف الكيلووات من الطاقة الكهربائية في محطة كهربائية تعمل بالطاقة الشمسية. وتبلغ كفاءة الطاقة لمعظم الخلايا الكهروضوئية حوالي 15% إلى 20% فقط وبما أن شدة الإشعاع الشمسي منخفضة في البداية فإن التجمعات الضخمة والمكلفة لهذه الخلايا مطلوبة لإنتاج كميات معتدلة من الطاقة ونتيجة لذلك وجدت الخلايا الكهروضوئية التي تعمل على

ضوء الشمس حتى الآن استخدامًا فقط في التطبيقات منخفضة الطاقة مثلًا كمصادر طاقة للآلات الحاسبة والساعات. وقد تم استخدام وحدات أكبر لتوفير الطاقة لمضخات المياه وأنظمة الاتصالات في المناطق النائية والأقمار الصناعية الخاصة بالطقس والاتصالات (البكري، 1988).

استخدام التحليل المكاني لتحديد أفضل المواقع لإنشاء محطات الطاقة الشمسية

أولاً: إعداد ملف يحتوي على البيانات للمحطات من حيث دوائر العرض وخطوط الطول ومناسيب الميول للمنطقة المراد دراستها.

ثانياً: الإشعاع الشمسي المباشر ومن تم مطابقتها على الطبقات التي تمثل البيانات الأخرى.

ثالثاً: يتم تحميل الخرائط ونماذج الارتفاعات لإعداد طبقة تخص الطرق الرئيسية وأخرى لخطوط نقل الجهد وأيضاً طبقة تخص الطرق الرئيسية وأخرى لخطوط نقل الجهد وأيضاً طبقة تخص المناسيب والميل للأرض الطبيعية.

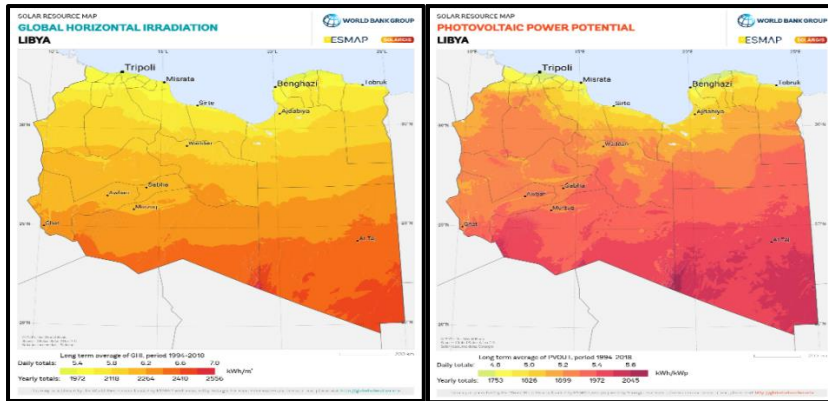
رابعاً: مطابقة الخرائط على الطبقات التي تمثل البيانات الأخرى (الدباغ).

تحديد أفضل المناطق لإنشاء محطات طاقة شمسية:

الإشعاع الشمسي: يتم الاستعلام عن المناطق التي تكون بها أكبر نسبة للإشعاع الشمسي الساقط.

