التوزيع الأمثل لمواقع استغلال الطاقة الشمسية بمحافظة النعيرية
باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د. شريف عبد السلام شريف عبد الخالق

أستاذ مشارك الجغرافيا الاقتصادية

كلية الآداب – جامعتي: بورسعيد بمصر والإمام عبد الرحمن بن فيصل بالسعودية

الباحثة: فوزية علي أحمد آل سرور

كلية الآداب – جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل

(1440 هـ - 2018م)

تقديم:

تعد الطاقة الكهربائية عصب الحياة في الوقت الحاضر؛ إذ يعتمد عليها السكان بالدرجة الأولى في استخداماتهم اليومية، وتجتمع عوامل عدة في تحديد أهمية توفير الكهرباء لمجتمع ما، ولعل أبرزها: الكثافة السكانية التي تؤثر بدورها في زيادة نسب الاستهلاك، والتطور الحضاري وما ينتج عنه من توسع في التقنيات والأجهزة الكهربائية بحيث تساعد في رفع نسب الاستخدام، بالإضافة إلى زيادة الأنشطة الصناعية والزراعية وتحلية مياه البحر وغيرها من الأنشطة الأخرى.

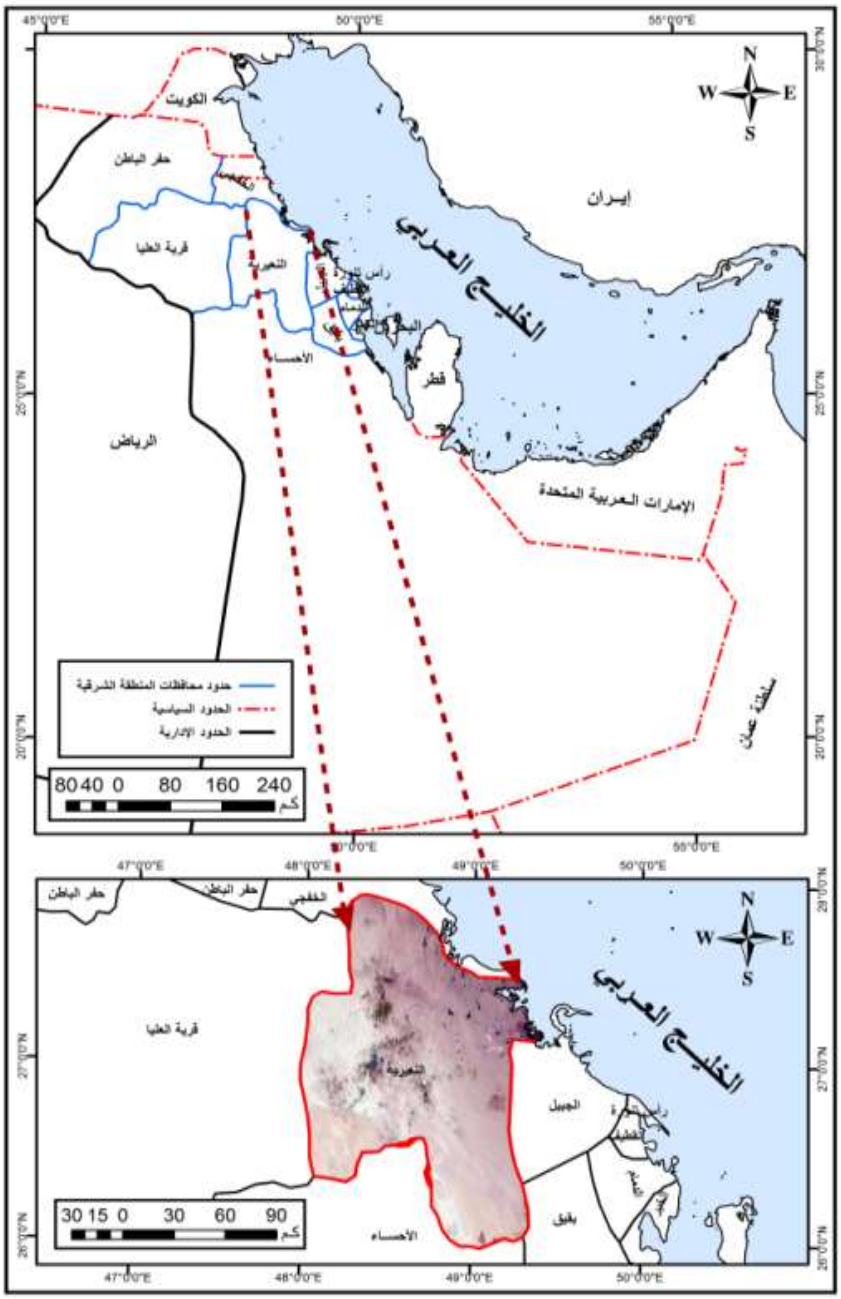
وتعتمد المملكة العربية السعودية في إنتاج الطاقة الكهربائية على مصادر الوقود الأحفوري التي تعرف بأنها مصادر ناضبة وتنبعث منها الملوثات البيئية، ومن ناحية أخرى فهي مؤثرة اقتصاديًا وسياسيًا. لذا سعت المملكة في المُضِيِّ قدمًا في البحث والإفادة من مصادر أخرى لإنتاج الطاقة الكهربائية؛ لتحقيق ما يعرف "باستدامة الطاقة " من خلال الخطة السياسية لتطوير المملكة والنهوض بأركانها (2020 – 2030م) حيث تهدف لتحقيق 9.5 جيجا وات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وتهدف خطة مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة لتحقيق 41 جيجا وات (16 من الطاقة الشمسية الكهروضوئية و25 من الطاقة الشمسية المركزة) + 17.6 جيجا وات من الطاقة النووية.

وتحظى المملكة بنصيب عالٍ من الإشعاع الشمسي الساقط على أراضيها؛ حيث يصل عدد الأيام المشمسة إلى حوالي 300 يوم كل عام في معظم مناطقها، وبناء على دراسة (Kettani and Lam)1974 م يتراوح

متوسط الإشعاع الشمسي على أرض المملكة ما بين 409 - 663 سعر / سم2 / يوميا وأقل قيمة كانت في المنطقة الشمالية الغربية، وأعلاها كانت في الربع الخالي وفي منطقة الأحساء على ساحل الخليج العربي خلال شهر يونيو1970م رصدت 625 سعر /سم2/ يوميا. (زهران، 2013م، ص289). وقد برزت في الآونة الأخيرة محطات تعتمد على استخدام الطاقة الشمسية وعلى سبيل المثال منها: (محطة تحلية مياه البحر المالحة باستخدام الطاقة الشمسية بمحافظة الخفجي، ومحطة ضبا الخضراء لتوليد الطاقة الشمسية والدورة المركبة في منطقة تبوك).

وتُكمن أهمية إيجابيات الطاقة الشمسية في أنها مصدر غير ناضب، وتحفظ البيئة السكانية من انبعاثات الملوثات الضارة على المدى الطويل، كذلك تحقق الفائدة الاقتصادية من خلال إمداد السكان بالكهرباء باستخدامها بحيث تكفل خفض الاستهلاك من مصادر الوقود الأحفوري، ورفع معدلات التوعية المجتمعية ولا تقف فائدتها الاقتصادية على مستوى السكان بل تشمل اقتصاد الدولة من حيث التنوع الاقتصادي، والدخول في منافسة السوق العالمية.

وتقع محافظة النعيرية في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة الشرقية، حيث تحدها من الشرق محافظة الجبيل ومن الشمال الشرقي ساحل الخليج العربي ومن الشمال محافظة الخفجي ومن الغرب قرية العليا، ومن الجنوب محافظة الأحساء، وفلكياً تقع بين دائرتي عرض (40 ´ 26 º و30 ´ 27 º شمالاً)، وبين خطي طول (20 ´ 48 º و10 ´ 49 º شرقاً). شكل رقم: (1).



شكل رقم: (1) الموقع الجغرافي والفلكي لمحافظة النعيرية بالمنطقة الشرقية

وتتميز المحافظة بأن معظم أراضيها صحراوية تقل فيها التجمعات العمرانية، ومن حيث المساحة تأتي بالمرتبة الرابعة بالنسبة لمحافظات المنطقة الشرقية حيث تبلغ مساحتها الإجمالية 15 ألف كم2. (موسوعة

المملكة العربية السعودية، 1428هـ، ص15).

ويبلغ إجمالي عدد سكانها في عام1431هـ 52403 ألف نسمة ويتوقع في عام 1446هـ أن يصل تعداد السكان إلى 71719 ألف نسمة. (وزارة الاقتصاد والتخطيط، 1431- 1447هـ، ص13).

أهداف الدراسة: تستهدف هذه الدراسة التطبيقية

- معرفة معدلات الإشعاع الشمسي التي تصل لمحافظة النعيرية خلال فترة زمنية معلومة.

