مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– ديسمبر ٢٠٢٤م

اختيار أنسب المواضع لمحطات الطاقة الشمسية بمدينة عرعر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

سطام مشعان العنزي (*)&**فيصل خالد الحمادي** (**)& **د/ فاتن نحاس**(***)

الملخص:

تهدف هذه الدراسة لتحديد أنسب المواقع لمحطات الطاقة الشمسية لمدينة عرعر بالمنطقة الشمالية للمملكة العربية السعودية، وحتى يتحقق هدف الدراسة اتبعت الدراسة عدة أساليب كمية ونوعية مثل طريقة التسلسل الهرمي(AHP) لتحديد معايير نموذج الملائمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الشمسية، وبعد تحليل المعايير المناخية والطبوغرافية والاقتصادية والبيئية، ومن ثم معالجة بيانات المعايير لاشتقاق طبقة الوزن لها من خلال الاشتقاق المكاني والمسافة الاقليدية داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

وظهرت نتائج نموذج الملائمة المكانية لمحطات الطاقة الشمسية لمدينة عرعر بأن أغلب المدينة تعد ملائمة لإنشاء محطات الطاقة الشمسية نظراً لعدم وجود انحدارات شديدة كما تتلقى المدينة أكثر من ٢٠٠٠ كيلو وات /ساعة من الاشعاع الشمسي، كما يزيد متوسط درجات الحرارة عن ٢٨درجة مئوية، بالتالي فإن أغلب مقومات إنشاء محطات الطاقة الشمسية متوفرة، ولكن أفضل مكان من حيث الملائمة هو جنوب غرب المدينة.

الكلمات المفتاحية: محطات الطاقة الشمسية – مدينة عرعر – الملائمة المكانية – الاشعاع الشمسي – نظم المعلومات الجغرافية

Abstract:

This study aims to determine the most appropriate sites for solar power plants for the city of Arar in the northern region of the Kingdom of Saudi Arabia, and in order to achieve the objective of the study, the study followed several quantitative and qualitative methods such as the hierarchy method (AHP) to determine the criteria of the spatial suitability model for the sites of solar power plants, and after analyzing the climatic, topographical, economic and environmental criteria, and then processing the standards data to derive the weight layer through spatial derivation and Euclidean distance within the GIS environment.

The results of the spatial suitability model for solar power plants for the city of Arar showed that most of the city is suitable for the establishment of solar power plants due to the absence of steep slopes and the city receives more than 2000 kilowatt hours of solar radiation, and the average temperature exceeds 28 degrees Celsius, so most of the elements of establishing solar power plants are available, but the best place in terms of suitability is the southwest of the city.

(*) كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

(**) كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

(***) أستاذ بكلية العلوم الإنسانية والاجتماعية جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

المقدمة:

تعتبر الشمس المصدر الرئيس لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة، حتى أن البعض يطلق شعار "الشمس أم الطاقات"، وتستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في العديد من التطبيقات منها: التدفئة، إضاءة المباني، تسخين المياه، إنتاج البخار، وفي تحلية وضخ المياه وفي توليد الكهرباء ، وتتوقع الجهات الدولية أنه بحلول عام ٢٠٣٠ سوف تسهم النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء بحوالي ١٣٠ جيجاوات، وتمتلك المملكة العربية السعودية مقومات طبيعية تؤهلها لاستغلال هذه الطاقة بشكل فعّال لدعم رؤية المملكة ٢٠٣٠التي تهدف إلى إنتاج ٢٠٠ جيجا وات من الطاقة الشمسية. من خلال تحديد المواقع الأنسب لمحطات الطاقة الشمسية، يمكن المساهمة في تحقيق هذا الهدف الطموح، وذلك من خلال تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في إنتاج خرائط الإشعاع الشمسي، مما يمكن من تحديد المواقع الأنسب لإنشاء محطات الطاقة؛ نظراً لاتساع مساحة المملكة التي تزيد عن ٢ مليون كم٢ فهي مسرحاً لاستقبال وتفاعل أشعة الشمس من حيث عملية امتصاص الاشعة وانعكاسها كما أنها تقع بين دائرتي عرض١٦ ° الي ٣٢° درجة شمالاً وتحتل نحو ١٦ دائرة عرضية وبذلك يمر مدار السرطان بالقرب من منتصف المملكة العربية السعودية ونتج عن ذلك وقوع أغلب أراضيها في النطاق المداري ، وبالتالي فإن المملكة العربية السعودية تمتلك العديد من المقومات التي تؤهلها لإنتاج الطاقة المتجددة من مصادر مختلفة لتلبية الاستهلاك المحلي والتوسع للمدن والمناطق الحضرية . وهو ما يَعني توافُرَ فُرَص الاستثمار في مجال تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة، مما يُؤهِّلها لاستغلال الإشعاع الشمسي حرارياًّ، سواءٌ في توطين محطات الطاقة الشمسية الحرارية، أو الاستفادة من الأشعة الشمسية ضوئِيًّا من خلال توطين محطات الخلايا الكهروضوئية **(P.V)** وغيرها من الاستخدامات؛ كإنارة الطرق أو اللوحات الإعلانية، وأغراض الإضاءة في المنازل والقرى السياحية.

موضوع الدراسة وأهميته:

تعد الطاقة الكهربائية أهم مدخل للتنمية الاقتصادية، لما لها من دور واضح فى التطوير والتنمية ومتطلبات الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية فى المستقبل، وتلعب الطاقة دوراً حيوياً ومهماً للغاية في الحضارة الحديثة؛ إذ تعد المحرك الأساسي لهذه الحضارة، حتى إنها أصبحت تدخل في كل مناحي الحياة اليومية، وتقوم عليها صناعات عديدة، إذ لم يعد دور الطاقة الكهربائية مقصوراً على كونه مجرد عامل من عوامل التوطن الصناعي، بل أصبحت هي نفسها صناعة أو بالمعنى الأدق مجموعة كبيرة من الصناعات القائمة بذاتها.

كما أن نضوب مصادر الطاقة التقليدية (الفحم- البترول- الغاز الطبيعي) أصبح فى حكم المؤكد، حيث اتجهت أنظار دول العالم إلى استغلال مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، باعتبارها طاقة غير قابلة للنفاد، وبعيدة عن دائرة الصراعات، ولا تخضع لسيطرة أية نظم سياسية أو اقتصادية، أو عالمية؛ لذا فمن الضرورى أن تعطى الدولة أولوية متميزة للطاقة الجديدة والمتجددة من أجل تنويع مصادر الطاقة، لاسيما أن الاعتماد على مصدر واحد من مصادر الطاقة غالباً ما يكون محفوفاً بالأخطار، وخصوصاً فى ظل مصادر الطاقة التقليدية المهددة بالنضوب، وتنامى الاهتمام بقضايا البيئة، والحد من التلوث

مشكلة الدراسة:

تَكمُن المشكلة التي أثارت البحث لدى الباحثين في زيادة الحاجة إلى الطاقة في ظل الاعتماد على مصادر وقود أحفورية مهددة بالنضوب خصوصًا مع تزايد استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية بصورةٍ مطَّردةٍ؛ نظرًا لزيادة معدلات الطلب على الطاقة الكهربائية الناتجة عن زيادة عدد السكان، وزيادة معدلات التنمية الاقتصادية، حيث زادت الكهرباء المستهلكة في المملكة من ٢١٢.٢٦ مليون ك.و.س عام ٢٠١٠ إلى ٣٠١.٥٦مليون ك.و.س عام ٢٠٢٣ استهلكت الحدود الشمالية منها ١,٢٣٥,٠٠٠,٠٠٠ كيلووات/ ساعة طبقًا لبيانات الهيئة العلمة للإحصاء، وما يترتب على ذلك من ارتفاع التكلفة التي بلغت ٩٨.٨ مليون ريال سعودي، أي أكثر من عام ٢٠٢٢ بنسبة ٤٦.٨.% ؛ ولذلك أصبح الاعتماد على الطاقة الشمسية أمرًا ضروريًا لمواجهة زيادة الطلب على الكهرباء في المحافظةكما تحاول الدِّراسة الإجابة عن التساؤلات التالية

- هل تمتلك محافظة عرعر مقومات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية؟

- ما هي أفضل المناطق لإنتاج الطاقة الشمسية في محافظة عرعر؟

-أي الاماكن الاكثر تركزاً للإشعاع الشمسي في عرعر والتي تعزز من استدامة الطاقة في المنطقة؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحديد المواقع الأنسب لإنشاء محطات الطاقة الشمسية في مدينة عرعر، منطقة الحدود الشمالية في المملكة العربية السعودية، من خلال تحديد المعايير الأساسية التي تؤثر على اختيار مواقع محطات الطاقة الشمسية في مدينة عرعر ومدى الاستفادة من استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحديد المواقع المناسبة بناءً على تلك المعايير وما هو تأثير الموقع الجغرافي لمدينة عرعر على إمكانيات إنتاج الطاقة الشمسية، وذلك من خلال التعرف على ما يلي:

- تحديد أهم العوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية.
- التعرف على أكثر الاماكن تركزاً للإشعاع الشمسي في عرعر.
- إنتاج خريطة للتوزيع المكاني للإشعاع الشمسي في مدينة عرعر.
- اختيار أنسب أفضل المناطق لإنتاج الطاقة الشمسية.

