

المقومات الجغرافية لإنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية من الإشعاع الشمسي (محافظة السليمانية دراسة حالة)

بحث مستل من أطروحة الدكتوراه: خصائص الإشعاع الشمسي والرياح وإمكانية استثمارها لإنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية

م. دلير عزيز طه، قسم الجغرافيا - فاكولتي التربية، جامعة كوي، كردستان العراق
أ.م.د. أحمد جليل إسماعيل، قسم الجغرافيا - فاكولتي التربية، جامعة كوي، كردستان العراق

مخلص

يتضمن البحث دراسة استخدام طاقة الإشعاع الشمسي في إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية واختيار أفضل المواقع لإنشاء محطات توليد الطاقة الشمسية، تغطي منطقة الدراسة بنصيب وافر من الإشعاع الشمسي الساقط حيث يصل عدد الأيام المشمسة إلى حوالي (270) يوم/سنة وفي معظم مناطقها، حيث تتمتع محافظة السليمانية بموارد طبيعية وبشرية جيدة تؤهلها بأن تكون أولى محافظات الإقليم في استثمارات الطاقة البديلة النظيفة نظراً لوفرة الإشعاع الشمسي وقوته لذا فقد تميزت منطقة الدراسة بهذه الخاصية كونها جمعت بين الإشعاع الشمسي - على مدار السنة، إذ يصل عدد ساعات السطوع إلى أكثر من (3300) ساعة/السنة. وقد حاولنا هنا استنباط أنموذج رياضي لتخمين الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي بوصفه دالة لكل من الرطوبة النسبية ومعدل درجات الحرارة ونسبة السطوع، وقد أعطى النموذج دقة في التطبيق. وتم إيجاد مخططات التباين المكاني للإشعاع الشمسي خلال أشهر وفصول السنة من خلال (10) محطات مناخية بحيث تغطي معظم مناطق المحافظة والمعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي على السطح الأفقي لعموم المحطات بين (29.3) و (32.7) (ميغا جول/م²/يوم). ولتحقيق الأهداف اعتمدت الدراسة على منهجين، وهما المنهج الأصولي والمنهج الموضوعي، متبعة بمحاور عديدة بداية من دراسة وتحليل كمية طاقة الإشعاع الشمسي الواصلة إلى المحافظة، ومن ثم مدى تطويع التكنولوجيا من أجل الوصول إلى كيفية استخدام الطاقة الشمسية الطبيعية المتاحة بشكل سليم ومستدام، وذلك من خلال السعي لإدخال تكنولوجيا الطاقة الشمسية كأحد تطبيقات الطاقة.

من خلال تحليل العلاقات المكانية ودراسات بين كمية الإشعاع الشمسي وكمية الطاقة الشمسية المنتجة من وجهة نظر جغرافية، واعتقاداً على تحديد مجموعة من الشروط والمعايير المطلوبة منها الموقع الجغرافي وتحديد الوقت في النهار وفصول السنة ودرجة شفافية الحالة الطبيعية للهواء، نلاحظ أن إمكانات الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية كبيرة نسبياً، حيث تحظى بمعدلات إشعاع شمسي مرتفعة يمكن الاعتماد عليها كمصدر من مصادر إنتاج الطاقة المستدامة. ومن ثم إنشاء قاعدة بيانات جغرافية رقمية لهذه الاشتراطات بهدف الحصول على أنموذج الملائمة المكانية المطلوبة لتحديد أفضل مواقع إنشاء محطات الطاقة الشمسية.

توصلت الدراسة إلى أن للموقع الجغرافي في منطقة الدراسة تأثير على طول النهار وكمية الإشعاع الشمسي، وكذلك دلت النتائج على أن أقصى قيمة للإشعاع الشمسي المباشر تحدث في شهر حزيران (10.41) ولجميع المحطات، وأن إقليم السهول احتل المرتبة الأولى على مستوى المحافظة من حيث ساعات السطوع السنوية، حيث كانت (7.97) ساعة/يوم، وجاء إقليم الجبال البسيطة الالتواء في المرتبة الثانية، وبلغ مقدارها (7.53) ساعة/يوم، وأقل الأقاليم سطوعاً إقليم الجبال المعقدة الالتواء، حيث بلغ (7.3) ساعة/يوم. وتشير النتائج المستخلصة إلى وجود مناطق مميّزة لأن تكون مواقع لإنشاء المحطات الشمسية، ويمثل إقليم السهول التي تمثل إدارة كرميان ضمن المنطقة الأمثل أفضل دليل للمصادر الواعدة للاستغلال.

الكلمات الدالة: الإشعاع الشمسي / الطاقة الكهربائية / المقومات الجغرافية / المنطقة الأمثل / السطوع الشمسي.

1. مقدمة

إن طاقة الإشعاع الشمسي الواصلة إلى أية بقعة على سطح الأرض تتغير بصورة واضحة على وفق تغيير خط العرض وفصول السنة وزاوية السقوط ومحتويات الجو، يمكن حساب كمية الإشعاع الشمسي باستخدام المعلومات المناخية ولا سيما إن توزيع الإشعاع الشمسي يتباين زمانياً ومكانياً نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها، زاوية سقوط أشعة الشمس واختلاف طول الليل والنهار في العروض المختلفة وفي الفصول المختلفة وصفاء السماء واختلاف نسبة الألبينو الأرضي من مكان إلى

آخر ومن وقت لآخر، واختلاف التضاريس، فضلاً عن مدى تواجد الغيوم والعوالق الجوية. عليه فإن التطور الحديث في استخدام الأشعة الشمسية مصدراً من مصادر الطاقة جعل للمناخ تأثيراً مباشراً، وربما سيكون حاسماً في تحديد مواقع المحطات الشمسية والتي تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية.

1.1 مشكلة البحث

يمكن تحديد مشكلة الدراسة على النحو الآتي:-
هنالك إمكانيات هائلة لاستثمار الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية ولكنها غير مستثمرة لحد الآن حيث تتمتع منطقة الدراسة بمجموعة من الإمكانيات الطبيعية

5.1 البعد المكاني والزمني للبحث

تمثل في دراسة وتحليل الإشعاع الشمسي- في عشرة محطات مناخية مختارة في محافظة السليمانية وهي (بينجونين ، جوارتا ، سردشت ، باريان ، السليمانية ، درينديخان، رانية ، دوكان ، جمجال ، خافين) للمدة من (2000-2017) واختيار افضل المناطق بما يتناسب مع طبيعة البيانات المتوفرة لغاية 2017 .

6.1 محاور البحث

يضم البحث اربعة محاور، تناول الاول مفهوم الإشعاع الشمسي- ومنطقة الدراسة (محافظة السليمانية) ، بينما تناول الثاني العوامل المؤثرة في التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي، اما الثالث فقد تطرق إلى تطبيقات طاقة الإشعاع الشمسي- العملية ، والرابع اهتم بتحديد المناطق المثالية لانتاج الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية واختيار الموقع الافضل من كل اقليم جغرافي في منطقة الدراسة .

2. المحور الأول: تحديد مفهوم الإشعاع الشمسي ومنطقة الدراسة

1.2 تعريف الإشعاع الشمسي وأهميته

يقصد بالإشعاع الشمسي- الطاقة التي تطلقها الشمس إلى جميع الاتجاهات، ويتضمن الإشعاع المرئي وغي المرئي وهو مجموعة من الاشعاعات الاثرية مصدرها الشمس (أحمد محمد نعمان العقاب 2002ص39). أي أنه عبارة عن وسيلة لنقل الطاقة من الشمس عبر الغلاف الجوي إلى سطح الأرض على شكل إشعاعات قصيرة الموجة وتكون المصدر الرئيسي للطاقة المستخدمة على الأرض.

كما يعرف بأنه مجموعة من الأمواج الأثرية الكهرومغناطيسية مختلفة الأطوال مصدرها الشمس، وينتقل الإشعاع الشمسي عبر الغلاف الجوي بسرعة الضوء ، وهذا يعني أن اشعة الشمس تتطلب زمنا ليصل إلى سطح الأرض جزء من مجموع الأشعة الشمسية يستغرق مقداره (8.3) دقائق ليصلها(علي حسن موسى، 1988ص49) ، ويعد الإشعاع الشمسي- المصدر الوحيد للطاقة في الغلاف الجوي، فهو يساهم ب (97.99 %) من طاقة سطح الأرض وغلافها الجوي، ويبلغ ما تشعه الشمس إلى الفضاء المحيط بها (10×56^{26}) حريرة في الدقيقة، يصل منها إلى سطح الأرض نحو 1/ 2000 مليون حريرة، وهذه الكمية التي يتلقاها سطح الأرض في اليوم الواحد كافية لتوليد نحو 1000 منخفض جوي كبير، أو 10000 إعصار، أو 100 مليون عاصفة رعدية، وتزيد كمية الأشعة الشمسية التي يتلقاها سطح الأرض في السنة عن 20 ألف ضعف الطاقة المستغلة سنويا من الوقود الأحفوري(علي حسن موسى، أساسيات علم المناخ 1994ص20)

من الموقع الاحداثي والظروف المناخية (ولاشيا الإشعاع الشمسي-) لذلك يحاول البحث الكشف عن افضل المناطق لاستثمار الطاقة الشمسية وبيان هذه الامكانيات، ومن خلاله يمكن تحديد مشكلة البحث بالتساؤلات الآتية:

- هل تتمتع محافظة السليمانية بسطوع الإشعاع الشمسي وشدته ويؤهلها بأن تكون منتجة للطاقة الكهربائية؟
- ان مصادر الطاقة البديلة والمستدامة في محافظة السليمانية لا تحظى بالاهتمام والاهمية المطلوبة التي يجب ان تعكس بمستوى مساهمتها في انتاج الطاقة والتي يمكن الاستفادة منها ولاسيما الطاقة الشمسية؟

2.1 فرضية البحث

يمكن تحديد فرضيات البحث بالنقاط الآتية:-

- ان للإشعاع الشمسي- تأثيرا اساسيا يؤثر ايجابا على الطاقة المتجددة في محافظة السليمانية.
- ضعف الامكانيات في الخبرة الفنية والتكنولوجية وقلة راس المال وعمليات خزن الطاقة ، فضلا عن وفرة مصادر الطاقة التقليدية (النفط والغاز) من العوامل التي تؤثر على محدودية استخدام مصادر الطاقة البديلة.
- يمكن التوصل إلى قياسات تقديرية للطاقة المتولدة من الإشعاع الشمسي- ومقارنتها مع حاجة منطقة الدراسة من الطاقة الكهربائية.

3.1 اهداف البحث

يهدف البحث التوصل إلى:-

- تحديد المقومات الجغرافية لتوليد الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية.
- اعداد خريطة للتوزيع المكاني للإشعاع الشمسي- في محافظة السليمانية ، وتحديد الاقاليم الجغرافية المرشحة لتوليد الطاقة ومن ثم اختيار افضل المناطق لانتاج الطاقة الشمسية (تبعاً لمجموعة من المتغيرات الجغرافية الطبيعية والبشرية) .

4.1 منهج البحث

اعتمد البحث على منهجين ، وهما المنهج الاصولي والمنهج الموضوعي في كتابة هذا البحث ، وذلك من خلال تحليل المعلومات والبيانات والجداول المتعلقة بالموضوع ضمن اطار اقليمي يتمثل بمحافظة السليمانية من خلال الاعتماد على البيانات المتوفرة في (10) محطات مناخية بحيث تغطي معظم اجزاء المحافظة .

جدول رقم 1: الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض(**)

التسلسل	الشده	W/m ²	الشرح
1	342		الاشعاع الواصل للارض
2	77		الاشعاع المنعكس عن الغلاف الجوي والغيوم
3	30		الاشعاع المنعكس عن سطح الارض
4	107		الاشعاع الكلي المنعكس
5	67		الاشعاع المتص بالغلاف الجوي
6	168		الاشعاع المتص في سطح الارض
7	24		الاشعاع الحراري الصادر عن الارض
8	78		الطاقة المحمولة بالتبخير
9	390		الاشعاع الصادر عن سطح الارض
10	324		الاشعاع الخارج من الارض والصادر عن سطح الارض
11	235		الاشعاع الخارج من الارض والصادر عن سطح الارض

ملاحظة/ الطاقة التي يمكن الاستفادة منها في الخلايا الشمسية والمجمع الحراري الشمسي هو تسلسل: 3 ، 6 ، اي 30+168=198 W/m²

ويعد الإشعاع الشمسي-العنصر- الأهم من بين عناصر المناخ، لأنه المسؤول عن حدوث بقية العناصر المناخية الأخرى سواء بشكل مباشر أو غير مباشر(دراف العابدي 2009ص19). إن للإشعاع الشمسي-الواصل إلى سطح الأرض أهمية كبرى على سطح الأرض فقد برزت في النصف الأخير من القرن العشرين الاهتمامات الواسعة بطاقة الإشعاع الشمسي-كأهم بدائل الطاقة والتي تسمى بالطاقة المتجددة وهي الطاقة التي ينتجها العالم حالياً لاستغلالها كبديل عن مصادر الطاقة الإحفورية، والتي بدأ الاحتياطي منها بالنفاذ نتيجة الاستهلاك العالمي المتزايد للطاقة، مما نتج عنه ارتفاع أسعارها، فضلاً عما تخلفه من تلوث بيئي واسع الانتشار، وللتغلب على ذلك فكر الإنسان بضرورة البحث عن مصادر جديدة للطاقة ومنها الإشعاع الشمسي-، ولذلك فقد انتشرت محطات رصد الإشعاع الشمسي على نطاق واسع في الدول المتقدمة لتقدير كمية الإشعاع الشمسي بشكل دقيق، لما له من دور في مختلف الدراسات الاقتصادية.

