



جامعة الموصل  
كلية التربية للعلوم الإنسانية  
قسم الجغرافيا

## التوزيع الجغرافي لمنظومات خلايا الإشعاع الشمسي واستثماراتها في سفوح الجبال الجنوبية من محافظة دهوك

خضر رشيد عبدالرحمن محمد

أطروحة دكتوراه

الجغرافيا / جغرافيا طبيعية

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتورة فاتن خالد عبد الباقي

## المستخلص

إن مشكلتي التلوث البيئي ونضوب مصادر الطاقة التقليدية الناشئين عن شراهة الدول الصناعية في حرق مصادر الطاقة الأحفورية، فضلاً عن ارتفاع أسعارها، وما ترتب عن ذلك من مشاكل بيئية واقتصادية وخيمة لدول العالم لمن أهم ما يدعوننا إلى ضرورة الالتفات إلى ما أنعم الله به على بلادنا من مصادر للطاقة المتجددة، وفي مقدمتها الطاقة الشمسية وضرورة استغلالها، وما دراستنا هذه إلا محاولة متواضعة من أجل التعريف بهذه الطاقة.

يهدف هذه العمل إلى دراسة العوامل الجغرافية المؤثرة في الإشعاع الشمسي، وتأثير عناصر المناخ في كفاءة الألواح الكهروضوئية، والكشف عن التوزيع المكاني والزمني للإشعاع الشمسي في محافظة دهوك والطاقة المنتجة منه، فضلاً عن تحديد أنسب المواقع لإقامة مزارع الطاقة الكهروضوئية على سفوح الجبال الجنوبية من محافظة دهوك وحساب الطاقة المتوقعة منها، والعمل على سد النقص بتوفير الطاقة الكهربائية بالاعتماد على الطاقة الشمسية؛ لكونها طاقة متجددة وصديقة للبيئة. ولإجراء ذلك فقد عمد الباحث إلى استعمال مجموعة من المناهج تمثلت بالمنهج الإقليمي، والتطبيقي، والأصولي، والوصفي، فضلاً عن مجموعة من الأساليب الدراسية تمثلت بأسلوب الرصد الميداني، والأسلوب الكمي (الإحصائي)، واستعمال نظم المعلومات (GIS) والاستشعار عن بعد (RS).

استعمل الباحث (13) محطة مناخية موزعة توزيعاً مناسباً في محافظة دهوك لدراسة الإشعاع الشمسي (8) منها تابعة لقسم الطاقة المتجددة في المديرية العامة لكهرباء محافظة دهوك و (5) منها تابعة لمديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي في محافظة دهوك، فضلاً عن نصب (6) أنظمة طاقة كهروضوئية في مواقع مختارة من منطقة الدراسة، وتحدد الإطار الزمني للدراسة بالفترة الزمنية المتضمنة رصد وجمع البيانات الخاصة بالإشعاع الشمسي والبيانات المناخية على مستوى محافظة دهوك والممتدة من سنة (2010) لغاية (2020).

جاءت الدراسة في أربعة فصول سبقتها مقدمة وذيلت بخاتمة ضمت أهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصل إليها الباحث ثم قائمة بالمصادر والمراجع التي عاد إليها الباحث.

وقد ضمّ الفصل الأول مفهوم الإشعاع الشمسي والطاقة الشمسية، والعوامل المؤثرة في توافر الإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة نحو: دائرة عرض المكان، الزوايا الشمسية، كتلة الهواء، طول النهار، اتجاه السفوح الجبلية ودرجة انحدارها، وشفاء الجو والألبيدو.

بينما ناقش الفصل الثاني مكونات الأنظمة الكهروضوئية وأنواعها والعوامل المؤثرة في اللوح الكهروضوئي نحو: الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، زاوية ميل اللوح الكهروضوئي، الظل والغبار.

وأوضح الفصل الثالث التحليل الموقعي والزمني للإشعاع الشمسي في محافظة دهوك والطاقة المنتجة من ألواح الطاقة الكهروضوئية على سفوح الجبال الجنوبية.