الخريطة (3) قوى الخلايا الفوتوفولتية

الخريطة (2) الإشعاع الأفقي

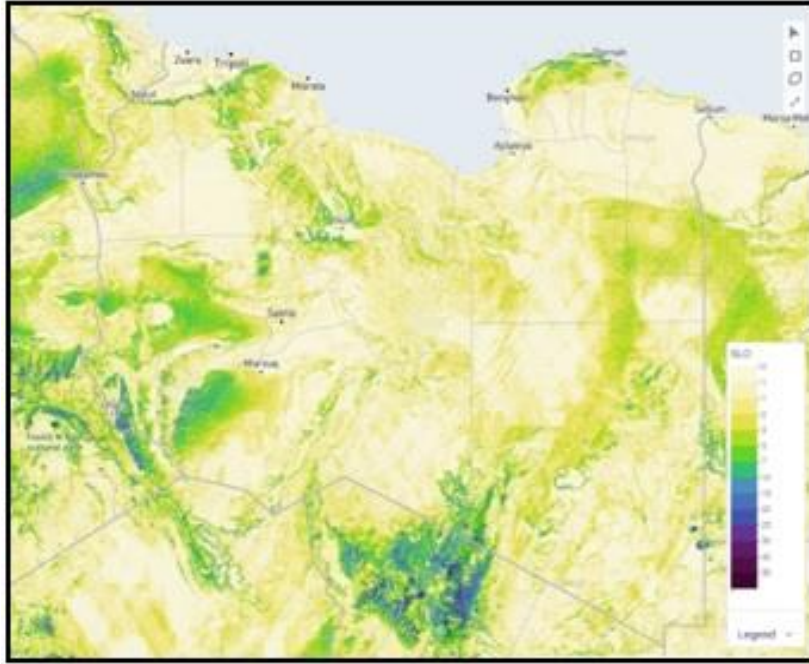


المصدر: (2023،GSA)

المصدر: (2023،GSA)

ميل ومنسوب الأرض: تعيين المناطق التي تقع ضمن نسبة ميول بسيطة وذلك للتقليل من تكاليف الحفر والردم بالإضافة لسهولة تركيب ألواح الطاقة الشمسية.

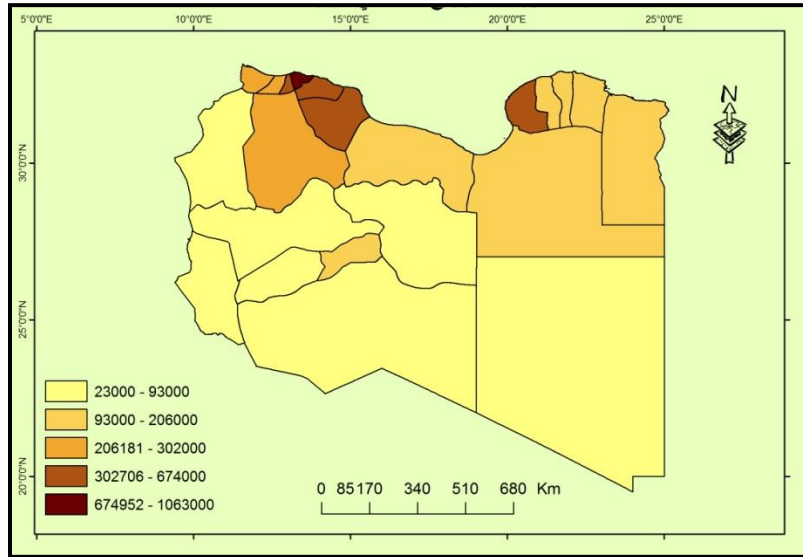
الخريطة (4) مناسيب وميل سطح الأرض



المصدر: (SOLARGIS، 2023)

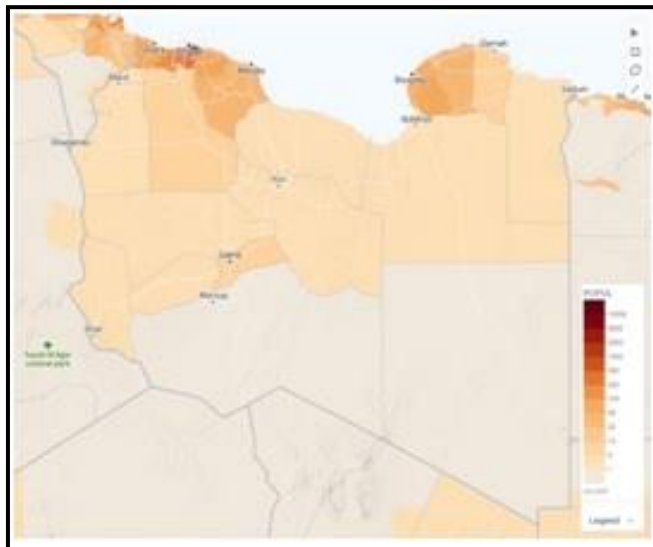
البعد عن الكثافة السكانية (المباني، الأشجار العالية، العوائق): تحديد المناطق البعيدة عن التجمع السكني والعمري، لكي لا يتم العبث بها، إضافة إلى تأثير العمران السيئ على الإشعاع الشمسي الواصل. حيث تشير الخريطة (5)، (6) إلى أن المناطق الجنوبية من ليبيا حيث تقل أعداد السكان وتنخفض كثافتهم وتقل أعداد المباني وما تشكله من عوائق، هي أكثر المناطق ملائمة لإنشاء محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية. حيث تنخفض نسب التساقط المطري وترتفع درجات الحرارة وتتوفر بالسهول الجنوبية الشرقية شبكة طرق رئيسية قريبة من مدينتي مرزق والقطرون وذات نسبة انحدار بسيط (أقل من 1 متر) وقريبة من خطوط الجهد العالي (محطة أوباري).

