

الامكانات الجغرافية لاستثمار الطاقة الشمسية في العراق

الاستاذ المساعد الدكتور رحمن رباط الايدامي الباحثة زينب جبار فرج الزركاني

جامعة القادسية – كلية الاداب

المستخلص

مرت السنون و العراق ما زال يعاني من أزمة حادة في توفير الطاقة الكهربائية ، فمعظم المحطات البخارية الموجودة فيه يعود إنشاؤها الى سبعينيات القرن الماضي وتعاني من الاستهلاك وقلة الصيانة نتيجة لظروف حرب الخليج الثانية فقد تعرضت هذه المحطات الى عدد من الضربات العسكرية أدت الى أضرار بالغة فضلاً عما سببته العقوبات الاقتصادية التي منعت العراق من استيراد قطع الغيار لإصلاح هذه المحطات كما أن تقادم شبكات النقل والتوزيع ، التي تم إصلاحها بقطع غيار مستعملة أو محلية الصنع و بكوادر عراقية ، بعدها بدأت مشكلة توفير الوقود لهذه المحطات مع استمرار سنوات الحصار وتراجع انتاج النفط و توقف عمل المصافي آنذاك مما اثر على عمل المحطات ، و من اجل معالجة نقص الطاقة الكهربائية خلال تلك المدة بدأ العمل بنظام القطع المبرمج الذي استمر الى يومنا هذا ، و استلمت الحكومات المتعاقبة على العراق بعد سقوط النظام هذه التركة الثقيلة التي كان لا بد لها من حل جذري فعلى الرغم من حجم الاستثمارات التي تخصص لقطاع الكهرباء في العراق سنوياً - والتي بلغت اكثر من ٨٠ مليار دولار بين عامي (٢٠٠٣ - ٢٠١٩) - لا يتوافق ابدأ مع ما ينتج من الطاقة الكهربائية ، اذ ان ما تم رسده لتطوير هذا القطاع من اموال تعادل تطوير الكهرباء في اربع بلدان بحجم العراق. و عليه فإن الحل المطروحة لا تتوافق مع ما موجود من امكانات اقتصادية للعراق لا سيما في ضوء استمرار التدخل الخارجي في الشأن العراقي السياسي و الاقتصادي ، اذ يعد غياب الارادة الوطنية احد اهم الاسباب التي حالت دون تنفيذ العقود المبرمة مع شركة سيمنز الالمانية لتطوير قطاع الطاقة الكهربائية و بامر مباشر من حكومة الولايات المتحدة الامريكية ، كما أنها لا تتوافق مع التشريعات البيئية التي تدعو الى الحد من استعمال أنواع الوقود الملوث للبيئة .

و العراق يمتلك من الامكانات الجغرافية ما تجعله مؤهلاً لاستثمار الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية و بامكانية عالية جداً فالموقع الجغرافي للعراق اتاح له استلام كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي تتراوح ما بين (٤٩٠٨-٦٢٥٠) ملي واط/سم^٢ وبمعدل يومي يصل الى (١٢) ساعة يومياً ، فضلاً عن قلة الرطوبة وقلة

مدة التغميم وصفاء السماء الذي ساعد على وصول الاشعاع الشمسي بكثافة عالية فضلاً عن وجود مساحات شاسعة خالية من السكان و توفر رأس المال و اليد العاملة و الخبرة الفنية .

الكلمات المفتاحية :- الامكانات الجغرافية ، الطاقة الشمسية ، الاستثمار، العراق

المقدمة

تعد الشمس هي المسؤولة الاولى عن الحياة على سطح الارض و هي المصدر الرئيس لكل مصادر الطاقة في العالم و التي تشتمل على العناصر الغذائية لكافة الكائنات الحية و الاخشاب و الفحم و النفط و الغاز الطبيعي و الرياح و الامواج وحركة المد و كلها مصادر للطاقة تأتي من الشمس بشكل غير مباشر اذ تعد من اشكال الطاقة الشمسية المختزنة في شكل بقايا نباتية و حيوانية او كمياه تبخرت من المسطحات البحرية و المحيطية بتأثير الشمس .^(١)

و في العراق ستغدو الطاقة الكهربائية الناتجة من استثمار الطاقة الشمسية رائعة لتنويع محطات توليد الطاقة الكهرباء نظراً لتوفر الامكانات الطبيعية و البشرية التي تحقق استثمار هذا المصدر المهم ، فوفرة الطاقة الشمسية و اتساقها الموسمي و اتساع المناطق الصحراوية تجعل منها مصدراً للطاقة يتمتع بميزات اقتصادية مقارنة مع الدول الاوربية .

اولاً :- مشكلة البحث :-

تحدد مشكلة البحث بالاسئلة الاتية :-

- ١- ما الامكانات الجغرافية اللازمة لاستثمار الطاقة الشمسية في العراق .
- ٢- ما هي التطبيقات العلمية لاستعمال الطاقة الشمسية .
- ٣- ما هي مزايا و تقنيات و معوقات استعمال الطاقة الشمسية .

ثانياً :- فرضية البحث :-

- ١- يمتلك العراق امكانات جغرافية - طبيعية و بشرية - لاستثمار الطاقة الشمسية و بامكانية عالية جداً .
- ٢- تتمثل التطبيقات العلمية لاستثمار الطاقة الشمسية في القطاع الحكومي و المنزلي و التعليمي و الزراعي .

٣- تشمل مزايا الطاقة الشمسية مجانيته و ديمومتها و سهولة استعمالها فضلاً عن تجددتها و حمايتها للبيئة ، في حين تتمثل التقنيات استعمال الطاقة الشمسية فهي :-النظم الحرارية الشمسية الفعالة :- و يمكن تقسيمها الى ثلاثة اقسام : النظم الشمسية ذات الحرارة المنخفضة و النظم الشمسية ذات الحرارة المتوسطة و النظم الشمسية ذات الحرارة العالية، و النوع الثاني هو النظم الحرارية الشمسية غير الفعالة ، اما النوع الثالث فهو النظم الفولطاضوئية ، اما معوقاتهما فتتمثل بحاجتها الى تكنولوجيا متقدمة و بطاريات للخرن بسبب انقطاع الاشعاع الشمسي ليلاً و في ايام التغيم مما يضيف كلفة اقتصادية لرأس المال فضلاً عن مشاكل العواصف الغبارية التي تشكل طبقات عازلة على الخلايا الشمسية و بالتالي حاجتها الى عمليات تنظيف مستمرة .

ثالثاً :- اهداف البحث

يهدف البحثالى دراسة الامكانات الجغرافية لاستثمار الطاقة الشمسيةفي العراق و العوامل المؤثرة فيها ،فضلاً عن الكشف عن واقع انتاج الطاقة الشمسية وتطوره في العراق والعوامل المؤثرة فيه للمدة (١٩٩٠- ٢٠١٩) و التغيرات التي مرت بها خلال مدة الدراسة.

رابعاً :- منهج البحث

اعتمد البحث على المنهج النظامي اذ تناول احد فروع الطاقة المتجددة و هو الطاقة الشمسية ، ضمن اقليم جغرافي حددهالبحث بدولة العراق كذلك استعمل المنهج التاريخي الذي تتبع المراحل الاولى لتطوير توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية .

خامساً :- الحدود المكانية والزمانية للدراسة

تتمثل الحدود المكانية للدراسة بدراسة امكانات استثمار الطاقة المتجددة في العراق الذي تبلغ مساحته (٤٣٥٠٥٢) كم^٢ ، وعدد سكانه (٣٩١٢٧٨٩٤) نسمة عام ٢٠١٩ و الذين يتوزعون في ١٨ محافظة^(٢) وللعراق حدود مع ستة دول هي : ايران ، تركيا ، السعودية ، سوريا ، الاردن والكويت . فضلاً عن اطلالة بحرية على الخليج العربي بطول (٥٨) كم وهي نافذته للاتصال بالعالم عن طريق الخليج العربي ثم الى البحر العربي ثم الى العالم و يجري خلاله نهري دجلة و الفرات .^(٣) أما فلكياً فيمتد العراق بين دائرتي عرض (٢٩° ٥' - ٣٧° ٢٧') شمالاً التي تحدد طبيعة المناخ السائد في المنطقة إذ أكسبه موقعه الفلكي هذا حرارة شبه مدارية ، وبين خطي طول (٤٥° ٣٨' - ٤٨° ٤٥') شرقاً. أما جغرافياً فهو يقع في شمال شرق الوطن العربي ، في الجزء الجنوبي الغربي من قارة اسيا .

أما الحدود الزمانية للدراسة فتمتد بين عامي (١٩٩٠ - ٢٠١٩) لما شهدت هذه المدة من تغيرات اقتصادية و سياسية للبلاد اثرت بشكل كبير على قطاع الطاقة الكهربائية سواءً بالإنتاج او الاستهلاك .

سادساً :- هيكلية البحث :-

في ضوء منهجية البحث تم تقسيم البحث الى مقدمة وثلاث محاور رئيسة فضلاً عن النتائج والمقترحات و قائمة المصادر . اذ تناول المحور الاول الامكانات الجغرافية لاستثمار الطاقة الشمسية ، اما المحور الثاني فتناول دراسة التطبيقات العلمية لإنتاج الطاقة الشمسية في العراق ، في حين خصص المحور الثالث لدراسة مزايا و معوقات و تقنيات استعمال الطاقة الشمسية .

اولاً :- الامكانات الجغرافية لاستثمار الطاقة الشمسية

اما اهم الامكانات الجغرافية التي تتيح للعراق استثمار الطاقة المتجددة فهي ما يلي :-

١- الموقع الجغرافي :-

حظي العراق بموقع جغرافي متميز اتاح له امكانات عالية لاستثمار الطاقة المتجددة ، اذ يمتاز بموقع فلكي جيد في هذا الاتجاه ، فهو يمتد بين دائرتي عرض ٢٩° ٥ و ٣٧° ٢٧ شمالاً و بين خطي طول ٤٥° ٣٨ ٤٥° ٤٨ شرقاً ، و الذي اتاح تباين المناخ بين مناطق العراق من الشمال الى الجنوب اذ نجد مناخ البحر المتوسط في الاجزاء الشمالية الشرقية و مناخ السهوب و المناخ الصحراوي في وسط وجنوب العراق ، مما اتاح له الحصول على اشعاع شمسي عالي بمجموع سنوي يصل الى (٤٩٠٨-٦٢٥٠) ملي واط/سم^٢ و الذي يتباين مكانياً حسب الموقع الجغرافي للمحطات المناخية المدروسة ، فضلاً عما تتمتع به اغلب اجزاء العراق من انبساط في اراضيه مما يتيح فرصة استثمار العديد من المواقع لنصب الخلايا الشمسية و بمساحات شاسعة و في كل محافظات العراق لا سيما في المحافظات التي تمتاز بوجود مناطق صحراوية غير مأهولة بالسكان .

٢- السطح :-

دلت دراسة الصخور السطحية للعراق على ان تكوينها يعود للعصور الجيولوجية الاربعة فالترسبات الموجودة على السطح حديثة التكوين بينما توجد تحت سطحه صخور نارية قديمة يعتقد انها جزء من القارة الامريكية بسبب تغطية معظم سطح العراق ببحر تيثس في اواخر العصر البرمي ووجود جزيرة العرب التي

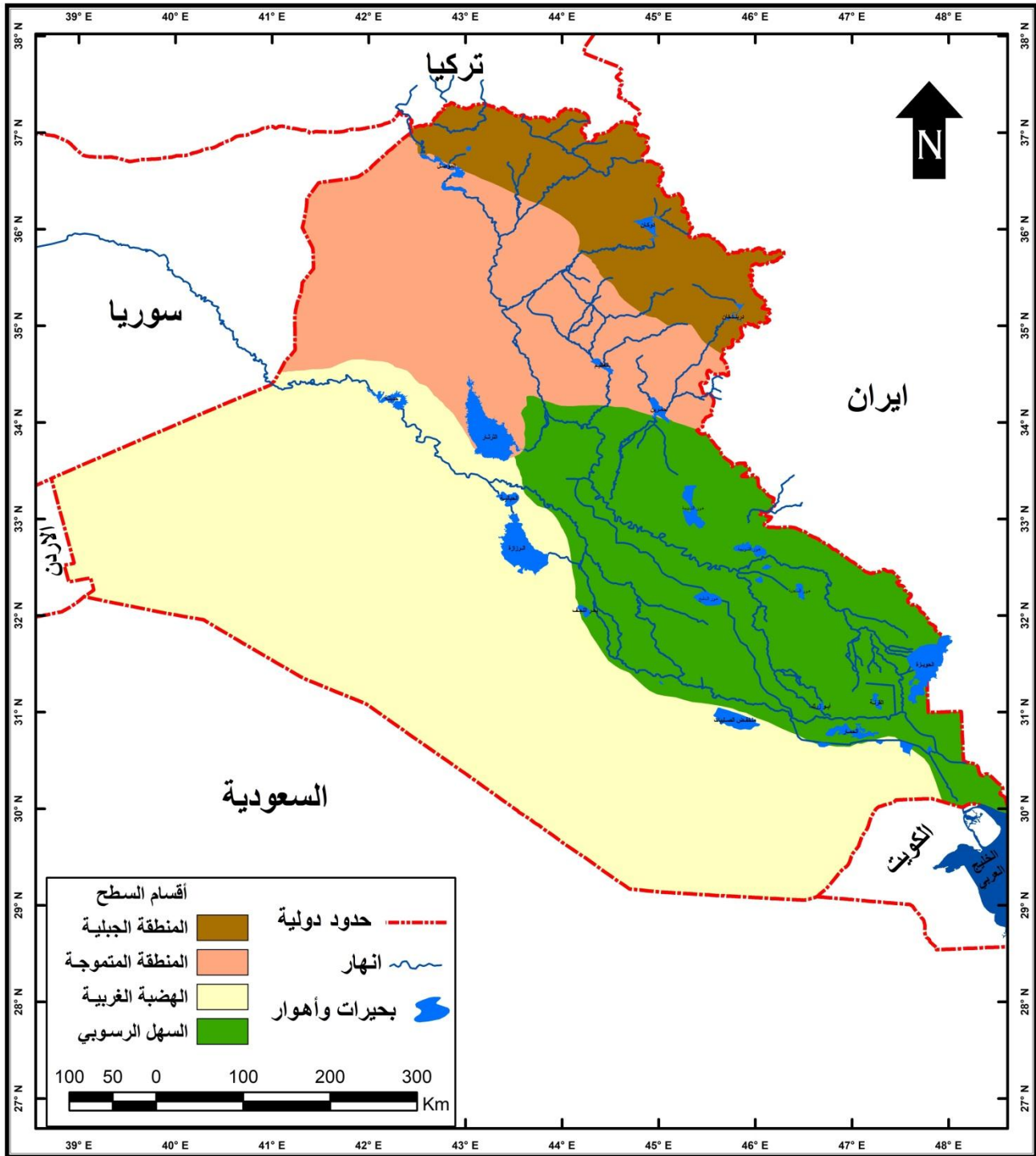
كانت جزءاً من قارة كوندوانا لاند فقد أثرت الحركات الأرضية في الأجزاء الأقل صلابة ولم تتأثر الأجزاء الصلبة القريبة من جزيرة العرب بهذه الحركات. (٤)

