Sirte University Journal of Humanities **(SUJH)** مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية
Source Homepage: http://journal.su.edu.ly/index.php/Humanities/index
https://doi.org/10.37375/sujh.v14i2.3054

# تحديد أفضل المواقع لإنشاء محطة ألواح تجميع الطاقة الشمسية في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا بواسطة نظم المعلومات الجغرافية

**علي منصور علي سعد**[1] **الطاهر محمد الطاهر الزروق** [2]
Ali.saad@uoz.edu.ly Taher.alzarog@uoz.edu.ly
[1،2] كلية التربية الزنتان، جامعة الزنتان، ليبيا

تاريخ الوصول2024.10.15- تاريخ الموافقة:2024.11.14

**الملخّص**

تهدف هذه الورقة لتحديد أفضل المواقع لإنشاء محطة ألواح تجميع الطاقة الشمسية في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا بواسطة نظم المعلومات الجغرافية، حيث تعد الطاقة الشمسية واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة، ومن أجل الاستفادة من هذا المصدر يجب تجميع وتخزين الطاقة لغرض الاستفادة منها كمصدر بديل للطاقة من خلال أحد أنواع مستجمعات الطاقة الشمسية. ولقد اعتمدت الدراسة في الوصول إلى النتائج المطلوبة على أسلوب المعايير المتعددة، والذي يعتمد على توافر مجموعة من المعايير المكانية أو الشروط في منطقة محددة، يتم معالجتها وتحليلها بواسطة نظم المعلومات الجغرافية ثم عرض النتائج في صورة خرائط رقمية عالية الدقة، حيث نستطيع بواسطة نظم المعلومات الجغرافية تحديد أوزان لكل طبقة وفق معايير معينة يحددها الباحث، واتضح من الدراسة أنه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية نستطيع تقسيم منطقة الدراسة الى عدة مناطق وفق ملاءمتها لإنشاء محطات الطاقة الشمسية، بحيث نستطيع تحديد المناطق غير المناسبة لإنشاء محطات الطاقة الشمسية والمناطق المناسبة جداً والمناطق البديلة أي متوسطة الأهمية، وفي النهاية إنتاج خريطة رقمية لمنطقة الدراسة تمكن من معرفة مساحات المناطق المثلى لإنشاء محطات الطاقة الشمسية. وأوصت الدراسة بمجموعة من التوصيات لعل من أهمها تشجيع الاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة الكهربائية وذلك لما تتمتع به من مميزات متعددة فهي طاقة نظيفة واقتصادية، كما وأنها مصدر دائم غير قابل للنفاذ.

**الكلمات المفتاحية:**
**الطاقة الشمسية، نظم المعلومات الجغرافية، نموذج الارتفاع الرقمي، منطقة شمال غرب ليبيا.**

# Identifying Optimal Sites for Establishing a Solar Power Collection Station in the Northwestern Region of Libya Using Geographic Information Systems (GIS)

Ali Mansour Ali Saad[1], Taher Mohamed Taher Alzarog[2]
Geography Department, Faculty of Education Riyana, University of Zintan, Libya

**Abstract**

This paper aims to identify the best locations for establishing a solar power collection station in the northwestern region of Libya using Geographic Information Systems (GIS). Solar energy is considered one of the most important renewable energy sources, and in order to harness this source effectively, it is imperative to collect and store solar energy for the purpose of using it as an alternative energy source through various types of solar power collectors. The study has relied upon a methodology of multiple criteria to achieve desired outcomes, which is based on the availability of a set of spatial criteria or conditions within a specific region. These criteria are processed and analyzed using Geographic Information Systems (GIS), and the results are presented in the form of high-resolution digital maps. Through GIS, it is possible to assign weights to each layer according to specific criteria defined by the researcher. The study has revealed that using GIS allows for the division of the study area into several zones based on their suitability for establishing solar power stations. This enables the identification of unsuitable areas, highly suitable areas, and alternative moderate importance zones for solar power station construction. Ultimately, the production of a digital map of the study area facilitates the determination of optimal areas for solar power station installation. The study has recommended a set of suggestions, among which the promotion of solar energy as a source of electricity stands out due to its numerous advantages such as being a clean and cost-effective energy source. Additionally, solar energy is a renewable source that is inexhaustible.

**Keywords**

**Solar Energy, Geographic Information Systems (GIS), Digital Elevation Model, Northwestern Region of Libya.**

## المقدّمة

### مشكلة الدراسة

تقوم معظم دول العالم بالبحث عن مصادر جديدة بديلة للطاقة التي تستهلكها، وذلك بغية تلبية الطلب المتزايد على الطاقة في العالم يوماً بعد يوم، فأغلب مصادر الطاقة المستخدمة في عالمنا اليوم هي من النوع التقليدي المعرض للنضوب بسبب الاستهلاك، وهي طاقة غير متجددة المصادر، لعل من أهمها النفط والغاز الطبيعي والفحم، كما أن للطاقة التقليدية آثار سلبية متعددة على الإنسان والبيئة معاً منها: ارتفاع نسبة الكربون في الجو وما يترتب عليه من احتباس حراري، وكذلك التلوث الجوي الذي تسببه الأدخنة المتصاعدة من فوهات المصانع وعوادم السيارات الذي يتسبب في العديد من الأمراض والأضرار للإنسان خصوصاً في المدن الكبيرة المكتظة بالسكان التي يعاني معظمها من

التلوث الشديد في الوقت الحاضر، ولقد اتجهت معظم دول العالم للبحث عن مصادر للطاقة البديلة تكون لديها مميزات أفضل من الطاقة التقليدية المستخدمة الأن.