2.2 الثابت الشمسي

وهو كمية الطاقة الشمسية الساقطة عمودياً من الشمس على وحدة المساحة في وحدة زمنية، فكمية الأشعة التي تبعثها الشمس ثابتة تقريباً، وما يتلقاه السينمتر المربع الواحد من سطح الغلاف الجوي للأرض هو (1.94) كالوري/سم²/دقيقة وتعادل هذه الكمية نحو 1392 وات لكل متر مربع. ويتم حساب اجمالي كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الارض بالصيغة التالية :

اجمالي كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الارض=1392وات×ط نق².

إن اختلافها لا يتعدى 3± %، وهذا مرده إلى مدار الأرض الإهليجي (شبه البيضوي) الذي ينجم عنه اختلاف في بعد الأرض عن الشمس في دوراتها السنوي (على حسن موسى ،مصدر سابق ص12-13) حيث تكون المسافة بينها دائماً التغير، فأقرب مسافة بينها هو يوم (3) كانون الثاني ، حيث تبلغ 147مليون كم ، بينما تكون المسافة بينها في أقصى حد لها يوم (4)تموز حيث تبلغ (152) مليون كم، وهذا الفرق في المسافة بين الشمس والأرض سيؤدي إلى اختلاف كمية الأشعة الشمسية التي تصل الغلاف الجوي(صلاح بشير موسى، 2005ص63)، كما أن النشاط الشمسي- يؤدي إلى زيادة إنقاص الثابت الشمسي- من مكان إلى آخر، ومن مدة زمنية إلى أخرى(مجاهد عبد العزيز مبخوت نوفل 2005-ص56)، وذلك من البقع الشمسية(*)ولا تصل إلى سطح الأرض سوى نسبة محدودة من قيمة الثابت الشمسي، نظراً لاختلاف مركبات الجو(بخار الماء، الغبار، الأوزون،... وغيرها) والتي تؤثر على الأشعة الواردة إلى سطح الأرض.

ان الأشعة الداخلة إلى الجو يمتص جزءاً منها من قبل بعض المركبات، و ينتشر- جزءاً منها في اتجاهات مختلفة، والجزء الأكبر ينعكس باتجاه الفضاء، في حين يصل 47% من كمية الإشعاع التي تصل الغلاف الجوي إلى سطح الأرض، وترتفع هذه النسبة إلى 75% في حالة كون السماء خالية من الغيوم، في حين أن نسبة امتصاصها محدودة' جداً لا تزيد عن 5% من الأشعة التي تتلقاها، وذلك أن نسبة من الأشعة تضعيع بالانتشار والامتصاص والانعكاس.

ويمكن حساب ثابت الاشعاع الشمسي الذي يصل السطح العلوي من الغلاف الجوي من المعادلة الاتية(د.صباح محمود الرواي، عدنان هزاع البياتي-1990ص44):-

$$\text{ث} = \frac{10 \times 56}{\text{سرعة} / \text{دقيقة}^{26}}$$

$$\text{نق} (10 \times 1.5 \times 10^{13} \text{ سم}^2)$$

حيث ث = ثابت الاشعاع الشمسي

$$10 \times 56 \text{ شدة الاشعاع الشمسي سرعة} / \text{دقيقة}$$

نق/النسبة بين طول محيط الدائرة وقطرها ويساوي 3.141 / 10×1.5¹³ نصف قطر الارض

3.2 مكونات الإشعاع الشمسي

يتكون الإشعاع الشمسي بحسب طول موجاته مما يأتي:-

أ. الأشعة فوق البنفسجية: وهي الأشعة ذات الطول الموجي الأقصر-، حيث يقل طولها الموجي عن 0.04 ميكرون ومنها الأشعة السينية وأشعة جاما، ويمتص غاز الأوزون في طبقة التراتوسفير الجزء الأكبر من هذه الأشعة

المحافظة اداريا من (15) قضاء (حكومة إقليم كردستان، وزارة التخطيط-2017)، فضلا عن ادارة كرميان التي تشمل كل من كلار وكفرى التي تمثل محطة خاتين في البيانات المناخية، وقد تم الاعتماد على البيانات التي سجلتها المحطات المناخية للفترة من (2000-2017) كحدود زمنية للدراسة، واختيرت (10) محطات كحدود مكانية تغطي المحافظة وبحسب الجدول (3) والخرطة (2).

جدول 3: المواقع الاحداثية لمحطات منطقة الدراسة

المحطة	دائرة العرض	قوس الطول	الارتفاع/م
بنجوين	35:37	45:56	1302
جوارتا	35:43	44:33	1128
سردشت (*)	35:55	45:10	1280
بازيان	35:36	45:08	829
سليمانى	35:23	45:27	884.5
دقريندخان	35:06	45:41	513
رانية	35:44	44:31	563
دوكان	35:57	44:57	555
جعة ممال	35:33	45:50	708
خاتين*	35:06	45:46	200-150

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على مديرية الاتواء الجوية في السليمانية 2017

(حسن ابو سمور-1998 ص23)، وتشكل هذه الأشعة 9% من مجموع الأشعة الشمسية الواصلة سقف الغلاف الجوي، ولا ينفذ منها إلى الأرض إلا جزءا ضئيلا جداً (على احمد غانم-2003 ص41)
ب. الأشعة الضوئية: تشكل الأشعة الضوئية 4.5% من مجموع الأشعة الشمسية و تتميز هذه الأشعة عن غيرها بتمثيل الضوء الأبيض للنهار أو بالضوء السماوي الذي يلون السماء أو الضوء الأحمر الذي يكون الشفق (ابراهيم ابراهيم شريف-1991 ص41)، ويتراوح طول موجتها بين 0.4-0.7 ميكرون، وتمثل ألوان الطيف (البنفسجي، الأزرق، الأخضر، الأصفر، البرتقالي، الأحمر) مرتبة بحسب أطوال موجاتها تصاعديا (صالحة مصطفى عيسى-2006 ص41)، و يوضح ذلك الجدول (2).

جدول 2: الأشعة الضوئية حسب أطوال موجاتها (ميكرون)

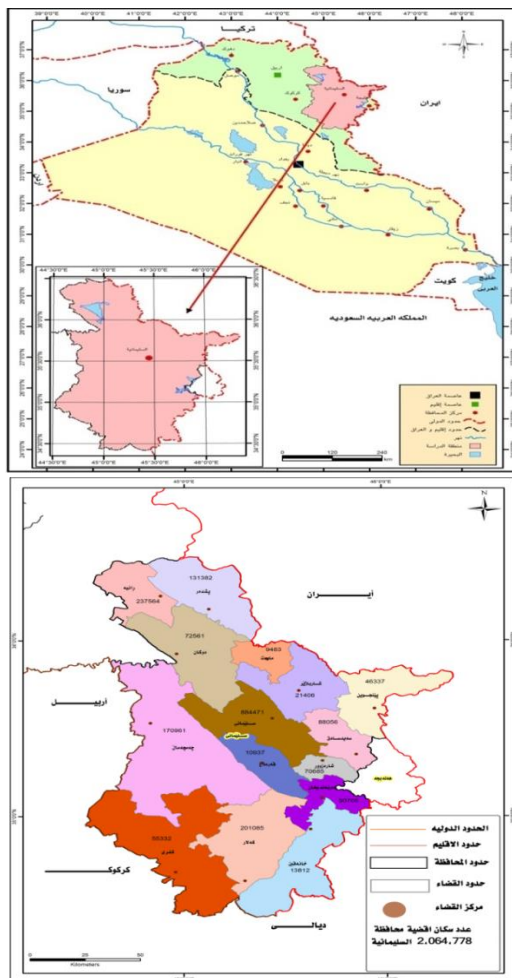
اللون	طول الامواج	اللون	طول الامواج
البنفسجي	0.4 - 0.45	الأصفر	0.55 - 0.6
الأزرق	0.45 - 0.5	البرتقالي	0.6 - 0.65
الأخضر	0.5 - 0.55	الأحمر	0.65 - 0.7

المصدر: علي احمد غانم، الجغرافيا المناخية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان 2003، ص42.

ج. الأشعة تحت الحمراء (الحرارية): وهي أشعة غير مرئية يتراوح طول موجاتها بين 0.4 - 0.7 ميكرون، وتبلغ نسبتها 46% من جملة الأشعة الشمسية، وسميت بالأشعة الحرارية لأنها ترفع درجة حرارة الأجسام عند امتصاصها (أحمد محمد نعمان العقاب-2002، ص 39)، ويزداد تأثيرها الحراري كلما كبر طول موجتها، وهي المصدر الرئيسي للطاقة التي ترفع درجة حرارة الهواء الملاصق لسطح الأرض.

4.2 الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة

تقع محافظة السليمانية بين دائرتي عرض (34:30" - 36:30") شمالا وخطي طول (14:44:33" - 14:46:21:49") شرقا وتقع الى شمال المنطقة الشبه المدرية الواقعة في الجهة الشرقية من إقليم كردستان العراق، يسهم الموقع بالنسبة لدوائر العرض ومدى القرب أو البعد عن دائرة عرض الاستواء بدور مؤثر في تحديد زاوية سقوط الاشعة الشمسية، وبالتالي في تحديد كمية الاشعاع الشمسي- المكتسب (الخرطة 1). جغرافيا تحدها من الشرق جمهورية ايران الاسلامية ومن الشمال الغربي عاصمها الاقليم (اربيل) ومن الجنوب والجنوبي الغربي كل من محافظة كركوك ومحافظة ديالى (الخرطة 1). تصل مساحة المحافظة مساحة ما يقارب (20143,9 كم²)، اي حوالي (24,34 %) من مساحة إقليم كردستان، وتتكون



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا برنامج ARC GIS. هيئة احصاء الاقليم، شعبة GIS

خرطة رقم 1: الموقع الفلكي والجغرافي لمحافظة السليمانية

3. المبحث الثاني: العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمسي في محافظة السلبيانية

1.3 زاوية سقوط اشعة الشمس

هي الزاوية المحصورة بين اشعة الشمس والمستوى الافقي لسطح الارض وتختلف هذه الزاوية خلال اليوم بحسب درجات العرض فتكون الاشعة الشمسية أكثر قوة اذا كانت زاوية سقوطها عمودية لذلك هي اقل عرضة للضياع بفعل الامتصاص والانعكاس والانتشار التي تحدث في الغلاف الجوي والتي تعتبر افضل زاوية وذلك لتركزها على مساحة اصغر ولقصر المسافة التي تقطعها الاشعة الشمسية مما يجعلها اقل عرضة لعمليات التبيد الجوي . تؤثر هذه الزاوية في مقدار الاشعة المستلمة من قبل سطح الارض كما وان حزمة الاشعة العمودية تتوزع على مساحة قليلة، اما الاشعة المائلة فانها تتوزع على مساحة اكبر فتصبح اضعف واقل تركيزا من الاشعة العمودية وان درجة حرارة ساعات النهار تختلف في اليوم، اذ ان كمية الطاقة تصل ذروتها في وقت الظهيرة عندما تكون الشمس عمودية وتقل في الصباح والعصر بسبب ميلان الاشعة. ان الجمع بين زاوية قريبة من العمودية ونهار طويل يوفر كمية هائلة من الطاقة في الصيف وخصوصا في المناطق الواقعة بين خطي عرض ($34^{\circ} : 49'' - 30^{\circ} : 36''$) شمالا والتي لها تأثير كبير على تحديد زاوية سقوط الاشعة الشمسية بحسب الاقاليم الجغرافية في منطقة الدراسة ويمكن توضيحها في النقاط الاتية :-

- تتباين زاوية سقوط اشعة الشمس في منطقة الدراسة في اشهر السنة ، حيث يبلغ اقصاها في رانية ($30:28^{\circ}$) لشهر ديسمبر واعلاها في خاتقن ، حيث بلغ ($32:41^{\circ}$) لشهر ديسمبر .
- 2- اعلی قيمة للزاوية على مدار السنة تسجل في شهري (حزيران ، تموز) على التوالي ولخطتي ججمال وخاتقن حيث بلغ (78.01 و 78.23) ذلك انه في هذا الوقت يتحرك الشمس من خط الاستواء الى مدار السرطان في شهر حزيان ويعود الشمس منه الى خط الاستواء في شهر تموز .
- 3- اعلی متوسط سنوي لزاوية السقوط تم تسجيله في محطات خاتقن و ججمال حيث بلغ ($55:33$) و ($54:36$) على التوالي وفي بعض محطات المناطق الجبلية البسيطة الارتفاع بلغ ($54:26^{\circ}$) في درينديخان ثم ($54:02^{\circ}$) في السلمانية .

- بلغ متوسط زاوية سقوط الاشعاع السنوي في محافظة السلیمانیة هو (55:04°) وهذه القيمة تقترب او قريبة من القيمة العمودية مما يجعل كمية الاشعاع الساقطة على المحافظة جيدة.

جدول 4: زوايا سقوط الاشعة الشمسية الشهرية والفصلية والسنوية وسط النهار (درجة/دقائق) في محطات منطقة الدراسة

[illegible]

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على المعادلة الآتية:-

$$^{(*)}S = \{ (23.45 \times (\sin(A+284) \times 6.28/265) + \text{خط العرض}) \} - 90$$

$S =$ زاوية سقوط الاشعاع الشمسي

A= تسلسل اليوم في السنة

2.3 اختلاف طول النهار

يلعب اختلاف طول النهار عند دوائر العرض المختلفة دورا كبيرا وحاسما في اختلاف كمية الاشعاع الشمسي التي تصل الى سطح الارض عند تلك العروض ففي المناطق المدارية لايختلف طول النهار والليل كثيراً ومعدله 12 ساعة طول السنة تقريبا ، اما المناطق المعتدلة والباردة فإن النهار يزداد طولاً في الصيف ويقتصر في الشتاء ويزداد الفرق بين الليل والنهار كلما زادت دوائر العرض ويعوض طول ضعف اشعة الشمس النهار مما يجعل درجات الحرارة في فصل الصيف مماثلة او أكثر في المناطق المدارية وعلى العكس في فصل الشتاء حيث تصل كميات قليلة في الاشعاع الشمسي الى هذه العروض .