ويتصف سطح العراق بعدة مميزات جاءت نتيجة للبنية الجيولوجية لصخوره مما جعل توزيع أشكال سطح الأرض يأخذ نمط التوزيع الجيولوجي ذاته ، فقلة الأرتفاع والبساطة والانتظام والاستمرارية فضلاً عن الانحدار التدريجي والبطيء من الشمال الى أقصى الجنوب والذي يمثل (١/١٠٠٠) متر إذ يعكس حقيقة جيومورفولوجية مهمة مؤداها أن التباين في الارتفاع قليل جداً لمساحة تقدر بـ (٨٠) % من مساحة العراق ، مما يسمح باستلام كميات اكبر من الاشعاع الشمسي و على مساحات واسعة و حركة الهواء دون وجود عوائق فضلاً عن تسهيل عمليات نصب الخلايا الشمسية. (٥)

ومن الخريطة (١) نجد أن سطح العراق في الشمال يختلف عنه في الجنوب وفي الشرق عنه في الغرب ، وأنه يحتوي على عدة أنواع من التضاريس وأرضه تتفاوت في الارتفاع من مستوى سطح البحر في الجنوب الى ٣٦٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر في الشمال. (٦) إذ يقسم سطح منطقة الدراسة بحسب ما اتفقت عليه العديد من الدراسات الطبيعية إلى اربعة أقسام رئيسة تتباين في أشكالها السطحية وتختلف في نسبة تضرسها التي أثرت بطبيعة الحال على كمية الاشعاع الشمسي الواصل:-

أ- تمثل المنطقة الجبلية القسم الاول التيتمتد ضمن المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية وتشغل ٦ % من مساحة العراق وبارتفاع يتراوح ما بين ١٠٠٠ متر - ٣٦٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ، والتي تكونت نتيجة للحركات الالتوائية البانية لجبال زاكروس مما جعلها امتداداً للأراضي الإيرانية والتركية لكنها أقل ارتفاعاً منها ، وبانحدار بالاتجاه الجنوبي الغربي ، وقد كان لهذا الارتفاع تأثير واضح في تباين درجات الحرارة و اقيام الضغط الجوي وتوزيعها بين اشهر الشتاء والصيف ، كذلك ادى وجود الغطاء الثلجي في قمم هذه الجبال الى جعلها منطقة لتمرکز انظمة الضغط العالي فوقها فهي تقع ضمن التصنيف المناخي (CS) مناخ البحر المتوسط ذو الصيف الجاف حسب تصنيف كوبن . (٧) الذي ينعكس على الطاقة الشمسية فيكون استثمارها اقل مقارنة مع باقي المناطق في العراق وذلك لكثرة السلاسل الجبلية المرتفعة إذ يقل الاشعاع المباشر الواصل الى سطح الارض ويقنصر فقط على الاشعة المنكسرة والمنتشرة في المناطق الجبلية ، اما سفوح الجبال المواجهة للشمس فإنها تستلم كميات كافية من الاشعاع الشمسي اللازم لإنتاج الطاقة الكهروضوئية .

خريطة (١)
اقسام سطح العراق



المصدر :- من عمل الباحثان بالاعتماد على الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الطبيعية ، ٢٠١٨ .

ب- وتمثل المنطقة المتموجة او شبه الجبلية هي منطقة انتقالية بين المنطقة الأولى (الجبلية) ومنطقة السهل الرسوبي في الجنوب وتحثل هذه المنطقة حوالي (١٥) % من مساحة العراق وارتفاعها يتراوح ما بين (٢٠٠ - ١٠٠٠) متر فوق مستوى سطح البحر ، وتمتاز هذه المنطقة بالتفاوت بين طبيعة ارضها فالسلاسل الجبلية والتلال التي تؤلف الحدود الجنوبية للمنطقة الجبلية أهمها سلسلة جبال حميرين التي تمتد من الحدود العراقية الإيرانية شرقاً حتى نهر دجلة لمسافة ٢٥٠ متر تمثل مصدات امام اتجاه الرياح الشمالي الشرقي ، و سلسلة جبال مكحول التي تمتد امتداداً موازياً لنهر دجلة من الفتحة إلى قلعة الشرفاء ، وهي تعد امتداداً لسلسلة جبال حميرين من ناحية البنية ، كذلك تضم المنطقة مجموعة من السلاسل الأخرى القليلة الارتفاع ، فضلا عن السهول و الهضاب و الوديان ،^(٨) و نظراً لقلّة ارتفاعها عن المنطقة الجبلية فهي تكون اقل تأثيراً على حركة الرياح ، إذ تقع هذه المنطقة ضمن التصنيف المناخي (BS) مناخ الاستبس و يكون الاتجاه السائد فيها شمالية وشمالية غربية إلى غربية.^(٩) و بالتالي تزداد امكانية استثمار مصادر الطاقة المتجددة الأخرى في المنطقة المتموجة فنجدها عالية لاسيما الطاقة الشمسية في المنطقة المتموجة يكون اكبر من المنطقة الجبلية ايضاً لقلّة ارتفاع السلاسل الجبلية فيها وكثرة التلال التي تساعد على استلام كميات اكبر من الاشعاع الشمسي .

ج- اما منطقة السهل الرسوبي التي تمتد في القسم الأوسط والجنوبي من العراق ابتداءً من حدود المنطقة المتموجة حتى رأس الخليج العربي في الجنوب ، باتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي لمسافة ٦٥٠٠ كم و بعرض ٢٥٠ كم ، تحده من الشمال المنطقة المتموجة و من الغرب الهضبة الغربية والمرتفعات الإيرانية شرقاً ، وتشكل ما نسبته ٢٤ % من مساحة العراق ،^(١٠) الذي ينقسم على ثلاثة أنطقة ثانوية هي نطاق دجلة الثانوي ونطاق الفرات الثانوي ونطاق الزبير الثانوي الذي يتصف بانبساطه .^(١١) و تكون هذا السهل من الرواسب التي جلبتها الأنهار و الرياح ، نتيجة لانحدارها لسطح العام من الشمال الى الجنوب ، ما بين ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر إلى عدة سنتمترات فوق مستوى سطح البحر عند الطرف الجنوبية ، حيث يكون السهل مغطى بالاهوار و البحيرات الضحلة ،^(١٢) وتتصف المنطقة بانبساطها و قلة العوارض الطبيعية و الغطاء النباتي باستثناء ضفاف الأنهار ، وتقع ضمن التصنيف المناخي (Bw) الجاف الذي يمتاز بالتطرف في درجات الحرارة و الضغط الجوي ،^(١٣) و ساعد انبساط السطح وقلّة غطاء النبات الطبيعي ذات الاشجار العالية على استلامه كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي خلال النهار وامكانية نصب اعداد كبيرة من الخلايا الشمسية لاتساع المناطق التي تخلو من السكان والنشاط العمراني .