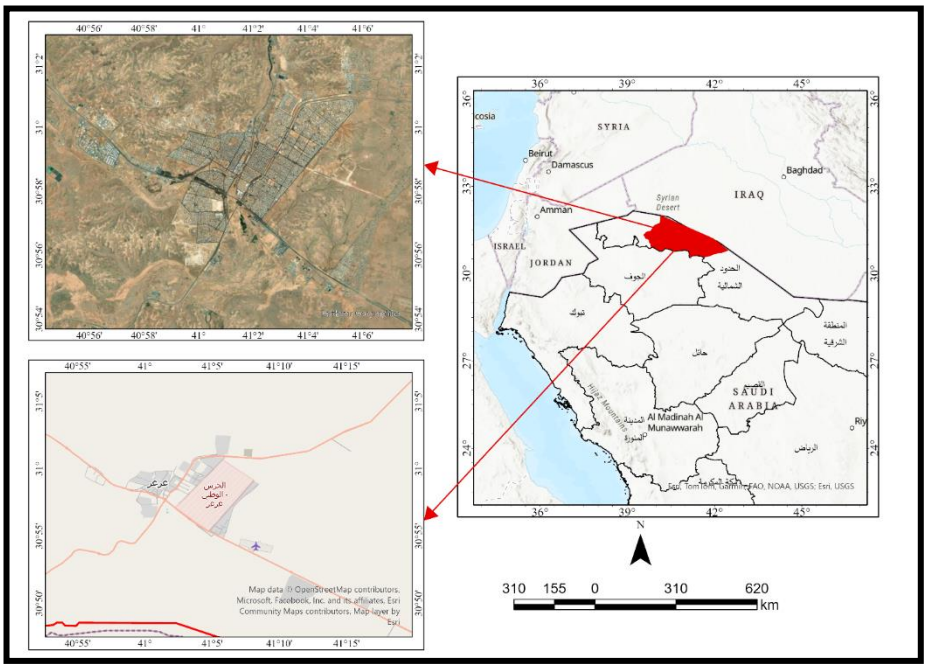
أهمية الدراسة:

تُعَدُّ الطاقةُ الشمسيةُ أحدَ ركائز الطاقة المُتجدِّدة التي تَعتمد عليها المملكة العربية السعودية في الآونة الأخيرة؛ نظراً لما تَتمتع به من إمكانات في مجال الطاقة الشمسية؛ وتمتلك المملكة العربية السعودية مقومات طبيعية تؤهلها لاستغلال هذه الطاقة بشكل فعّال لدعم رؤية المملكة ٢٠٣٠التي تهدف إلى إنتاج ٢٠٠ جيجا وات من الطاقة الشمسية. من خلال تحديد المواقع الأنسب لمحطات الطاقة الشمسية، يمكن المساهمة في تحقيق هذا الهدف الطموح، وذلك من خلال تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في إنتاج خرائط الإشعاع الشمسي، مما يمكن من تحديد المواقع الأنسب لإنشاء محطات الطاقة

منطقة الدراسة: تقع مدينة عرعر في أقصي شمال المملكة العربية السعودية فهي العاصمة الادارية لمنطقة الحدود الشمالية وتقع عند دائرة عرض ٤٥ ´ ٣٠° شمالاً وخط الطول ٢٠ ´ ٤١° شرقاً ، وبإجمالي عدد سكان يبلغ بحوالي ٢٠٢,٧١٩ نسمة، يحدها شمالاً العراق وجنوباً منطقة الجوف وشرقاً محافظة العويقلية وغرباً محافظة طريف.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، حيث تعود أهمية هذا المنهج إلى أن الوصف يُعدُّ ركنًا أساسيًّا من أركان البحث العلمي من خلال رصد الحقائق المتعلقة بمشكلة الدِّراسة رصداً واقعيًّا، من خلال جمع المعلومات والبيانات وتحليلها وتفسيرها وإصدار تعليمات بشأنها (توفيق،٢٠١٨، ص٣٦) كما استعانت بعدة مناهج أهمها: منهج تحليل نظم الطاقة حيث تمثل الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية نظاماً متكاملاً يتكون من المحطات الشمسية، ومحطات محولات رفع الجهد، وشبكة نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وبالتالي لا يمكن فهم أيِّ عنصرٍ بمعزلٍ عن باقي العناصر الأخرى، بالإضافة إلى المنهج الموضوعي الذي يهتم بدراسة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية كسلعةٍ لها أهميتها، وكذلك التعرف على المشكلات المتعلقة بإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، يضاف إلى ذلك منهج دراسة الحالة وتتمثل أهميته في جمع المعلومات الدقيقة عن المحطات الكهروضوئية في موقع بنبان، التي لا يمكن الحصول عليها من الإحصاءات والتقارير الرسمية.



المصدر: من عمل الطالب بالاعتماد على برنامج ARC GIS

شكل (١) موقع مدينة عرعر

الدراسات السابقة:

دراسة شومان (٢٠١٨)، تناولت المردود البيئي لاستخدامات الطاقة الشمسية في مصر باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وذلك بهدف الوصول للعوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية ومعوقات الاستثمار بمجال الطاقة الشمسية في مصر

دراسة ياسين وعجرش (٢٠٢١)، أوضحت أن منطقة الدراسة تعرضت الى تدمير في شبكة خدمات البنى التحتية وبالتالي حدث عجز في توليد الكهرباء وخطوط نقلها، ونتج عن ذلك البحث عن توفير مصدر طاقة آمن وسريع مثل مزارع خلايا الطاقة الشمسية، ولتطبيق تلك التقنية المتجددة لابد من توفير البنى التحتية المناسبة لأقامتها، ومن تلك الاحتياجات هي ايجاد مناطق مناسبة لجمع أكبر قدر ممكن من الاشعاع الشمسي

دراسة عبد السميع (٢٠٢١)، وتم فيها تحديد أفضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية في منطقة الجبل الأخضر باستخدام صور نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لمنطقة الدراسة، وتم تحديد أفضل المواقع لإنشاء متجمعات الطاقة الشمسية بمنطقة الجبل الأخضر وتدريج أفضليتها وفقاً لمقدار الإشعاع الشمسي الذي تستقبله كل منطقة.

دراسة المطيري (٢٠٢١)، وأشارت الي تقدير إجمالي الاشعاع الشمسي بأنواعه الثلاثة المباشر والمبعثر من السماء والمعكوس من سطح الأرض بمنطقة الرياض وسط المملكة العربية السعودية

من خلال أربعة مواقع تم اختيارها لتمثيل الامتداد الجغرافي لهذه المنطقة وهي الزلفي شمالاً والرياض شرقاً وعفيف غرباً ووادي الدواسر جنوبا وتم تقدير إجمالي الإشعاعي الشمسي اليومي بتطبيق سلسلة من المعادلات المترابطة التي تعتمد على حساب زوايا سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض من ساعة الشروق إلى ساعة الغروب خلال كل يوم للوصول إلى تقدير متوسط إجمالي الاشعاع الشمسي الشهري والفصلي.