ان مقدار الاشعاع الشمسي الذي يكتسبه منطقة الدراسة يتوقف على طول النهار وزاوية سقوط الاشعة الشمس و شفافية الغلاف الغازي اعتمادا على ذلك تشير الاحصاءات الخاصة بطول النهار في منطقة الدراسة في الجدولين (5 - 6) الى مايلي :-

- وجود اتجاه واضح لانخفاض كميات الاشعاع الشمسي في فصل الشتاء(كانون الاول و كانون الثاني وشباط) في جميع محطات الدراسة.

ويعمل (7.03) ساعة/يوم ويرجع سبب ذلك الى ارتفاع المنطقة عن مستوى سطح البحر وبالتالي كثرة الغيوم وانتشار الضباب على اراضيها معظم ايام السنة بينما نجد ان اعلى المناطق في منطقة الدراسة سطوعا هي خاتقن وجمجال حيث تبلغ ساعات السطوع بهما على التوالي (8.15، 8.34) ويرجع سبب ذلك الى صفاء السماء في هذه المنطقة .

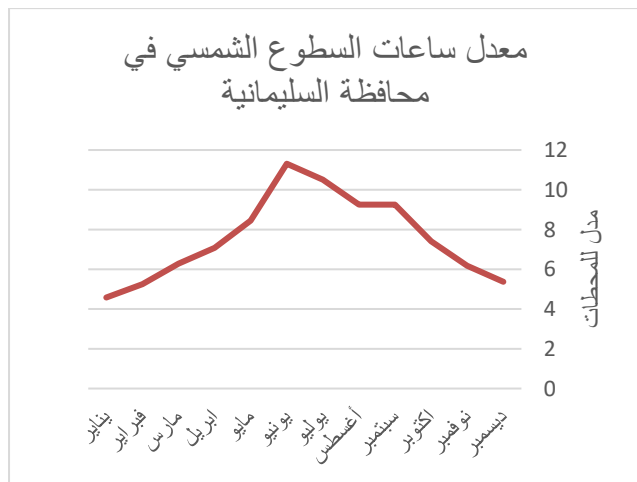
- يلاحظ تسجيل اعلى ساعات السطوع في اقليم السهول (8.23) ساعة /يوم، اما للمرتفعات البسيطة الالتواء (8.01) ساعة /يوم للمرتفعات الجبلية المعقدة الالتواء (7.35) ساعة/يوم.

جدول 6: معدل ساعات السطوع الفعلية بالساعات والدقائق في محطات محافظة السليمانية

المحطات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
بنجوين	4.33	4.46	5.17	6.17	7.11	9.36	9.39	9.17	8.39	6.21	5.54	4.37
جوارنا	4.30	4.36	5.54	6.54	8.12	11.12	11.18	10.48	9.54	7.54	6.03	4.36
سردشت	4.36	5.06	5.12	7.06	8.06	12	12.06	11.12	11.12	8.06	6.18	5
باريان	4.18	4.48	5.54	6.54	8.00	11.06	11.12	10.42	8.54	7.36	6.12	5.18
سلال	4.29	4.59	5.34	6.37	8.22	11.28	11.33	10.37	9.39	7.29	6.36	5.12
سالي	4.32	5.28	7.04	8.23	10.51	10.51	10.38	9.47	7.43	6.07	5.07	4.12
دورديغان	4.34	5.13	5.39	7.1	8.25	10.58	10.37	10.33	9.16	7.27	6.37	5.12
راية	4.32	5.34	5.50	8.2	8.55	11.31	11.55	11.33	9.18	7.26	6.04	4.50
دوكان	4.30	5.30	5.48	8	8.54	11.30	11.54	11.30	9.36	7.24	6	4.48
سلال	4.32	5.46	7.58	8.46	11.38	11.38	11.23	10.29	9.29	7.30	6.12	5.20
جنتي	5.3	6.47	7.31	7.42	10.03	10.26	11.12	10.24	8.36	7.24	6.28	5.33
خاتقن	5.2	6.45	7.30	7.45	10.1	10.5	11.30	10.28	9.4	7.9	6.6	5.41
سلال	5.25	6.23	7.10	7.41	9.56	10.38	11.21	10.47	9.28	7.57	6.44	5.36
للحال	4.58	5.25	6.28	7.28	8.45	11.31	11.01	9.25	8.25	7.41	6.18	5.37

المصدر من عمل الباحث اعتمادا على هيئة الاحوال الجوية في السليمانية.

بناءً على ذلك يمكن القول بان محافظة السليمانية تتمتع بساعات سطوع جيدة تؤهلها لان تكون في مقدمة محافظات الاقليم التي تمتاز بانتاج الطاقة الشمسية ،اذ يبلغ معدل ساعات السطوع في المحافظة صيفا (11.12) ساعة/يوم ، ليتدرج في انخفاضه خريفا ليصل الى (8.01) ساعة/يوم، وتنخفض قيمته شتاء لتعطي ادنى معدلاته الفصلية وهي (5.34) ساعة/يوم .ليعود بالارتفاع تدريجيا مرة ثانية في فصل الربيع بواقع (7.14) ساعة/يوم، انظر الشكل (1)



المصدر من عمل الباحث اعتمادا على جدول (6)

شكل 1: ساعات السطوع الشمسي في محافظة السليمانية

- هناك تناقص واضح في كميات معدلات ساعات السطوع النظري وساعات السطوع الفعلية في منطقة الدراسة.
- تتباين معدل طول النهار النظري في محطات منطقة الدراسة بين (9:37) في شهر كانون الاول و (14:20) في شهر حزيران.
- يرتفع المعدل السنوي بين اطوال ساعات السطوع الفعلية للشمس في محطات منطقة الدراسة حيث يتراوح بين (4.58) ساعة في شهر كانون الثاني و(11.31) في شهر حزيران ،ان ازدياد ساعات سطوع الشمس الفعلية في موسم الصيف يعود الى الموقع الفلكي وحركة الشمس الظاهرية نحو الشمال بالاضافة الى شفافية الغلاف الجوي ،حيث تزداد مدة ساعات السطوع الفعلية في اشهر الصيف ذات النهار الطويل والجاف ويقل في اشهر الشتاء ذات النهار القصير والماطر ،ويرجع قصر ساعات سطوع الشمس الفعلية إلى وجود السحب والغيوم في النصف الشتوي من السنة وتبلغ ساعات سطوع الشمس الفعلية في منطقة الدراسة (8.0) ساعة.

جدول (5) معدل ساعات السطوع النظرية بالساعات والدقائق في محطات محافظة السليمانية

المحطات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
بنجوين	9:52	10:41	11:45	12:54	13:52	14:21	14:09	13:18	12:12	11:03	10:05	9:37
جوارنا	9:52	10:40	11:45	12:55	13:53	14:22	14:09	13:19	12:12	11:03	10:05	9:37
سردشت	9:58	10:44	11:49	12:57	13:55	14:17	14:03	13:15	12:10	11:06	10:09	9:35
باريان	9:53	10:41	11:45	12:54	13:52	14:22	14:09	13:18	12:12	11:03	10:06	9:37
سلياني	9:53	10:41	11:45	12:54	13:52	14:21	14:08	13:18	12:12	11:03	10:06	9:38
دورديغان	9:55	10:42	11:46	12:54	13:52	14:19	14:06	13:17	12:12	11:04	10:07	9:40
راية	9:51	10:40	11:45	12:54	13:53	14:22	14:09	13:18	12:12	11:03	10:05	9:37
دوكان	9:51	10:40	11:45	12:55	13:53	14:23	14:10	13:19	12:12	11:03	10:04	9:36
جنتي	9:52	10:43	11:46	12:55	13:53	14:21	14:07	13:17	12:12	11:03	10:06	9:38
خاتقن	9:57	10:44	11:48	12:56	13:53	14:18	14:05	13:16	12:11	11:05	10:08	9:42
المعدل	9:53	10:41	11:45	12:54	13:52	14:20	14:07	13:17	12:11	11:03	10:06	9:37

المصدر من عمل الباحث

تم احتساب طول النهار النظري (D.S.Chauhan and S.s srirastva-2004-p38) حسب المعادلة الآتية

$$S = A \cos \left[\tan^{-1} \left(\frac{0.017453}{\tan(B \times 0.017453)} \right) \right]$$

$$360/47.1225$$

سطوع الشمس النظري

تسلسل اليوم في السنة

$$S = 6.28 / 365 \times \sin(A + 284) \times B = 23.45$$

• بجو شمس طوال العام ونهارا طويلا في اواخر فصل الربيع وفصل الصيف وبداية الخريف في حين تقل مدة السطوع في اواخر فصلي الخريف والشتاء وان كان هذا التباين قليل بسبب موقعها الفلكي الا انه يؤثر في تباين معدل السطوع الشمسي والجدول (5-6) يوضح ذلك.

- يلاحظ في الجدول (5-6) ان محطة بينجوين اقل المناطق في محافظة السليمانية من حيث عدد ساعات السطوع الفعلية في جميع اشهر السنة

3.3 صفاء السماء

يقصد به خلو الجو من السحب وقلة محتواها من الشوائب المثلثة في المركبات المختلفة الغازية، السائلة (قطرات السحب) والصلبة (العوالق والغبار والدخان) نظرا لما تقوم به من اعاقلة لجزء من الاشعاع عبر عمليات الانتشار والانعكاس والامتصاص، لذلك فان صفاء السماء تؤدي دورا بارزا في كمية الاشعة الشمسية التي تصل سطح الارض. وتكثر الايروسولات(*) في اجواء محافظة السليمانية التي تتصف بوجود نسبة كبيرة من الشوائب والعوالق ولاسيما في بعض اقضيةها منها منطقة بازيان الصناعية اضافة إلى البيئات الحافة المجاورة للمحافظة التي تزيد فيها تكرار ظواهر الجو الغبارية، تشير احدث الدراسات إلى ارتفاع هائل في عدد ايام تكرار ظاهرة تصاعد الغبار في العراق مما يزيد من تأثير الابهاء الجوية على حجب الاشعة الشمسية، ولهذه المواد قابلية على امتصاص وحجب حوالي 2% من الاشعة الشمسية وزيادتها تؤدي إلى احداث اتجاه نحو تناقص الاشعاع (احمد جاسم محمد الحسان -2011ص78).

ويمكن التعبير عن الموازنة الاشعاعية بالمعادلة التالية:-

$$R=Q(1-a) E$$

حيث ان

$$R = \text{الموازنة الاشعاعية}$$

$$Q = \text{مجموع الاشعاع المباشر والمبعثرة} = \text{الاشعاع الكلي}$$

$$a = \text{الخاصية الانعكاسية لسطح الارض} = \text{درجة الانعكاس الفوري}$$

$$E = \text{الاختلاف بين اشعاع سطح} = \text{الاشعاع الفعال.}$$

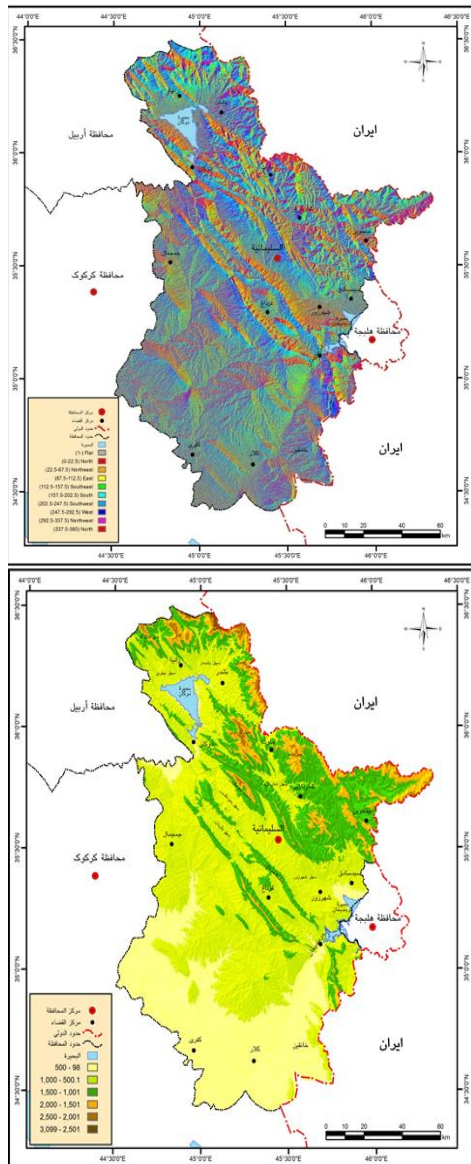
تعد التضاريس في المناطق الجبال العالية المعقدة الالتواء والبسيطة الالتواء (والتي تشكلان 70% من مساحة منطقة الدراسة) من العوامل المهمة في تكوين الغيوم، اذ تتكون الغيوم التضاريسية نتيجة لاصطدام الهواء الرطب بالحوجز الجبلية ثم صعوده الى الاعلى حيث تنخفض درجة حرارته مع الارتفاع فيتكاثف بخار الماء الموجود مكونا غيوما ذات احماس كبيرة، لان الغيوم التضاريسية تنمو وتتطور بصورة مستمرة في كل اوقات اليوم الجدول (7) يبين ان المناطق الجبال العالية تسجل اعلى القيم في نسبة كمية الغيوم اذ تسجل (38.91%) والبسيطة الالتواء تسجل (33.10%) وادنى القيم تسجل في السهول (18.93%). كذلك تزداد كمية الغيوم بانخفاض درجات الحرارة وتقل بارتفاع درجات الحرارة، للغيوم اهمية كبيرة في الدراسات الخاصة بالنشاط الاشعاعي وذلك لعلاقتها الوثيقة بعملية وصول كمية الاشعاع إلى سطح الارض وحاجة الانسان إلى تلك الاشعاع، ولتوضيح اهمية الغيوم للاشعاع نورد الحقائق الآتية :-