د- أما المنطقة الغربية التي تحتل القسم الغربي والجنوب الغربي في العراق والتي تعد امتداداً للدرع العربي الأكثر استقراراً فأنها تتصف أيضاً بانحدار بالاتجاه الشمالي والشمالي الشرقي وتراوح ارتفاع سطحها ما بين ١٠٠ متر - ٩٠٩ متر فوق مستوى سطح البحر ، يزداد هذا الارتفاع في الغرب و الشمال الغربي ، مما جعله يؤدي دوراً أساسياً في اتجاهات و سرعة الرياح نحو حوض الفرات و السهل الرسوبي ،^(١٤) و منطقة الجزيرة تقع بين نهري دجلة و الفرات وتمتد شمالاً و غرباً إذ ترتبط بمنطقة الجزيرة في تركيا و سورية ، معدل ارتفاعها يصل بين ٥٠ متر - ٢٥٠ متر فوق مستوى سطح البحر ، تتحدر باتجاه الجنوب بصورة عامة ، فضلاً عن انحدارها باتجاه الشرق و الغرب ، و تشكل منطقة الجزيرة هضبة واسعة غير مرتفعة ذا تتباين تضاريسي قليل تتخلله بعض المنخفضات ذات التصريف الداخلي و يع دوادي الثرثار و جبل سنجار من ابرز المظاهر التضاريسية في هذا الإقليم يمتد من الشرق إلى الغرب كذلك تضم عدد من المنخفضات و الحفر و تكثر فيها الكثبان الرملية و يمثل القسم الشمالي الشرقي أكثر جهاتها ارتفاعاً بسبب قربها من مقدمة المنطقة الجبلية ، وتتصف بان جهاتها الشمالية أكثر غزارة بالأمطار و المياه الجوفية و قلة في غطائها النباتي.^(١٥) و الهضبة الغربية تشمل منطقة واسعة في القسم الغربي من العراق و تمتد من غرب العراق حتى حدوده الدولية مع سورية و المملكة العربية السعودية و الكويت ، و ينحدر بوجه عام باتجاه الشرق نحو وادي الفرات ، و يزداد ارتفاعها باتجاه الغرب والجنوب الغربي ويقطع سطح الهضبة الغربية عدد من الوديان العميقة التي تتحدر في اتجاهها مع الانحدار العام للسطح (شرقياً او شمالياً شرقياً) وهي ذا تتصريف شجري يصل عمقها ما بين (١٠٠-١٥٠) قدماً و يصل ارتفاع جوانبها الى ٧٠ متر، و تمثل هذه الوديان انهار و قنية لاسيما في الفترات المطيرة ، إذ انشأ فيها بعض السدود لخرن الماء وحفظه لاستعمالات مختلفة ، واهم هذه الوديان وادي حوران الذي يمتد من خارج الحدود العراقية يبلغ طوله ٤٨٥ كم ، فضلاً عن وجود عدد من المنخفضات الواسعة أهمها منخفض الكعارة الواقع الى الغرب من الرطبة تبلغ مساحته ٨٠٠ كم² ، وتتصف الظروف السائدة في هذه المنطقة بأنها ظروف صحراوية مثالية يكون المدى الحراري اليومي والسنوي كبيراً و أمطارها متباينة بين سنة و أخرى ،^(١٦) أي إنها تقع ضمن التصنيف المناخي (BW) و تكون حركة الرياح فيها سريعة و غير مستقرة او اضطرابية ، كذلك تشهد المنطقة حركة الرياح خلال ساعات النهار لاسيما ساعات بعد الظهر بشكل دوامات صغيرة تعمل على رفع ذرات الرمال و الأتربة إلى الأعلى ، التي تصل أحياناً إلى المناطق السكنية في الهضبة و المناطق الواقعة في سهل وادي النهرين ،^(١٧) و التي تتراكم على اسطح الخلايا الشمسية و بالتالي تؤثر على عملها و حاجتها الى التنظيف المستمر .

وقد ساعد الموقع الجغرافي لمنطقة الهضبة الغربية وتباينها التضاريسي البسيط وانحدارها باتجاه الشرق وقلة النبات الطبيعي وخلوها من السكان على زيادة امكانيتها على استئثار الطاقة الشمسية بشكل كبير فضلاً عن استلامها كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي .

٣- المناخ :-

يعد الموقع الجغرافي كما مر الذكر سابقاً من اهم العوامل التي تحدد طبيعة المناخ السائد في منطقة ما ، فالموقع بالنسبة لدوائر العرض هو الذي يحدد المناخ السائد فضلاً عن تحديد زاوية سقوط اشعة الشمس و طول النهار و نوع الرياح السائدة و اتجاهها ، اما الموقع بالنسبة لليابس و الماء فهو ايضاً يؤثر بعناصر المناخ المختلفة اذ يؤثر على قيم الضغط الجوي و تأثير الكتل الهوائية و بالتالي على تحديد نوع الرياح السائدة في حين المسطحات المائية لمنطقة الدراسة فإنها تؤثر ايضاً على درجات الحرارة و صفاء السماء و كمية الامطار الساقطة و الرطوبة النسبية .^(١٨)

و الموقع الجغرافي للعراق اتاح له استلام كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي تتراوح ما بين (٤٩٠٨-٦٢٥٠) ملي واط/سم^٢ و بمعدل يومي يصل الى (١٢ ساعة) يومياً ، فضلاً عن قلة الرطوبة و قلة مدة التغميم و صفاء السماء الذي ساعد على وصول الاشعاع الشمسي بكثافة عالية .
ولبيان أهمية عناصر المناخ وتأثيرها في امكانية استئثار الطاقة الشمسية لابد من دراسة هذه العناصر بشيء من التفصيل و كالآتي :-

أ- زاوية سقوط الاشعاع الشمسي :-

تعرف زاوية سقوط الاشعاع الشمسي بأنها الزاوية المحصورة بين اشعة الشمس و سطح المكان ، و هي تتراوح ما بين صفر عندما تكون اشعة الشمس ملامسة تماماً لسطح المكان و ٩٠° عندما تكون الاشعة عمودية تماماً .^(١٩) و تتمثل أهمية زاوية سقوط الاشعاع الشمسي كونها تتحكم بشدة الاشعاع الشمسي الواصل و قوته ، فالاشعة العمودية تكون اكثر تركيزاً و تحمل طاقة اكثر كونها تجتاز الغلاف الجوي بمسافة اقصر مما يقلل نسبة الضائعات منها بسبب التشتت و الارتداد فضلاً عن كونها تتركز على مساحة اقل مما يزيد من تركزها .^(٢٠)

و حسب ذلك فإن موقع العراق الى الشمال من مدار السرطان جعله يتأثر بزاوية سقوط اشعاع شمسي مائل على وفق حركة الشمس الظاهرية ، الا ان هذا التأثير يتباين في المحطات المدروسة اذ ان مقدار زاوية سقوط الاشعاع الشمسي لم تكن واحدة .