- تطبيق التقنيات الحديثة لتحديد المناطق التي تحقق الاستفادة في استخدام الطاقة الشمسية بالمحافظة مستقبلاً.

- الخروج بخرائط توضح أعلى وأدني مناطق الاستفادة من كميات الطاقة الشمسية، وتحديد المناطق المثلى للطاقة والشمسية واستغلالها اقتصاديا.

- الإسهام في نشر أبحاث تهتم بدراسة الطاقة الشمسية من الناحية الجغرافية الاقتصادية بوصفها جزءًا من تحقيق رؤية المملكة العربية السعودية لعام 2020- 2030م.

تساؤلات الدراسة:

- هل تعد محافظة النعيرية من المناطق التي يُمكن استغلالها بإنشاء مشاريع الطاقة الشمسية؟

- ما المساحة الفعلية التي يمكن إنشاء محطات طاقة شمسية عليها بحيث تخدم سكان المنطقة في إمداد الطاقة الكهربائية؟

- أين تتركز أعلى وأدنى قيم الإشعاع الشمسي في محافظة النعيرية؟

- هل تتلاءم الظروف البيئية في المنطقة لتطبيق مشاريع الطاقة الشمسية؟

مصادر جمع بيانات الدراسة:

- وزارة البيئة والمياه والزراعة / أطلس مصادر الطاقة المتجددة: من خلالهما جمعت بيانات الإشعاع الشمسي للفترة الممتدة من عام (1980- 2016 م).

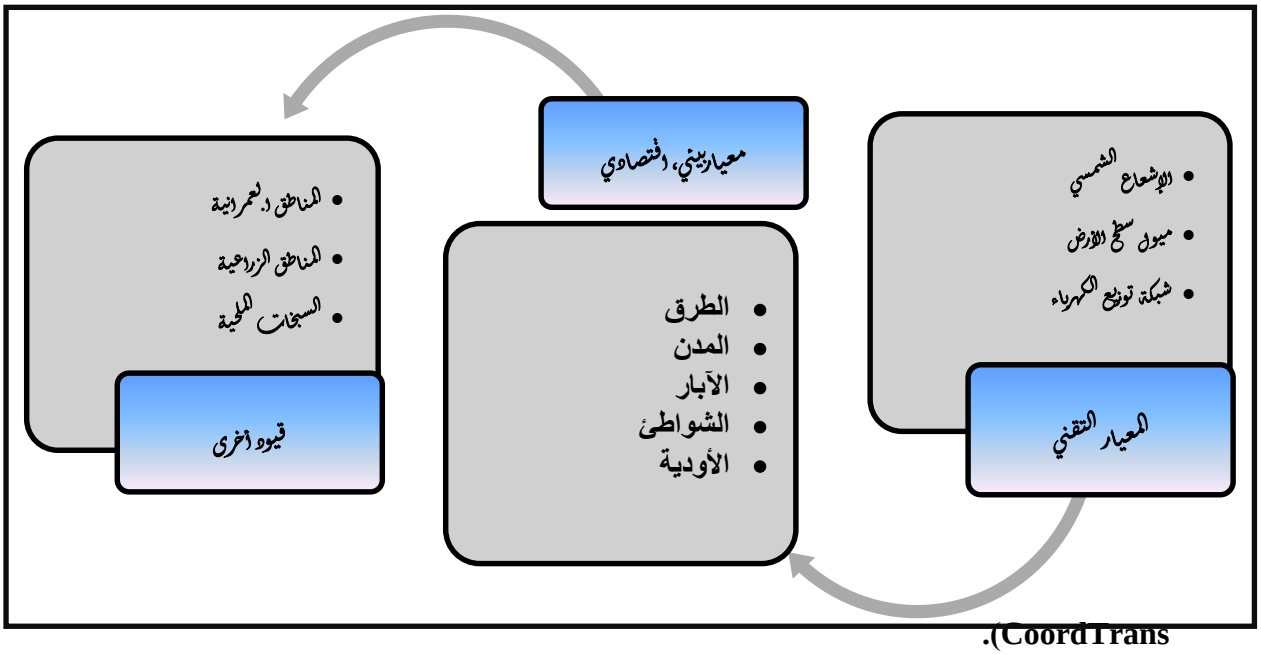
- الهيئة العامة للمساحة: اعتمد عليه في الحصول على خريطة طبوغرافية للمملكة العربية السعودية، مقياس رسم 1: 2000.000، الطبعة الثالثة 1433هـ في رسم بعض الظواهر المساحية والنقطية والحصول على بعض البيانات بصيغة (Shape file).

- الموقع الإلكتروني لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (Earth Explorer): من خلال الموقع تم الحصول على مرئيات الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية حديثة لعام 2018م (STRM1)[1] بدقة 30×30 متر.

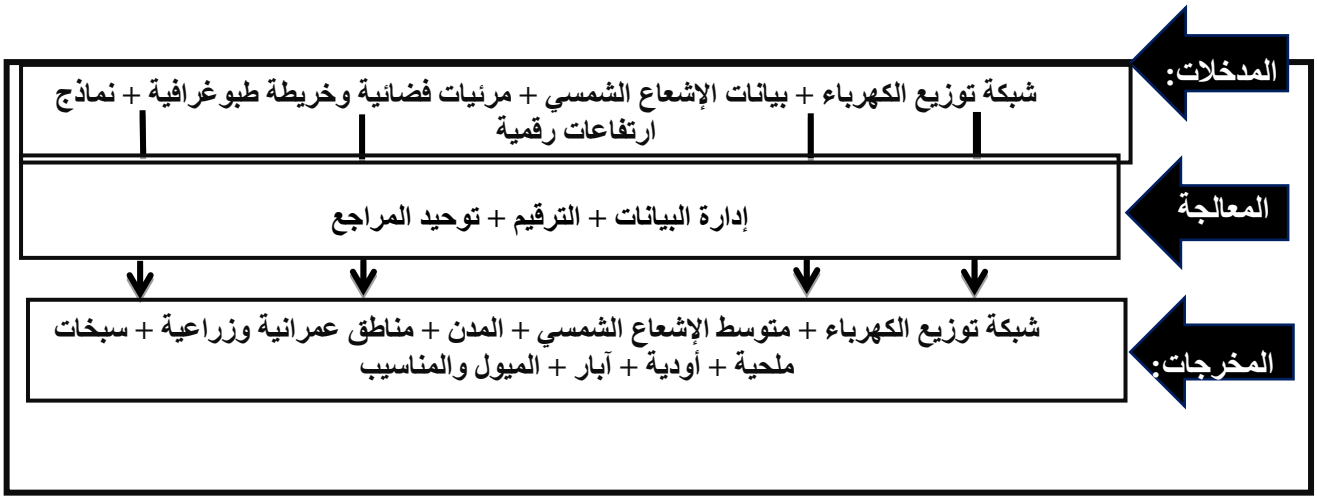
- الموقع الإلكتروني لشبكة الطرق المفتوحة (Open Street Map): تم الاعتماد عليه في الحصول على شبكة الطرق والمناطق العمرانية.

مناهج الدراسة وأساليبها:

تنوعت المناهج المستخدمة في هذه الدراسة حيث تم استخدام المنهج الإقليمي في دراسة إمكانيات الطاقة الشمسية، واستخدام منهج التحليل المكاني لإبراز الاختلافات المكانية وتحليلها بمنطقة الدراسة، وتم تطبيق أسلوب المعايير المتعددة الذي يهدف إلى التوصل إلى نموذج نهائي يُمكن الحكم من خلاله على مدى الملاءمة المكانية لإنشاء محطات طاقة شمسية شكل رقم: (2).واشتملت منهجية إعداد بيانات الدراسة كما في شكل رقم: (3) جمع البيانات ثم معالجتها وصولا للمخرجات، واستُخدِمت مجموعة من البرامج في عملية التطبيق العملي وهي كما يأتي: (Global Mapper، Microsoft Excel، Arc Map، Arc Catalog، Franson CoordTrans).



(1) (STRM1): يقصد به النموذج الذي يتمتع بقوة توضيحية أفقية (horizontal resolution) تبلغ 1 ثانية أي حوالي 30 متر وهذا يعني أن المسافة الأفقية بين كل نقطتين متتاليتين معلوم الارتفاع عندهما تبلغ 30 متر ويُعد هذا النموذج من أدق نماذج (STRM) الثلاثة (داود، جمعة، 2012م، ص211).



شكل رقم: (3) منهجية إعداد بيانات الدراسة

وتتمثل آلية بناء النموذج وتحقيق الملاءمة المكانية في برنامج (Arc Map) من خلال تطبيق التحليلات الرئيسية التالية:

الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات الجغرافية تطبيق أسلوب المعايير المتعددة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في مجالات الطاقة المتجددة وغيرها من المجالات الأخرى إلا أنه تم التركيز في الدراسة على جانب توظيف هذه التقنية في جانب الطاقة الشمسية.