- تؤثر كمية الغيوم في التوزيع الجغرافي لحقول الخلايا الشمسية، فعلى سبيل المثال الخلايا الشمسية تنجح في المناطق الجافة بصورة أكبر في حين نسبة النجاح في المناطق الرطبة تكون ضئيلة.
- بإمكان الغيوم العالية ان تؤدي إلى تلبد الاشعاع وانعكاسه إلى الجو وعدم وصوله إلى سطح الارض أو تاخيرها، لانها قد تسبب في نشوء فقدان قدرة الحزن للاشعاع، وتحدث هذه الاضرار في اجزاء المناطق الجبال المعقدة الالتواء اذا تزامنت الرطوبة العالية مع انخفاض درجات الحرارة، وخصوصا في بداية موسم الشتاء والربيع، حيث تؤدي إلى افساد عمليات التحول الاشعاعي وكمية الحزن ..
- ان التباين في كمية الغيوم ونسبة تكرارها يؤثر في امكانات الخلايا الشمسية، حيث أن المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية في منطقة الدراسة تؤثر بشكل ايجابي في ازدياد وصول كمية الاشعاع الشمسي، مقارنة بالاشعاع الشمسي من الشمال والشمال الشرقي، ولاسيما في فصل الشتاء.
- رغم تباين حدود كمية الغيوم وتباين اطوال فصول ظهور الضوء الضوئي للخللايا الشمسية الا ان حقائق الاشعاع الشمسي- في منطقة الدراسة وتباينها المكاني والزمني (الشهري والفصلي) تعد من اهم متطلبات تحقيق تنمية حقول الخلايا الشمسية في منطقة الدراسة.
- على الرغم من ارتفاع كمية الغيوم في منطقة الدراسة في النصف الشتوي من السنة الذي يزيد من القيمة الفعلية لانعكاس وامتصاص الاشعاع الشمسي- يحمي الخلايا الشمسية من الآثار الضارة للبردودة في الشتاء، الا ان انخفاضها في الصيف الجاف من السنة يزيد من وصول الاشعاع الشمسي- وحاجة حقول الخلايا الشمسية للاشعاع.
- تشير البيانات الواردة في الجدول (7) الخاصة بكمية الغيوم بالاثمان في منطقة الدراسة إلى مايلي :-
- تتباين قيم معدلات كمية الغيوم بتباين مواقع المحطات، حيث سجل اقل القيم في معدلات كمية الغيوم السنوي في محطتي بنجوين ودرينديخان فكان (1.7، 1.9) على التوالي في حين سجل اعلى القيم في محطتي جمجمال وخافين، فكان (3.0، 3.1) على التوالي.
- تباينت قيم معامل التغير (نسبة التغير المتوالي) في معدلات كمية الغيوم في المحطات الواردة في الجدول (7) حيث تراوحت بين (38.91%) في مناطق الجبال المعقدة الالتواء و(18.93%) في مناطق السهول.
- وجود تباين واضح في معدلات كمية الغيوم بالاثمان من مكان إلى اخر ضمن محطات منطقة الدراسة وقد سجل اعلى المعدلات السنوية في محطتي (خافين وجمجمال) أي (منطقة السهول) على التوالي (3.1، 3.0) وادناها سجل في محطة بنجوين المنطقة الجبلية المعقدة (1.7).
- يسجل اعلى نسبة لمعدلات كمية الغيوم الشهرية في منطقة الدراسة في شهر الشتاء وبلغ (38.91%) في منطقة الجبال المعقدة الالتواء وادناها في

ايران ومن اهمها سلسلة جبال (قندیل 3412م) (كەسكويان 2841م) (هەرمین 2460م).

ب. منطقة الجبال البسيطة الالتواء:- عبارة عن عدد من السلاسل الجبلية وتحتل الاجزاء الغربية ويمتد بشكل متوازي مكونة الوديان العميقة والضيقة، الا ان الجبال البسيطة الالتواء تتميز بارتفاعات اقل تتراوح بين (1000-1900م) واهم تلك السلاسل (بەمو 1828م)، (بالامبو 1585م)، (بازيان 1544م).

ج. السهول :- فهي اراضي منخفضة ومنبسطة تتميز بارتفاعات اقل وانبساط في الارض وتتراوح بين (450-800م) كما هو موضح في الجدول ومن اهم تلك السهول (سهل السليمانية وشارزور وبشدر) الخارطة (3).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على حكومة اقليم كردستان، وزارة التخطيط، هيئة احصاء الاقليم، شبكة GIS.

خارطة رقم 3: طوبوغرافية منطقة الدراسة

اشهر الصيف ويبلغ (5.55%) وهذا يؤكد على ساعات وصول الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة.

جدول رقم 7: المعدل السنوي ونسبة كمية الغيوم بالاثمان في محطات محافظة السليمانية

المحطات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل	نسبة % فصل كمية الغيوم للأقاليم الجبلية
بشدر	3.9	3.5	2.5	2.3	1.3	0.2	0.1	0.08	0.3	1.0	2.2	3.1	1.7	38.91
جولان	4.0	3.9	3.5	3.6	2.4	0.9	0.4	0.2	0.5	1.8	2.6	2.9	2.2	
سردشت	3.5	3.7	3.4	3.2	2.3	0.7	0.2	0.1	0.4	1.9	2.7	3.0	2.0	
بازيان	3.6	3.8	3.6	3.0	2.1	0.6	0.1	0.1	0.3	1.8	2.5	3.1	2.0	
سلياني	4.1	4.2	3.9	3.8	2.8	0.7	0.4	0.5	0.6	2.5	3.0	3.8	2.5	33.10
دموندجان	3.6	3.5	3.5	2.4	1.5	0.3	0.2	0.2	0.3	1.6	2.9	3.3	1.9	
راثة	4.1	3.8	3.6	2.8	2.2	0.9	0.4	0.3	0.5	2.0	2.8	3.4	2.2	
نوكان	4.0	3.9	3.8	3.6	2.4	0.8	0.3	0.4	0.6	2.6	3.03	3.5	2.4	
جهمشال	4.7	4.4	4.8	4.4	4.1	1.6	1.2	0.7	1.4	3.1	2.8	3.2	3.0	18.93
خاين	5.0	4.8	4.7	4.5	4.3	1.9	1.1	0.86	0.61	3.4	2.9	3.9	3.1	
المعدل	4.05	3.95	3.73	3.36	2.54	0.86	0.31	0.44	0.61	2.17	2.74	3.32	2.3	96.50

الجدول: من عمل الباحث اعتمادا على محطات منطقة الدراسة.

4.3 التضاريس

ان دراسة تضاريس اية منطقة لها اهمية كبيرة في الدراسات المناخية لتأثيرها المباشر على عناصر المناخ من الحرارة والرياح والضغط الجوي والتساقط، حيث يعكس بدورها على استهلاك الطاقة الكهربائية.

ان تضاريس منطقة الدراسة هي جزء من تضاريس إقليم كردستان، و هي جزء من نظام جبال زاغروس التي تخرج من عقدة ارمينيا (Armenian knot) (L.Dudley Stamp, 1954, P.388). وان الحركات الارضية التي رفعت اراضي هذا الإقليم ورسمت معالمه الطوبوغرافية، هي نفس الحركات التكتونية (Tectonic)، التي رفعت الجبال الألتوائية في قارتي آسيا واوروپا، في الزمن الجيولوجي الثالث (سوران حمة أمين أحمد- المناخ و استهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية-2011ص10).

تمتد السلاسل الجبلية في منطقة الدراسة من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي وبذلك يتبع نفس الاتجاه العام للسلاسل الجبلية في إقليم كردستان وهذا يعني ان الاتجاه لها يكون على شكل قوس يبدأ من شمال الغرب للإقليم متجهاً نحو الشرق، ثم ينحني فيتجه نحو الجنوب الشرقي. وبذلك يتبع نفس اتجاه محاور الألتواء الأصلي في قوس طوروس - زاغروس. (جاسم محمد خلف-1961 ص60). ومن خلال ملاحظة الخارطة رقم (3) يمكن تقسيم المنطقة على الوحدات التضاريسية الآتية :-

أ. منطقة الجبال المعقدة الالتواء:- تحتل الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة وتقدر مساحتها بحوالي (4480) كم² والتي تشكل نسبة (38.7%) من مساحة المحافظة. ان معظم الجبال العالية تتميز بارتفاعات تتراوح بين (1500-3500م) وتنحصر هذه المنطقة بين حدود المحافظة مع

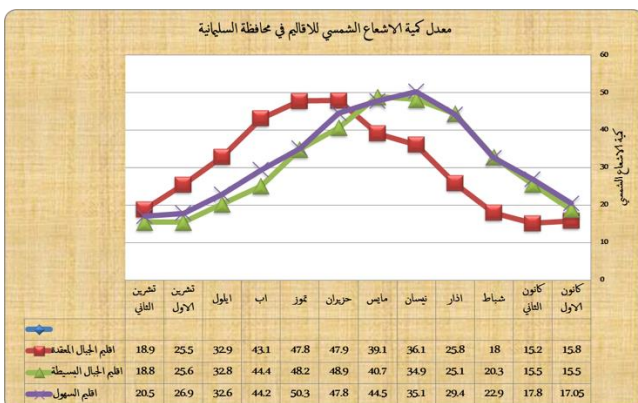
$R_a = \text{الاشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي (ميكا جول/م}^2 \text{/يوم)}$
 $a_s = \text{ثابت انحداري يعبر عن الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الارض في}$
 $\text{الايام الغائمة} = 0.250$
 $b_s = \text{ثابت انحداري يعبر عن الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الارض في}$
 $\text{الايام الصافية} = 0.5$
 وقد تم استخدام هذه المعادلة لقياس الاشعاع الشمسي في محافظة السلجانية في
 الجدول (8) بحسب الاقاليم.

ومنه لوحظ ان اقليم السهول هو الاعلى من حيث كمية الاشعاع بمتوسط اشعاع شهري على مدار السنة يبلغ (32.41) ميغا جول /م² يوم تليه المناطق البسيطة الالتواء (30.9) ميغا جول /م² يوم ومن ثم منطقة الجبال المعقدة الالتواء بمعدل (30.5) ميغا جول /م² يوم ، مما يؤهلها بشكل كبير لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية، كما يلاحظ تسجيل اعلى معدل سنوي لكمية الاشعاع في محطة خاتقين الواقعة في اقليم السهول الذي يبلغ (32.7) ميغا جول /م² يوم ، تليها محطتي دوكان ورائية (30.0، 31.1) ميغا جول /م² يوم على التوالي في اقليم الجبال البسيطة الالتواء ، اما في سردشت فقد بلغ (31.03) ميغا جول /م² يوم والتي تمثل اقليم الجبال المعقدة الالتواء. كما في الشكل البياني (2).

جدول رقم 8: التوزيع الجغرافي لمعدلات الاشعاع الشمسي في محافظة السلجانية (ميجاجول/م² يوم)

[illegible]

المصدر من عمل الباحث



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على الجدول (8).

شكل 2: كمية الاشعاع الشمسي في محطات محافظة السلبيانية

تُلقب التضاريس الأرضية دورا كبيرة في تبين كمية الاشعاع الشمسي- الواصل إلى منطقة من دون اخر ، فاتجاه السفوح الجبلية وانحدارها يؤثر في معدل الاشعاع الشمسي-الذي يصل الى تلك السفوح وخصوصا في المناطق المعتدلة والباردة التي تصل اشعة الشمس بشكل مائل. تتعرض السفوح الجنوبية في منطقة الدراسة الى اشعة الشمس بشكل مباشر اما السفوح الاخرى فتكون بعيدة عن الاشعة الشمسية المباشرة ولا يصلها الا الاشعة المنتشرة والمنكسرة من السفوح المقابلة وهذا يعني ان السفوح الجنوبيه تتعرض لاشعة الشمس مدة اطول من السفوح الشمالية، كما انحدار السفوح يلعب دورا كبيرا في تحديد زاوية سقوط الاشعة. لذا فان اشعة الشمس تسقط عليها بشكل زاوية قائمة مما يجعل الاشعاع الشمسي الواصل اليها أكثر من المناطق المجاورة الاقل ارتفاعا وخصوصا في وقت شروع الشمس وغروبها حيث تكون الاشعة الشمسية مائلة .

ادى تباين كمية الاشعاع الشمسي-الواصل الى السفوح الشمالية والجنوبية في منطقة الدراسة الى تباين درجة الحرارة ،وقد كان لهذه الظاهرة اثر كبير على اختيار مواقع بعض المحطات الشمسية وبالتالي تباين النشاط الاقتصادي للسكان وتركزهم في منطقة من دون اخر.

5.3 كمية الاشعاع الشمسي

تتباين كمية الاشعاع الشمسي من مكان إلى اخر بسبب الموقع من دوائر العرض ودوران الارض حول الشمس ، ونتيجة لذلك يمكن القول ان دائرة العرض الواحدة تكتسب كمية واحدة من الطاقة الشمسية اذا تساوت الظروف المناخية او الظروف الاخرى التي تؤثر فيها ، لان المناطق التي تخطى بطول عدد ساعات السطوع تمتاز بكميات اشعاع كبيرة مما يؤهلها لانتاج الطاقة المتجددة والجدول(8) يوضح التوزيع الجغرافي لكمية الاشعاع الشهرية، ونتيجة لعدم توفر اجهزة القياس لكمية الاشعاع الشمسي- بشكل مباشر في بعض مناطق منطقة الدراسة وبناءا على ذلك اعتمدت الدراسة على المعادلة التي تربط بين كمية الاشعاع والسطوع الشمسي ، وتعد افضل المعادلات مانوصل اليها انكستروم ، وهي معادلة انحدار خطي بسيط تربط بين الاشعاع الشمسي- والاشعاع الشمسي- الساقط فوق الغلاف الجوي مدة الاشراق النسبية(رتشاردجي الين ،وز ملاوه-2006ص-83-84).

$$RS = (a_s + b_s n/N) Ra$$

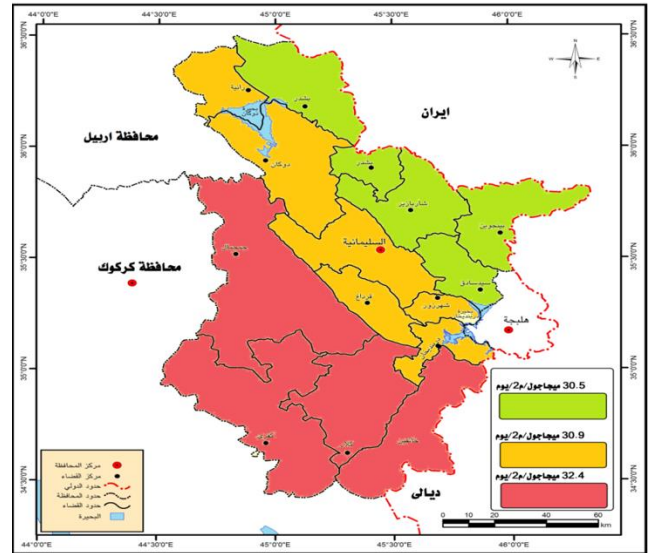
$$RS = \text{الاشعاع الشمسي قصير الموجة (ميكاجول/م}^2\text{/يوم)}$$

$n =$ مدة السطوع الشمسي الفعلية ، بينما $N =$ مدة السطوع النظري

في فصل الربيع كانت في محطة جمجال ايضا وبلغت $W.d/m^2(6058)$ في حين ان اوطا القيم لهذه المعدلات في فصل الربيع كانت في محطة (دوكان) وبلغت $W.d/m^2(3921)$ ، الا ان اعلى القيم في فصل الصيف الحريف كانت من نصيب محطة (سردشت) اذ بلغت $W.d/m^2(6144)(8680)$ على التوالي.