كما سلط الفصل الرابع الضوء على معايير اختيار مواقع مزارع الطاقة الكهروضوئية في منطقة الدراسة، والتقييم الكمي لحصاد الإشعاع الشمسي من قبل مزارع الطاقة الكهروضوئية، والواقع الحالي للطاقة الكهربائية في محافظة دهوك.

من جملة النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن منطقة الدراسة تتمتع بإمكانات جيدة من الإشعاع الشمسي، فقد بلغ المعدل السنوي العام للإشعاع الشمسي الكلي في محافظة دهوك (4818.82) واط ساعة/م<sup>2</sup>/يوم، بينما بلغ المعدل السنوي لساعات السطوع الشمسي النظري (11:59:39) في اليوم. وظهر أن قيم الإشعاع الشمسي تتدرج في الانخفاض كلما اتجهنا من الجنوب نحو الشمال، إذ إن أعلى معدل سنوي للإشعاع الشمسي الكلي جاء من محطة (بردرش) جنوباً بمعدل سنوي بلغ (5070) واط ساعة/م<sup>2</sup>/يوم وهو ما يعادل (5.07) كيلو واط ساعة/م<sup>2</sup>/يوم. أما من حيث التباين الزمني لكل من السطوع الشمسي النظري والإشعاع الشمسي الكلي، فقد ظهر أن شهر (حزيران) سجل أعلى معدل للمدة (2010-2020 م)، وبلغت مساحة المناطق الصالحة لإجراء نموذج إقامة مزارع الطاقة الكهروضوئية -باستعمال نظم المعلومات الجغرافية- في منطقة الدراسة (281.87 كم<sup>2</sup>) بنسبة (29.55%) من جملة مساحة منطقة الدراسة، ونتج عن إجرائه أربع أولويات، إذ نجد أن مساحة مناطق الأولوية الأولى (ذات درجات ملائمة ممتازة) وهي المناطق التي توافرت فيها أكثر شروط إقامة المزارع الكهروضوئية قد استحوذت على نسبة (33%) من جملة مساحة الأولويات البالغ مساحتها (279.8 كم<sup>2</sup>). وتبين أيضاً أن إمكانات الطاقة الكهروضوئية في منطقة الدراسة تتخطى (أربعة) أمثال القدرة الكهربائية المطلوب تزويدها للمحافظة.

وخلصت الدراسة أيضاً إلى مجموعة من المقترحات التي من أهمها ضرورة التخلص من المولدات ووحدات الديزل بصورة تدريجية؛ وذلك بالتوسع في إقامة مزارع الطاقة الكهروضوئية على سفوح الجبال الجنوبية من محافظة دهوك، مع تشجيع القطاع الخاص على الاستثمار في هذا المجال بصفة خاصة وفي مجال الطاقة النظيفة بصورة عامة، ونشر ثقافة استعمال الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة، بدءاً من المؤسسات والهيئات الحكومية والمدارس والجامعات، وانتهاءً بالقرى والمجتمعات الريفية غير المرتبطة بشبكة الكهرباء الوطنية، والقيام بعمليات توعية دورية عن طريق وسائل الإعلام المختلفة بضرورة استعمال الطاقات المتجددة وتوضيح منافعها العديدة؛ لكونها وسيلة فعالة في استقرار وديمومة إنتاج الطاقة والحفاظ على بيئة نظيفة.

## Abstract

The problems of pollution and depletion of traditional energy sources that arise from the gluttony of industrialized countries in burning fossil energy sources, in addition to the increase of their prices, that results in consequent environmental and economic problems for the countries. Those problems are the most important thing that calls us to pay attention to what God has blessed our country in terms of renewable energy sources, especially the solar energy that is important to be exploited. This our study is an attempt to give an introduction to this energy.

This study aims to study the geographical factors that affect in solar radiation, and the effect of climate elements on the efficiency of the PV panales, and it deals to detect the spatial and temporal distribution of solar radiation in Dohuk Governorate and the energy produced from it, in addition to determining the most appropriate sites for the establishment of solar energy farms on the mountainsides of the southern mountains in Duhok Governorate, and calculating the energy expected from it to fill the shortage by providing electric energy by relying on solar energy, as it is renewable and good for environment. To achieve this, the researcher adopted a set of approaches represented by the regional, applied, fundamentalist, and descriptive curriculum, in addition to a group of study methods represented by the field study method, the quantitative (statistical) method, and the use of geographic information systems (GIS) and remote sensing (RS).