دراسة فتحي (٢٠٢٢)، وتوصلت إلى أنه ليست كل المواقع مناسبة بشكل متساو لتوليد الطاقة الشمسية. ويرجع ذلك إلى التوزيع غير المتكافئ للإشعاع الشمسي بالإضافة إلى عوامل اقتصادية وطبوغرافية وبيئة مختلفة . وتم استخدم تحليل القرار متعدد المعايير MCDAلتحديد الموقع الأمثل لمحطات توليد الطاقة الشمسية.

دراسة الباكرين (٢٠٢٣)، وتطرقت الي التوجه نحو الاستثمار في الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية، حيث تمثلت مشكلة البحث في مدى اهتمام المملكة بالاستفادة من موارد الطاقة المتجددة المتوفرة فيها، وقد هدفت إلى الوقوف على إمكانيات المملكة في مجال إنتاج الطاقة المتجددة والفرص المعززة لإمكانية الاستفادة منها والاستثمار فيها، وبيان التحديات التي تواجهها في هذا المجال.

دراسة لشهب وأدويب (٢٠٢٤)، وتناولت تقدير الاشعاع الشمسي الكلي بمنخفض الجغبوب شمال شرق ليبيا، لتحديد المواضع التي تحقق الاستفادة في استخدام الطاقة الشمسية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية.

دراسة محمد ربيع فرج وحسام ثابت صدقي (٢٠٢٤)، تطرقت الدراسة إلى إنتاج الكهرباء من محطة بنبان الكهروشمسية وانعكاسه على أبعاد التنمية المستدامة بمحافظة أسوان، كما تناولت الدراسة أهم المقومات الجغرافية التي تتمتع بها محافظة أسوان اللازمة لتوطين محطات الطاقة الشمسية، ودور نظم المعلومات الجغرافية عن طريق نمذجة مكانية لتوطين محطات الطاقة الشمسية في المستقبل بمحافظة أسوان

وقد استفاد الطالب من المنهجية التي اتبعت من خلال الدراسات السابقة ومحاولاً تطبيقها بمنطقة الدراسة .

أولا: الإجراءات المنهجية التطبيقية.

أصبح تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب المواقع فعال نظراً لما تتضمنه من تحليلات كثيرة من أجل دراسة جميع مقومات الطاقة الشمسية بمدينة عرعر وتحديد المعايير التي تحقق هدف الدراسة وذلك عن طريق عدة خطوات هي :-

- **تحديد المعايير التي تحدد أنسب أماكن للطاقة الشمسية.**
- **جمع البيانات الخاصة بكل معيار**
- **التحليلات من خلال نظم المعلومات الجغرافية**

أ– مرحلة الإعداد للبيانات: حيث تم إعداد البيانات الخاصة بكل معيار فتم الحصول علي المرئيات من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) حيث تم اختيار المرئيات من القمر الصناعي landsat 8 بدقة مكانية ٣٠ م وعدد نطاقات طيفية ١١ نطاق وتم اختيار أقل كمية للسحب وتغطي منطقة الدراسة بثلاث مرئيات فضائية وثماني نماذج رقمية SRTM بدقة ٣٠ متر كالتالي

جدول (١) المرئيات الفضائية التي تغطي منطقة الدراسة

المرئية	تاريخ الالتقاط	Path	Row
١	٨– ٩ –٢٠٢٤	١٧٠	٣٨
٢	٨– ٩ –٢٠٢٤	١٧٠	٣٩
٣	٧– ٩–٢٠٢٤	١٧١	٣٨
٤	٩–٩–٢٠٢٤	١٦٩	٣٩

SRTM 1	30 N– 40 E	**SRTM 5**	30 N– 42 E
SRTM 2	30 N– 41 E	**SRTM 6**	30 N– 39 E
SRTM 3	31 N– 40 E	**SRTM 7**	31 N– 39 E
SRTM 4	31 N– 41 E	**SRTM 8**	٣١ – 42 E

المصدر: موقع هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية USGS.

تجميع النطاقات: تم عمل تجميع للنطاقات ذات الدقة المكانية الواحدة وهي النطاقات (١–٢–٣–٤–٥–٦–٧) من خلال عملية composite bands داخل برنامج ARC GIS PRO وذلك لكل مرئية فضائية علي حدة، ومن ثم يتم استكمال باقي المرئيات الفضائية.

دمج المرئيات (mosaic): حيث تغطي منطقة الدراسة بأكثر من صورة فضائية، ودمج **لنموذج الارتفاع الرقمي DEM**

اقتصاص المرئية: وذلك لتطبيق المؤشرات علي حدود مدينة عرعر فقط. حيث تم تطبيق أمر (Clip Raster) لاقتصاص المرئية الفضائية ونموذج الارتفاع الرقمي.

ثانياً معايير الملائمة المكانية.

يهدف تحليل الملائمة المكانية لاختيار موقع مكاني مناسب لأداء وظيفة معينة حيث يتم اقتراح انسب موقع لإقامة محطة طاقة شمسية فلابد من تحديد المعايير والشروط المتطلبة لإنشاء المحطات وتحديد درجة ملائمة تلك المعايير مع منطقة الدراسة التي تساعد في تحديد افضل موقع لإنشاء محطة طاقة شمسية وسوف يتم ذلك من خلال توافر الطبقات المكانية للمعايير وادخالها الى برنامج الـ ARC GIS PRO ومن ثم يقيم وتحليل الملائمة المكانية بمطابقة الشروط واختيار افضل موقع مكاني يناسبها القامة محطة طاقة شمسية، وقد تم الاستعانة بالمعايير التي وضعها (داود وأخرون،٢٠١٧) وتطبيقها علي منطقة الدراسة وهي كالتالي .

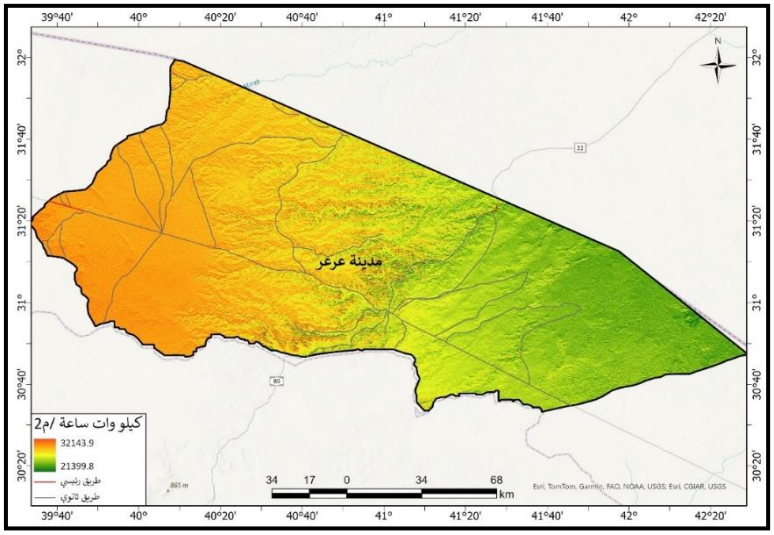
جدول (٢) معايير أنسب مواقع لانشاء محطات الطاقة الشمسية

نوع المعيار	المعيار	الفئات	الملائمة
تقني	الإشعاع الشمسي (كيلو وات/م٢/ يوم)	٨ <	عالية
		٦-٨	متوسطة
		٤,٥- ٦	قليلة
		٤,٥ >	غير ملائمة
	ميل سطح الأرض (درجة)	٠-٣	عالية
		٣- ٥	متوسطة
		٥- ١٠	قليلة
		١٠ <	غير ملائمة
اقتصادي/ بيئي	البعد عن شبكة الطرق (كم)	٥ <	ملائم
		٥ >	غير ملائم
	البعد عن الشواطئ (كم)	٥ <	ملائم
		٥ >	غير ملائم
	البعد عن المدن (كم)	٥ <	ملائم
		٥ >	غير ملائم
	البعد عن المطارات (كم)	٣ <	ملائم
		٣ >	غير ملائم
قيود	حدود التجمعات العمرانية	–	غير ملائم
	الأراضي الزراعية	–	

المصدر : داود واخرون ،٢٠١٧.