أما فيما يتعلق بالمعدلات السنوية فالجدول (9) يوضح ان محطات (خاقتين، جمجال، سردشت) و اعطت اعلى القيم للمعدلات السنوية للإشعاع الشمسي ولم يتجاوز الفرق في المعدلات السنوية بين هذه المحطات عن $W.d/m^2(3)$ ، اما محطة (دوكان) فاعطت ادنى القيم للمعدلات السنوية للإشعاع الشمسي الكلي وبلغت $W.d/m^2(4243)$ وبفارق $W.d/m^2(1564)$ اقل مما في محطات (خاقتين، جمجال، سردشت)، كما ان عدد ساعات السطوع الشمسي المقاسة بالايخص في اشهر الشتاء والخريف في محطة (بنجوين، دوكان) اقل مما في هذه المحطات وهذا بدوره يؤثر على كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الارض في هذه المحطات.

أ. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي في فصل الشتاء: يلاحظ من الشكل (4) أن قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي تبدأ بالزيادة التدريجية كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب وذلك بسبب زيادة متوسط عدد ساعات سطوع الشمس المقاسة في تلك المدة، كذلك تواجد الغيوم بنسب أكبر في المناطق الشمالية (اقليم الجبال المعقدة الالتواء) مقارنة بالمناطق الوسطى (اقليم الجبال البسيطة الالتواء) والجنوبية (اقليم السهول) في تلك الأشهر، فضلا عن انخفاض الرطوبة النسبية بشكل عام كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب. ويمكن تمييز كل اقليم من هذه الاقاليم بحسب شدة الإشعاع الشمسي الساقط والتي تتميز بتدرج قيم الإشعاع الشمسي فيها من اقصى الشمال الشرقي لغاية خط عرض $(35:37)$ ترواحت قيم المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين $(441.5 - 508.6)$ (ميجاجول/م² شهر). المنطقة الثانية المتمثلة باقليم الجبال البسيطة الالتواء والتي يقع معظمها بين دائرة العرض $(35:06)$ و $(35:23)$ ترواحت قيم المعدلات الفصلية في هذه الاقليم بين $(497.5 - 524.3)$ (ميجاجول/م² شهر). المنطقة الثالثة المتمثلة بمنطقة اقليم السهول الجنوبية المنبسطة والتي يقع معظمها جنوب خط (34) ترواحت قيم المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي في هذه الاقليم بين $(573.0 - 584.1)$ (ميجاجول/م² شهر).



المصدر من عمل الباحث اعتادا على الجدول (8).

خارطة رقم 3: التوزيع الجغرافي لمعدلات الإشعاع الشمسي بحسب الاقاليم الجغرافية في محافظة السلمانية

6.3 تحليل نتائج البيانات

بحسب توفر البيانات لدى مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي في السلمانية تم ايجاد المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي في محطات منطقة الدراسة للمدة من (2000-2017).

- تم تخمين الإشعاع الشمسي الكلي في معظم محطات منطقة الدراسة التي لا تتوفر فيها اجهزة قياس الإشعاع الشمسي وهي محطات (كفرى، كلار، رانية، قلعة دزة، هة لشو) وذلك من خلال انموذج رياضي مستنبط بدلالة معدلات درجة الحرارة الهواء والرطوبة النسبية ونسبة السطوع.
- وتم فحص هذا الأنموذج على هذه المحطات لقياس الإشعاع الشمسي ولحظ ان نسبة الخطاء المطلق (M.A.E) % بين القيم المقاسة والقيم المحسنة بواسطة هذا النموذج المستنبط كانت $(7.4, 4.5, 8)$ على التوالي مما يشير ان هذا الانموذج اعطى دقة جيدة في تخمين الإشعاع الشمسي.
- ايجاد مخططات فصلية وسنوية للتباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي في محافظة السلمانية.

7.3 المعدلات الفصلية والسنوية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح

الافقي في محطات محافظة السلمانية

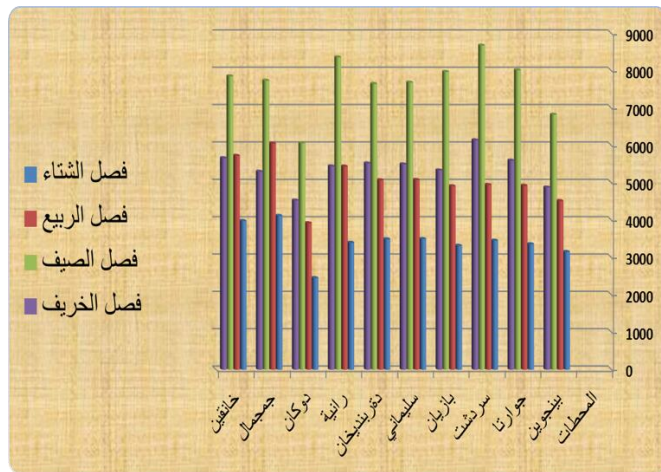
يوضح الجدول (9) المعدلات الفصلية والسنوية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي في منطقة الدراسة، ويلاحظ ان اعلى القيم لهذه المعدلات في فصل الشتاء كانت في محطة جمجال اذ بلغت $W.d/m^2(4118)$ واوطا القيم كانت في محطة بنجوين وبلغت $W.d/m^2(3153)$ ، واعلى القيم للمعدلات الفصلية

في اقليم الجبال البسيطة الالتواء بين (4530- 5526) $W.d/m^2$ أما جنوب خط عرض (34) والتي أعطت قيا أعلى للإشعاع الشمسي مقارنة بالمنطقة الاولى اذ تراوحت قيم الاشعاع فيها بين (5301-5664) $W.d/m^2$ فهو مشابه إلى حد كبير لفصل الربيع ولكن بقم اقل.

جدول 9: المعدلات الفصلية والسوية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي في محطات محافظة السليمانية بوحدات $W.d/m^2$

المعدل	فصل	فصل	فصل الربيع	فصل	الفصول
المعدل	فصل	فصل	فصل الربيع	فصل	المحطات
4844	4879	6829	4516	3153	بينجوين
5476	5599	8019	4924	3362	جوارتا
5807	6144	8680	4949	3455	سردشت
5386	5337	7975	4913	3319	بازيان
5378	4156	7875	4825	3322	معدل الاقليم
5441	5497	7689	5082	3499	سلياني
5436	5526	7652	5074	3492	دقنديخان
5662	5446	8364	5441	3398	رانية
4243	4530	6066	3921	2455	دوكان
5195	5249	7442	4879	3211	معدل الاقليم
5804	5301	7740	6058	4118	مجموع
5807	5664	7858	5728	3981	خافقين
5806	5482	7799	5893	4049	معدل الاقليم

الجدول من عمل الباحث.



المصدر من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (8).

شكل 4: المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي لمحطات محافظة السليمانية

4. البحث الثالث: تحديد كمية الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية

من خلال دراسة الاشعاع الشمسي في محافظة السليمانية وكميته، نلاحظ انها تغطي بمعدلات اشعاع شمسي مرتفعة، حيث اتضح ان منطقة الدراسة تقع في منطقة الشبه مداري حزام السطوح الشمسي أكبر من (7) ساعات كمتوسط عام سنوي، ويتراوح على المستوى الفصلي بمدة سطوح من (7) ساعات الى أكثر من (11) ساعة في ذروتها صيفا وهذا معدل سطوح ممتاز يسمح بتنفيذ تطبيقات الطاقة الشمسية والتوسع فيها، كما تتراوح كمية الاشعاع الشمسي ما بين (4000-

ب. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي في فصل الربيع: تتزايد قيم الإشعاع الشمسي بشكل واضح كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب وذلك بسبب انخفاض قيم خطوط العرض (37) من بنجوين، إذ تزداد قيم الإشعاع الشمسي كلما اقتربنا من خط الاستواء ، كما إن الزيادة التدريجية في قيم ساعات السطوح المقاسة نحو الجنوب تأثير في ذلك . يلاحظ وجود منطقتين رئيسيتين ، الاولى شمال خط عرض (34) تتصف بتدرج قيم الإشعاع الشمسي فيها. وتراوحت قيم المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين (987.9-1125.1) (ميجاجول/م² شهر).

المنطقة الثانية ممثلة بجنوب خط عرض (34) ويلاحظ أن قيم المعدلات الفصلية في معظم مناطقها تتراوح بين (1109-1122) (ميجاجول/م² شهر). المنطقة الثالثة تمثل معظم مناطق السهول المنبسطة في الوسط والجنوب التي تراوحت قيم المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي فيها ما بين (4879 - 5893) $W.d/m^2$.

ج. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي في فصل الصيف: يمكن ملاحظة أن قيم المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي الكلي تصل أقصى القيم لها عن باقي فصول السنة وخصوصا بسبب ارتفاع معدل زوايا ارتفاع الشمس في أشهر الصيف مقارنة مع باقي فصول السنة وهذا بدوره يؤثر على زيادة كميات الإشعاع الواصلة إلى سطح الأرض في تلك الفصل ، كما إن لقلة تواجد الغيوم وارتفاع عدد ساعات سطوح الشمس المقاسة في تلك الأشهر . ويلاحظ في أشهر حزيران وتموز وآب أن مناطق (سردشت ،رانية) المتمثلة باقليم الجبال المعقدة الالتواء والبسيطة الالتواء ومنطقة السهول المتمثلة بمحطة (خافقين) قد أعطت أعلى القيم للمعدلات الفصول للإشعاع الشمسي الكلي اذ تجاوزت $W.d/m^2(8000)$ في معظم هذه المناطق.

د. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي في فصل الخريف: هناك تدرج hqp في قيم المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي الكلي في المنطقة الشالية وذلك تبعا للظروف المناخية السائدة .أما في معظم المناطق الوسطى ومناطق السهول المنبسطة فان معدلات الإشعاع الشمسي تكون متقاربة وذلك لتشابه الظروف المناخية من حيث متوسط عدد ساعات سطوح الشمس ومتوسط الرطوبة النسبية .ومنطقة سردشت فإنها أعطت أعلى القيم للإشعاع الشمسي مقارنة بباقي المناطق إذ تراوحت شدة الاشعاع الشمسي فيها $W.d/m^2(6144)$ في حين تراوحت شدة الاشعاع

ج. تطبيقات ذات قدرة عالية وتشمل اجهزة ضخ المياه وسخانات المياه وغيرها من الاجهزة المنزلية.

2.4 كيفية احتساب طاقة الاشعاع الشمسي

يتم بإتباع الخطوات التالية:-

- **اولا:-** حساب كمية الطاقة المستهلكة في اليوم وذلك من البيانات الصادرة من مديرية كهرباء السليمانية وقد تبين ان أكبر كمية طاقة تم استهلاكها في فصل الصيف (حزيران وتموز واب) حوالي (15215) KW واقل كمية طاقة تم استهلاكها في فصل الخريف (14218) KW في اليوم اي أن كمية الطاقة الشمسية الواجب انتاجها يجب ان تفوق (15032) KW في اليوم والجداول (12) يبين المعدل الشهري والفصلي لاستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية.

- **ثانيا:-** حساب كمية الطاقة المطلوب توليدها من المحطة الشمسية المطلوب اقامتها بطبيعة الحال يوجد فاقد في أثناء تركيب أية منظومة كهربائية والفاقد قد يصل إلى 30 % بسبب التوصيل وجودة الأسلاك ونوع البطاريات المستخدمة وكذلك كفاءة الألواح الشمسية، وعليه فإنه يجب إضافة هذا الفاقد لإجمالي الطاقة المستهلكة في اليوم وذلك بتطبيق المعادلة التالية:

إجمالي الطاقة المطلوب توليدها = إجمالي الطاقة المستهلكة في اليوم * 1.3

مثل (شهر اب) = 15032 * 1.3 = إجمالي الطاقة المطلوب توليدها =

19541.6 كيلو واط يوم

جدول رقم 12: المعدل الشهري واليومي لاستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية

الشهر	المعدل الشهري MW	المعدل الشهري KW	المعدل اليومي KW
كانون الاول	547.8	547800	17670
كانون الثاني	411.2	411200	13264
شباط	340.1	340100	12146
المعدل الفصلي	433	433000	14433
اذار	472.6	472600	15245
نيسان	459.1	459100	15303
مايس	454.6	454600	14664
المعدل الفصلي	461.6	461600	15084
حزيران	470.1	470100	15670
تموز	460.7	460700	14861
اب	466	466000	15032
المعدل الفصلي	465.6	465600	15215
ايلول	418.7	418700	13956
تشرين الاول	375.2	375200	12103
تشرين الثاني	495.1	495100	16503
المعدل الفصلي	430.8	430800	14218

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات مديرية كهرباء محافظة السليمانية و المعادلة المذكورة

7000 W.d/m²، مما يجعل منطقة الدراسة تتصف بإمكانات طاقة شمسية كبيرة. ان استثمار الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة كهربائية يتم بطريقتين اما التحويل الحراري أو التحويل المباشر باستخدام الخلايا الكهروضوئية، حيث استخدمت الخلايا الشمسية بتحويل اشعة الشمس الى كهرباء بعد طرد كميات كبيرة من الحرارة وفيها توجه الخلايا الشمسية بزاوية ميل مناسبة في مواجهة الاشعة الشمسية لكي تسقط الاشعة عموديا عليها، وتقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى قدرة كهربائية، وذلك بتركيب خلية شمسية فوق سطح اللوحة، ويعمل هذا النظام بكفاءة عالية طوال ايام السنة. وكذلك تم رصد هذه اللوحات على الطرق السريعة المتجه من اربيل الى مصيف صلاح الدين وتستخدم لانارة الطرق.