The researcher used (13) climatic stations in Dohuk governorate to study solar radiation, (8) of them belong to the Renewable Energy Department in the General Directorate of Electricity of Dohuk Governorate and (5) of them belong to the Directorate of Meteorology and Seismic Monitoring in Dohuk Governorate, as well as installing (6) Photovoltaic energy systems in selected locations of the study area. The temporal limits of the study were the time period that includes monitoring and collecting data of solar radiation and climatic data in Dohuk Governorate, which extends from (2010) to (2020) AD.

The study came in four chapters preceded by an introduction and followed by a conclusion that included the most important conclusions and suggestions reached by the researcher, then a list of the references that the researcher returned.

The **first chapter** included the concept of solar radiation and solar energy, and the factors that affect in the availability of solar radiation in the study area, such as the latitude of the place, solar angles, air mass, day length,

the direction and degree of slope of the mountainsides, the clarity of the air and the albedo.

While the **second chapter** discussed the components and types of photovoltaic systems and the factors that affect in the photovoltaic panel such as solar radiation, temperature, tilt angle of the solar panel, shade and dust.

The **third chapter** explained the spatial and temporal distribution of solar radiation in Dohuk Governorate and the energy produced from PV panels on mountainsides of southern mountains.

The **fourth chapter** focused on the criteria for selecting sites for PV solar energy farms in the study area, the quantitative evaluation of solar radiation that harvesting by PV solar energy farms, and the current reality of electrical energy in Dohuk Governorate.

Among the conclusions of the study, the study area has a good potential for solar radiation, where the annual average of total solar radiation in Dohuk Governorate reached (4818.82) wh/m<sup>2</sup>/day, while the annual average of theoretical hours of solar brightness was (11:59: 39) in a day. The values of solar radiation gradually decrease as we go from south to north, where the highest annual average of total solar radiation came from (Bardarash) station southly, at an annual rate of (5070) wh/m<sup>2</sup>/day, that is equivalent to (5.07) kwh /m<sup>2</sup> /day. As For temporal variation of both the theoretical solar brightness and the total solar radiation, we find that the (June) has recorded a highest average for the period (2010-2020 AD). The area of the region suitable for conducting the model of establishing solar energy farms – by using geographic information systems - in the study area was (281.87 km<sup>2</sup>) with a proportion of (29.55%) of the total area of the study area. Conducting this resulted in four priorities, as we find that the area of the first priority areas (with excellent appropriate degrees), which are the areas in which the most conditions for establishing solar farms are met, acquired (33%) of the total priority area (279.8 km<sup>2</sup>). It was also found that the potential of the photovoltaic energy in the study area is equivalent to more than four times the electrical capacity required to be provided to the governorate.

The study also concluded with a set of suggestions, the most important of which is the necessity of getting rid of generators and diesel units gradually and starting with stations with smaller capacities. Due to its high operating costs, high fuel consumption, low production and environmental damage, through the expansion of the establishment of solar energy farms on the southern slopes of the mountains of Dohuk Governorate, while encouraging

the private sector to invest in this field in particular and in the field of clean energy in general, and spreading the culture of using solar energy in the study area, starting with governmental institutions and agencies, schools and universities, and ending with villages and rural communities that are not connected to the national electricity grid, and to carry out periodic awareness-raising operations through various media on the necessity of using renewable energies and to clarify their multiple benefits as an effective means of energy security and preserving the environment.

**University of Mosul  
College of Education for Humanities  
Department of Geography**



**Geographical distribution of solar radiation  
cells systems and their investments in  
Mountainsides of the southern Mountains  
of Dohuk Governorate**

**Khudhur Rashid Abdulrahman Mohammed**

**Ph.D. Thesis**

**Geography/ Physical Geography**

**Supervised By**

**Assist. Prof.**

**Dr. Faten Khalid AbdulBaqi**