ومن الدراسات التي أجريت في المملكة العربية السعودية دراسة (داود، جمعة؛ والغامدي، خالد؛ ومندور، مسعد.2017م) بعنوان: تحديد أفضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الإدارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير. حيث ركزت على تطبيق أسلوب المعايير المتعددة بناءً على عدة بيانات للمنطقة، وتوصلت إلى أن كافة مناطق مكة المكرمة مناسبة لإنشاء مشاريع الطاقة الشمسية بنسب ملائمة تتراوح ما بين 47 % و97% وبمتوسط يبلغ 80%.

ومن الدراسات التي أجريت خارج المملكة العربية السعودية دراسة (عويضة، محمد، 2017م) بعنوان:

التحليل المكاني للإشعاع الشمسي وإمكانات توليد الطاقة في محافظة الوادي الجديد: دراسة في المناخ التطبيقي. حيث تناولت الدراسة الاشعاع الشمسي في المحافظة وإمكانيته المكانية ثم طبقت أسلوب المعايير المتعددة واستنتجت بأن معظم أنحاء منطقة الوادي الجديد مناسبة لإقامة مشروعات الطاقة الشمسية بدرجات ملائمة تراوحت ما بين 47 % و97% بمتوسط 80 % ويعد الجزء الشمالي الغربي من أنسب الأماكن لتوطين استخدامات الطاقة الشمسية؛ حيث قوة الإشعاع الشمسي واستواء السطح والقرب من شبكة الطرق والشبكة العامة للكهرباء ورخص أسعار الأراضي وتوافرها.

ودراسة (جاد الرب، ياسمين، 2013م) بعنوان: الطاقة المتجددة في مصر-دراسة في الجغرافية الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. حيث تناولت الدراسة مواضيع متعددة في الطاقة المتجددة بمصر من الناحية الجغرافية الاقتصادية، واختتمت الدراسة بتحديد أفضل المواقع لاستغلال الطاقة المتجددة باستخدام أسلوب المعايير المتعددة، واستنتجت بأن ملائمة النصف الجنوبي من شبه جزيرة سيناء، وشمال ووسط الصحراء الغربية، ومناطق متفرقة بالصحراء الشرقية بشكلٍ ممتازٍ اقتصادياً لطاقة الرياح، ومنطقة الواحات الخارجة، وجنوب واحة سيوة، ووسط سيناء، وفي الهامش الصحراوي الشرقي لمحافظتي أسوان والأقصر لزراعة أشجار الجاتروفا لإنتاج طاقة الوقود الحيوي.

ونتناول هذا الموضوع من خلال معالجة النقاط الأتية:

أولاً: الظروف الأرضية بمحافظة النعيرية:

تعد مدينة النعيرية المقر الرئيس للمحافظة وتندرج مجموعة من المراكز الإدارية في محافظه النعيرية كما يوضحها جدول رقم: (1) وتتوزع هذه المراكز في الأجزاء الوسطى والجنوبية بحيث تم تسميتها (المدن) في شكل رقم: (4) وبالرغم من وقوع المحافظة في منطقة جافة ومحاطة بالرمال فإن عددا من الآبار ينتشر على أراضيها يصل عددها إلى حوالي 9 آبار.

جدول رقم: (1) المراكز الإدارية التابعة لمحافظة النعيرية

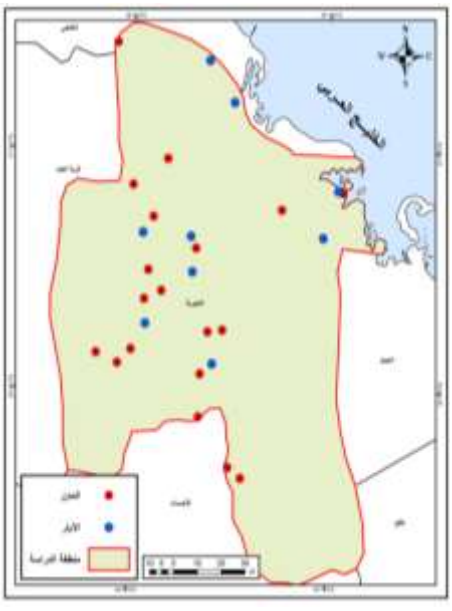
اسم المركز	الفئة	اسم المركز	الفئة
مدينة النعيرية	مقر المحافظة	مركز الحناه	ب
مركز الصرار	أ	مركز العيينة	أ
مركز مليجة	أ	مركز الزين	أ
مركز حنيذ	أ	مركز نطاع	أ
مركز القليب	أ	مركز السلمانية	أ
مركز عتيق	أ	مركز هجرة النقيرة	ب
مركز الكهفة	أ	مركز غنوى	ب
مركز الحسي	أ	مركز هجرة المليحة	ب
مركز الصحاف	أ	مركز أم السواد	ب
مركز ثاج	أ	مركز الهليسية	أ
مركز الونان	أ	مركز مغطي	ب
مركز شفيه	ب	مركز جنوب الصرار	أ
مركز أبوميركة	ب	مركز عرج	ب

المصدر: المركز الوطني للوثائق والمحفوظات، الديوان الملكي، المملكة العربية السعودية، 2017م.

وتبلغ عدد المراكز الادارية بمنطقة الدراسة 26 مركز عمراني بما فيهم مدينة النعيرية مقر المحافظة

حيث يغلب على المنطقة السطح شبه المستوي، كذلك هو الحال في جميع أراضي المنطقة الشرقية لخلوها من المرتفعات الجبلية، وانتشار الهضاب والصحاري على أراضيها. ويلاحظ من خلال شكل رقم: (6،7) انخفاض سطحها حيث يصل أدنى منسوب للسطح إلى - 31 مترًا بالقرب من الساحل ويزداد تدريجيًا حتى يصل إلى 232 مترًا في الناحية الجنوبية الغربية وبمتوسط 151.47 متر. ومن خلال حساب ميول السطح وجد أنه تصل أدنى درجة للميول 1.8 وأقصى درجة 43.1 بمتوسط 12.6 درجة. وتمتد شبكتا الطرق والكهرباء شكل رقم: (8) حيث تغطي شبكة الكهرباء الأجزاء الشمالية والوسطى بينما يلاحظ أن شبكة الطرق تزيد كثافتها بالقرب من الجهة الموازية للخليج العربي، ومن الناحية الشمالية الغربية وتحديدا في مدينة النعيرية بحيث يتناسب هذا التوزيع مع التجمعات العمرانية للمنطقة.

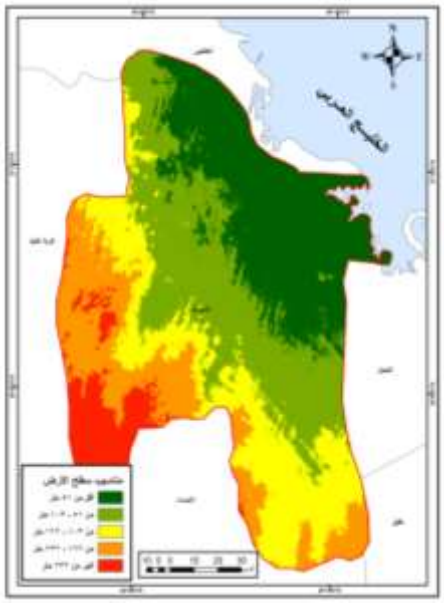
د. شريف عبد السلام شريف عبد الخالق
الباحثة: فوزية علي أحمد آل سرور



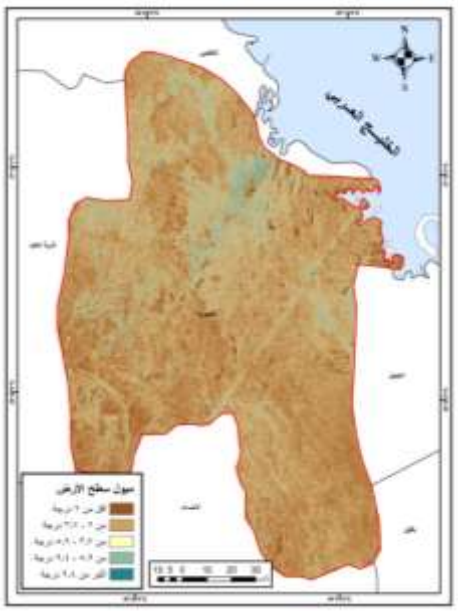
شكل رقم: (4) المدن والآبار
فى محافظة النعيرية

شكل رقم: (5) المناطق العمرانية
والزراعية في محافظة النعيرية

شكل رقم: (6) الطرق
والكهرباء والأودية في محافظة
النعيرية



شكل رقم: (7) مناسيب سطح
الأرض في محافظة النعيرية



شكل رقم: (8) ميول سطح
الأرض في محافظة النعيرية

ثانياً: الظروف البيئية بمحافظة النعيرية:

يؤثر الموقع الفلكي والجغرافي وبعض العوامل الأخرى على معرفة ما إذا كانت المنطقة جيدة للاستفادة منها في إنشاء محطات للطاقة الشمسية أم غير جيدة.