الخريطة (5) توزيع السكان في ليبيا



المصدر: الباحثون باستخدام Arc Gis 10.3

الخريطة (6) الكثافة السكانية في ليبيا



المصدر: (2023.SOLARGIS)

وتشير نتائج التعدادات السكانية في ليبيا أن عدد السكان قد ارتفع من (2249237) نسمة عام 1973، إلى نحو (3642576) نسمة عام 1984، تم تزايد إلى حوالي (4799065) نسمة عام 1995، وانه وصل إلى نحو (5657692) نسمة (التعداد العام للسكان، 2006).

كما تشير نتائج الإحصاءات الحيوية في ليبيا إلى أن عدد السكان قد ارتفع من نحو (6.198) مليون نسمة عام 2010 إلى نحو (6.418) نسمة عام 2015، تزايد ليصل إلى حوالي (6.580) مليون نسمة عام 2017، فيما وصل تعداد السكان إلى نحو (6.679) مليون نسمة عام 2018. (قسم المعلومات والتوثيق، المنطقة الوسطى، 2020).

كما تجدر الإشارة إلى أن نتائج التعداد العام للسكان في ليبيا خلال عام 2006 والتي أظهرت أن نحو (98.35%) من الأسر الليبية تتزود بالطاقة الكهربائية عن طريق الشبكة العامة للكهرباء، وأن هناك حوالي (1.02%) من الأسر تستخدم مولداً خاصاً لتزويد المسكن بالطاقة الكهربائية، أما باقي الأسر وهو ما يشكل أقل من (0.6%) فإنها تحصل على الطاقة الكهربائية بوسائل أخرى. وبالنظر إلى تزايد أعداد السكان وما يصاحبه من تزايد للطلب على الطاقة وخاصة الكهربائية وتزايد النشاط الصناعي والخدمي فإن الأمر يدعو إلى البحث عن بدائل لإنتاج الطاقة واستثمار الموارد الطبيعية (أشعة الشمس) لإنتاجها خاصة وأنها طاقة نظيفة غير ملوثة تسهم في الحفاظ على البيئة ويوضح الجدول (1) التوزيع العددي والنسبي للأسر الليبية حسب الوسيلة المستخدمة للحصول على الطاقة الكهربائية.

الجدول (1) التوزيع العددي والنسبي للأسر الليبية حسب وسيلة الحصول على الطاقة الكهربائية

النسبة المئوية من إجمالي الأسر	عدد الأسر	وسيلة الحصول على الطاقة الكهربائية
98.35	872322	الشبكة العامة
1.02	9081	مولد خاص
0.63	5575	وسائل أخرى
100	886978	المجموع

المصدر: الهيئة العامة للمعلومات، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان، 2006

القرب من محطات الطاقة الكهربائية وشبكة الطرق العامة: تحديد الأماكن القريبة من شبكات الكهرباء لتوصيلها بأقل تكاليف، وكذلك الأماكن الأقرب للطرق الرئيسية لسهولة الوصول إليها.

الخريطة (7) شبكة الطرق الرئيسية الخريطة (8) محطات توليد الطاقة الكهربائية

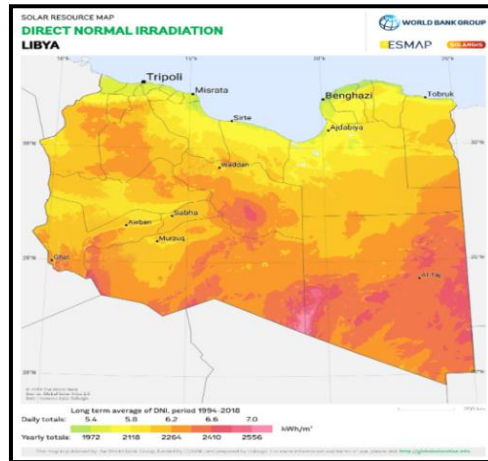


المصدر: (GSA, 2023)