تعتبر الطاقة الشمسية من أفضل البدائل لما تتمتع به من مميزات تؤهلها لأن تكون الخيار الأفضل في بلادنا وكثير من بلدان العالم الأخرى، فهي طاقة نظيفة ورخيصة غير ملوثة، صديقة للبيئة؛ ولذا فهي الحل الأنسب للتنمية المستدامة للطاقة في ليبيا. وتتمثل مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤلات التالية:

1. هل موقع ليبيا بصفة عامة ومنطقة الدراسة بصفة خاصة يتمتع بمناخ يلائم انشاء محطات لاستغلال الطاقة الشمسية؟
2. هل تتوهر بمنطقة الدراسة الشروط المثالية لاستغلال هذا النوع من الطاقة البديلة (الطاقة الشمسية)؟
3. هل بالإمكان إنتاج خريطة رقمية لمنطقة الدراسة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية تمكن من معرفة وتحديد المناطق المثلى لإنشاء محطات الطاقة الشمسية؟

**فرضيات الدراسة:** تتمثل فرضيات الدراسة فيما يلي:

1- مناخ ليبيا عامة ومنطقة الدراسة بشكل خاصة يشجع على الاستثمار الاقتصادي في الطاقة الشميسة.
2- تتوفر بمنطقة الدراسة الظروف المثالية لاستغلال الطاقة الشمسية.
3- الاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تحديد المواقع المثلى لإنشاء محطات الطاقة الشمسية يعتبر حل مثالي لما تتمتع به هذه التقنية من مميزات تجعلها الخيار الأنسب لتحديد مواقع المحطات.

**أهداف الدراسة**

إن الهدف الرئيس لهذه الدراسة يتمثل في تحديد أفضل المواقع لإنشاء محطة ألواح تجميع الطاقة الشمسية في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا بواسطة نظم المعلومات الجغرافية، كما تهدف الدراسة إلى ما يلي:

1- التعرف على الظروف اللازمة لاستغلال الطاقة الشمسية بالشكل الأمثل.
2- التعرف على الإمكانيات التي تتمتع بها نظم المعلومات الجغرافية وخاصة فيما يتعلق بدراسة البيانات المكانية وإنتاج خرائط رقمية واختيار أفضل المواقع لإنشاء محطات الطاقة الشمسية.
3- تسليط الضوء على الطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة الكهربائية.

**أهمية الدراسة**

تنبع أهمية الدراسة من خلال:

1- ابراز الأهمية الاقتصادية للطاقة الشمسية وأهميتها كمصدر للطاقة لا ينضب.
2- تحديد أفضل موقع لمحطة الطاقة الشمسية للحصول على أفضل انتاجية للمحطة.
3- الاستفادة من إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني لتحديد أفضل المواقع لإنشاء محطة للطاقة الشمسية.