تدخل مناطق المملكة العربية السعودية كافة في نطاق الحزام الشمسي الذي يتميز بفيض من الإشعاع الشمسي مقارنة بالدول الأخرى من العالم، إضافة إلى ذلك تقع المنطقة الشرقية والتي تمثل النعيرية إحدى محافظاتها في النطاق المداري الجاف الذي يتقاطع مع مدار السرطان، حيث يصل أعلى نصيب من الاشعاع الشمسي عليه وخاصة في شهري يونيو ويوليو من فصل الصيف وكلما ابتعدنا عن المنطقة المدارية شمالا قلت كمية الإشعاع الشمسي تدريجيًا.

ومن حيث الموقع الجغرافي يلاحظ بأن جزءًا كبيرًا من المحافظة يبدو داخليًا وتحيط به مجموعة من المحافظات وهي: (محافظة الجبيل، محافظة الأحساء، محافظة الخفجي، محافظة قرية العليا) في حين يطل جزء صغير منها على مياه الخليج العربي في شمالها الشرقي لذا فإن تأثير الظواهر الداخلية كالصحاري والهضاب ذات الطابع الجاف الحار هي السمة الغالبة على المحافظة بينما يقتصر تأثير الرطوبة على المنطقة القريبة من الخليج العربي.

وتسهم طبيعة المنطقة المنبسطة وانتشار الرمال على أراضيها في زيادة نشاط حمل الرياحِ للرمالَ من فترة لأخرى، وتؤثر حركة الرياح إما ايجابًا وإما سلبًا على محطات الطاقة الشمسية، فمن الناحية الإيجابية تساعد حركة الرياح في التقليل من معدلات الحرارة المرتفعة، في حين يؤدي نقل الرياح للرمال وذرات الغبار وتراكمه على ألواح الخلايا الشمسية إلى التقليل من كفاءة إنتاجية الكهرباء في محطات الطاقة الشمسية في المستقبل.

ويستنتج من ذلك أن عامل الموقع الفلكي والجغرافي لمحافظة النعيرية قد يحققان وصول الإشعاع الشمسي بكميات كبيرة، إلا أن تأثير فصول السنة وامتداد المحافظة قد يجعل تأثير حصول بعض المناطق أعلى من غيرها، وتشكل بعض العوامل الأخرى تحديات في سبيل تحقيق التنمية في مجال الطاقة الشمسية كتراكم الغبار وحركة الرياح ونقلها للرمال، إضافة لعامل الرطوبة حيث يمكن التغلب عليها في ظل التطورات والابتكارات التقنية والعلمية في مجال الطاقة الشمسية.

ثالثاً: الظروف المناخية بمحافظة النعيرية:

كُلِّفَتْ مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة منذ عام 1431هـ أن تكون الجهة المسؤولة في المملكة العربية السعودية عن رصد بيانات الإشعاع الشمسي، وكذلك موارد الطاقة المتجددة الأخرى وقد توزعت مجموعة من محطات الرصد في مناطق متعددة من المملكة يصل عددها إلى (54) محطة.

وتغطى المنطقة الشرقية (6) محطات رصد تتوزع في المناطق الآتية: (الكلية التقنية بحفر الباطن،

المؤسسة العامة لتحلية المياه بالجبيل، المؤسسة العامة لتحلية المياه بالخفجي، جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، جامعة الملك فيصل) وبناء على ذلك فإن قيم الإشعاع الشمسي تشمل 6 مناطق وهي: (حفر الباطن، الجبيل، الخفجي، الدمام، الظهران، الأحساء) وتستثنى محافظة النعيرية إحدى محافظات المنطقة الشرقية من هذه المحطات؛ لذا تم اللجوء إلى أسلوب "الاشتقاق المكاني" الذي يهدف لاستنباط قيم المواقع المجهولة بناء على القيم المعلومة والمقاربة لها مكانيًا.

وقد بدأت المملكة في السابق بقياس معدلات الإشعاع الشمسي في عام 1368هـ بانتظام بمعرفة وإدارة تنمية موارد المياه التابعة لوزارة الزراعة، وقد تم تعزيز هذا النشاط فيما بعد بالقياسات التي تؤخذ من مصلحة الأرصاد وحماية البيئة (وزارة الاقتصاد والتخطيط، 1400- 1405هـ، ص171).

وتشمل المحطات التابعة لوزارة الزراعة آنذاك (6) محطات للرصد وهي: (يبرين، القطيف، الهفوف، الصرار، أم عقلا، حرض)، حيث تشمل المناطق الآتية: (الأحساء، القطيف، النعيرية، قرية العليا).

جدول رقم: (2) متوسط الإشعاع الشمسي في محافظة النعيرية من عام1980-2016م

فصول السنة	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف		
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
المتوسط	121.07	137.57	144.67	151.94	175.62	182.74	206.99	239.03	214.93	191.07	170.54	135.79
	134.43			170.10			220.31			165.80		

المصدر:
- وزارة البيئة والمياه والزراعة، أطلس الطاقة المتجددة بالمملكة العربية السعودية.

ويتضح من الجدول السابق أن متوسط الإشعاع الشمسي في محافظة النعيرية يتباين من فصل إلى آخر من فصول السنة، حيث بلغ المعدل العام للمتوسط السنوي 172.66 كيلووات، ويصل لأقصى مستوياته في فصل الصيف ويمثل شهر يوليو الأكثر استقبالا لكمية الاشعاع بمتوسط 239.03 كيلووات.

بينما يصل لأدناها في فصل الشتاء حيث يمثل شهر ديسمبر الأقل بمتوسط 121.07 كيلووات وتتقارب المتوسطات في فصلي الخريف والربيع.

وتتباين قيم متوسط الإشعاع على امتداد المحافظة، فترتفع في المناطق الجنوبية وتقل القيم بالاتجاه

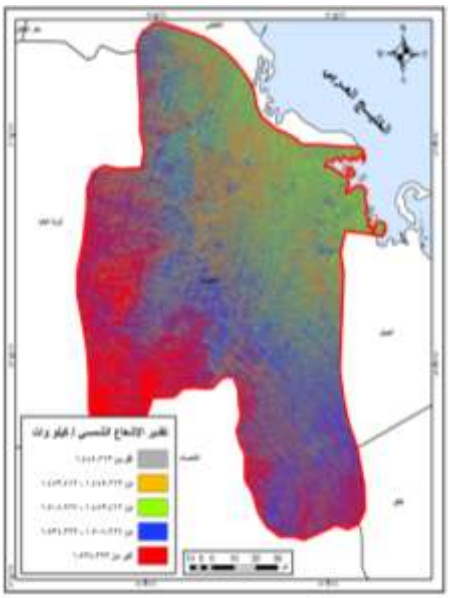
الشمالي عند حدودها مع محافظة الخفجي شكل رقم: (9) إلا أن هذا التباين لا يشكل فارقاً واضحاً حيث تتراوح كل قيم متوسط الإشعاع ما بين 4.25- 4.42 كيلووات بمتوسط 4.37.

وتشير بيانات تقدير متوسط الإشعاع الشمسي لعام 2018م شكل رقم: (10) حسب الشهور إلى انخفاض الإشعاع في المنطقة القريبة من ساحل الخليج العربي من ناحية الشرق حيث تتخذ درجات اللون الأخضر والأصفر وكذلك في المنطقة الوسطى في حين تتزايد المعدلات في الأجزاء الجنوبية الغربية ويدل اللون الأزرق والأحمر على شدته في هذه المنطقة.