– معيار الاشعاع الشمسي بمنطقة عرعر:

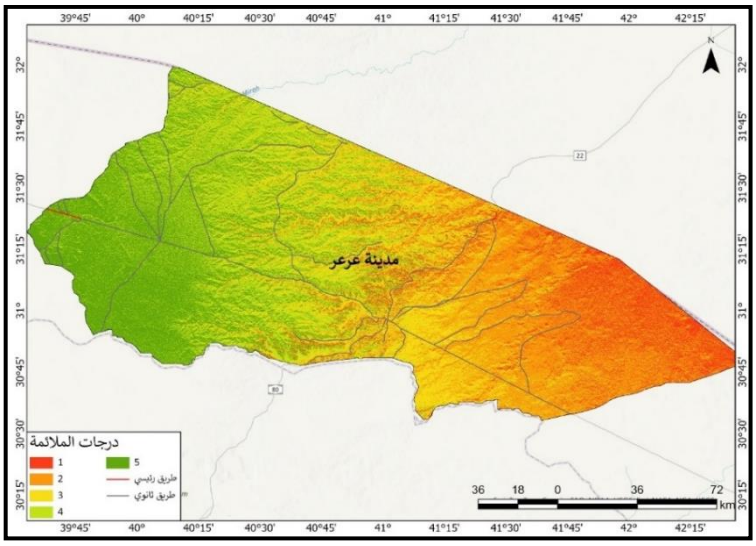
تُعَدُّ دراسة بيانات الإشعاع الشمسي على قدرٍ كبيرٍ من الأهمية؛ وذلك لكونِها تمثل مدخلات أساسية لتطبيقات الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى دورها في تقييم تقنيات الطاقة الشمسية، وتحسين كفاءتها (El– Sebaii A.A., (2010): p. 568.)، وتختلف شدة الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض بشكل كبير باختلاف الموقع الجغرافي. فالمناطق الاستوائية تستقبل كميات أكبر بكثير من المناطق القطبية، كما تتأثر هذه الشدة بالتغيرات الموسمية وحتى بساعات اليوم، وتم حساب الاشعاع الشمسي لمدينة عرعر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ببرنامج ARCPRO اعتماداً علي نموذج الارتفاع الرقمي SRTM حيث تم احتساب الاشعاع الشمسي خلال العام الحالي ٢٠٢٤ خلال أيام متفرقة علي مدار العام كل فترة تبدأ بعد خمس أيام وتستمر الي ١٦٠ يوم علي دائرة عرض متوسطة ٤٥ درجة وبدقة ٢٠٠ خلية ــ فكانت أعلي كمية إشعاع شمسي بما فيها الاشعاع المباشر ٣٢١٤٣.٩كيلو وات ساعة / م٢ وأقل كمية ٢١٣٩٩.٨ كيلو وات ساعة / م٢ وبالتالي فهي تقع بنطاق جيد بشكل عام بالنسبة لمعيار الاشعاع الشمسي .



المصدر: من عمل الطالب باستنباط الاشعاع الشمسي باستخدام arc pro

شكل (٢) توزيع الاشعاع الشمسي بمدينة عرعر

وتم تقسيم كل معيار الي فئات ممثلة بأوزان نسبية تمثل الملائمة المكانية لها من (١: ٥) وتمثل الدرجة (٥) هي الانسب وإعطاءها اللون الاخضر .

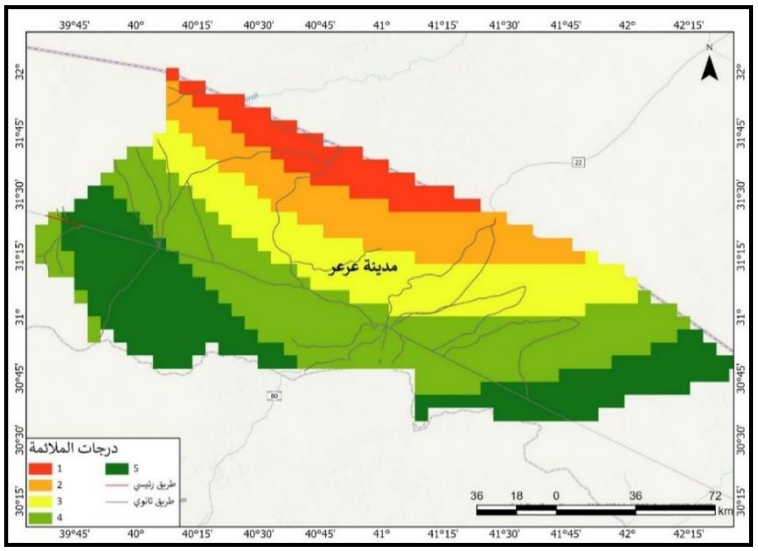


المصدر: من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (٣) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية تبعاً لكمية الاشعاع الشمسي

ثالثاً: تصنيف منطقة الدراسة وفقاً لمعيار ملائمة درجة الحرارة

تعد درجة الحرارة من المعايير المهمة لإنشاء محطات الطاقة الشمسية، فكلما ارتفعت درجات الحرارة كلما أشار ذلك الي ملائمة مكانية أعلى، ولكن مع الارتفاع الشديد لدرجات الحرارة فهذا يؤثر سلباً علي كفاءة الخلايا الكهرو ضوئية، وتتراوح متوسطات درجات الحرارة في مدينة عرعر بين ٢٨ الي ٣٠ درجة مئوية، وتم تقسيم المنطقة الي درجات تبعاً للملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمية حيث تم التقسيم الي خمس فئات وإعطاء التقييم الأعلى (٥) للمنطقة المرتفعة في درجة الحرارة.



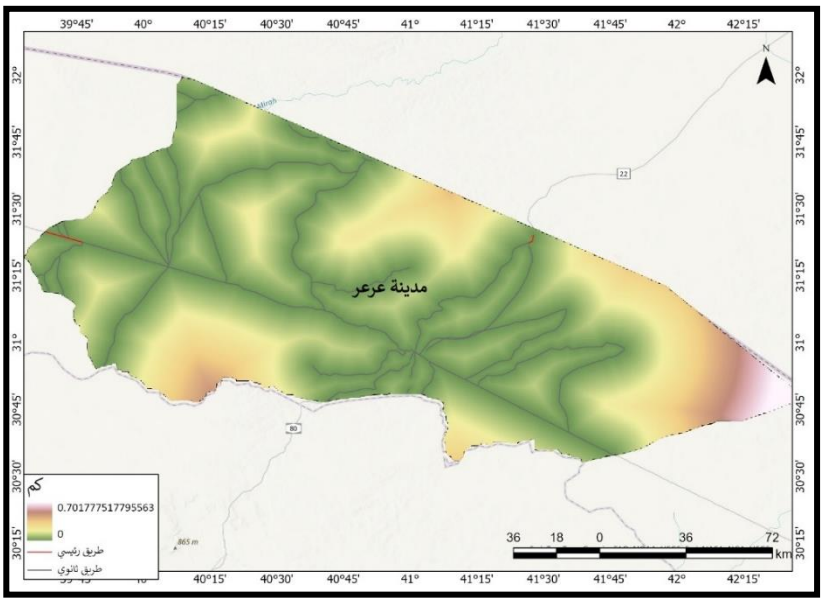
المصدر: من عمل الطالب اعتمادا علي بيانات المناخ من المركز الوطني للأرصاد للفترة الزمنية ١٩٨٥ وحتي ٢٠١٩ باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (٤) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية تبعاً لدرجات الحرارة

رابعاً: تصنيف منطقة الدراسة وفقاً لمعيار الملائمة الاقتصادية

عند اختيار الموقع الأمثل لإنشاء محطات الطاقة الشمسية، يجب أن يكون هناك تركيز كبير على العوامل الاقتصادية. فالقرب من شبكة الطرق يسهل عملية الإنشاء والصيانة ويجذب المستثمرين، بينما القرب من المناطق العمرانية يساهم في تقليل الفاقد في الطاقة.