فمن دراسة الجدول (١) أن زاوية سقوط الاشعاع الشمسي تأخذ بالزيادة التدريجية بعد (٢١ آذار) لتعتمد اشعة الشمس على دائرة العرض الاستوائية وحركة الشمس الظاهرية نحو مدار السرطان ، مما يسبب زيادة عدد ساعات السطوع الشمسي فضلاً عن زيادة شدة الاشعاع الشمسي . فكانت اكبر زاوية لها خلال هذا الشهر في محطة البصرة اذ بلغت (٢٩ ٥٧ °) في حين كانت اقل زاوية لها في محطة الموصل وتبلغ (٤١ ٥١ °) اي بفارق (٢٨ ٦ °) درجات والسبب في ذلك يعود لكون محطة البصرة تقع ضمن ارض منبسطة فهي اقل ارتفاعاً من محطة الموصل ، فضلاً عن ان اشعة الشمس تتقدم نحو مدار السرطان بعد (٢١ آذار) مما ينتج عنه زيادة في عدد ساعات النهار . اذ تأخذ زاوية سقوط اشعة الشمس بالارتفاع التدريجي خلال شهري (نيسان و مايس) ، اذ بلغت في محطة الموصل الواقعة على دائرة عرض (١٩ ° ٣٦) شمالاً نحو (٤١ ٦٣ ° ، ٤١ ٧٢ °) على التوالي . اما محطة كركوك الواقعة على دائرة عرض (٢٨ ° ٣٥) فقد ارتفعت فيها زاوية سقوط الاشعاع الشمسي خلال الاشهر (اذار و نيسان و مايس) لتصل الى (٣٢ ٥٢ ° ، ٣٢ ٦٤ ° ، ٣٢ ٧٣ °) على التوالي ، و في محطة بغداد الواقعة على دائرة عرض (١٨ ° ٣٣) شمالاً بحدود (٤٢ ٥٤ ° ، ٤٢ ٦٦ ° ، ٤٢ ٧٥ °) على التوالي ، و لا تختلف القيم كثيراً في محطة الرطبة عن محطة بغداد و الواقعة على دائرة عرض (٠٢ ٣٣ °) شمالاً اذ بلغت (٥٨ ٥٤ ° ، ٥٨ ٦٦ ° ، ٥٨ ٧٥ °) على التوالي . في حين كانت قيم محطة الحي و الواقعة على دائرة عرض (٠٨ ٣٢ °) شمالاً فقد بلغت (٤٢ ٥٤ ° ، ٥٢ ٦٧ ° ، ٥٢ ٦٧ °) على التوالي .

اما محطتي السماوة و الناصرية و الواقعتين على دائرة عرض (٣٢ ٣١ °) و (٠١ ٣١ °) شمالاً على التوالي فقد كانت قيم زاوية سقوط اشعة الشمس فيهما متقاربة اذ بلغت (٠٣ ٥٦ ° ، ٠٣ ٦٨ ° ، ٠٣ ٧٧ °) و (٥٩ ٥٦ ° ، ٥٩ ٦٨ ° ، ٥٩ ٧٧ °) على التوالي، في حين بلغت في محطة البصرة الواقعة على دائرة عرض (٣١ ٣٠ °) شمالاً خلال شهري (نيسان و مايس) نحو (٢٩ ٦٩ ° ، ٢٩ ٧٨ °) على التوالي ، مما نتج عنه زيادة في طول النهار و بالتالي انعكس على زيادة مدة السطوع الشمسي و كمية الاشعاع الواصل خلال النهار .

واما في شهر حزيران فتصل تلك الزاوية الى اقصى عموديتها على مدار السرطان . اذ بلغت خلال هذا الشهر نحو (٤١ ٧٦ ° ، ٣٢ ٧٧ ° ، ٤٢ ٧٩ ° ، ٥٨ ٧٩ ° ، ٥٢ ٨٠ ° ، ٠٣ ٨١ ° ، ٥٩ ٨١ ° ، ٢٩ ٨٢ °) في محطات الموصل كركوك وبغداد و الرطبة و الحي و السماوة و الناصرية والبصرة على التوالي ، و بالتالي تزداد عدد ساعات النهار و كمية الاشعاع الشمسي خلال شهر حزيران فضلاً عن زيادة شدتها .

كذلك ان قيم الزوايا تبقى مرتفعة خلال شهري (تموز ، وآب) الا انها اقل من قيم شهر حزيران اذ بلغت الزاوية خلال هذين الشهرين في محطة الموصل نحو (٤١° ٧٤ ، ٤١° ٦٧) على التوالي بفارق ٧° بين الشهرين و في كركوك (٣٢° ٧٥ ، ٣٢° ٦٨) على التوالي . وبلغت نحو (٤٢° ٧٧ ، ٤٢° ٧٠) في محطة بغداد على التوالي وبفارق ٧° ، و في محطة الرطبة فقد بلغت (٥٨° ٧٧ ، ٥٨° ٧٠) على التوالي ، و في محطات الحي و السماوة والناصرية و البصرة تبقى ايضاً مرتفعة فقد بلغت (٥٢° ٧٨ ، ٥٢° ٧١) و (٥٩° ٧٢ ، ٥٩° ٧٢) و (٥٩° ٧٩ ، ٥٩° ٧٢) و (٢٩° ٨٠ ، ٢٩° ٧٣) على التوالي ، لذا نجد ان محطات الحي و السماوة و الناصرية و البصرة قد حظيت بكميات اشعاع شمسي اكبر من باقي المحطات في منطقة الدراسة و مدة سطوع اطول .

جدول (١)