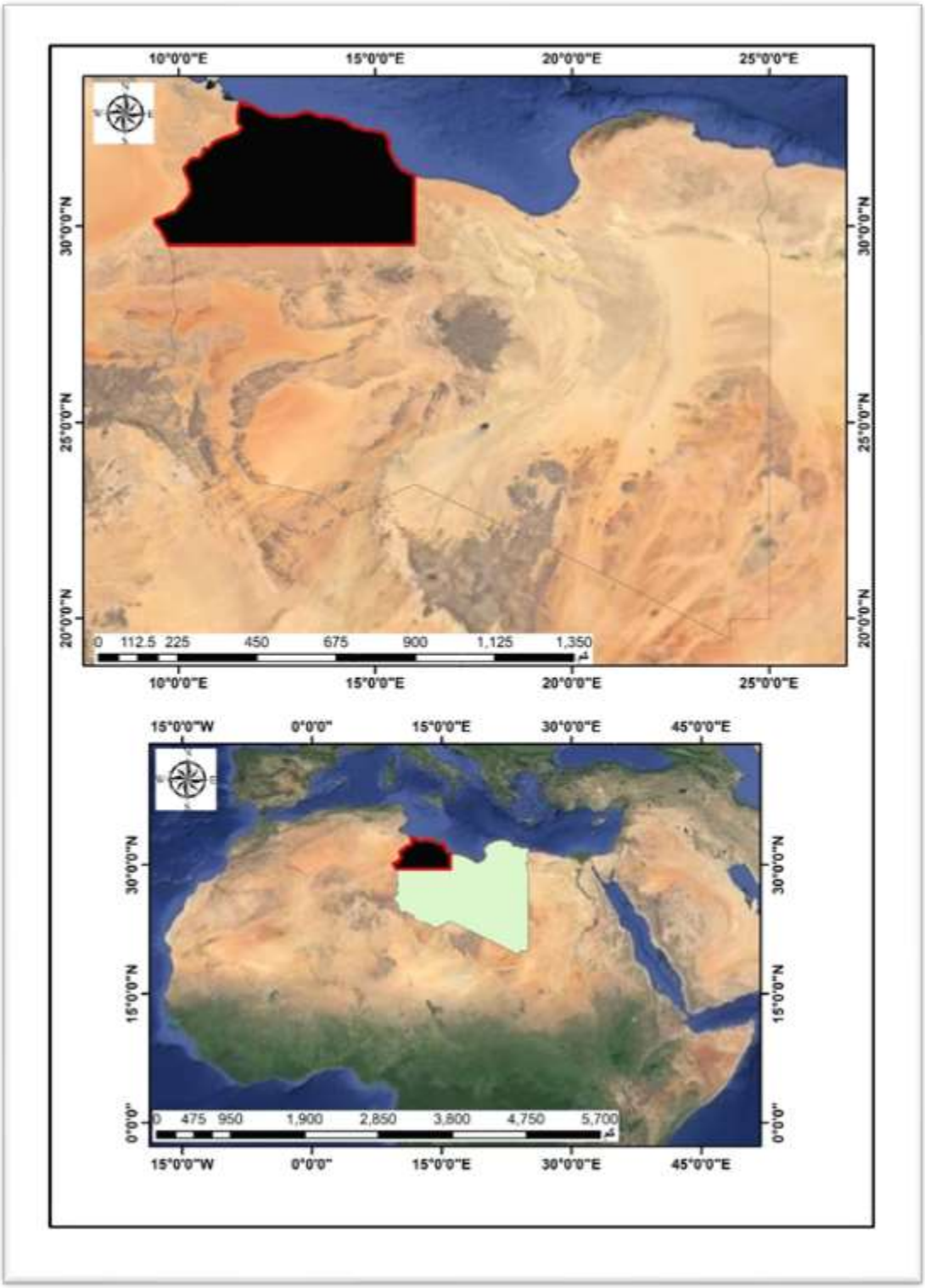
**منطقة الدراسة**

**أولاً- المجال المكاني**

تقع منطقة الدراسة بين خطي طول 30 " 23' 9$^0$ و16$^0$ شرقاً، ودائرتي عرض 00" 30' 29$^0$ و 43" 09' 33$^0$ شمالاً، يحدها من الغرب الحدود الليبية التونسية في حين يحدها من الشمال البحر المتوسط وتمتد جنوبا حتى دائرة عرض 30' 29$^0$ شمالاً، بإجمالي مساحة حوالي 183683.5 كم$^2$، انظر خريطة (1).

**ثانياً- المجال الزماني**

ويقصد به الفترة التي أجريت بها الدراسة حيث أجريت هذه الدراسة سنة 2024م.




خريطة (1) موقع منطقة الدراسة

**منهجية الدراسة**

اعتمدت الدراسة في الوصول إلى النتائج المطلوبة على أسلوب المعايير المتعددة، ويعتمد هذا الأسلوب او المنهج على توافر مجموعة من المعايير المكانية أو الشروط في منطقة محددة، وعادة ما يتم استخدام هذا الأسلوب في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لما يتوفر بها من إمكانيات لتحليل ومعالجة البيانات المكانية، وأيضا عرض النتائج في صورة خرائط رقمية عالية الدقة.

هناك ثلاثة طرق لتطبيق التحليل المتعدد المعايير هي: التراكب، والتحليل التسلسلي الهرمي، وطريقة التركيب الخطي الموزون، وقد استخدم في هذه الدراسة أسلوب التركيب الخطي الموزون والذي يعتمد على مبدأ حساب المتوسط الموزون لمجموعة من المعايير في كل خلية للوصول الى نموذج ملائمة حسب المعادلة التالية (داود وآخرون، 2017م، ص4):

$$s = \sum_{i-1}^{n} wi\ xi\ / \sum w$$

حيث:

S معامل الملائمة

Wi الوزن لكل معيار

Xi معامل المعيار رقم 1

N عدد المعايير المطبقة

**الدراسات السابقة**

1. دراسة داوود وآخرون (2017): بعنوان تحديد أفضل المواقع لتجميع الطلقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الإدارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير، والتي طبقت أسلوب نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير لتحديد انسب المواقع لتجميع الطاقة الشمسية اعتماداً على مجموعة من الشروط والمعايير سواء الجغرافية او الفنية او البيئية او الاقتصادية للحصول على نموذج ملاءمة مكانية رقمي يوضح أفضل موقع لإنشاء محطة طاقة كهربائية شمسية، وقد توصلت الدراسة إلى أن معظم أنحاء منطقة مكة المكرمة الإدارية مناسبة لإنشاء مشروع تجميع الطاقة الشمسية، كما توصلت الدراسة الى ان حوالي 7000 كيلومتر مربع من مساحة منطقة الدراسة قد بلغ معامل الملائمة فيها أكثر من (90%).