1.4 تطبيقات طاقة الاشعاع الشمسي العملية

تعد الطاقة الشمسية من اهم مصادر الطاقة المتجددة في القرن الحالي لنا فان جهود كثير من الدول تتوجه لها بمختلف صورها وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات والبحوث الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية احدى اهم مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز. وقد اعطي النصب الاوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية الى كهرباء وهو ما يعرف باسم (Photovoltaic) وهذا المصدر من الطاقة اصبح من العوامل الرئيسية لايجاد البنى الاساسية فيها، فضلا عن مركزية التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بنفس المكان او المنطقة. وهذا يوفر الكثير من تكلفة النقل والمواصلات ومد الشبكات وصيانتها وخصوصا في المناطق النائية لكون تكاليف توصيل الطاقة الكهربائية مكلفة، وفي ضوء المعايير التخطيطية من غير العملي ان يتم مد شبكات نقل الكهرباء الى المناطق البعيدة والصغيرة. لذلك يرى الباحث امكانية توفير الطاقة الكهربائية عن طريق مشاريع الطاقة الشمسية لكون منطقة الدراسة تتمتع بظروف طبيعية ممتازة من حيث الامكانيات التي تؤهلها أن يكون من أكثر مناطق الاقليم امكانية في انتاج الطاقة الشمسية.

ويمكن تصنيف وتحديد التطبيقات الارضية على وفق القدرة الكهربائية على النحو الآتي:-

أ. تطبيقات ذات قدرة منخفضة وتشمل اجهزة الحاسبات والالعاب الالكترونية والساعات واهزة الاذاعة المسموعة والشاحنات ووسائل القدرة المنخفضة.

ب. تطبيقات ذات قدرة متوسطة وتشمل اجهزة الانارة والثلاجات والمبردات

واجهزة الاتصال واشارات المرور ومراوح السقف.

جدول 14: خلية شمسية متعدد البلورة

Wp 280	275Wp	270Wp	265Wp	260Wp	اقصى قدرة (Pmax)
31.6V	31.3V	31.1V	30.8V	30.5V	المجهود عن أقصى قدرة (Vmpp)
8.87A	8.78A	8.69A	8.6A	8.52A	التيار عند أقصى قدرة (Impp)
37.7V	37.7V	37.6V	37.6V	37.6V	مجهود البائرة المفتوحة (Voc)
9.42A	9.34A	9.26A	9.2A	9.1A	تيار البائرة القصيرة (Isc)
% 17	% 16.7	% 16.4	% 16.1	% 15.8	كفاءة اللوحة
% 2 +	% 2 +	% 2 +	% 2 +	% 2 +	تحمل الطاقة (موجب)
12					ضمان المنتج
10 سنة من 90% طاقة منتجة، 20 سنة من 80% طاقة منتجة					ضمان الطاقة
1662x992x25 mm					ابعاد اللوحة (H/W/D)
22.8					الوزن
156.75x156.75mm					حجم الخلية
60					عدد الخلايا

المصدر من عمل الباحث اعتمادا على www.FutureSolarPV.com

- خامسا: إيجاد المساحة المطلوبة حسب الألواح المساحة المطلوبة = عدد الألواح الشمسية * مساحة كل لوح تبلغ ابعاد الألواح الشمسية 1982× 25mm ، ومع اضافة المسافات بين كل لوح واخر تكون المساحة اللازمة لكل لوح حوالي 2 متر مربع، اما عدد الألواح المطلوبة فهي 11.50 لوح.

$$23 = 11.50 \times 2 \text{ متر مربع.}$$

4. البحث الرابع

1.4 تحديد الموقع الجغرافي المثالي لمحطات الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية

ان الطاقة الشمسية هي احد المصادر الطاقة المتجددة التي يمكن استغلالها في اي مكان وتشكل مصدرا مهما لكافة الاحتياجات، وتتميز المناطق الجيدة بوجود مخططات اقليمية تشمل المناطق السكنية والصناعية والخدمية، ولعل اهم النقاط الواجب توافرها وجود اماكن خاصة لمحطات توليد الطاقة من المصادر المتجددة وتكون تلك المحطات متوافقة مع الظروف البيئية المحيطة لكي تقوم بتوفير الطاقة اللازمة، تتمتع منطقة السهل في محافظة السليمانية، اي المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية بصفة عامة بمعدلات عالية من الاشعاع الشمسي-الذي يمكن تحويله الى طاقة شمسية، كذلك امتداد اراضي المحافظة من الجنوب الشرقي الى الشمال الغربي وليس من الشمال الى الجنوب مما يعرضها الى الشمس لمدة زمنية اطول، وبالتالي في الامكان انتاج الطاقة بشكل أكثر، فضلا عن توافر المساحة الكافية لوضع الألواح الشمسية في المنطقة. هنالك عدد من العوامل

- **ثالثا: معرفة طاقة الألواح الشمسية** وذلك عن طريق قسمة الطاقة المراد

توليدها على معدل الإشعاع الشمسي في اليوم للمنطقة التي سيتم تركيب الألواح فيها، مع العلم ان الباحث قام بحساب معدل الاشعاع الشمسي في المحافظة وقد بلغ (5) كيلو واط / م² / يوم
إذن طاقة الألواح اللازمة = إجمالي الطاقة المراد توليدها / معدل سطوع الإشعاع الشمسي = 19541.6 / 5 = 3908.3 كيلو واط.

- **رابعا: إيجاد عدد الألواح** بحسب المعادلة التالية عدد الألواح = طاقة الألواح

اللازمة / قدرة اللوح الذي نريد شراءه الجدول (13-14) يوضح قدرة الألواح للشركات التي تصنع الواح الطاقة الشمسية، ويوجد نوعان واسعا الانتشار هما (احادي البلورة) (متعدد البلورات)، نوع اللوح (احادي البلورة) ذات قدره 340-365 واط ويحتوي على 72 خلية ومقاسها 25mm × 992 × 1982. والنوع الآخر (متعدد البلورة) الألواح ذات القدرة 260-280 واط و تحتوي على 60 خلية ومقاسها 25 mm × 992 × 1662. فإذا اردنا شراء ألواح ذات قدرة 340-365 واط، فإن عدد الألواح الشمسية المطلوب شرائها = 3908.3 / 340 = 11.50 لوح تقريبا وتطبيق نوع احادي البلورية (FSM 340-375W Transparent) للخلية الشمسية نطاق القدرة (340-375 Wp) بحسب الجدول (13) يظهر كايلى:

جدول 13: خلية شمسية احادي البلورة

Wp365	Wp360	Wp355	Wp350	Wp345	Wp340	اقصى قدرة (Pmax)
39.5V	39.2V	39.1V	38.8V	38.4V	38.1V	المجهود عن أقصى قدرة (Vmpp)
9.25A	9.18A	9.08A	9.03A	8.99A	8.93A	التيار عند أقصى قدرة (Impp)
47.1V	46.9V	46.7V	46.6V	46.4V	46.3V	مجهود البائرة المفتوحة (Voc)
9.61A	9.57A	9.52A	9.48A	9.44A	9.41A	تيار البائرة القصيرة (Isc)
% 18.6	% 18.3	% 18.1	% 17.8	% 17.6	% 17.3	كفاءة اللوحة
% 1.5 +	% 1.5 +	% 1.5 +	% 1.5 +	% 1.5 +	% 1.5 +	تحمل الطاقة (موجب)
10 سنوات						ضمان المنتج
12 سنة 90% طاقة منتجة 25 سنة 80% طاقة منتجة						ضمان الطاقة
1982× 992 × 25mm						ابعاد اللوحة (H/W/D)
kg 26						الوزن
mm 156.75×156.75						حجم الخلية
72						عدد الخلايا

المصدر: www.FutureSolarPV.com

ظروف الاختبار القياسية : كتلة الهواء 1.5 AM ، الإشعاع 1000 وات / م²، درجة حرارة الخليل 25 درجة مئوية

الايخري التي يجب اخذها بعين الاعتبار عند اختيار الموقع الخاص بالمحطة للوصول الى اعلى كفاءة ممكنة والتي تتميز بالمميزات الاتية:-

- 1- اكبر كمية من الاشعاع الشمسي الساقط
- 2- اعلى متوسط ميل لزاوية سقوط الاشعة الشمسية .
- 3- اعلى معدل لساعات السطوع الفعلية. بناء على هذه العوامل ومن خلال الجدول (11) تم اختيار المنطقة الامثل من كل اقليم جغرافي في المحافظة لتكون موقعا للمحطة .

جدول رقم 11: الموقع الجغرافي المختار لانشاء المحطات في محافظة السليمانية

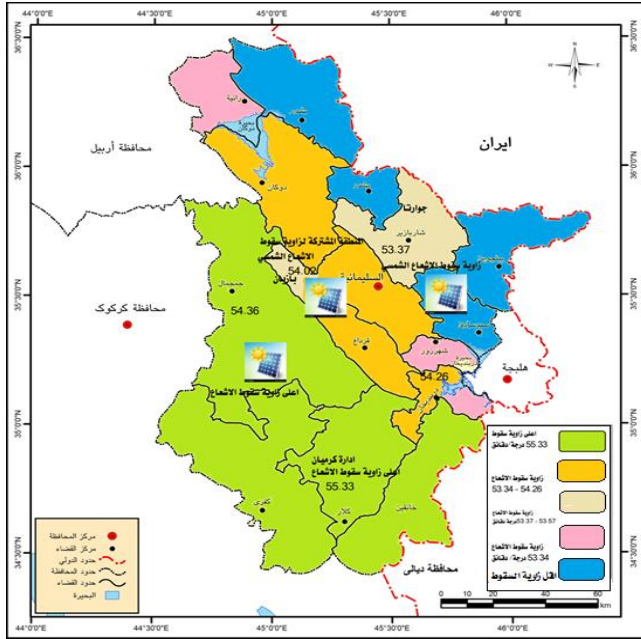
الاقليم	المنطقة المختارة
اقليم الجبال المعقدة الالتواء	جوارتا - بازيان
اقليم الجبال البسيطة الالتواء	درينديخان - السليمانية - دوكان
اقليم السهول	خاقيين (كفري+كلار) - جمجال

عند تطبيق العوامل الثلاثة الالفة الذكر في منطقة الدراسة كما في الجدول (12) يتضح بان المناطق المذكورة مهيئة لان تكون موقعا لانشاء المحطة الشمسية الحرارية باعتبارها افضل المناطق ضمن الاقاليم. اما فيما يتعلق بالمساحة فان موقع المحطة سيكون خارج المدن والمناطق السكنية وبعيدا عن المواقع الصناعية وفي هذه المناطق تكون المساحة المطلوبة لانشاء المحطة متوفرة، اما فيما يتعلق بالمياه اللازمة للمحطة والتي يستخدم 90% منها في ابراج التبريد والمبادلات الحرارية فيمكن استبدالها بدوائر امتصاص تستخدم الامونيا والماء او بروميد الليثيوم والماء(*)

جدول 12: خصائص افضل المناطق المختارة لانشاء محطات الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية

المواقع المختارة	ساعات السطوع الفعلية	كمية الاشعاع الميجا جول/م. يوم	زاوية سقوط الاشعاع	طريقة التبريد المفضلة	النسبة المئوية لصفاء السماء للربطية %	النسبة المئوية للربطية %	شبكة الربط	مصدر المياه
خاقيين	8.0	32.7	55.33	مياه تبريد	13.4	41.4	متوفرة	المياه السطحية
جمجال	8.3	32.0	54.36	دوائر امتصاص	13.0	41.88	متوفرة	المياه الجوفية
درينديخان	7.4	30.8	54.26	مياه تبريد	8.2	44.23	متوفرة	مياه البحيرة
السليمانية	7.4	30.7	54.02	دوائر امتصاص	10.8	46.1	متوفرة	المياه الجوفية
بازيان	7.3	30.5	53.57	دوائر امتصاص	8.6	46.36	متوفرة	المياه الجوفية
جوارتا	7.5	30.7	53.37	دوائر امتصاص	9.5	46.3	متوفرة	المياه الجوفية
دوكان	8.1	31.1	53.34	مياه تبريد	10.4	46.1	متوفرة	مياه البحيرة

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (4.5.6).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على، حكومة اقليم كردستان، وزارة التخطيط، هيئة احصاء الاقليم شعبة GIS.

خارطة رقم 4: التوزيع الجغرافي للمناطق المختارة لانشاء محطات الطاقة الشمسية في محافظة السليمانية

من الدراسة السابقة للاشعاع الشمسي- في محافظة السليمانية والجدول (11) تبين ان افضل موقع للمحطة الشمسية هي منطقة ادارة كرميان المتمثلة من (جمجال حتى خاقيين(*) الموضحة في الخارطة (4) وذلك للاسباب الاتية:-

- تمتاز منطقة كرميان (جمجال وخاقيين) بوجود اعلى معدل سنوي لسقوط الشمس على مستوى المحافظة (8.0، 8.3) ساعة/يوم على التوالي، وكذلك تمتاز باعلى معدل سنوي للاشعاع الشمسي على مستوى المحافظة (44.5) (ميجا جول/م² يوم)

- تمتاز منطقة كرميان (جمجال وخاقيين) باعلى معدل سنوي لزاوية سقوط الاشعاع (55.33، 54.36) على التوالي على مستوى المحافظة .