المصدر: (Google 2023)

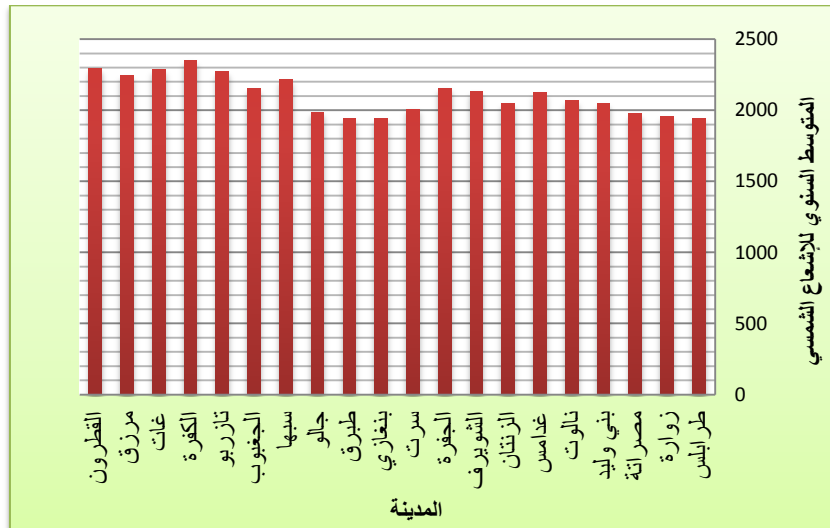
البعد عن الأماكن التراثية والسياحية والثقافية: يجب عدم بناء محطات توليد الطاقة الشمسية في المناطق السياحية نظرًا للحماية من الأخطار الكهربائية والمحافظة على مواقع المحطات من العبث.

الخريطة (9) الإشعاع الشمسي الساقط على ليبيا



المصدر: (GSA, 2023)

الشكل (2) المتوسط السنوي لقيم الإشعاع الشمسي الساقط على بعض المدن الليبية



المصدر: الباحثون استناداً إلى (GSA, 2023)

الخلاصة: بالرجوع إلى الخرائط والبيانات ومطابقتها نجد أن المناطق الواقعة في القسم الجنوبي من دولة ليبيا والواقعة من ضمن خطي طول $10^{\circ}E$ و $25^{\circ}E$ ودائرتي عرض $20^{\circ}N$ و $27^{\circ}N$ هي أفضل الأماكن والأنسب لإنشاء محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية وذلك لكونها تتعرض لأكثر نسبة إشعاع شمسي ساقط عليها وكذلك استواء الأرض الطبيعية الذي يسمح بتركيب المحطات بأقل تكلفة، وفي المحمل العام أغلب الأراضي الواقعة داخل حدود ليبيا والعامرة بالكثافة السكانية تعتبر مناطق تستقبل إشعاع شمسي كافي لتوليد الطاقة عبر الخلايا الكهروضوئية والتي يمكن الاستفادة منها أيضاً في المحطات الصغيرة والمنزلية.

النتائج:

من خلال مطابقة خرائط متوسط نسب الإشعاع الساقط على دولة ليبيا من سنة 1994 إلى سنة 2018 مع خرائط الشبكة الكهربائية ومحطات توليد الطاقة وخرائط شبكة الطرق الرئيسية والنماذج الطبوغرافية لمناسيب وميول الأرض يتضح لدينا أن السهول الجنوبية الغربية بالقرب من مدينة مرزق والقطرون تعتبر أكثر مناطق ملائمة لإنشاء محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية. حيث أن السهول الجنوبية الشرقية تتوفر بها شبكة طرق رئيسية قريبة من مدينتي مرزق والقطرون وذات نسبة انحدار بسيط (أقل من 1 متر) وقريبة من خطوط الجهد العالي (محطة أوباري). مما يسهل من مد خطوط جديدة واستحداث محطات لإنتاج الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية.