2. دراسة مجد وشفطر (2023) بعنوان: الملائمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في محافظة البحر الأحمر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والتي تناولت أسلوب الملائمة المكانية والقرار متعدد المعايير للحصول على نموذج ملائمة رقمي يوضح أفضل مواقع لإنشاء محطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في محافظة البحر الأحمر بناء على عدة معايير، وتوصلت الدراسة الى ان النطاق الشمالي بشكل عام هو الأنسب لإقامة محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، فبالنسبة لمحطات الطاقة الشمسية فقد بلغت مساحة المناطق التي تزيد درجة ملائمتها عن 90% نحو (9800 كم$^2$) أما عن طاقة الرياح فقد بلغت مساحة المناطق التي تزيد درجة ملائمتها عن 90% نحو 15418 كم$^2$.

3. دراسة إبراهيم وآخرون (2023) بعنوان: خريطة الملاءمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الشمسية في محافظة المنيا، نهج تطبيقي لاتخاذ القرار المكاني متعدد المعايير في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، حيث وظفت الدراسة 18 معيارا وقيدا في بناء نموذج الملاءمة المكانية، وتم تطبيق تقنية التركيب الخطي الموزون في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، للحصول على خريطة الملاءمة النهائية لمواقع محطات الطاقة الشمسية في المحافظة، وتوصلت الدراسة الى ان المحافظة تتمتع في الغالب بإمكانيات متوسطة في مجال الطاقة الشمسية، حيث تراوحت بين نسبة ملاءمة ممتازة 0.12% ونسبة ملاءمة جيدة جداً 5.14% ونسبة ملاءمة جيدة فقط 20.97% ونسبة ملاءمة متوسطة 36.99% ونسبة ملاءمة فقيرة 3.22%.

4. دراسة عبدالسميع (2022) بعنوان: تحديد أفضل المواقع لتركيب ألواح الخلايا الشمسية لمنطقة الجبل الأخضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لغرض رفع الكفاءة، حيث تناولت الدراسة أحد أهم أنواع مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية) وقد تم تحديد أفضل المواقع لإنشاء مستجمعات الطاقة الشمسية بمنطقة الجبل الأخضر، وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج منها، أن ترك مصادر الطاقة التقليدية والتوجه إلى الطاقات الجديدة الصديقة للبيئة سيكون هو الحل الأفضل والأنسب للدولة الليبية، كما خلصت الدراسة إلى توضيح أنسب المواقع لتركيب ألواح الخلايا الشمسية بمنطقة الجبل الأخضر وفقاً لمقدار الاشعاع الشمسي الذي يصلها.

5. دراسة المقرحي (2020) بعنوان: استخدام التحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية لإدارة الطاقة المتجددة بليبيا بتحديد أفضل المواقع (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، حيث قام الباحث بعرض عدة معايير من أجل تحديد المواقع الأنسب لإنشاء محطة توليد الكهرباء بليبيا، وذلك باستخدام الصور الفضائية والبيانات اليومية لسرعة الرياح

والاشعاع الشمسي للفترة من 1983 – 2012م، لعدد 28 محطة رصد مناخية بواسطة نظم المعلومات الجغرافية، وقد توصل الباحث إلى أن المناطق الواقعة بالسهل الشمالي الشرقي وعلى الشريط الساحلي الشمالي الغربي هي الأنسب لإنشاء محطة إنتاج طاقة كهربائية من طاقة الرياح، حيث يقع ضمن نطاقها مدن حيوية كبيرة وسرعة الرياح بهذه المناطق من 4.5 حتى 7.3 م/ث والمناطق المرتفعة بالساحل الشرقي والمنخفضات بالمناطق الجنوبية الشرقية والصحراء والسهول الوسطى بها اشعاع شمسي أعلى من 5.7 حتى 7.7 س/ م$^2$/ يوم، وهي الأكثر ملائمة من حيث أعلى قيم الاشعاع الشمسي.

**مراحل الدراسة:** قسمت الدراسة إلى ثلاثة مراحل هي:

**المرحلة الأولى: مرحلة جمع البيانات**

حيث تم في هذه المرحلة تجميع العديد من البيانات المختلفة التي تحتاجها الدراسة سواء من الجهات الرسمية أو من الموقع الالكترونية مفتوحة المصدر وكما هو موضح بالجدول (1).