ويستنتج من ذلك اختلاف ما يصل لمحافظة النعيرية من نصيب الإشعاع الشمسي على مستوى المكان والزمان فيشكل فصل الصيف الأعلى وتحديدا في شهر يوليو، وكذلك بالنسبة للمناطق؛

فترتفع معدلات الإشعاع في المناطق الجنوبية والوسطى في حين يقل الاشعاع في فصل الشتاء وتحديدا في فصل ديسمبر كذلك يقل فالمناطق الشمالية بشكل واضح

شكل رقم: (9) متوسط الإشعاع الشمسي في محافظة النعيرية



شكل رقم: (10) تقدير الإشعاع الشمسي في محافظة النعيرية لعام 2018م

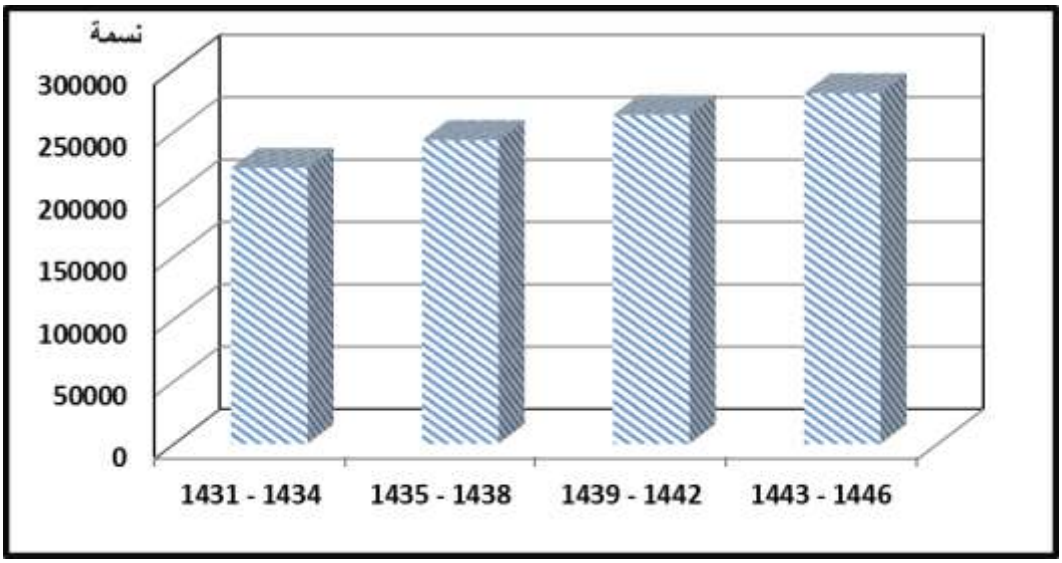
رابعاً: الظروف السكنية والسكانية بمحافظة النعيرية:

يعتمد إنشاء محطات الطاقة الشمسية على وفرة المساحات الواسعة والمنبسطة لتثبيت القواعد الخرسانية، ومن ثم تثبت عليها ألواح الخلايا الشمسية التي تتخذ الشكل المربع والمستطيل. وقد تتطلب المحطة الواحدة مساحة إضافية في حال وجود ملحقات كأبراج المراقبة ومكاتب للمهندسين وأجهزة للتحكم باتجاهات الألواح الشمسية وممرات تسمح بمرور السيارات لتفقد سلامة الألواح وصيانتها من فترة لأخرى.

جدول رقم: (3) مساحة المناطق في محافظة النعيرية عام 2018

المنطقة	المساحة كم 2	النسبة المئوية
المناطق العمرانية	143	1
المناطق الزراعية	206	1
السبخات الملحية	428	3
المناطق الصحراوية	14223	95
الإجمالي	15.000	100

ومن خلال قياس المساحات ببرنامج (Arc Map) يتبين من خلال جدول رقم: (3) أن نسبة المناطق العمرانية والزراعية والسبخات الملحية تشكل 5 % من جملة مساحة محافظة النعيرية، وتشغل السبخات الملحية المساحة الأوسع بنسبة 3% ما يعادل 428 كم 2 من مساحة المحافظة في المقابل يقل الحيز المكاني للتجمعات العمرانية، وتمثل مدينة النعيرية الجزء الأكبر منها. وهذا يعني أن المناطق الصحراوية تغطي 95 % من إجمالي المساحة. ويستنتج من ذلك أن نسبة المناطق



غير المأهولة تشكل الغالبية العظمى للمحافظة من الإجمالي العام.

ومن حيث الكثافة السكانية تأتي محافظة النعيرية في المرتبة ما قبل الأخيرة بالنسبة لمحافظات المنطقة الشرقية، وطبقًا لتقديرات السكان الصادرة من وزارة الاقتصاد والتخطيط فيوضح شكل رقم: (11) زيادة الأعداد السكانية حيث يتوقع أن تتخطى الزيادة 250 ألف نسمة خلال الفترة الممتدة من عام 1443 – 1446 هـ في حين يصل معدل النمو إلى 0.0077 ما بين عام 1435 – 1438هـ /1431 – 1434 هـ وينخفض في الفترة الممتدة من 1443 - 1446 / 1439 - 1442هـ حيث يصل إلى 0.0050.

لذا يمكن القول بأن عامل الكثافة السكانية والنمو السكاني متدنٍ جدا ويسير بصورة بطيئة مقارنة بمحافظات المنطقة الشرقية الأخرى، إلا أن استغلال المساحات الواسعة بإنشاء محطات الطاقة الشمسية قد يكون مفيدا لإمداد المحافظات الأخرى بالطاقة الكهربائية فعند النظر للموقع الجغرافي لمحافظة النعيرية نلاحظ بأنها قريبة من المحافظات التي ترتفع فيها الكثافة السكانية كالأحساء والجبيل. وتبعد عن مدينة الدمام قرابة 205 كم باتجاه الشمال الشرقي. (موسوعة المملكة العربية السعودية، 1433هـ، ص15).

خامسًا: معالجة البيانات وتحليلها:

تأتي عملية معالجة البيانات وتحليلها بعد جمع بيانات الدراسة وإعدادها، وقسمت هذه المرحلة إلى عدة مراحل تطبيقية متسلسلة على النحو الآتي:

- تحديد مصادر جمع البيانات: تعد مرحلة حصر بيانات الدارسة من أهم وأولى خطوات إعداد النموذج حيث قسمت البيانات المأخوذة من مصادرها التي ذكرت سابقًا إلى ثلاثة أقسام: القسم الأول: تم الحصول عليه

بصيغة (Shape file) وتتميز هذه الصيغة من الملفات بسهولة التعامل معها ببرنامج (Arc Map) وتنقسم إلى ثلاثة أنواع شكل رقم: (12)، أما القسم الثاني: فيعتمد على المرئيات الفضائية الحديثة والخرائط الطبوغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية لاستخلاص البيانات المطلوبة. وفي القسم الثالث: تم التعامل مع بيانات رقمية وربطها بالبرنامج من خلال الإحداثيات المرتبطة بتلك البيئات.

- تحويل وتوحيد المرجع الجغرافي للبيانات: تأتي هذه الخطوة بعد مرحلة جمع البيانات، حيث

تم توحيد المرجع الجغرافي بأن يكون محليًا ويناسب المنطقة لكافة البيانات واعتمد تحويله على برنامج (Arc Map) من خلال صندوق أدوات التحليل (Arc toolbox)، ويختلف تحويل بيانات (Raster) عن (Vector) فالأولى يكون من خلال (Data Management Tools) ثم (Projections and Transformations) وبعد ذلك الانتقال إلى (Raster) ثم (Project Raster). أما في النوع الثاني فيتم تتبع نفس الخطوات السابقة للنوع الأول إلا أنه من خلال اختيار (Raster) يتم اختيار (Project).

- دمج واقتصاص المرئيات الفضائية: تم الحصول على عدة مرئيات فضائية حديثة لمنطقة النعيرية متداخلة ولكن منفصلة عن بعضها البعض من الموقع الإلكتروني لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ولكي يسهل التعامل معها بسهولة دمجت في مرئية واحدة من خلال الانتقال إلى صندوق أدوات التحليل (Arc toolbox) ثم من خلاله تم اختيار (Data Management Tools) ثم (Raster) ثم اختيار (Raster Dataset) ثم (Mosaic To New Raster) وبعد نجاح عملية الدمج تم اقتصاص الأجراء الزائدة عن منطقة الدراسة من خلال صندوق أدوات التحليل ثم اختيار (Spatial Analyst Tools) ثم (Extraction) ثم (Extract by Mask).

- ترقيم البيانات: بعد عملية دمج المرئيات الفضائية وتحويل مرجعها، وإضافة الخريطة الطبوغرافية للمملكة العربية السعودية في برنامج (Arc Map) تم إعداد قاعدة بيانات من خلال فتح برنامج (Arc catalog) ثم إنشاء ملف جديد من نوع (Shape file) للثلاثة الأنواع سواء خطية أو نقطية أو مساحية وإضافة الملف بعد ذلك لبرنامج (Arc Map) ومن خلال الأمر (Editor) تمت عملية الترقيم وعند الانتهاء تم حفظها. وقد اعتمد الترقيم على عدد محدود من البيانات كالسبخات الملحية والآبار ولم يقتصر مدى الاستفادة من المرئيات والخرائط في عملية في استخلاص البيانات فقط حيث تمت الاستفادة منها في مطابقة البيانات الأخرى والتأكد من مواقعها ورؤية مدى شمولية وفرة البيانات الحالية لاختيار الموقع الأنسب.

- استخلاص بيانات من الموقع الإلكتروني شبكة الطرق المفتوحة (Open Street Map): يحتوي الموقع على كمٍ هائل من البيانات، وتمت الاستفادة منه في الحصول على شبكة الطرق الرئيسية والفرعية والمناطق العمرانية لمحافظة النعيرية وعند تنزيلها من الموقع لم تتناسب الصيغة مع برنامج (Arc Map) لذا تم استخدام برنامج (Global Mapper) ليتم تصنيفها ثم تحويلها إلى (Shape file).