التوصيات:

1. ضرورة التركيز على استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسات الماجستير والدكتوراه في الجامعات الليبية لضمان الاستخدام الأمثل لهذه الطاقات المتجددة وضمان جودتها.
2. زيادة الدعم المادي المعني بتنشيط عمليات الأبحاث في طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية.
3. إنشاء محطات رصد توفر جميع المعلومات اللازمة حول الإشعاع الشمسي كمصدر متجدد لكي يمكن الاعتماد عليه في توفير طاقة نظيفة وصديقة للبيئة.
4. الاستفادة من خبرات وتجارب الدول المجاورة لدولة ليبيا في هذا المجال مثل (المغرب والجزائر).
5. تقديم الدعم لمراكز البحوث والاستشارات للرفع من قدراته وللمساعدة بالعملية التعليمية.
6. التركيز على موضوع الاستشعار في مجال الطاقة الكهربائية لبيع الكهرباء وخاصة في المناطق المتحصل منها على النتائج والتي تكون مناسبة لإنشاء محطات طاقة شمسية في المناطق التي تعاني من انقطاع الكهرباء.

المصادر والمراجع:

- 1- الجابر، عدنان عبدالله، مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها، الكويت، 2015.
2. المقرحي، محمد. (2020)، استخدام التحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية لإدارة الطاقة المتجددة بليبيا بتحديد أفضل المواقع (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك4، طرابلس - ليبيا.
- 3- الهيئة العامة للمعلومات، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان، 2006
- 4- البكري، كامل، (1994)، مقدمة اقتصاديات الموارد، دار النهضة العربية، بيروت.
5. عبد السمیع، ربما. (2021)، تحديد أفضل المواقع لتركيب ألواح الخلايا الشمسية بمنطقة الجبل الأخضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لغرض رفع كفاءة الشبكة الكهربائية، المجلة الليبية العالمية، العدد 52.
6. عزيز، محمد الخزامي، نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1998.
7. الطراونة، سلطان، والصرايرة، محمد، والرزي، متعب. (2015)، دراسة استبائية لاستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في توليد الكهرباء بالكويت، الطاقة الشمسية والتنمية المستدامة.

8. الدباغ، علي، بوابة نظم المعلومات الجغرافية، 2012.
9. الشركة العامة للكهرباء، خطوط الجهد ومحطات توليد الطاقة،
- 10- وراق، إقبال محمد، استخدامات الطاقة الشمسية بولاية شمال كردفان، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد الدراسات البيئية، جامعة الخرطوم، 2005.
- 11- وزارة الداخلية، مصلحة الأحوال المدنية فرع المنطقة الوسطى، قسم المعلومات والتوثيق، بيانات غير منشورة، 2020.

- Ahmed M.A. Mohamed, AL-habaibeh, A. and Abdo, H. Future prospects of the renewable energy sector in Libya. In: SBE16 Dubai Conference, Dubai, United Arab Emirates, 17-19 January 2016.

<https://www.gecol.ly/GECOLNews/NewsDetails/4030>، 2023/06/21

.22:35

<https://embassyoflibya.ca/pages/about-سفارة دولة ليبيا-كندا، معلومات عن ليبيا>

[libya-ar](https://libya-ar.13:34-2023/07/26)، 2023/07/26

Google·Google Maps Libya

<https://www.google.com/maps/@24.6218461,16.6552544,5z?entry=ttu>

، 2023/07/26 11:02.

Hirunlabh, J.; Sarachitti, R.; Namprakai, P. (1998). Estimating solar radiation at the earth's

Surface from satellite data, Thammasat in Thailand. J. Sc. Tech., 3.(2)

National Geographic, Libya

<https://kids.nationalgeographic.com/geography/countries/article/libya> ،

10/08/2023، 10:13.

OECD (2013) Renewable Energy, OECD/ IEA.

المواقع الإلكترونية

Solar GIS, Weather data and software for solar power investments

www.solargis.com،

08/06/2023، 21:10.

Global Solar Atlas ، <https://globalsolaratlas.info/map>، 09/03/2023، 21:35.

<https://www.twinkl.com/teaching-wiki/altaqt-alshmsyt>

Ahmed M.A. Mohamed, AL-habaibeh, A. and Abdo, H. Future prospects of the renewable energy sector in Libya. In: SBE16 Dubai Conference, Dubai, United Arab Emirates, 17-19 January 2016.