**الجدول (1) مصادر البيانات**

| البيانات | المصدر |
|---|---|
| الاشعاع الشمسي | https://globalsolaratlas.info/map |
| شبكة الطرق | https://extract.bbbike.org |
| الارتفاعات الرقمية DEM | https://earthexplorer.usgs.gov |
| استخدامات الارض | https://www.arcgis.com/apps/mapviewer |
| شبكة الكهرباء | الاطلس الوطني، امانة التخطيط مصلحة المساحة الليبية |

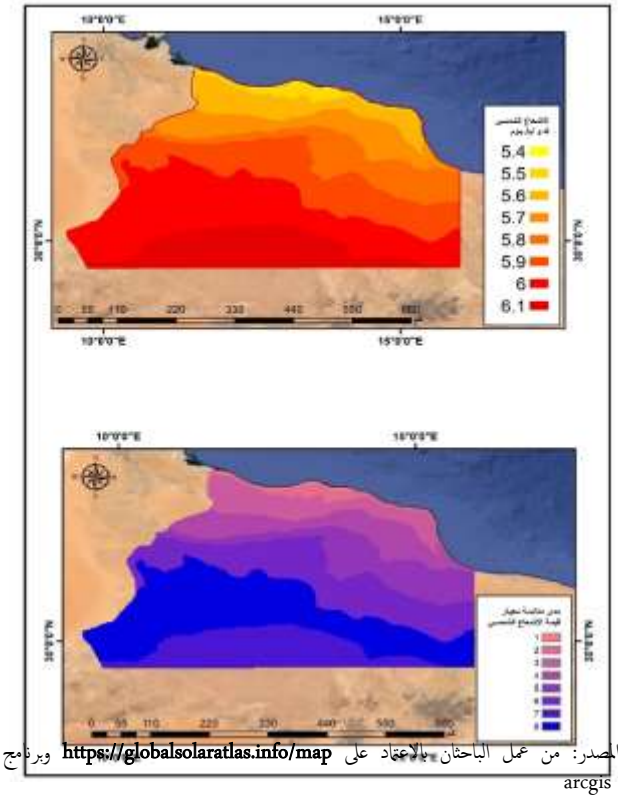
**المرحلة الثانية: تحديد المعايير**

وبهذه المرحلة تم تحديد المعايير والشروط اللازمة لقيام الدراسة، حيث يهدف اسلوب المعايير المتعددة الى دراسة مدى توفر المعايير والشروط المحددة في منطقة مكانية معينة وتوفير عدة بدائل وخيارات أمام صناع القرار، وعادة ما يتم استخدام هذا الأسلوب في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لما تتمتع به من إمكانيات هائلة في التعامل مع البيانات المكانية، وأيضا عرض النتائج في صورة خرائط رقمية ذات دقة مكانية عالية، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة من 1 إلى 10 مناطق بحسب كل معيار فالمناطق الأعلى قيمة هي المناطق الأعلى ملاءمة. وتتمثل أهم المعايير المحددة في الآتي:

**1 – معيار قيمة الاشعاع الشمسي:**

نظراً لما للإشعاع الشمسي من أهمية في توليد الطقة الشمسية فقد أعتبر معيار الإشعاع الشمسي معيار أساسي في هذه الدراسة؛ وذلك لأن مواقع محطات تجميع الطاقة الشمسية يجب أن تحصل على قدر كبير من هذا الاشعاع، وذلك أيضاً لأن سطح الأرض يختلف من منطقة إلى أخرى على أساس مقدار ما يصله من إشعاع شمسي، ولذا فإن أنسب الأماكن لإقامة محطة للطاقة الشمسية يتحدد بما يستقبله الموقع من أشعة الشمس. والخريطة (2) توضح التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي بمنطقة الدارسة.

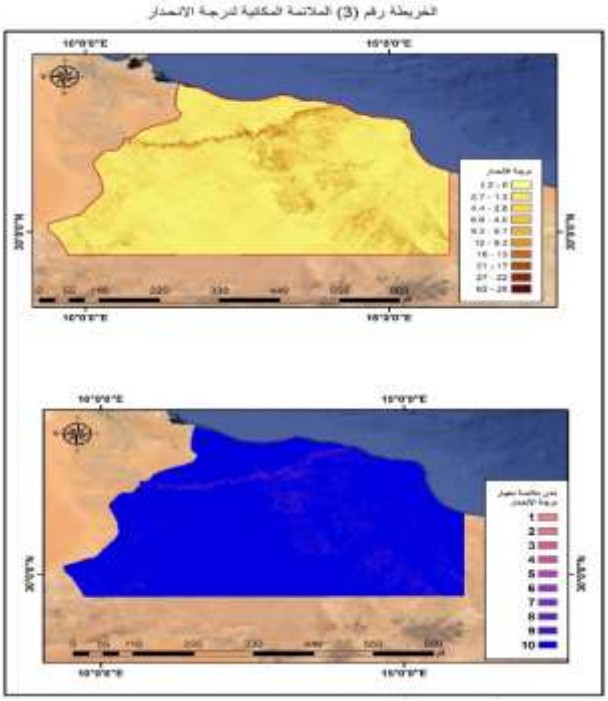
الخريطة رقم (2) الملائمة المكانية للاشعاع الشمسي




المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على https://globalsolaratlas.info/map وبرنامج arcgis 10.8