ـ التعامل مع بيانات الإشعاع الشمسي: تم الاعتماد على مصدرين في الحصول على بيانات الإشعاع الشمسي وهما: وزارة الزراعة والموقع الالكتروني لأطلس الطاقة المتجددة في الفترة الممتدة من 1980 إلى-2016م حيث تم حساب المتوسطات الشهرية ثم السنوية باستخدام برنامج (Microsoft Excel) ولكي تربط هذه البيانات الرقمية بمواقعها الجغرافية ويتم إجراء التحليلات المكانية عليها فيما بعد يجب ربط هذه البيانات بمواقع محطات الرصد الجوي من خلال إحداثياتها الجغرافية التي جرى تحويلها إلى إحداثيات مترية من خلال برنامج (Franson coord Trans)، وبعد ذلك إدخال الملف التي تم إعداده ببرنامج (Microsoft Excel) إلى برنامج (Arc Map) من خلال الانتقال إلى صندوق أدوات التحليل ومن خلاله يتم اختيار (Excel) ثم (Excel To Table).

ـ تصنيف عمل النموذج: بعد جمع البيانات كافة، وتوحيد مرجعها الجغرافي صنفت خطوات العمل. ففي بداية عمل النموذج تم إنشاء مجلد على سطح المكتب بهدف جمع البيانات كافة والتحليلات المكانية بداخله وتم إنشاء المجلد من خلال الانتقال إلى برنامج (Arc Map) ومنه إلى قائمة (Geoprocessing) ثم من خلالها تم اختيار (Environment) ثم (Workspace). بعد ذلك تم الانتقال لنافذة العمل الأساسية وهي (Table Of Contents) ومن أيقونة (Layers) يتم اختيار (New Group Layer) لكل خطوة.

ـ حساب المساحات (Area): استخدمت عملية حساب المساحات للمناطق العمرانية والزراعية والسبخات الملحية في محافظة النعيرية من خلال التحديد على الطبقة ثم فتح جدول المواصفات ثم إنشاء مجلد جديد لحساب المساحة من خلال الأمر (Calculate Geometry).

ـ حساب المناسيب (Attribution) والميول (Slope): اعتمد حساب المناسيب والميول على نموذج الارتفاع الرقمي (STRM1) التي تصل دقته المكانية إلى 30 ×30 متر وقد تم التأكد قبل البدء من أن يكون المرجع المعتمد محليًا، وكذلك عمل دمج واقتصاص كما هوالحال في التعامل مع المرئيات الفضائية. ولحساب المناسيب تم التحديد على النموذج من قائمة (Table Of Contents) ثم الانتقال للخصائص ومنه اختيار تبويب (Symbology) ثم حددت الفئات. أما الميول فقد تم حسابها من خلال صندوق أدوات التحليل والانتقال إلى (Spatial Analyst Tools) ثم اختيار (Surface) ومنه إلى (Slope) ثم حددت الفئات.

ـ ربط بيانات الإشعاع الشمسي بالخرائط وحساب تقدير الإشعاع الشمسي: استخدمت في عملية إظهار بيانات الاشعاع الشمسي ملف (Microsoft Excel) الذي عُمِل مسبقًا ونموذج الارتفاع الرقمي، ففي البداية تم الانتقال إلى صندوق أدوات التحليل ثم اختيار (3D Analyst Tools) ثم (Raster Interpolation) ومنه تم اختيار (IDW)، ثم الانتقال لنافذة الخيارات لتحديد نموذج الارتفاع الرقمي للتطبيق عليه. أما حساب تقدير الإشعاع الشمسي فاستفيد منه في تقدير معدلات الاشعاع الشمسي خلال فترة زمنية محددة وأيضًا من خلال صندوق أدوات التحليل ثم الانتقال إلى (Spatial Analyst Tools) ومنه (Solar Radiation) ثم (Area Solar Radiation) بعد ذلك تحدد الخيارات المطلوبة للأعوام.

- تحديد المعايير وأوزانها: من أهم خطوات إعداد النموذج حيث يعتمد تحديد المعايير التي يقصد بها في الدراسة على نوعية البيانات المكانية التي ستبنى عليها معرفة المناطق المثلى لإنشاء محطات طاقة شمسية واستفيد في هذه الناحية من الدراسات الجغرافية التي تناولت موضوع المعايير المتعددة مع الأخذ بالاعتبار طبيعة محافظة النعيرية جدول رقم: (4).

- تحليل المسافات (Path Distance): يرتبط تحليل المسافات بعملية المطابقة لأوزان المعايير فمن خلاله تتم معرفة مسافة البعد عن كل معيار والوصول للخطوة اللاحقة، وهي تحديد مدى الملاءمة المكانية، وتم تصنيف الفئات في كل معيار إلى 5 فئات بحيث تقاس مسافات البعد بالكيلومتر. وتم الوصول لهذه الأداة من صندوق أدوات التحليل، ومنه تم اختيار (Spatial Analysis Tools) ثم (Distance) ثم (Path Distance). وعلى سبيل المثال: تبين الأشكال رقم: (13، 14، 15) تطبيق تحليل المسافات على المعايير. ويستثنى في تطبيق هذا التحليل معايير القيود وذلك لعدم صلاحية إنشاء محطات الطاقة الشمسية عليها.

- إعادة تصنيف المعايير (Reclassify): صنفت المعايير إلى رتب تبين مدى صلاحية البعد والقرب عن كل معيار بالنسبة لمحطات الطاقة الشمسية وذلك من خلال صندوق أدوات التحليل ثم الانتقال إلى (Spatial Analysis Tools) ثم (Reclass) ومن يتم اختيار (Reclassify). بعد ذلك يصنف كل معيار من 1 إلى 10 رتب فالرتبة رقم 1 تعني المنطقة غير ملائمة ورتبة رقم 10 تعني المنطقة الأكثر ملاءمة.

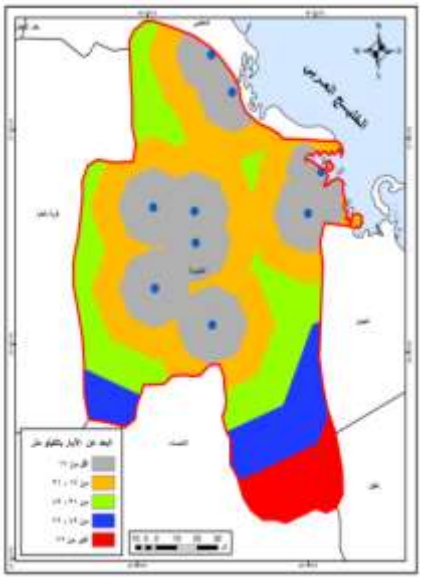
نوع المعيار	المعيار المستخدم	الفئات	الملاءمة	الوزن(%)
معيار تقني	متوسط الإشعاع الشمسي السنوي (كيلووات / يوم / متر مربع)	8<	عالية	30
		8 -6	متوسطة	
		6 - 4.5	قليلة	
		4.5>	غير ملائمة	
	ميول سطح الأرض (درجة)	3 - 0	عالية	15
		5 - 3	متوسطة	
		10 - 5	قليلة	
		10 <	غير ملائمة	
	البعد عن شبكة توزيع الكهرباء (كم)	5 - 0	عالية	15
		10 - 5	متوسطة	
		20 – 10	قليلة	

		20<	غير ملائمة	
معيار اقتصادي / بيئي	البعد عن الأودية (كم)	5<	ملائم	8
		5>	غير ملائم	
	البعد عن الشواطئ (كم)	5<	ملائم	8
		5>	غير ملائم	
	البعد عن الطرق (كم)	5<	ملائم	8
		5>	غير ملائم	
	البعد عن الآبار (كم)	5<	ملائم	8
		5>	غير ملائم	
	البعد عن المدن (كم)	5<	ملائم	8
		5>	غير ملائم	
قيود	المناطق الزراعية	-	غير ملائم	-
	المناطق العمرانية			
	السبخات الملحية			

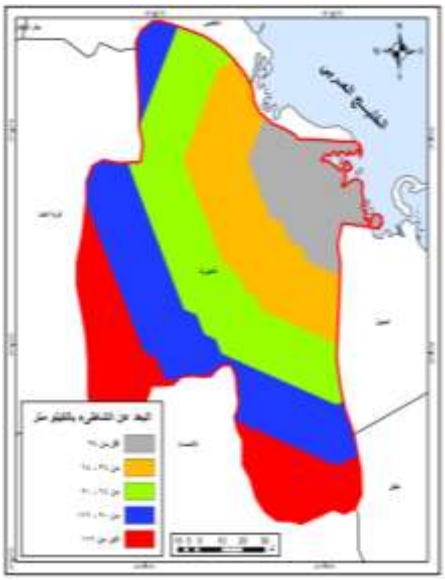
جدول رقم: (4) أوزان المعايير المستخدمة في بناء النموذج

ـ الملاءمة المكانية: تم التعامل في هذه الخطوة مع المخرجات التي تمت إعادة تصنيفها، تمهيدا لتطبيق تحليل الوزن والجمع وتم الوصول للأداة من صندوق أدوات التحليل والانتقال إلى (Spatial Analysis Tools) ثم (Overlay) ومنه تم اختيار (Weighted Overlay). وتبين الأشكال رقم: (16، 17،18) إحدى درجات الملاءمة المكانية حيث يشير نموذج ملاءمة الميول إلى أن غالبية مناطق المحافظة ملائمة بدرجة كبيرة.