المعدلات الشهرية لزوايا سقوط الإشعاع الشمسي (درجة) للمحطات المدروسة في العراق

المحطة	دائرة العرض	الارتفاع بالامتار	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
الموصل	٣٦ ١٩	٢٢٣	٣١° ٤١	٤٠° ٤١	٥١° ٤١	٦٣° ٤١	٧٢° ٤١	٧٦° ٤١	٧٤° ٤١	٦٧° ٤١	٥٧° ٤١	٤٥° ٤١	٣٤° ٤١	٣٠° ٤١	٣٦ ١٩
كركوك	٣٥ ٢٨	٣٣١	٣٢° ٣٢	٤١° ٣٢	٥٢° ٣٢	٦٤° ٣٢	٧٣° ٣٢	٧٧° ٣٢	٧٥° ٣٢	٦٨° ٣٢	٥٨° ٣٢	٤٦° ٣٢	٣٥° ٣٢	٣١° ٣٢	٣٥ ٢٨
بغداد	٣٣ ١٨	٣٤	٣٤° ٤٢	٤٣° ٤٢	٥٤° ٤٢	٦٦° ٤٢	٧٥° ٤٢	٧٩° ٤٢	٧٧° ٤٢	٧٠° ٤٢	٦٠° ٤٢	٤٨° ٤٢	٣٧° ٤٢	٣٣° ٤٢	٣٣ ١٨
الحي	٣٢ ٠٨	١٥	٣٥° ٥٢	٤٤° ٥٢	٥٥° ٥٢	٦٧° ٥٢	٧٦° ٥٢	٨٠° ٥٢	٧٨° ٥٢	٧١° ٥٢	٦١° ٥٢	٤٩° ٥٢	٣٨° ٥٢	٣٤° ٥٢	٣٢ ٠٨
الرطبة	٣٣ ٠٢	٦١٥	٣٤° ٥٨	٤٣° ٥٨	٥٤° ٥٨	٦٦° ٥٨	٧٥° ٥٨	٧٩° ٥٨	٧٧° ٥٨	٧٠° ٥٨	٦٠° ٥٨	٤٨° ٥٨	٣٧° ٥٨	٣٣° ٥٨	٣٣ ٠٢
السماوة	٣١ ٣٢	٥٠	٣٦° ٠٣	٤٥° ٠٣	٥٦° ٠٣	٦٨° ٠٣	٧٧° ٠٣	٨١° ٠٣	٧٩° ٠٣	٧٢° ٠٣	٦٢° ٠٣	٥٠° ٠٣	٣٩° ٠٣	٣٥° ٠٣	٣١ ٥٧
الناصرية	٣١ ٠١	٣	٣٦° ٥٩	٤٥° ٥٩	٥٦° ٥٩	٦٨° ٥٩	٧٧° ٥٩	٨١° ٥٩	٧٩° ٥٩	٧٢° ٥٩	٦٢° ٥٩	٥٠° ٥٩	٣٩° ٥٩	٣٥° ٥٩	٣١ ٠١
البصرة	٣٠ ٣١	٢,٤٠	٣٧° ٢٩	٤٦° ٢٩	٥٧° ٢٩	٦٩° ٢٩	٧٨° ٢٩	٨٢° ٢٩	٨٠° ٢٩	٧٣° ٢٩	٦٣° ٢٩	٥١° ٢٩	٤٠° ٢٩	٣٦° ٢٩	٣٠ ٣١

المصدر: علي حسين الشلش ، الكرة الارضية من الوسائل المساعدة في التدريس، جامعة البصرة، ١٩٧٩، ص ٦١-٧٣.

واما في شهر ايلول فتبقى قيم تلك الزاوية كبيرة على الرغم من اتجاه حركة الشمس الظاهرية نحو مدار الجدي، اذ تبلغ بحدود (٤١° ٥٧ ، ٣٢° ٥٨ ، ٤٢° ٦٠ ، ٥٨° ٦٠ ، ٥٢° ٦١ ، ٠٣° ٦٢ ، ٥٩° ٦٢ ، ٢٩° ٦٣) في محطات الموصل ، كركوك ، بغداد ، الرطبة ، الحي ، السماوة ، الناصرية والبصرة على التوالي. ومن ثم تأخذ زاوية سقوط الاشعاع الشمسي تتناقص تدريجياً بعد (٢٣ ايلول) لحركة الشمس الظاهرية نحو مدار الجدي وابتعادها عن النصف الشمالي. ويستمر هذا الانخفاض في قيم الزوايا الى ان يصل الى ادنى مستوياته في شهر (كانون الاول) اذ تبلغ حوالي (٤١° ٣٠ ، ٣٢° ٣١ ، ٤٢° ٣٣ ، ٥٨° ٣٣ ، ٥٢° ٣٤ ، ٠٣° ٣٥ ، ٥٩° ٣٦ ، ٥٩° ٤٥ ، ٥٩° ٥٦ ، ٥٩° ٦٨ ، ٥٩° ٧٧ ، ٥٩° ٨١ ، ٥٩° ٧٧ ، ٥٩° ٧٢ ، ٥٩° ٦٢ ، ٥٩° ٥٠ ، ٥٩° ٣٩ ، ٥٩° ٣٥ ، ٥٩° ٣٦ ، ٥٩° ٣٧) في محطات الموصل ، كركوك ، بغداد ، الرطبة ، الحي ، السماوة ، الناصرية والبصرة على التوالي ، لتعاود اشعة الشمس على مدار الجدي وابتعادها عن منطقة الدراسة ،

مما ينتج عنه قلة عدد ساعات النهار و بالتالي انخفاض كمية الاشعاع الواصل الى سطح الارض فضلاً عن انخفاض شدة الاشعاع الشمسي نتيجة لتأثره بالعوامل المناخية لاسيما الامطار و العواصف و زيادة مدة التغييم خلال فصل الشتاء ، الا ان امكانية استثمار الاشعاع الشمسي الواصل خلال هذه المدة تبقى عالية .

ومما تقدم نجد أن زاوية سقوط الاشعاع الشمسي تتباين زمانياً ومكانياً بحسب اختلاف الموقع الفلكي وحركة الشمس الظاهرية، كذلك وتتناقص تدريجياً كلما تقدمنا من الشمال الى الجنوب من منطقة الدراسة و تبعاً للارتفاع عن مستوى سطح الارض ، الامر الذي ينعكس على كمية الاشعاع الواصل الى سطح الارض و شدته و بالتالي امكانية إنتاج الطاقة الكهربائية .

ب- طول النهار :-

يقصد به المدة التي تستلم بها الارض الاشعاع الشمسي ، و يؤثر طول النهار بشكل كبير في كمية الاشعاع الشمسي التي تصل الى سطح الارض ، فطول النهار في المناطق المدارية لا يختلف كثيراً بين الصيف و الشتاء . اما في المناطق المعتدلة و الباردة فإن النهار يطول كثيراً في الصيف و يقصر في الشتاء .^(٢١) و وفقاً لهذا العامل تتحدد كمية الاشعاع الشمسي التي تتلقاها المحطات المناخية لمنطقة الدراسة ، و لغرض تسليط الضوء عليها يمكننا ان ندرس هذا العامل كالآتي:-

ساعات السطوع الفعلية :-

و يقصد بها المدة التي يشاهد فيها قرص الشمس واضحاً اثناء النهار ، و تتأثر بالعواصف الترابية و الغبارية و وجود الغيوم و الضباب و ضعف الاشعة الشمسية وقت الشروق و الغروب حيث تكون اشعة الشمس في ذروة ميلانها ، لذا فإن عدد ساعات السطوع الفعلية تكون دائماً اقل من عدد ساعات السطوع النظرية .^(٢٢)

و من دراسة الجدول (٢) نجد ان هناك تباين مكاني و زمني في معدل ساعات السطوع الفعلية بين المحطات المناخية لمنطقة الدراسة ، و يرجع السبب في ذلك الى الاختلاف الحاصل في نسبة تغطية السماء بالغيوم فضلاً عن التباين الحاصل في عدد الايام التي تحدث فيها العواصف الغبارية ، اذ ان ساعات السطوع الفعلية هي انعكاس لحدوث هذه الظواهر المناخية في محطات الدراسة .
فقد سجلت اعلى معدلات لساعات السطوع الفعلية خلال شهر حزيران لجميع محطات منطقة الدراسة (الموصل ، كركوك ، بغداد ، الحي ، السماوة ، الناصرية والبصرة) اذ بلغت (١١.٨

، ١٢.٢ ، ١٢.٨ ، ١٢.١ ، ١١.٩ ، ١٠.٥ ، ١٠.٧) ساعة / يوم على التوالي يستثنى من ذلك محطة الرطوبة و التي سجلت اعلى ساعات سطوع فعلية خلال شهر تموز اذ بلغت (١١.٥) ساعة /يوم ، و ذلك لتعامد الشمس على مدار السرطان خلال شهر حزيران مما يزيد من عدد ساعات النهار و انخفاض معدلات الرطوبة و انعدام السحب و الضباب .