١- **<u>الملائمة تبعاً لشبكة الطرق:</u>** إن وجود شبكة طرق جيدة أمر حيوي لنجاح أي مشروع، بما في ذلك محطات الطاقة الشمسية. عندما تكون محطة الطاقة قريبة من الطرق الرئيسية، يصبح من السهل نقل المعدات والعمال، وبالتالي تقل التكاليف ويزداد الإنتاج، فعند اختيار موقع لمحطة طاقة شمسية، فإن شبكة الطرق تلعب دوراً حاسماً في تسهيل عملية الإنشاء والصيانة والتشغيل، ولكن يجب دراسة حجم الحركة المرورية الحالية والمستقبلية على الطرق المحيطة بالموقع لتحديد أي آثار محتملة للمحطة، وقد وضع (داوود ،٢٠١٧) مسافة هي لا تزيد عن ٥ كم بعد المحطة عن الطرق الرئيسية . ولكي نتمكن من حساب الملائمة المكانية لبناء محطة طاقة شمسية تم استخدام المسافة الاقليدية(*) eculdean distance وهي ضمن أسالب التقارب proximity حيث يتم لإنشاء نطاقات متعددة حول الظاهرة._

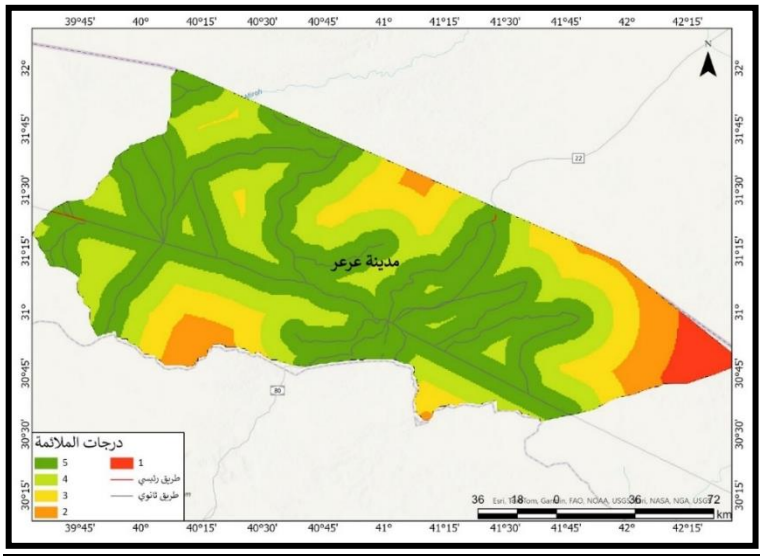


المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (٥) المسافة الاقليدية لشبكة الطرق بمدينة عرعر

(*) المسافة الإقليدية هي المسافة الأقصر بين نقطتين في فضاء متعدد الأبعاد، وتُقاس باستخدام مبرهنة فيثاغورس. تُعتبر هذه المسافة أداة مهمة في مجالات الرياضيات والتعلم الآلي لتحديد التشابه بين نقاط البيانات

ومن خلال المسافة الاقليدية السابقة سيتم تقسيم منطقة الدراسة الي خمس فئات طبقاً للملائمة المكانية لبناء محطة طاقة شمسية، حيث سيتم اعتبار المناطق التي تزيد فيها المسافة عن ٥ كم هي مناطق غير ملائمة وأن المناطق القريبة من الطرق هي الأفضل ، وتم إعطاء تلك الفئات أرقام من (١ :٥) والالوان الملائمة هو اللون الاخضر.



المصدر: من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (٦) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية تبعاً لشبكة الطرق

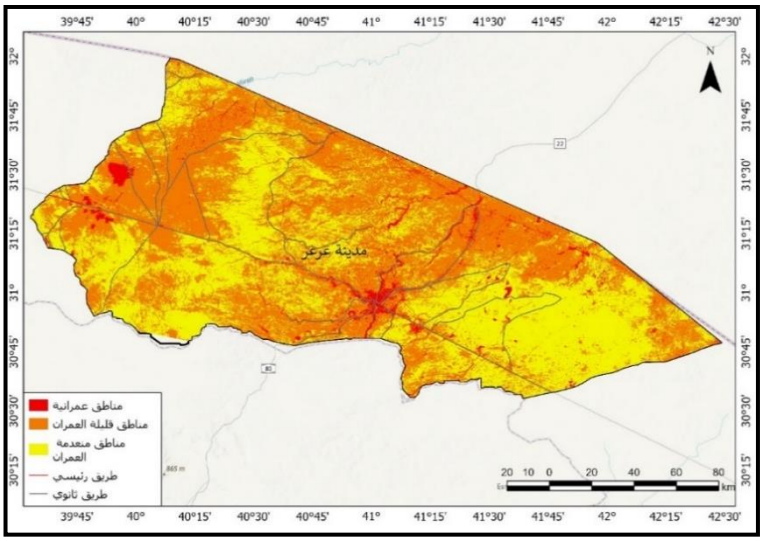
٢- <u>الملائمة تبعاً للمناطق العمرانية</u>

يجب أن تكون محطات توليد الطاقة الشمسية قريبة من المدن والقرى والمناطق الصناعية؛ مما يقلل التكاليف ويساعد على توفير الطاقة للاقتصاد. وأثبتت الدراسات أن المناطق البعيدة أكثر من ٥٠ كيلومتر عن المناطق السكنية ليست مناسبة اقتصاديًا لتوليد الطاقة الشمسية، ولا يجب إنشاء محطات الطاقة الشمسية داخل المناطق العمرانية لأنها تتطلب مساحات كبيرة، كمان أن المناطق العمرانية قد ينتج عنها مخلفات من ملوثات وغبار وأتربة قد تؤثر سلباً على كفاءة وأداء محطات الطاقة الشمسية.

ولاستنتاج المناطق العمرانية داخل مدينة عرعر تم تطبيق مؤشر الاختلاف الحضري Normalized Difference Built-up Index، وهو أحد المؤشرات المهمة المستخدمة في مجال الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد وتصنيف المناطق الحضرية والمبنية. يتم حسابه بناءً على قيم الانعكاس في نطاقي الطيف الأحمر القريب والأشعة تحت الحمراء القريبة، حيث تختلف هذه القيم بشكل كبير بين المناطق الحضرية والمناطق الطبيعية. حيث يعتمد مؤشر NDBI على حقيقة أن المواد الاصطناعية مثل الأسفلت والخرسانة الموجودة في المناطق الحضرية تعكس بشكل كبير في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة، بينما تمتص

النباتات بشكل كبير في هذا النطاق وتعكس بشكل كبير في النطاق الأحمر القريب، ويتم حساب المؤشر NDBI باستخدام الصيغة التالية (نصراوي والزيدية ،٢٠٢٣):

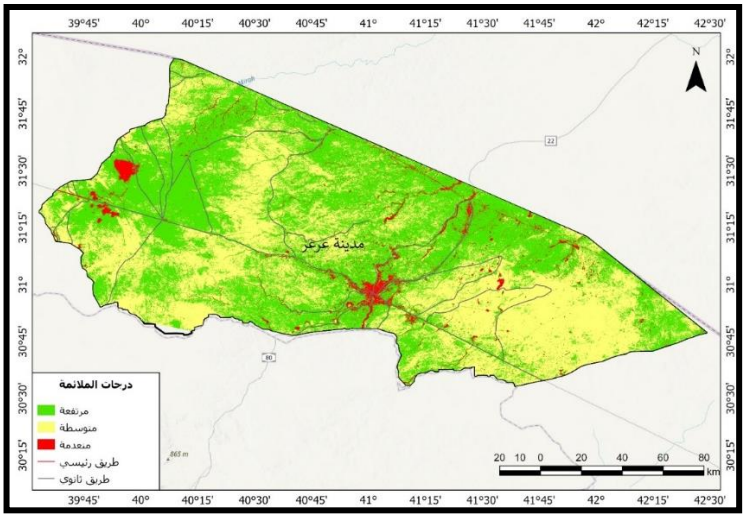
NDBI = (NIR – RED) / (NIR + RED) حيث NIR تشير إلى الأشعة تحت الحمراء – RED تشير إلى الأشعة الحمراء



المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (٧) مؤشر المناطق الحضرية بمدينة عرعر

ومن خلال تطبيق مؤشر المناطق الحضرية واستنتاج المناطق العمرانية بمدينة عرعر تم التقسيم الي خمس فئات، وأعلي فئة هي تلك المناطق قليلة العمران حيث إنها مناطق قريبة من العمران ويتخللها مساحات واسعة يمكن استغلالها في مشاريه تدعم النطاق العمراني وتم إعطاء الفئة الاعلي درجة ٥ واللون الاخضر هو المعبر عنها كما بشكل (٨).



المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

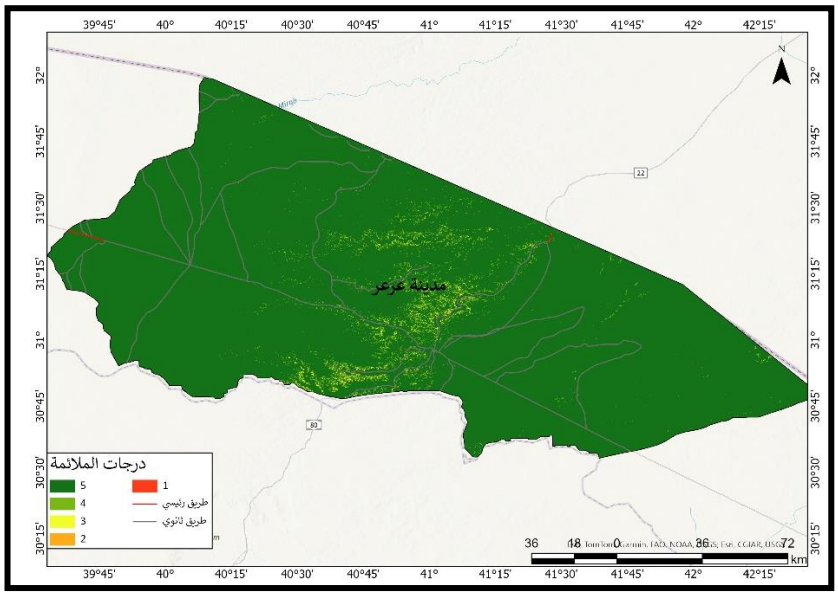
شكل (٨) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية تبعاً للمناطق العمرانية

خامساً: تصنيف منطقة الدراسة وفقاً لمعيار الملاءمة الطبوغرافية (التضاريس – الانحدار)

يعد معيار الملاءمة الطبوغرافية في أي مشروع ليس فقط في مشاريع الطاقة الشمسية، بل في جميع المشروعات من المعايير المهمة التي لابد من أخذها في الاعتبار، فيجب أن يكون سطح الارض متناسباً مع متطلبات المشروع الذي يجب أن يكون مسطحاً أو علي منحدر طفيف، حيث نضمن التثبيت المثالي لهياكل الالواح الشمسية، وتقليل تكلفة تسوية الارض.

١- **انحدار سطح الأرض:**

الموقع الأنسب لإنشاء محطات الطاقة الشمسية علي أراضي مسطحة أو شبه مسطحة بدرجات إنحدار أقل من ثلاث درجات، وتم تصنيف منطقة الدراسة تبعاً لدرجات الانحدار باستخدام slope surface analysis ومن ثم تم تقسيم ناتج الانحدار الي خمس فئات وإعطاء الفئة المثلي درجة ٥ و اللون الاخضر للفئة الملائمة، ويتضح من شكل (٩) أن مدينة عرعر تتسم باستواء سطحها بشكل عام ، وهذا عامل جيد حيث لا تعيق هنا الانحدارات مجال الاستثمار في إنشاء محطات الطاقة الشمسية .



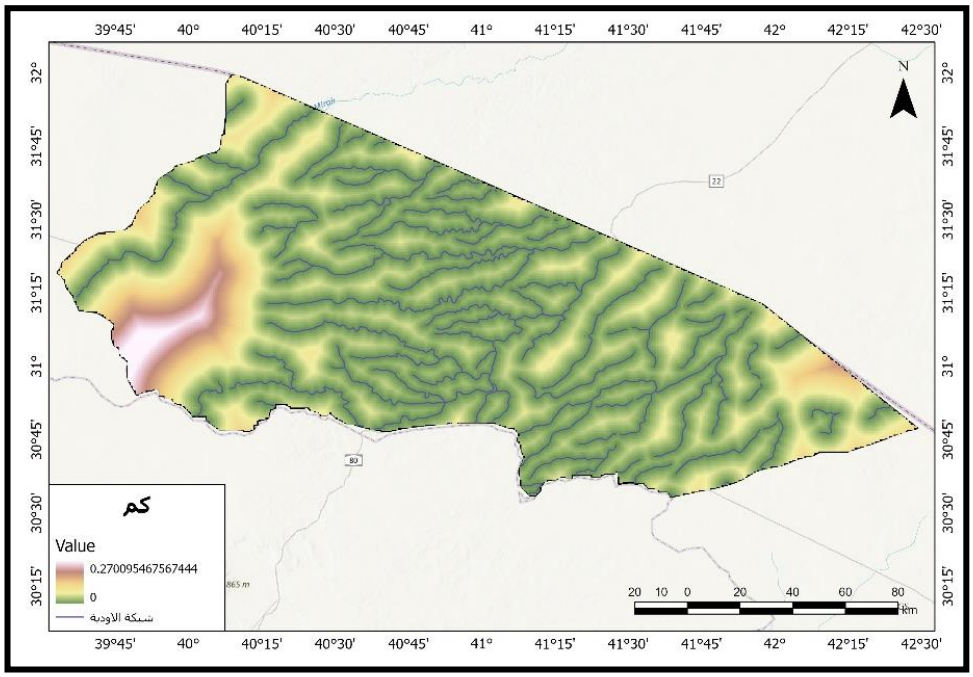
المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (٩) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية تبعاً لدرجات الانحدار

٢- **الاودية الجافة:** بالرغم من أن الأودية الجافة تبدو بيئة مثالية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية، إلا أنها تحمل في طياتها بعض التحديات التي يمكن أن تؤثر على أداء هذه المحطات وعمرها الافتراضي، حيث تسبب العواصف الترابية تآكلًا للألواح الشمسية وهياكل التثبيت، مما يؤدي إلى انخفاض كفاءتها، كما أن تراكم الرمال والأتربة على أسطح الألواح، مما يقلل من كمية

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد– مجلة علمية محكمة– ديسمبر ٢٠٢٤م

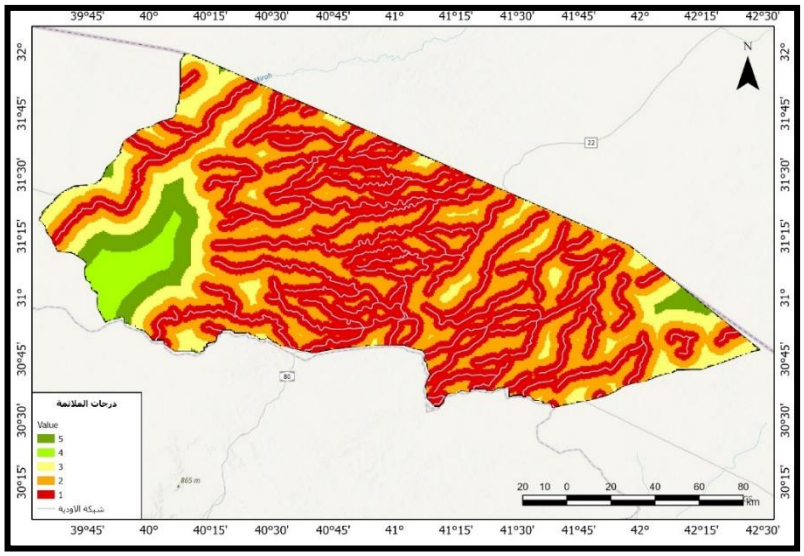
الإشعاع الشمسي التي تصل إليها وبالتالي يقلل من إنتاج الطاقة، ولكن أكثرها خطورة هي السيول المفاجئة التي تسبب تهديدات محتملة لمثل هذه المشاريع، حيث يمكن للسيول القوية أن تجرف الألواح الشمسية وهياكل التثبيت، مما يؤدي إلى تدميرها بشكل كامل، لذلك فإن أفضل الاماكن لإنشاء محطات الطاقة الشمسية لابد وأن تبعد فيما لا يقل عن ٥كم عن الاودية لكي يتم الحفاظ عليها. وتم استنباط شبكة الاودية من خلال نموذج الارتفاع الرقمي SRTM وتطبيق التحليلات الهيدرولوجية hydrology (fill – flow direction – flow accumulation– stream)، ومن ثم تم تحليل المسافة الاقليدية لها لحساب المسافات ونجد من الشكل التالي أن أغلب الاودية هي عبارة عن مسيلات أو أودية صغيرة لا تمثل خطراً بالغاً .



المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro.

شكل (١٠) المسافة الاقليدية لشبكة الاودية بمدينة عرعر

ومن خلال المسافة الاقليدية لشبكة الأودية تم تقسيم منطقة الدراسة الي خمس فئات طبقاً للملائمة المكانية لبناء محطة طاقة شمسية حيث تم اعتبار المناطق التي يقل بها المسافة عن واحد كم هي مناطق غير ملائمة وأن المناطق البعيدة نسبياً من الاودية هي الأفضل ، وتم إعطاء تلك الفئات أرقام من (١ :٥) واللون الملائم هو اللون الاخضر.

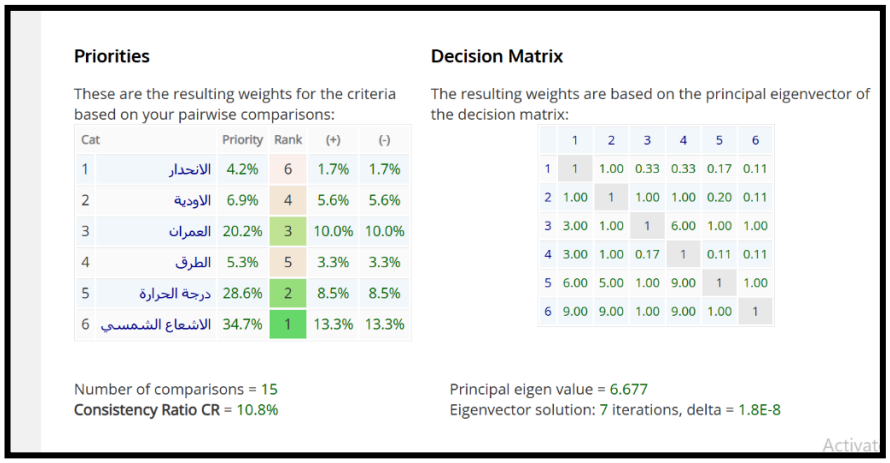


المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro

شكل (١١) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية تبعاً لشبكة الاودية .

سادساً : الملاءمة المكانية بمدينة عرعر لاختيار أنسب موضع لمحطات الطاقة الشمسية

بتطبيق نموذج الملاءمة لمحطات الطاقة الشمسية تم دمج طبقات المتغيرات كل معيار الاوزان الخاصة بكل فئة تم تحديدها، ثم بعد ذلك تم استخدام دمج الطبقات بناءً علي درجة تأثير (أهمية) المعيار من أجل اختيار أنسب مكان وذلك باستخدام تحليل weight overlay داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية حيث يعطي لكل طبقة وزن، وهو أداة تحليلية قوية تسمح بإعطاء أهمية نسبية للمعايير المختلفة ضمن مجموعة بيانات. بمعنى آخر، هي طريقة تجعل بعض المعايير "تزن" أكثر من غيرها في عملية التحليل. هذا الوزن يمكن أن يعتمد على عوامل مختلفة مثل الكثافة، القيمة، الأهمية، وذلك بعد تحديد اهميتها النسبية التي تم استخراجها باستخدام عملية التحليل الهرمي(AHP) حيث يقوم التحليل بمقارنة تلك المعايير فيما بينها لتحديد الأهمية النسبية لكل معيار. ثم نقوم بتقييم كل موقع مرشح بناءً على هذه المعايير وحساب وزن نهائي لكل موقع. وفي النهاية، يتم اختيار الموقع الذي يحصل على أعلى وزن ولتطبيق ذلك بشكل علمي باستخدام التحليل الهرمي تم مقارنه كل معيار مقابل المعايير الأخرى واعطاء درجة من ١ الي ٩ بناءاً علي الاهمية الفعلية لكل معيار ونتج عن ذلك مصفوفة توضح وزن كل معيار مقابل باقي المعايير كما ينتج النسب المئوية التي تعطي لكل معيار بناءاً علي درجة التأثير وكانت كالتالي بالترتيب (الاشعاع الشمسي – درجة الحرارة – العمران- شبكة الاودية – شبكة الطرق – درجة الانحدار) كما بشكل (١٢).



Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons:

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	الانحدار	4.2%	6	1.7%	1.7%
2	الاودية	6.9%	4	5.6%	5.6%
3	العمران	20.2%	3	10.0%	10.0%
4	الطرق	5.3%	5	3.3%	3.3%
5	درجة الحرارة	28.6%	2	8.5%	8.5%
6	الاشعاع الشمسي	34.7%	1	13.3%	13.3%

Number of comparisons = 15
Consistency Ratio CR = 10.8%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix:

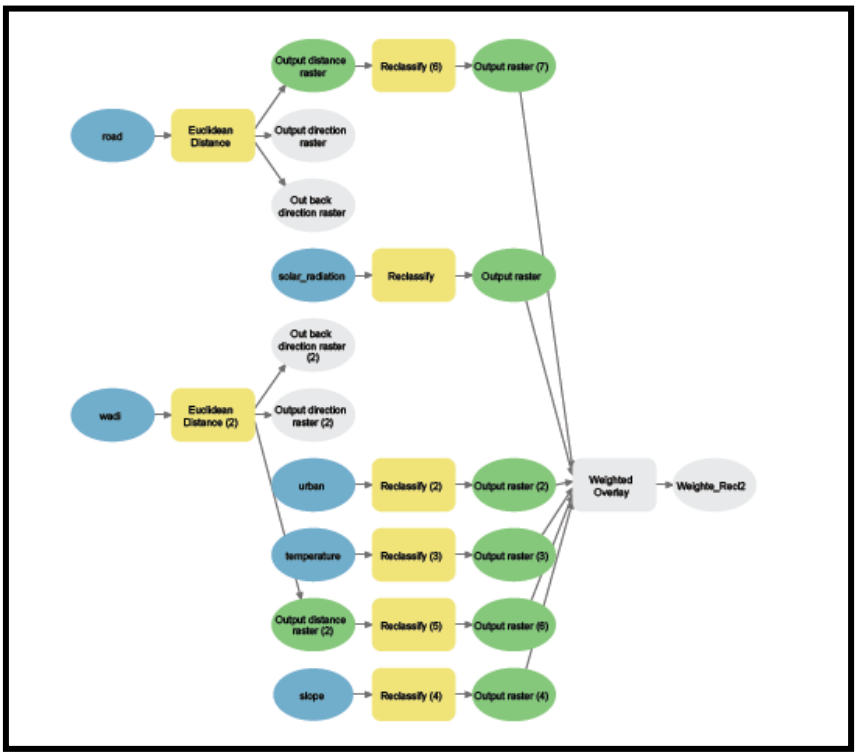
	1	2	3	4	5	6
1	1	1.00	0.33	0.33	0.17	0.11
2	1.00	1	1.00	1.00	0.20	0.11
3	3.00	1.00	1	6.00	1.00	1.00
4	3.00	1.00	0.17	1	0.11	0.11
5	6.00	5.00	1.00	9.00	1	1.00
6	9.00	9.00	1.00	9.00	1.00	1

Principal eigen value = 6.677
Eigenvector solution: 7 iterations, delta = 1.8E-8

المصدر : من عمل الطالب إعتماداً علي موقع https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.