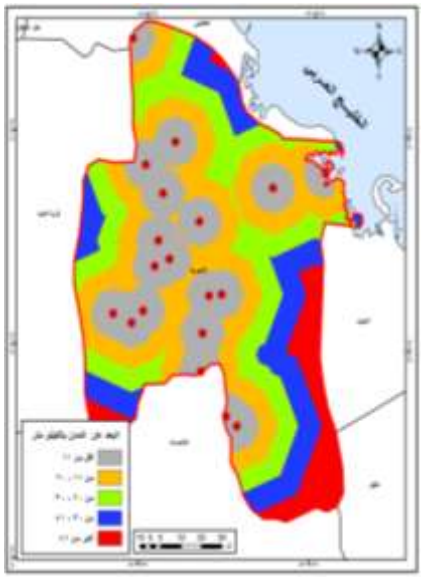
-



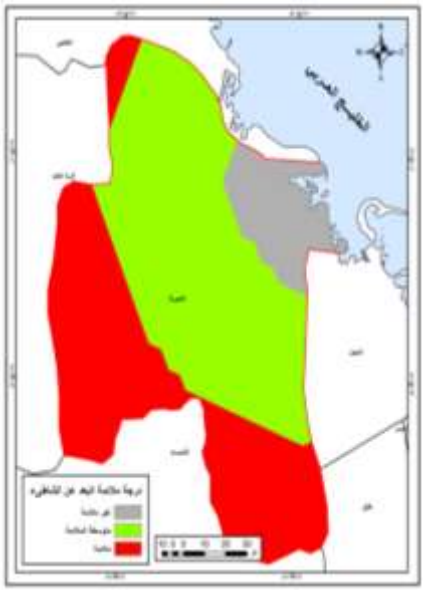
شكل رقم: (13) البعد عن الآبار



شكل رقم: (14) البعد عن الشاطئ

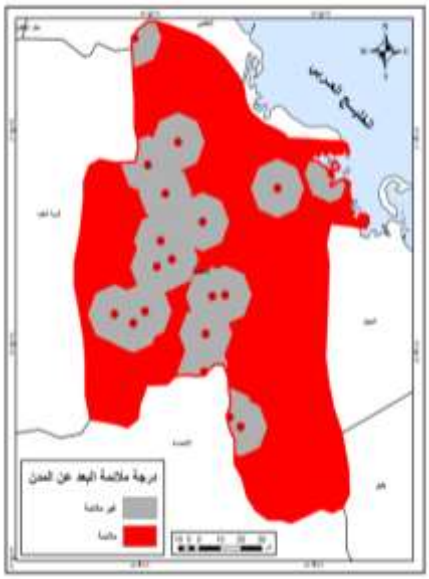


شكل رقم: (15) البعد عن المدن



شكل رقم: (16) ملاءمة البعد عن الشاطئ

شكل رقم: (17) ملاءمة ميول سطح الأرض



شكل رقم: (18) ملاءمة البعد عن المدن.

سادسًا: المناقشة والنتائج:

ساعدت تقنية نظم المعلومات الجغرافية من خلال توظيف أدواتها وأساليبها في تطبيق التحليلات المكانية التي تحاكي الواقع، وتقديم حلول لمشكلات قد تواجه قطاع الطاقة الكهربائية، والاستفادة من البدائل كالطاقة الشمسية، وتفيد الجهات المهتمة في هذا الجانب في اتخاذ قرارتها المستقبلية. وتوصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

- يتباين توزيع الظواهر المكانية ما بين ظواهر طبيعية وبشرية انتشرت على أراضي محافظة النعيرية كالسبخات الملحية، والأودية، وشبكات الطرق، والكهرباء، والأراضي الزراعية، والآبار إلى جانب مدينة النعيرية والمراكز الإدارية وتعد هذه الظواهر مجتمعة معايير اعتمدت عليها الدراسة لتصميم نموذج يحدد الملاءمة لتطبيق مشروعات الطاقة الشمسية.

- تبين من خلال دراسة الأحوال البيئية للمحافظة أنه يغلب على المنطقة طابع الجفاف والحرارة، إذ تبلغ نسبة المنطقة الصحراوية من المحافظة 95 %، وتتميز المحافظة بعاملين أساسين يحققان إحدى مقومات صلاحية إنشاء محطات الطاقة الشمسية، وهما: أنّ الأرض منبسطة وأن المساحة واسعة، إضافة إلى عامل الإشعاع الشمسي؛ حيث بينت القيم أن متوسط الإشعاع الشمسي يتراوح ما بين (4.25 - 4.42) ووفقاً لوزن المعايير المعتمدة فإن معدل ما يصل للمحافظة من إشعاع شمسي يعد قليلًا نسبياً بشكل عام. وتتفاوت هذه القيم فترتفع في جنوب المنطقة وتنخفض تدريجيا حتى الوصول إلى شمالها.

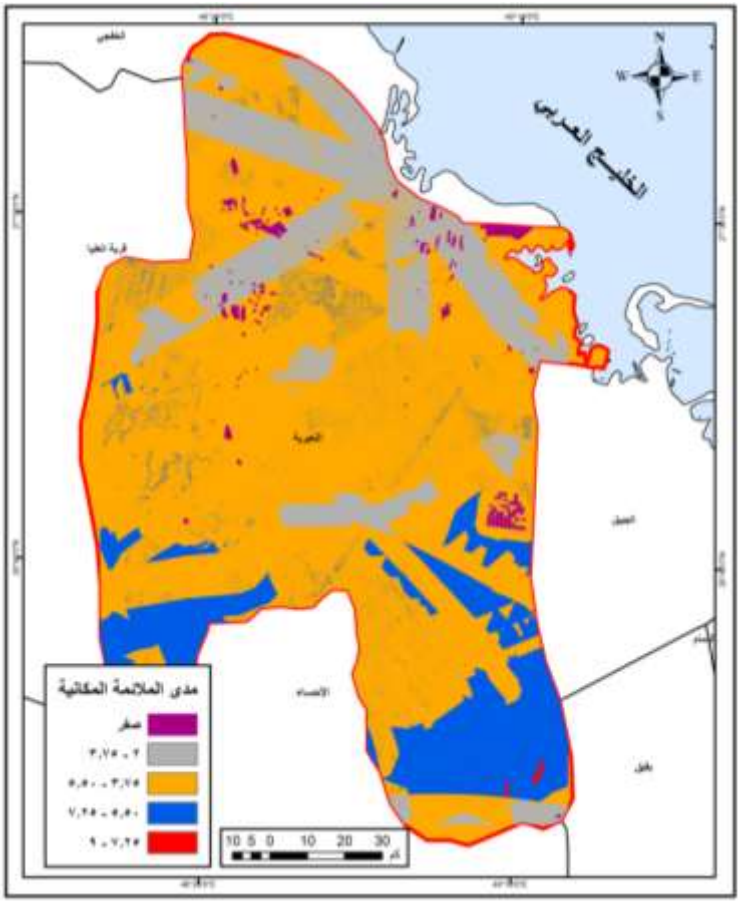
- يشغل الجزء الأكبر من منطقة الدراسة الأراضي الصحراوية والمنبسطة؛ مما يجعلها عرضة لحركة الرياح ونشاط حملها لذرات الغبار والأتربة، ولوقوع جزء من المحافظة بالقرب من ساحل الخليج العربي تأثير في زيادة معدلات الرطوبة في هذه الناحية، وهذه العوامل تؤثر سلبًا على كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الطاقة الشمسية، وهي بمنزلة التحديات التي يجب التغلب عليها لنجاح المشاريع مستقبلاً.

- كشفت التقديرات السكانية ضعف الكثافة السكانية والنمو السكاني حتى عام 1446هـ، حيث تعد محافظة النعيرية في المرتبة الأخيرة بالنسبة لمحافظات المنطقة الشرقية من حيث الكثافة، ولكن قد يعد وجود المحافظات كثيفة السكان المجاورة لها أمرًا محفزًا لإنشاء هذه المشاريع للاستفادة من مساحتها الواسعة.