اما اقل معدلات لساعات السطوع الفعلية فقد سجلت خلال شهر كانون الاول لمحطات منطقة الدراسة (الموصل ، كركوك ، بغداد ، الرطبة ، الحي ، السماوة ، الناصرية والبصرة) و التي بلغت (٤.٩ ، ٥.٨ ، ٦.٤ ، ٣.٩ ، ٧.١ ، ٧.٠ ، ٦.٧ ، ٤.٤) على التوالي .

و يرجع السبب في انخفاض عدد ساعات السطوع الفعلية لقلة عدد ساعات النهار لتعامد الشمس علمدار الجدي في فصل الشتاء فضلاً عن كثرة السحب التي تحجب الاشعاع الشمسي و الامطار و الرطوبة التي تسبب امتصاص الاشعاع الشمسي .

جدول (٢)

المعدل الشهري لساعات السطوع الشمسي الفعلية للمحطات المدروسة في العراق ساعة / يوم للمدة (١٩٨٦ - ٢٠١٨)

المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
الموصل	٤.٥	٧.١	٥.٣	٧.٨	٩.٧	١١.٨	١١.٥	١١.٣	٩.٦	٨.٣	٦.٠	٤.٩	٨.١٥
كركوك	٦.٨	٦.٤	٥.٠	٨.٥	١٠.٢	١٢.٢	١٢.٠	١١.٤	٩.١	٨.٧	٧.٦	٥.٨	٨.٦
بغداد	٦.٤	٨.٣	٧.٢	٧.٩	١٠.٩	١٢.٨	١١.٥	١١.٨	٩.٥	٨.٥	٦.٥	٦.٤	٨.٩
الحي	٦.٧	٨.٦	٧.٢	٨.١	١٠.٢	١٢.١	١٠.٩	١١.١	٩.٩	٩.٠	٦.٥	٧.١	٨.٩
الرطبة	٥.٠	٧.٢	٧.٨	٩.٢	٩.٨	١٠.٣	١١.٥	١١.٤	١٠.٤	٧.٣	٦.٠	٣.٩	٨.٣٢
السماوة	٦.٨	٨.٤	٧.٣	٧.٨	٨.٩	١١.٩	١٠.٨	١١.٠	٩.٧	٨.١	٦.٥	٧.٠	٨.٦
الناصرية	٦.٣	٧.٧	٦.٥	٧.١	٩.٢	١٠.٥	٩.٧	١٠.٥	٨.٠	٧.٩	٥.٩	٦.٧	٨.٠
البصرة	٦.٠	٧.٩	٦.٨	٧.١	٩.٥	١٠.٧	١٠.٧	١١.٨	١٠.٠	٨.٩	٦.٨	٤.٤	٨.٣٩

المصدر :- من عمل الباحثان بالاعتماد على :- جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة لالتواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، 2019 .

و من دراسة الجدول (٣) نجد ان هناك تباين مكاني و زمني في المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الكلي (ملي واط/ سم^٢) لمحطات الدراسة تبعاً للتباين في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي و عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلية ، اذ تزداد ابتداءً من شهر اذار و تبلغ ذروتها خلال شهري حزيران و تموز اذ ارتفعت في المحطات المدروسة (الموصل ، كركوك ، بغداد ، الحي ، الرطبة ، السماوة ، الناصرية ، البصرة) لتبلغ (٦٤٠ ، ٦١٤) ، (٦٧٣ ، ٦٥٤) ، (٦٢٨ ، ٦١٤)

(٧٢٧ ، ٧٤٣) ، (٧٢٤ ، ٧٤٢) ، (٧٠٣ ، ٧٣٥) ، (٦٠٥ ، ٧٤٢) ، (٦٨٤ ، ٧٢٦) ، (ملي واط/سم^٢) على التوالي ، اما اوطى المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الكلي قد بلغت (١٧٩ ، ١٩٢ ، ٢٣٧ ، ٢٩٠ ، ٢٤٨ ، ٢٨٨ ، ١٨١ ، ٣١٧) (ملي واط/سم^٢) للمحطات (الموصل ، كركوك ، بغداد ، الحي ، الرطبة ، السماوة ، الناصرية ، البصرة) على التوالي .

و تمتاز محطات (الرطبة ، الحي ، السماوة ، البصرة) بارتفاع قيم المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الكلي مما يجعل منها مناطق ذات امكانات عالية لإنتاج الطاقة الشمسية فضلاً عن امتلاكها مناطق صحراوية كبيرة غير مأهولة بالسكان مما يتيح فرص استثمارها بنسبة كبيرة لاسيما المنطقة الغربية في محافظة الانبار و البادية الجنوبية لمحافظة المثنى فضلاً عن غرب محافظتي النجف و كربلاء .

جدول (٣)

المجموع السنوي و المعدلات الشهرية و السنوية لكميات الاشعاع الشمسي الكلي (ملي واط/سم^٢) للمحطات المدروسة في العراق للمدة (١٩٨٦-٢٠١٨)

المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع السنوي	المعدل السنوي
الموصل	١٨٩	٢٧٩	٣٧٣	٤٦٠	٥٦٠	٦٤٠	٦١٤	٥٥٨	٤٧٧	٣٤٤	٢٣٥	١٧٩	٤٩٠٨	٤٠٩
كركوك	٢١٤	٢٧٩	٣٧٣	٤٧٢	٥٧٦	٦٧٣	٦٥٤	٦١١	٥٨١	٣٧٥	٢٥٥	١٩٢	٥٢٥٥	٤٣٧
بغداد	٢١٤	٣٠٨	٤٥١	٥١٩	٥٦٩	٦٢٨	٦١٤	٥٨٤	٥١٢	٤٠٤	٢٩٦	٢٣٧	٥٣٣٦	٤٤٤
الحي	٢٥٦	٣٥٢	٤٨٩	٥٥٥	٦٥٧	٧٢٧	٧٤٣	٦٨٣	٥٧٨	٤٦٠	٣٤٦	٢٩٠	٦١٣٦	٥١١
الرطبة	٢٧٨	٣٤٤	٤٥٣	٥٥٩	٦٤٥	٧٢٤	٧٤٢	٦٥١	٥٥٧	٣٦٣	٣١١	٢٤٨	٥٨٧٥	٤٨٩
السماوة	٣٠٩	٣٥٤	٤٨٤	٥٤٩	٦٣٢	٧٠٣	٧٣٥	٦٩٢	٥٧٦	٤٥٥	٣٧١	٢٨٨	٦١٤٨	٥١٢
الناصرية	٢٩٢	٣٨٦	٤٦٤	٥٤٤	٥٩٦	٦٠٥	٦١٤	٥٩٠	٥٣٥	٤٣٤	٢٣٨	١٨١	٥٤٧٩	٤٥٦
البصرة	٣٣٣	٣٧٩	٤٩٧	٥٦٥	٦٧٠	٦٨٤	٧٢٦	٦٤٣	٥٩٣	٤٨٧	٣٥٦	٣١٧	٦٢٥٠	٥٢٠

المصدر :- من عمل الباحثان بالاعتماد على :-جمهورية العراق ، وزارة النقل، الهيئة العامة لانتواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، 2019 .