**2– معيار درجة الانحدار:**

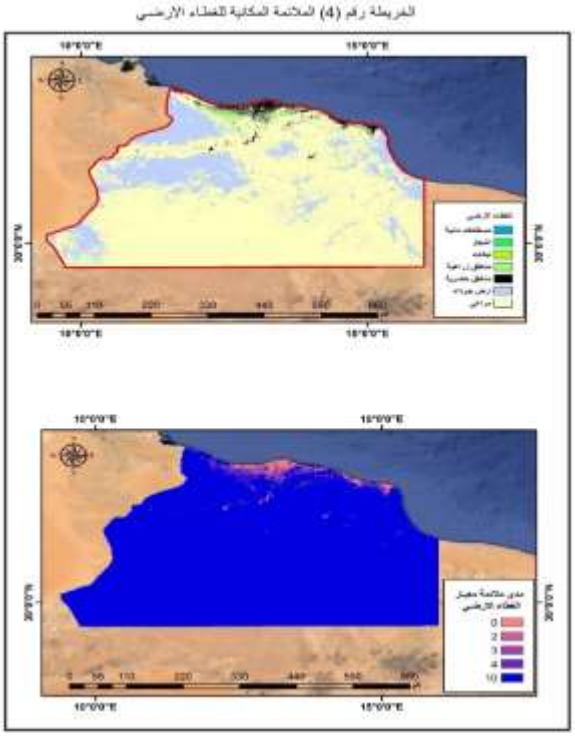
وهو من المعايير الرئيسية في تحديد الموقع المناسب لإقامة محطات الطاقة الشمسية، حيث تلعب طبوغرافية المنطقة دور رئيسي في تحديد المواقع، فالمناطق شديدة الانحدار غير مناسبة لأنها تصعب من عملية التجهيز والإنشاء والتوزيع لألواح الطاقة الشمسية، في حين تشكل المناطق المنخفضة والمناطق المستوية تماماً عائقاً في إنشاء المحطات لأنها تشكل مناطق لتجمع مياه الامطار وبالتالي تحولها الى مستنقعات، أما أنسب المناطق لإقامة محطات الطاقة الشمسية فهي المناطق قليلة الانحدار التي لا تساعد على تجمع المياه بها، والخريطة (3) توضح التوزيع المكاني لدرجة الانحدار في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على https://earthexplorer.usgs.gov وبرنامج arcgis 10.8

## 3– معيار الغطاء الأرضي:

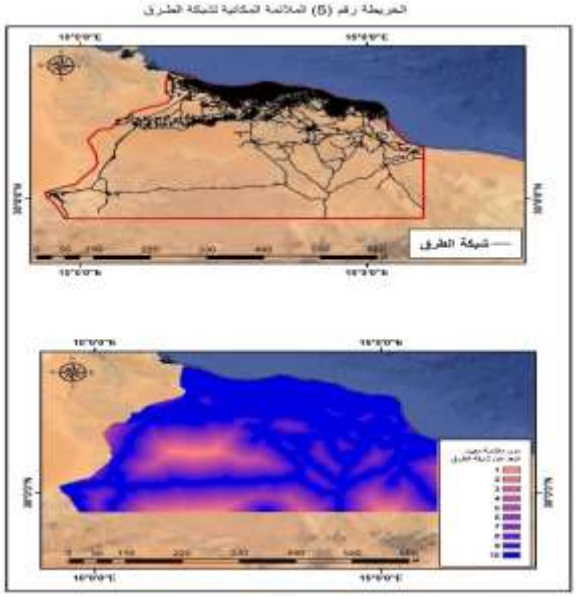
يعتبر معيار الغطاء الأرضي من المعايير المهمة في تحديد المناطق الأنسب لإنشاء أي مشروع جديد، حيث يتم توجيه المشاريع الجديدة للمناطق الجرداء والرعوية ويجب أن تكون بعيدة قدر الإمكان عن المناطق الحضرية وذلك لتفادي تلوث الهواء الناتج عن المناطق الحضرية والذي يعمل على تقليل مقدار الاشعاع الشمسي، وكذلك تفادي تأثير المباني العالية التي تعمل على حجب الاشعاع الشمسي، والخريطة (4) توضح توزيع استعمالات الأرض داخل منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على https://www.arcgis.com/apps/mapviewer وبرنامج arcgis 10.8

## 4– معيار شبكة الطرق الرئيسية:

يعتبر معيار شبكة الطرق الرئيسية من المعايير المهمة في تحديد الموقع المناسب، وذلك لأثره في تحديد أنسب الطرق لسهولة الوصول سواء في المراحل الأولى عند الإنشاء أو في مراحل المتابعة والصيانة، كما أن محطات الطاقة الشمسية يصعب إنشاؤها بالقرب الشديد من شبكة الطرق وخاصة إذا كانت المحطة كبيرة جداً، والخريطة (5) تحدد الملائمة المكانية لشبكة الطرق.