- وجود محطة جمجال الغازية في المنطقة تمثل عامل ايجابي سيؤدي الى تقليل تكاليف نقل وتوزيع التيار الكهربائي.

- تمتاز منطقة كرميان (جمجال وخاقيين) باعلى معدل سنوي لصفاء السماء (13.4، 13.0) على مستوى المحافظة وادنى معدل للربطية النسبية (41.4، 41.88) على التوالي .

- توفر المساحة اللازمة لانشاء المحطة عليها بما ان منطقة كرميان ذات بيئة جافة وحارة توجد بها مساحات شاسعة مما يجعلها مناسبة من حيث وفرة وتكلفة الارض التي ينبغي ان يقيم عليها المشروع او من حيث تضاريس

تحديد موقع المحطات ، وذلك من خلال تحديد الموقع الأقل كلفة وإبراز من اشار إلى أهمية هذا العامل هو الاقتصادي الألماني (Alfred Weiber) في نظريته المعروفة بالمثلث الموقعي. وبعد الموقع الأمثل بالنسبة للمحطات الإشعاعية لمناطق الانتاج هو الذي تنخفض فيه كلفة النقل. بما ان المناطق ذات الاشعاع المرتفع تقع في المناطق الجنوبية من المحافظة اي بعيدا عن مدينة السليمانية والتجمعات السكنية والمنشآت الاقتصادية مما سيضطرنا الى انشاء وصلات طرفية مرتبطة بشبكة الطرق العامة ، في مرحلة انشاء المحطة يجب ايصال اجزاء المحطة والتي تكون عادة ذات ابعاد واوزان كبيرة ومن اجل تحقيق ذلك يجب أن تجهز وتعالج الطرق من حيث العرض والميول وارتفاع الجسور وما انه سوف يتم نقل اجزاء من المحطة قابلة للكسر والتي ستنتقل باعداد كبيرة هذا يؤدي الى زيادة التكلفة على تجهيز الطرق ومعالجتها. عندما تبلغ كلفة الربط بشبكة الطرق أكثر من 10% من مجمل كلفة المحطة عندها يسمح للموقع المقترح ان يبعد فقط بمقدار 30-50 كم عن شبكة الطرق ، كما توفر خطوط النقل في المنطقة المقترحة سيشارك في التخلص من تكاليف شق الطرق وتعبيدها مما سيساعد في تخفيض تكاليف الانشاء. كما هو موضح في الجدول رقم (13). بحيث تبلغ نسبة اطوال الطرق أكثر من النصف (52.5%) في المنطقة السهلية وما يقارب (39.7) في المنطقة الشبة جبلية و فقط نسبة (7.8) في المنطقة الجبلية المعقدة الالتواء.

جدول رقم 13: التوزيع الجغرافي للطرق بحسب المنطقة الطبوغرافية في محافظة السليمانية

الموقع	مساحة المنطقة (كم ²) بحسب الموقع الجغرافي	النسبة %	الطول (كم)			
			الرئيسي	الثانوي	الزراعي	المجموع
منطقة السهول	5402	46.5	205.5	577.3	354.9	1137.9
منطقة الجبال البسيطة	872	7.5	18	89.7	61	168.7
الالتواء						
منطقة الجبال المعقدة	5344	45.9	35.3	528.3	293.8	857.4
الالتواء						
المجموع	11618	100	259	1195.3	709.7	2164

المصدر: بنار حسن محمد عبدالرحمن، اثر حركة النقل الداخلي (بالسيارات) في البناء الوظيفي والعمراني لمدينة كلاتر.

4.2.4 توفر راس المال

ارتبطت التطورات الاقتصادية في اقليم كردستان العراق بشكل عام ومحافظة السليمانية بشكل خاص خلال عقدين من الزمن على نمو وثيق بالتطورات العالمية ومنها في قطاع الطاقة ، وبالذات قطاع النفط فيه. وفي المدييات التي ارتفعت فيها عائدات النفط بدرجة كبيرة ، ومن ارتفاع الاسعار او الكميات المصدرة او كليهما ، فان اقتصاد اقليم كردستان قد شهد معدلات نمو هائلة في الدخل القومي وخصوصا عند ارتفاع سعر البرميل الواحد للمدة 2006-2011 الى أكثر من 100

الارض الشبه الصحراوي وخلق المنطقة من الجبال العالية التي قد تؤثر على الاشعاع الشمسي.

- توفر خطوط النقل في المنطقة سيشارك في التخلص من تكاليف شق الطرق وتعبيدها مما يساعد في تخفيض تكاليف الانشاء.

2.4 شروط انشاء المحطات

ان اختيار الموقع الذي ينبغي تنفيذ المشروع عليه يجب ان تنطبق عليه العديد من الشروط التي تؤثر بشكل مباشر على التكلفة الاقتصادية لانشاء المحطة وعلى قدرة المحطة في توليد الطاقة الكهربائية باقصى كفاءة ممكنة وتمثل شروط اختيار الموقع في الاتي :-

1.2.4 المساحة اللازمة ومواصفاتها

تحتاج محطات الطاقة الشمسية الى مساحات واسعة من الاراضي لاستقبال أكبر قدر ممكن من الاشعة وكلما كانت المساحة متوفرة بشكل كبير امكننا الحصول على فوائد اقتصادية أكبر للتشغيل كما ان توسع المحطة مستقبلا سيؤدي الى تخفيض تكاليف التشغيل والصيانة ، كون الحاجة للعمال تقل مع زيادة عدد منشآت. اذ ان الوفورات الاقتصادية الناجمة عن عامل التكتل تجعل عملية اضافة وحدات توليدية جديدة للمزارع الشمسية الى المحطات القائمة من اجل زيادة طاقتها الانتاجية افضل اقتصاديا من انشاء محطات جديدة ، وهذا ما يدل عليه البحث على اختيار الموقع الأمثل للمزارع الشمسية لانشاء محطات خارج مركز المدن وفي مناطق واسعة وينفس الوقت رخيصة وبعيدة عن الملوثات المصاحبة لتلك لمحطات.

2.2.4 الشبكة الكهربائية للربط

ان التوليد الاقتصادي للتيار الكهربائي في محطات الطاقة الشمسية يشترط الربط بشبكة وصل اخرى للتيار الكهربائي وكون الاشعاع الشمسي يمثل صفة اساسية محددة للموقع لذلك يجب اختيار موقع للمحطة اقرب بما يمكن من شبكة نقل التيار الكهربائي. ولاستيا ان لطرق النقل أهمية بالغة في التأثير على اتجاهات وعمل خطوط الشبكة الكهربائية ، حيث تحتاج ان تمتد هذه الخطوط بمحاذاة الطرق المعبدة وذلك لسهولة القيام بعملية اجراء الصيانة ونقل المواد اللازمة لنصب الألواح وتصلية الاعطال في الابراج التي تحمل هذه الخطوط .

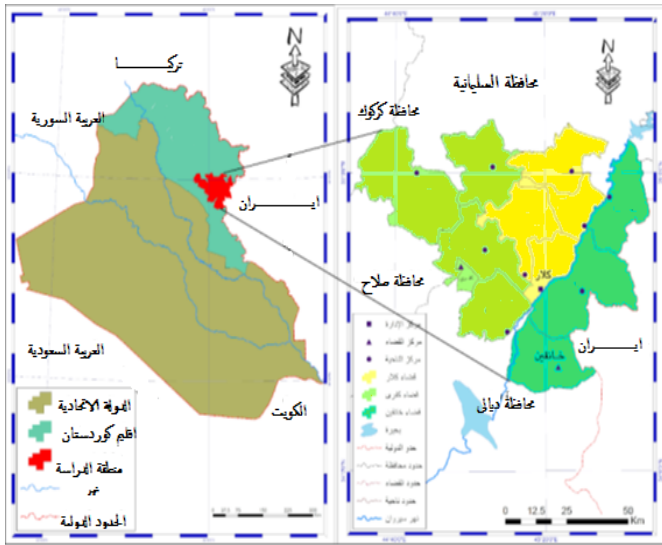
3.2.4 طرق النقل

يحتل عامل النقل مكانا متميزا بين العوامل الجغرافية فهو يتحكم والى حد كبير في

الطوبوغرافية ارتباطا وثيقا نتيجة للتنوع الشديد للمكونات التضاريسية فيها، مما سبق يمكن ان تقترح ان تنشأ المزارع الشمسية في الاجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية لانبساط سطحها في حين ينخفض هذا التركز في الاجزاء الشمالية.

○ منطقة ججمال :- تقع في الجزء الشمالي الشرقي لادارة كرميان بين دائرتي عرض (35:32") شمالا وخطي طول (44:42") (45:50") شرقا وعلى ارتفاع (110)م فوق مستوى سطح البحر، تحدها من الشرق مدينة السليمانية في حين تمثل حدودها الشمالية محافظة اربيل وحدودها الغربية محافظة كركوك وتشغل مساحة (3733) كم² وهو مايشكل نسبة (18.53%) من مساحة المحافظة وهي عبارة عن منطقة سهلية تبعد عن مدينة السليمانية حوالي (45) كم، تتوفر فيها المساحات الشاسعة وتعد ايضا قرية من خطوط النقل والمواصلات مما يؤهلها لتكون الموقع المقترح لانشاء المزارع الشمسية في الاجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية لانبساط سطحها.

خارطة 5: موقع ادارة كرميان المراد انشاء محطات الطاقة الشمسية



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على ARC GIS.

● الموقع الثاني وهي مدينة دوكان وهي منطقة ماهرة بالسكان ومساحتها صغيرة (1788) كم² وتحتل نسبة (15.36%) من مساحة المحافظة وهي عبارة عن منطقة جبلية فضلا عن كونها منطقة سياحية لذلك تم استبعادها على الرغم من انها تمتلك بيانات مناخية تؤهلها لان تكون المحطة المختارة لكن موقع المحطة بحاجة إلى مساحات كافية لتشييد المحطة وان تكون الارض منبسطة لتقليل تكاليف الانشاء .

\$، قد حفز هذا النمو الاقتصادي على توفر راس المال لدي حكومة اقليم كردستان والتي كان من الممكن ان تخصص جزء من الاموال (العوائد النفطية) في تنمية الطاقة المتجددة فيها لان تنمية هذه المصادر تساعد التطورات التكنولوجية في مجالات شتى، الا ان محدودية مصادر الكهرباء عن تلبية كافة احتياجات المحافظة وتزايد استهلاك الكهرباء والاحمال بشكل سنوي مع ثبات المصادر وعدم نموها لتزويد المحطات بالوقود والغاز وعدم قدرة وزارة الكهرباء على شراء الوقود لذلك تعاني المحافظة من عجز كبير في تلبية احتياجات المواطن للكهرباء وكذلك يرجع لامتناع شرائع عريضة من المواطنين عن دفع الفواتير او عدم قدرتهم على الدفع .

3.4 الاهمية النسبية لاختيار الموقع الامثل للمحطات في محافظة السليمانية

بناء على معايير اختيار الموقع والعوامل الاخرى افند الذكر فقد تم اختيار منطقة (ادارة كرميان وجمجمال) بالدرجة الاولى و(درينديخان والسليمانية و دوكان) بالدرجة الثانية و(بازيان وجوارتا) بالدرجة الثالثة كما هو موضح في الشكل رقم (3-4) وهي :-

● الموقع الاول وتضم مايلي:

○ (منطقة ادارة كرميان): تقع في الجزء الجنوبي الشرقي من اقليم كردستان بين دائرتي عرض (35:33") شمالا وخطي طول (44:41") شرقا تحدها من الشمال محافظة السليمانية ومحافظة صلاح الدين وديالى من الغرب والجنوب على التوالي، في حين تمثل حدودها الشرقية الحدود الدولية مع جمهورية ايران الاسلامية بمسافة (153) كم² انظر الى خارطة رقم (4) وتشغل مساحة (6829) كم² وهو مايشكل نسبة (9.2%) من اجمالي مساحة العراق و(33.9%) من اجمالي مساحة محافظة السليمانية وتتكون من (3) افضية رئيسية هي (كفري كلار خاتين) فضلا وهي عبارة عن منطقة شبه صحراوية تتوفر فيها المساحات الشاسعة وتعتبر ايضا قرية من خطوط النقل والمواصلات وتبعد عن مدينة السليمانية (135) كم وعن محطة ججمال الغازية (165) كم التي تبعد حوالي (45) كم لمدينة السليمانية مما يؤهلها لتكون الموقع المقترح. ولاسيما ان معالم سطح ارضها تؤثر من خلال الارتفاع والانخفاض او الانبساط والتعقيد في تحديد المزارع الشمسية واتساعها . وقد ارتبطت تلك الاشكال في منطقة الدراسة بالعوامل

5. النتائج

ان اهم مايمكن استنتاجه مما تقدم ،ومايتعلق بموضوع الدراسة هو ماياتي:-

- ان الموقع الجغرافي للمحافظة اثري في كمية الاشعاع الشمسي الوارد اليه اذ يقع ضمن منطقة الفيض من الاشعاع الشمسي والتي تمثل بالمناطق الواقعة بين دائرتي عرض (34-37) شمال خط الاستواء حيث وجود السماء الصافية وارتفاع زاوية سقوط الاشعة الشمسية سجلت في محطة خاتين وجمجمال والواقعة على دائرة (30:35) شمالاً مما يجعله مناطق مناسبة لإنشاء المحطات الشمسية.

- تم استنباط نموذج لتخمين الاشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي في عموم محطات منطقة الدراسة والنموذج هو:

$$RS = (a_s + b_s n/N) Ra$$

$$H = HO \{0.39 + 0.32(n/N) - 0.006(T)0.0014 - \frac{1}{2}(RH)\}$$

- وجود تباين في قيم الاشعاع الشمسي في المناطق المختلفة من المحافظة وكان هناك زيادة تدريجية بشكل عام كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب ، المعدل العام للاشعاع الشمسي في اشهر السنة كان يمتد بين (29.33-30.74) ميغا جول /م² يوم.