شكل (١٢) الاوزان النسبية للمعايير

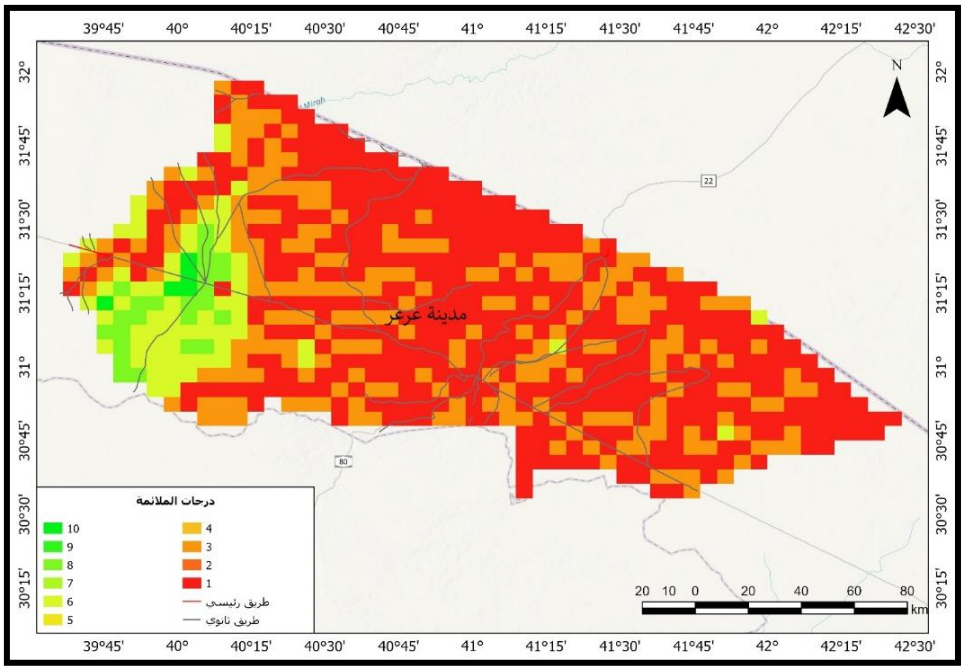
وبتطبيق النموذج التالي تم الحصول علي خريطة الملاءمة المكانية لمواقع محطات الطاقة الشمسية



المصدر: من عمل الطالب باستخدام model builder داخل بيئة ARCGISPRO

شكل (١٣) نموذج الملائمة المكانية

وكانت النتيجة هي تقسيم مدينة عرعر الي ١٠ فئات لدرجة تبعاً لدرجات الملاءمة، وكانت أفضل المناطق بالمدينة هي الجزء الغربي حيث أعلي تركيز من حيث الاشعاع الشمسي وأعلي درجة الحرارة وقليلة الانحدار وقريبة بشكل ما من المناطق العمرانية كما يتضح من الشكل (١٤).



المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج arcgis pro .

شكل (١٤) الملائمة المكانية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية بمدينة عرعر

النتائج والتوصيات

❖ النتائج

١. تستقبل منطقة الدراسة كميات مرتفعة جداً من الإشعاع الشمسي تتراوح بين (٢٠٠٠ – ٣٢٠٠ ك وات/س سنويا).

٢. الإمكانيات الكبيرة لمنطقة الدراسة في إمكانية انتاج الطاقة المتجددة غير مستغلة بالكامل لذلك يجب العمل على إقامة محطات لإنتاج الطاقة المتجددة في المناطق التي تم تحديدها من خلال منهجية القرار متعدد المعايير.

٣. يتناسب جنوب غرب منطقة الدراسة بشكل أكبر لإقامة مشروعات إنتاج الطاقة وذلك بسبب الإمكانيات الكبيرة التي تتمتع بها كمية الإشعاع الشمسي.

❖ التوصيات

١. العمل على استغلال الإمكانيات الكبيرة التي تمتلكها منطقة الدراسة في توليد الطاقة المتجددة من الشمس لتوفير الطاقة والحصول على خدماتها بشكل معقول.

٢. ضرورة مراعاة كافة المعايير التي تم التنويه إليها عند إنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية وذلك لضمان استمرارية الإنتاج دون وجود عوائق.

٣. تشجيع التعاون مع الدول المتطورة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها.

٤. توفير بيانات دقيقة لاستغلالها بشكل عام لمصادر الطاقة الشمسية للتخطيط واستخدامها في مجال الطاقة المتجددة.

❖ المراجع

١. أحمد، بشارة وآخرون. (٢٠٢٤)، أطلس تقنيات الطاقة الشمسية(الخلايا الشمسية والطاقة الشمسية المركزة)وطاقة الرياح في ليبيا، مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي.

٢. الباكري، عبدالقادر بن أحمد بن باكر.(٢٠٢٣).التوجه نحو الاستثمار في الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية" :الموارد المتاحة، الفرص والتحديات والجهد المبذول "الفترة ٢٠١٤– ٢٠٢١ م.المجلة العربية للدراسات الإسلامية والشرعية، ع 25 ،378 – 331 .

٣. الزهراني، أشواق محمد، والجاسر، لميعة عبدالعزيز محمد .(2022) .الاستثمار الأمثل للطاقة المتجددة لتحقيق التنمية الإقليمية المستدامة في المملكة العربية السعودية وفق رؤية 2023مجلة العلوم الإنسانية والإجتماعية، مج ,6 ع 15 ،. 143 – 130 .

٤. المطيري، مطيرة بنت خويتم هلال .(2014) .درجات الحرارة في وسط المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية :دراسة في الجغرافيا المناخية.رسائل جغرافية، الرسالة 407 ، . 75 – 1 مسترجع

٥. المطيري، مطيرة بنت خويتم هلال. (٢٠٢١) تقدير إجمالي الإشعاع الشمسي اليومي بمنطقة الرياض وسط المملكة العربية السعودية.رسائل جغرافية، الرسالة٤٩٦.

٦. المندلاوي، عمار عبدالرحيم حسين.(٢٠١٩). تحليل الخرائط الإستنتاجية لانتخاب أفضل المواقع لإقامة مشاريع الطاقة الشمسية في جنوب العراق.مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية،مج٤٤،ع٤.

٧. النعيمات، أحمد حسين نجم، و الكساسبة، صالح .(2022) .تطبيقات تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع الطاقة الشمسية في محافظة معان– الأردن.مجلة العلوم الاجتماعية،مج٥٠.

٨. حسن، ياسر محمد عبدالموجود .(2016) .الإشعاع الشمسي وأثره في إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في مصر.مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد،ع٤.

٩. داود، جمعة، وآخرون .(٢٠١٧) ، تحديد أفضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الإدارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير،الملتقى الوطني الحادي عر لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، جامعة الأمام عبدالرحمن بن فيصل.

١٠. درويش، إبراهيم .(2017) .آثار غطاءات الأرض وإستخداماتها في تباين درجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.مجلة العلوم الاجتماعية، مج٤٥،ع٣.

١١. ربيع ،دنيا و بشير،أحمد حسين وغانم،عصام جمال سليم.(٢٠٢٤)، دور الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة،مجلة الدراسات والبحوث البيئية ،ع١٤ ،١٧–٤٤ .

١٢. طه،دلير عزيز وإسماعيل أحمد جليل .(٢٠٢٤)، المقومات الجغرافيه لانشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي (محافظة السليمانية دراسة حالة) ،المجلة الاكاديمية لجامعة نوروز.

١٣. عبدالسميع، ريما محمد محمد(٢٠٢١) .تحديد أفضل المواقع لتركيب ألواح الخلايا الشمسية بمنطقة الجبل الأخضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " GIS " لغرض رفع الكفاءة.المجلة الليبية العالمية،ع١٥٢ ,١-٢٧.

١٤. عكاشة، هاجر سعد محمد .(2021) .الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية : الواقع والمأمول:دراسة في الجغرافيا الاقتصادية.مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية، ع 51، 295 - 270

١٥. فتحي،حاتم طارق حاتم و شرف،محمد إبراهيم محمد .(٢٠٢٢). الموقع الامثل لمحطات إنتاج الطاقة الشمسية بإقليم قناة السويس بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير ، جامعة الاسكندرية .

١٦. كهار، عبدالكريم عباس كريم، و الجبوري، عدنان كريم كهار .(2020) .إمكانات استثمار الإشعاع الشمسي والرياح لإنتاج الطاقة المتجددة :محافظتا السليمانية والمثنى : دراسة مقارنة.مجلة العلوم الانسانية، مج ٢٧،ع٤.

١٧. محمد ربيع فرج، حسام ثابت صدقي، إنتاج الطاقة الكهروشمسية من محطة بنبان وانعكاسه على أبعاد التنمية المستدامة بمحافظة أسوان "دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد – العدد التاسع عشر (الجزء الثاني)، ٢٠٢٤

١٨. ياسين،علي مجيد و عجرش،حامد سفيح .(٢٠٢١)، بناء أنموذج التوقيع المكاني المفضل لمزارع خلايا الطاقة الشمسية في قضاء القائم باستخدام،مجلة ذي قار ، مج٣٤،ع٢.