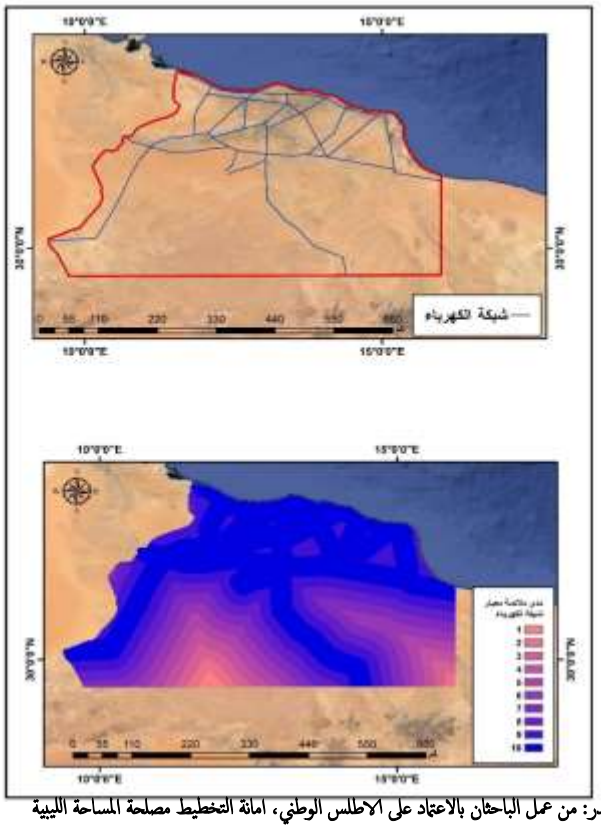


المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على https://extract.bbbike.org وبرنامج arcgis 10.8

## 5 – معيار شبكة خطوط نقل الكهرباء:

تعد شبكة الكهرباء عامل مهم في نقل وتوصل الطاقة الكهربائية فمن الطبيعي أن تكون مواقع محطات توليد الطاقة الشمسية قريبة من شبكة نقل الكهرباء وذلك لتقليل تكلفة الإنتاج، الخريطة (6) تبين الملائمة المكانية لشبكة خطوط نقل الكهرباء بمنطقة الدراسة.

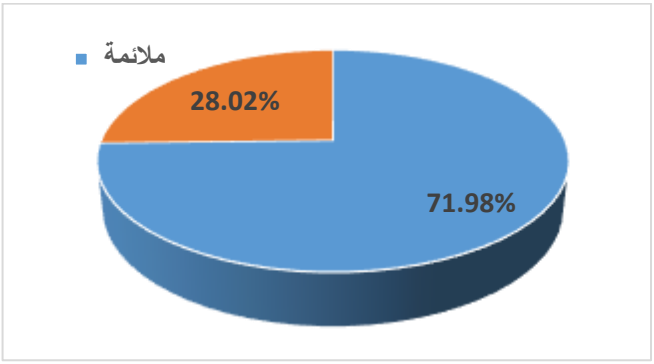
الخريطة رقم (6) الملائمة المكانية لشبكة الكهرباء




المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الاطلس الوطني، امانة التخطيط مصلحة المساحة الليبية وبرنامج arcgis 10.8

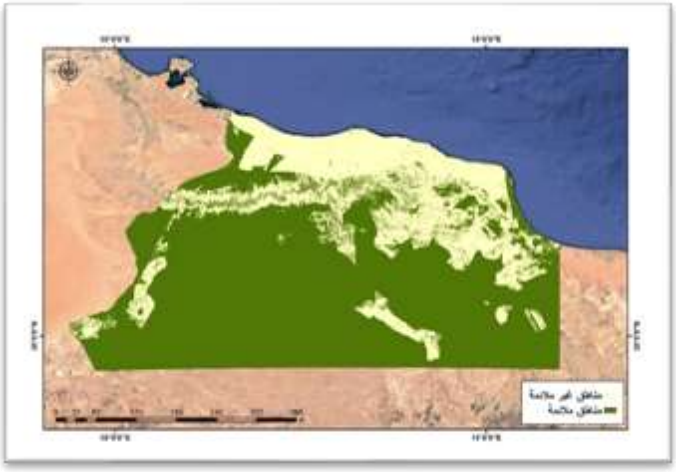
### المرحلة الثالثة: تحديد المناطق الملائمة

تم بهذه المرحلة تحديد أهمية كل طبقة في أولوية الاختيار، فكما هو موضح بالخريطة (7) وبعد تحديد المعايير المستخدمة في الدراسة وإنشاء طبقات شبكية (raster) وذلك بحسب درجة الملاءمة لكل معيار، وباستخدام برنامج ArcGIS 10.8 ومن خلال مجموعة التحليل المكاني (Spatial Analyst Tools) وضمن مجموعة (Overlay) نقوم بتحديد أهمية كل طبقة، وذلك لإعطائها أولوية في الاختيار لان أهمية المعايير تختلف، فأهم المعايير هو الاشعاع الشمسي والذي أعطي وزن 40%، أما معيار الغطاء الأرضي فقد أعطي وزن 20%، ومعيار درجة الانحدار أعطي وزن 20%، ومعياري البعد عن الطريق والبعد عن شبكة نقل الكهرباء أعطيا وزن 10% لكل منهما، وهكذا يكون مجموع الاوزان 100%، وبعد الموافقة على الأوزان تحصلنا على خريطة لمنطقة الدراسة توضح الاختلاف المكاني في أهمية المناطق لإنشاء محطة إنتاج الطاقة الشمسية، وبعد حساب النسب المئوية لكل منطقة اتضح أن حوالي 71.98% من منطقة الدراسة تعتبر مناطق ملائمة لإنشاء محطات الطاقة الشمسية، بإجمالي مساحة بلغ 132214.5 كم$^2$ من إجمالي منطقة الدراسة، في حين بلغت نسبة المناطق الغير ملائمة حوالي 28.02% أي ما يعادل 51468.97 كم$^2$ تقريباً من المنطقة المدروسة، والشكل (1) يوضح النسب المئوية لمناطق الملائمة والغير الملائمة لإنشاء محطة تجميع الطاقة الشمسية بمنطقة الدراسة .




المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.8

الخريطة رقم (7) المناطق الملائمة والغير ملائمة لإنشاء محطة طاقة شمسية



المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.8

## النتائج والتوصيات

### أولاً– النتائج

1. تتمتع منطقة شمال غرب ليبيا بمناخ ملائم لإنتاج الطاقة الشمسية كمصدر بديل لمصادر الطاقة التقليدية.
2. تحصل منطقة الدراسة على قدر كبير من الإشعاع الشمسي ما يعطيها أهمية كبيرة في عملية توليد الطاقة الشمسية.

3. تتمتع المنطقة طبوغرافياً بمميزات تزيد من إمكانية عمل محطات توليد الطاقة الشمسية عليها.
4. تتمتع منطقة الدراسة بغطاء أرضي يلاءم في معظم جهاته عملية استغلال الطاقة الشمسية.
5. تحتوي منطقة الدراسة على شبكة كبيرة من طرق النقل الرئيسية وكذلك شبكة جيدة من خطوط نقل الكهرباء تسهلان عمليات الوصول والمتابعة والصيانة وتقللان تكلفة الإنتاج.
6. تشكل الأماكن الملاءمة جداً لإنشاء محطات إنتاج الطاقة الشمسية ما نسبته 71.98% من مساحة منطقة الدراسة، أما المناطق الغير ملاءمة فلا تزيد نسبتها عن 28% من اجمالي المنطقة المدروسة.
7. تحليل البيانات الجغرافية المكانية بواسطة نظم المعلومات الجغرافية يعطي نتائج ممتازة وخاصة من خلال طريقة التحليل المتعدد المعايير.

**ثانياً– التوصيات**

1. تشجيع الاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة الكهربائية وذلك لما تتمتع به من مميزات متعددة فهي طاقة نظيفة واقتصادية، كما وأنها مصدر دائم غير قابل للنفاذ.
2. التركيز على الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة لإنشاء محطات الطاقة الشمسية وذلك لأنها تشكل مساحات كبيرة متصلة يمكن استغلالها في إنشاء محطات ضخمة لإنتاج الطاقة الكهربائية.
3. سن القوانين والتشريعات التي من شأنها تنظيم استهلاك الطاقة التقليدية ومحاولة الحد من كميات التلوث الناجمة عن استعمال مثل هذه المصادر الملوثة للبيئة.
4. الاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تحديد المواقع المناسبة للمشاريع المختلفة.
5. تشجيع الأبحاث العلمية في هذا المجال.

**المراجع:**


- داوود، جمعة محمد، الغامدي، خالد بن عبد الرحمن، ومندور، مسعد سلامة (2017)، تحديد أفضل المواقع لتجميع الطلقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الإدارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير، لملتقي الوطني الحادي عشر لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في المملكة العربية السعودية، جامعة الامام عبد الرحمن بن فيصل، السعودية.
- عبد السميع، ريما محمد (2021)، تحديد أفضل المواقع لتركيب الواح الخلايا الشمسية لمنطقة الجبل الأخضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لغرض رفع الكفاءة، المجلة الليبية العالمية، العدد 52، بنغازي، ليبيا.
- مجد، زينهم السيد، وشفطر، محمد سعد عبد الفتاح (2023)، الملائمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في محافظة البحر الأحمر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، منشورات كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، مجلد 28، العدد 1، مصر.
- المقرحي، محمد فرج بلعيد، استخدام التحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية لإدارة الطاقة المتجددة بليبيا بتحديد أفضل المواقع (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيو مكانية، ليبيا جيوتك4، طرابلس، ليبيا.
- السيد، نورا رجب إبراهيم، والشناوي، محمد أحمد محمود، والصباغ، تامر علي عبد المجيد (2023)، خريطة الملاءمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الشمسية في محافظة المنيا: نهج تطبيقي لأسلوب اتخاذ القرار المكاني متعدد المعايير في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، منشورات الجمعية الجغرافية المصرية، المجلة الجغرافية العربية، المجلد 54، العدد 176، القاهرة، مصر.
- أمانة التخطيط، مصلحة المساحة الليبية، الاطلس الوطني الليبي.
- **المواقع الالكترونية المواقع الالكترونية**
- **https://globalsolaratlas.info/map**
- **https://extract.bbbike.org**
- **https://earthexplorer.usgs.gov**
- **https://www.arcgis.com/apps/mapviewer**