- يسهم أسلوب المعايير المتعددة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في جمع عدد كبير من المعايير ومعاينة أوزانها بناءً على المعتمد منها سواء محليًا أم عالميًا في تقديم نموذج متكامل ودقيق يمكن الاعتماد عليه في إنشاء مشاريع ومحطات الطاقة الشمسية.

- كشفت نتائج النموذج النهائي شكل رقم: (19) وجدول رقم: (5) أن هنالك تفاوتًا في مدى الملاءمة المكانية حيث توضح المناطق التي تتخذ اللون الأزرق والأحمر والتي تتراوح فئاتها (5.50 - 9) الأعلى ملاءمة، ويمكن تصنيف درجة ملاءمتها من جيدة جدا إلى ممتازة وتتركز هذه المناطق في جنوب محافظة النعيرية، في حين تتخذ المناطق ذات اللون البرتقالي الحيز المكاني الأكبر وهي مناطق جيدة الملاءمة، ويقصد بالقيمة صفر

مناطق القيود المكانية (المناطق الزراعية، المناطق العمرانية، السبخات الملحية) التي لا يتناسب إنشاء محطات



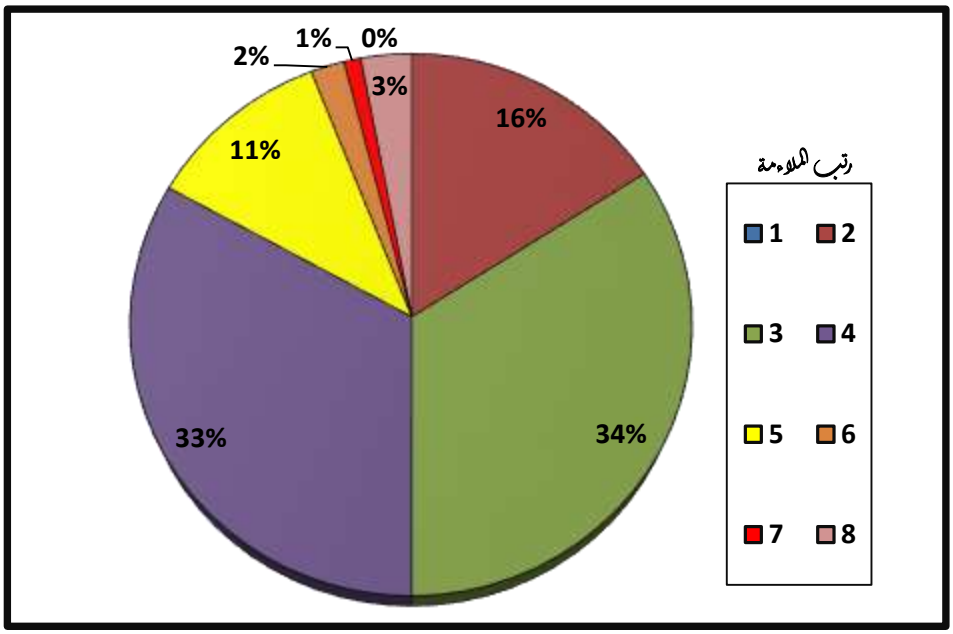
طاقة شمسية عليها.

-

- تبين من خلال حساب مساحات نتائج الملاءمة النهائية للفئات في جدول رقم: (5) أن غالبية المناطق الملائمة تتركز في درجات الفئة الجيدة حيث بلغت مساحتها 10300 كم بنسبة 69 % تليها درجة ملاءمة المناطق الجيدة جدا بمساحة 914 كم وبنسبة 6% وتأتي الفئة الممتازة في المرتبة الأخيرة. وتوضح نتائج تصنيف مساحات الملاءمة أنه يبلغ إجمالي المساحات التي يمكن استغلالها فعليا وباستبعاد مناطق القيود وذات المستوى الضعيف 11230 كم وبنسبة 75% من إجمالي مساحة محافظة النعيرية.

جدول رقم (5): درجات الملاءمة المكانية للنموذج النهائي

فئات الملائمة	درجة الملاءمة	المساحة كم	النسبة المئوية
صفر	قيود مكانية	777	5.1
3.75 -2	ضعيفة	2993	20
5.50 –3.75	جيدة	10300	68.7
7.25 – 5.50	جيدة جدا	914	6.1
9 - 7.25	ممتازة	16	1.
الإجمالي		15.000	100



شكل رقم: (20) رتب نموذج الملاءمة النهائي لمحطات ومشاريع الطاقة الشمسية في محافظة النعيرية

وعند تصنيف النتائج بشكل أدق لتوضيح الفروق بين النتائج النهائية يتبين من شكل رقم: (20) أن معدل

الملاءمة يرتفع بشكل واضح في الرتبة رقم 4 و5 بنسبة 67% وقد صنفت هذه الفئة من الفئات متوسطة الملاءمة للنموذج النهائي تليهما رتبة رقم 3 بنسبة 16 % ثم رتبة رقم 6 بنسبة 11%، وتأتي الفئات عالية الملاءمة بنسبة 4 % ويتضح من النتائج أن المساحات الواسعة للملاءمة تتركز في الفئات متوسطة الملاءمة تليها الفئات قليلة الملاءمة ثم عالية الملاءمة في المرتبة الأخيرة.

التوصيات:

تسهم التحليلات المكانية في تطبيقات الطاقة الشمسية بالفائدة من نواحٍ عدة، سواء من الناحية العلمية من خلال توظيف الأدوات والتقنيات الحديثة بما يعالج المشكلات البيئية والاقتصادية أم من الناحية التطبيقية من خلال خدمة الجهات المهتمة، وعلى وجه الخصوص متخذي القرار في مجال الطاقة المتجددة. وبناء على ذلك توصي الدراسة بالآتي:

- تطبيق أسلوب المعايير المتعددة على جميع محافظات والمناطق الإدارية بالمملكة العربية السعودية لمعرفة الملاءمة المكانية لمحطات ومشاريع الطاقة الشمسية والإسهام في تفعيل رؤية المملكة 2020 – 2030 م.
- مواجهة مشكلات استخدام الطاقة الشمسية كالغبار والأتربة والرطوبة وغيرها بالأساليب العلمية الحديثة ومواكبة التقنيات الحديثة في هذا المجال للوصول إلى حلول واقعية.
- نشر ثقافة استخدام الطاقة الشمسية لدى سكان محافظة النعيرية والمحافظات المجاورة من خلال زيادة التوعية بإنشاء مشاريع ومحطات طاقة شمسية.
- الاستفادة من تجارب الدول الأخرى التي أنشئت محطات طاقة شمسية في صحاريها وعلى سبيل المثال: دولة الأمارات العربية المتحدة التي تتشابه إلى حد كبير مع الظروف المناخية للمنطقة.

المراجع والمصادر:

المراجع العربية:

- جاد الرب، ياسمين محمد عادل. (2013م). الطاقة المتجددة في مصر دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، مصر.
- داود، جمعة. (2012م). أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.
- داود، جمعة؛ والغامدي، خالد؛ ومندور، مسعد. (11- 13 أبريل 2017م). تحديد أفضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الإدارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير، الملتقى الوطني الحادي عشر لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في المملكة العربية السعودية، جامعة الملك فيصل

بن عبد الرحمن، الدمام.

- زهران، محمود عبد القوي. (2013م). الموارد الطبيعية المتجددة والتنمية المستدامة: في صحاري مصر وشبه الجزيرة العربية، القاهرة: دار الجامعات للنشر.
- شيط، فيليب؛ وأحمد، علي (شباط/ فبراير 2017م). الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية: الخطط مقابل الإمكانيات، معهد عصام فارس لسياسات العامة والشؤون الدولية، لبنان: بيروت.
- الطيب، محمد أحمد الطيب. (2017م). نظم المعلومات الجغرافية من الألف: تطبيق عملي على برنامج (Arc Map) 10.2، العراق.
- عويضة، محمد علي. (2017م). التحليل المكاني للإشعاع الشمسي وإمكانات توليد الطاقة في محافظة الوادي الجديد: دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلون، مصر.
- المركز الوطني للوثائق والمحفوظات، الديوان الملكي. (2017م)، الترميز الموحد للمراكز الإدارية بالمنطقة الشرقية، المملكة العربية السعودية.
- موسوعة المملكة العربية السعودية. (1428هـ/ 2007م). المنطقة الشرقية: الجزء الأول، الرياض: مكتبة الملك عبد العزيز العامة.
- وزارة الاقتصاد والتخطيط، (1405- 14010هـ/1980 - 1985م). خطة التنمية الثالثة، الرياض.
- وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة. (1432/1431هـ - 1446/ 1447هـ الموافق 2010-2025م). تقديرات السكان في منتصف العام للمناطق الإدارية والمحافظات، المملكة العربية السعودية.

مراجع أجنبية:

- Chaves, A and, Bahill,T,(2010). Locating Sites for Photovoltaic Solar Panels, University of Arizona, Tucson