- اقليم السهول واقليم الجبال البسيطة الالتواء فيها افضل (سبعة) مواقع من على مستوى المحافظة وجميعها مهيئة لان تكون موقعا للمحطة الشمسية واملل المناطق في منطقة الدراسة هي منطقة ادارة كرميان المتمثلة ب(جمجمال وكفري وكلا) لامتلاكها اعلى امكانيات للطاقة الشمسية.

6. التوصيات

- ان البحث والمشاركة في ايجاد بدائل للطاقة (الاحفورية) ماهو الا جزء مكمّل لاستمرارية البحث عن مصادر اخرى لسد العجز في الطاقة الكهربائية والحفاظ على المستوى الاقتصادي التي تنعم بها اقليم كردستان بشكل عام ومحافظة السليمانية بشكل خاص ، واعتمادا على النتائج التي توصلت اليها الدراسة نقتراح مراعاة التوصيات الاتية:-

- التخلص من وحدات المولدات الديزل بصورة تدريجية بدءاً من المحطات ذات القدرات الاصغر ، لارتفاع تكاليف تشغيلها واستهلاكها العالي للوقود هذا فضلاً عن اضرارها البيئية.

- الموقع الثالث: وهي منطقة بارزان تقع في غرب محافظة السليمانية ضمن نطاق المنطقة الجبلية الالتوائية البسيطة ضمن ادارة ناحية بارزان من الناحية الفلكية تقع بين دائرتي عرض (27:35) و(35:43) شمالاً وخطي طول (18:45) و (44:58) شرقاً، تبلغ مساحتها (364.20) كم² بنسبة (1.80%) من اجمالي المحافظة اذ ان هناك سلاسل جبلية محيطة بالمنطقة السهلية التي تتراوح ارتفاعها بين (1101-1427) م كما تقع المنطقة السهلية المنخفضة في وسط الاراضي المحيطة بمجرى نهري تينال شمال منطقة بارزان وتنحدر الاراضي السهلية فيها من الشمال الى الجنوب ويتراوح ارتفاع المنطقة السهلية بين (672-834) م. بارزان منطقة صناعية ماهرة بالسكان ومساحتها صغيرة نسبياً وتتوفر فيها المساحات الشاسعة لإنشاء المزارع الشمسية وتعد ايضاً قريبة من خطوط النقل والمواصلات وتبعد عن مدينة السليمانية (35) كم غربي مدينة السليمانية مما يؤهلها لتكون الموقع المثالي المقترح.



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على المرتبة الفضائية.

شكل 3: مرتبة يوضح المناطق الافضل للطاقة الشمسية في محافظة السليمانية

2.7 اطاريح الدكتوراه

1. الحسان ،احمد جاسم محمد ،التغيرات المناخية في العراق ممثلة بخطوط التساوي، أطروحة دكتوراه. غير منشورة، كلية الاداب، جامعة البصرة، 2011.
2. حسن ،ساكر محمد ، التنمية الزراعية في محافظة السليمانية بإقليم كردستان العراق، رسالة دكتوراه مقدمة الى قسم الجغرافية، جامعة القاهرة، 2015.
3. مهربان نوشيروان فواد، محافظة السليمانية دراسة في الجغرافية الاقليمية ،اطروحة دكتوراه ،كلية العلوم الانسانية ،جامعة السليمانية ،2014.

3.7 رسائل الماجستير

1. العقاب، أحمد محمد نعمان، علاقة المناخ بانتاج محصول الذرة البيضاء في اليمن، رسالة ماجستير غير منشورة، العراق، جامعة الموصل، كلية الاداب، 2002م.
2. بنار حسن محمد عبدالرحمن، اثر حركة النقل الداخلي (بالسيارات) في البناء الوظيفي والعمراني لمدينة كلار، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية اللغة والعلوم الانسانية في جامعة كرميان، غير منشورة، جامعة كرميان 2017.
3. دراف العابدي، "اثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالاحياء السكنية الجماعية في المناطق الشبه جافة- دراسة حالة مدينة بوسعادة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة المسيلة، معهد التسيير والتقنيات الحضرية، الجزائر، 2008/2009م.
4. سوزان حمة أمين احمد، المناخ و استهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية، اطروحة تقدم بها الى الى مجلس كلية العلوم الانسانية في جامعة السليمانية -السليمانية، كجزء من متطلبات درجة دكتوراه فلسفة في الجغرافية 2011.
5. شاد حميد محمد، طرق السيارات في محافظة السليمانية ،رسالة ماجستير مقدمة الى كلية العلوم الانسانية ،غير منشورة ،جامعة السليمانية ،2011.
6. مجاهد عبد العزيز مبخوت نوفل، تأثير المناخ على زراعة وانتاج محصول البرتقال في اليمن دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، مقدمة الى كلية الاداب في جامعة البصرة، العراق، 2005.
7. همن حسين اسماعيل، امكانات محافظة السليمانية المناخية لانتاج القمح والشعير، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير مقدمة الى فاكليتي التربية ،جامعة كوة، 2010.

4.7 المصادر باللغة الانكليزية

1. L.Dudley Stamp, The world, A general Geography , Longman, London, 1954.
2. D. S. Chauhan and S.s srirastva, non-conventional energy resources New Delhi , 2004 .

5.7 الدوريات

1. العبادي ،عبد العزيز محمد حبيب ، الطاقة الشمسية في العراق-دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العددان 24- 25 . مطابع العاني، بغداد، 1990.
2. الرجيو ،وليد اسمر جاسم ،وشياء حسين درويش ،دراسة التباين المكاني للاشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي في العراق ،مجلة علوم الرافيدين المجلد 22، 2011
3. ابراهيم قاسم درويش بالاني ،ادارة كرميان دراسة في الجغرافيا الادارية،مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية، العدد 26، 2015.

6.7 الدوائر الرسمية

- a. اقليم كردستان ،وزارة النقل ،الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي في السليمانية، قسم المناخ ،بيانات غير منشورة 2000-2017.
2. حكومة اقليم كردستان ،هيئة احصاء الاقليم ، بيانات غير منشورة 2017.

- اجراء الدراسات والبحوث الفنية والاقتصادية اللازمة للمكانيات المتوفرة في محافظات الاقليم لتصنيع الاجهزة والمعدات اللازمة لمشاريح الطاقة المتجددة من النواحي التقنية والمالية.
- توفير بيانات دقيقة لامكانية استغلالها بشكل عام ومصادر الطاقة الشمسية وخصوصا التخطيط لاستخدامها في اطار السياسة العامة لوزارة الكهرباء.
- الاهتمام بتاهيل وتدريب الكوادر البشرية في مجال الطاقة المتجددة لرفع كفاءتها.
- اصدار قانون جديد للكهرباء يشجع على نشر استخدام اجهزة تسخين المياه في المرحلة الاولى للطاقة الشمسية في القطاع المنزلي.
- تشجيع التعاون مع الدول المتطورة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها.

7. المراجع والمصادر

1.7 الكتب العربية

1. ابراهيم ابراهيم شريف ، جغرافية الطقس ،دار الحكمة للطباعة والنشر ،بغداد 1991.
2. أحمد محمد نعمان العقاب. علاقة المناخ بانتاج محصول الذرة البيضاء في اليمن، رسالة ماجستير غير منشورة، العراق، جامعة الموصل، كلية الاداب، 2002م. ص 39.
3. البين ،رتشاردي، وزملاؤه، البحر-نخ الحاصل- دليل تقدر الاحتياجات المائية، ترجمة فوزي بن سعيد عواد، ومحمد بن ابراهيم السعود، جامعة الملك سعود للنشر- العلمي والطابع، 2006.
4. الرواي ،د.صباح محمود ،عدنان هزاع البياتي، اسس علم المناخ، دارالحكمة للطباعة والنشر، الموصل، 1990.
5. صلاح بشير موسى ، المناخ الطبيعي، الإسكندرية، المكتب الجامعي الحديث، 2005.
6. 6-موسى ،علي حسن ،الجو وتقلباته، دار الفكر، دمشق، سورية، الطبعة الاولى 1988.
7. موسى، علي حسن، أساسيات علم المناخ، بيروت، دار الفكر المعاصر، 1994م.
8. مارتن.أ. كرين، ترجمة د. يوسف مولود حسن، الخلايا الشمسية، دارالكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1989 .
9. جودة حسين جودة ، الجغرافيا المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 1989.
10. خلف ،جاسم محمد ،محاضرات في جغرافية الاعراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية، معهد الدراسات العربية العالية، 1961.
11. شماعة، نعمان، الجغرافيا المناخية ، دار المستقبل للنشر والتوزيع، 1996 .
12. عيسى، صالحة مصطفى، الجغرافيا المناخية، عمان، الاردن ، مكتبة المجمع العربي للنشر- والتوزيع، 2006.
13. غانم ،حسن أبو سمور، وعلي احمد، المدخل الى علم الجغرافية الطبيعية، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، 1998.
14. غانم، علي أحمد، الجغرافيا المناخية، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، 2003.
15. غفور، عبدالله، جغرافية كردستان، الطبعة الثانية ،مطبعة خاني، دهوك 2008.
16. فاروق صنع الله العمري و على صادق، جيولوجية شمال العراق، جامعة الموصل، 1977.

3. 3-ھۆكۈمەت قىلم كوردستان، ۋەزىرە تەختى، شەبەھە ئىنژىنېرلىق ھەيئەت ھەسەب
الاقىم 2017

8. ھۈمەش

1. (*) - سۈرئەت نۇرۇس قاتىبە = 300 ألف ك/ث
2. (**) - لىمەزىد مەن مەلۇمات ئىظىر الى وسام نىزە عبدالقادر، تەقەم عەملىيە قىسم الرابطة H- O القويە والضعيفە ويوجود مخفر بالاثارة الليزرية لتأمين الطاقة الهيدروجينية، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية العلوم قسم الفيزياء، دمشق، 2014 ص 41.
3. (*) - ھىي اجزاء ضخمە مەن قرص الشمس، مەنھا ما ھو بحجم الأرض ومەنھا ما ھو اكبر أو اصغر، وتبدو معتمة بالنسبة لما حولها، و تنشأ عندما يضعف وھج الانفجارات التي تنبعث مەن جوف الشمس الى الفضاء، وتشتع فيه ثلث- ربع حرارتھا فتبرد الى حوالي ۴۰ درجة مئوية ويقتم لونھا، وتحدث الانفجارات متكررة. ويكون العمر الانتراخي لھا ۱۳ أيام، ويرى الباحثون أن الانفجارات تصل ذروتھا في دورات تتراوح مدها بين 2 و ۱2 سنة، وتحدث غالباً كل 11 سنة، ويترتب على حدودھا زيادة في مقدار الثابت الشمسي، وبالتالي زيادة في كثافة ما يصل مەن هذا الإشعاع الى سطح الأرض لىمزيد مەن التفاصيل أنظر صلاح بشير موسى، المناخ الطبيعي، ص 60- 61.
4. (*) - د. سعید خضرى، جغرافىيە سەردشت، جاب اول زمستان 1391، ص 82.
5. Arthur N. strahler, Physical Geograpy, Wiley international, publication, 1975, p83, fourth edition
6. (*) - جىسمات صلبة ممثلة في جزيئات الدخان والغبار والرمل والرماد والأملاح الكيماوية العالقة في الهواء "عوالق" وتكون بنسب متفاوتة بين منطقة وأخرى، فنجدھا ترتفع في المدن وخاصة الصناعية وتنخفض في الريف أيضاً تنخفض مع الارتفاع لأن مصدرھا سطح الأرض تأتي مەن " دخان المصانع، الحرائق، الغبار يأتي مەن تفتت الأجسام الحية والغير حية، الرمال مصدرھ المناطق الجافة ذات التربة المفككة حيث تكثر الرمال والكثبان الرملية ..."
7. (*) - يستعمل بروميد الليثيوم كمادة ماصة في منظومات التبريد الامتصاصية وذلك لإغراض تكييف الهواء، نظام الامتصاص داخل LiBr، والذي يستعمل غالباً لتطبيقات المياه المبردة على درجة حرارة 5 مئوية وما فوق. التبريد الامتصاصي يمثل خياراً اقتصادياً وبيئياً بديلاً عن منظومات التبريد الأضغاطية التقليدية، فنظومات التبريد الامتصاصي تعمل بالحرارة ذات المستوى المنخفض التي يمكن الحصول عليها عن طريق استعادة جزء مەن الحرارة المفقودة مەن العمليات الصناعية و المنظومات الحرارية المختلفة أو عن طريق الاستغلال المباشر للمصادر الحرارية منخفضة المستوى مثل الطاقة الشمسية وغيرها، أكثر مەن ذلك استخدام منظومات التبريد الامتصاصي يخفف الحمل على الشبكة العامة للكهرباء الناتج عن منظومات التبريد. يتم تحضير بروميد الليثيوم بمعالجة كربونات الليثيوم مع حمض الهيدروبروميك، وينتج عن ذلك بلورات بروميد الليثيوم والمشباهة لبلورات الملح العادي.
8. (*) - خاتقین منطقة خارج حدود محافظة السلیمانیة ولكنها كوردستانیه، استخدمت البيانات المناخية فيها لكون منطقة ادارة كرمیان المتمثلة ب(كلار وكهري) لم يتواجد فيها البيانات المناخية بالاختص (الاشعاع الشمسي) لفترة الدراسة وعلى هذا الاساس ذكر منطقة خاتقین المقصود به ادارة منطقة كرمیان. تقع ادارة كرمیان جنوب محافظة السلیمانیة وكركوك غرباً.
- (مخطة سەردشت) تمثل و تغطي أكثر مەن 100 كم وقریه مەن المنطقة اعتمدنا على تلك البيانات لتغطية المنطقة، ومخطة سەردشت المقصود به منطقتي بشدر وبيتون