ج-صفاء السماء :-

يساعد الجو الصافي من الغيوم و الضباب و الغبار على وصول كميات كبيرة اكبر من الاشعاع الشمسي الى سطح الارض ، اما اذا كان الجو مملوء بالغبار و الاتربة و الشوائب المختلفة فإن ما يصل من الاشعاع الشمسي يتناقص و يضيع جزء كبير من الاشعاع في الجو .^(٢٣) فالضباب يمنع وصول الاشعاع الشمسي الى سطح الارض و يعمل على تشتته ، اما السحب فلها دور مهم في انعكاس جزء

كبير من الاشعاع الشمسي كما انها تمتص جزء منه تصل نسبته ٩ % ، فلهذا فإن اكثر المناطق سحباً هي اقلها من حيث الاشعاع الشمسي الذي يصلها مقارنة مع المناطق الاخرى و الواقعة على درجات العرض نفسها . و لعل كثرة السحب في المناطق الاستوائية هي التي جعلت الاشعة الشمسية التي تصل الى المناطق المدارية ذات السماء الصافية و الشمس الساطعة اكثر من المناطق التي تصل المناطق الاستوائية بكثير .^(٢٤)

و يتم احتساب الاشعاع الشمسي باستعمال انواع مختلفة من الاجهزة مثل البايروليوميتتر او الاكتينوميتر ذو المحرارين او الاكتينوكراف او جهاز انجستروم او جهاز غن وبيلاي ، او استعمال المعادلات الرياضية مثل معادلة انجستروم و التي تعد من اشهر المعدلات في تقدير الاشعاع الشمسي ، و لا بد من الاعتماد على عدد من العوامل التي تؤثر على كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض منها ساعات السطوع الشمسي او استعمال المجموع السنوي درجات الحرارة العظمى و الصغرى ، و من خلال احتساب شدة الاشعاع الشمسي فإنه خلاله حساب مقدار الاشعاع الشمسي يتم حساب الطاقة الكهربائية المتولدة عن ذلك الاشعاع الشمسي .^(٢٥) و منطقة الدراسة تمتاز بصفاء السماء و قلة العواصف الترابية و الغبار العالق فضلاً عن اقتصار تراكم السحب في فصل الشتاء مع قلتها ، مما جعلها من المناطق الاكثر استلاماً للاشعاع الشمسي ، و تعد محطات الرطوبة و الحي و السماوة و البصرة من المناطق ذات الامكانات العالية لانتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الخلايا الشمسية لارتفاع قيم المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الكلي الذي تستلمه هذه المحطات فضلاً عن صفاء الجو في هذه المحطات .

٤- رأس المال :-

يعد رأس المال من متطلبات اقامة اي مشروع صناعي ، و انتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الطاقة المتجددة يتطلب آلات و مكائن و معدات ضخمة و بكلفة مالية عالية ، لذ لا بد من توفر استثمارات مالية عالية قبل البدء وباستثمارها فعلى الرغم من توفر مصادر الطاقة المتجددة كمادة اولية في الطبيعة بالمجان ، الا ان انتاج الطاقة الكهربائية منها يتطلب انواع خاصة من المكائن و الالات فضلاً عن وسائل النقل التي تحتاجها المنشأة و قيمة الارض التي يشغلها المشروع و اجور العمال و الخبراء و تكاليف الخدمات العامة .

و العراق يعد من الدول الريعية التي تعتمد بشكل اساسي على العائدات النفطية كواردات لميزانية الدولة و التي بلغت عام ٢٠١٩ (١٠٥.٥) تريليون دينار عراقي او (٨٨.٥) مليار دولار ، كان حصة

قطاع الكهرباء منها (١٠.٠٥) تريليون دينار عراقي جاءت على شكل (٥.٣) تريليون دينار نفقات جارية و (٤.٧) تريليون دينار عراقي خصصت للمشاريع.^(٢٦) فهو لا يعاني من مشكلة اقتصادية تحول دون استثمار جزء من هذه الواردات لاستثمارها في انتاج الطاقة الكهربائية باستعمال مصادر الطاقة المتجددة لا سيما في ظل المبالغ الطائلة التي يتم رصدها سنوياً من موازنة الدولة لقطاع الكهرباء و التي بلغت اكثر من (٨٠) مليار دولار خلال الاعوام من (٢٠٠٣ - ٢٠١٩) .

٥- القوى العاملة و الخبرة الفنية :-

تعد العمالة و الخبرة الفنية احدى المتطلبات الرئيسة لقيام الصناعة و تشكل عتبة اساسية امام التنمية الصناعية ، و يتحدد اثر العمالة في الانتاج بعدد العمال و مدى ما يمتلكونه من كفاءة و خبرة فنية في مجال عملهم.^(٢٧)

و العراق يمتاز بنمو سكاني عالي يصل الى (٣) % ، كما يمتاز بارتفاع عدد الشباب الذين تتراوح اعمارهم ما بين (١٥ - ٢٩) سنة و الذين بلغ عددهم ١٠٧٣١٦٨٠ نسمة عام ٢٠١٩ و بالتالي فانه قريب من الهبة الديموغرافية ، كما يمتاز ايضاً بارتفاع فئة السكان القادرين على العمل و التي تتراوح اعمارهم (١٥ - ٦٤) سنة و الذين بلغ عددهم ٢٢٠٩٠٩٥٤ نسمة عام ٢٠١٩ ، مما يدل على وفرة اليد عاملة في العراق ، و بهذا العدد الكبير من القادرين على العمل فإن العراق يعاني من نسبة بطالة عالية جداً تصل الى ٢٨ % .^(٢٨)

لذا فإن العراق غني ايضاً بطاقته السكانية و بشبابه القادرين على العمل فضلاً عما يمتلكونه من كفاءة و تعليم اكايمي عالي يؤهلهم للعمل في محطات الطاقة الشمسية وهذا ما لمسناه في جامعة الكفيل التابعة للعتبة العباسية المقدسة اذ تبنى المهندسين العاملين فيها من اساتذة و اداريين من انشاء منظومة خاصة بجامعة الكفيل تغذيها بالكامل و هم نفسهم المشرفين على عملها و صيانتها ، و هم على استعداد كامل على مشاركة انجازهم مع باقي الجامعات و المؤسسات .

٦- السوق :-

يعد السوق عاملاً حاسماً في نجاح اي المشروع و قيامه حتى في حالة افتقارها لبعض المقومات ، فالسوق من وجهة النظر الاقتصادية أية مجموعات من الناس تربطهم علاقة بسلعة ما ، اي مكان تقوم فيه

مبادلة على نطاق تجاري^(٢٩). فالسوق هو مكان لبيع و شراء المواد الاولية و مصادر الطاقة و المنتجات الصناعية ، اذ ان بيع ما تم انتاجه في الاسواق هو احد الاركان الاساسية للعملية الانتاجية .^(٣٠)

كما يرتبط السوق بعدد السكان و مستوى الدخل و النمط المعيشي و التوزيع الجغرافي و درجة النمو الاقتصادي للبلد ، مما يعكس حجم الطلب على السلعة ، و في ظل التغيرات التي يعيشها العراق لا سيما بعد سقوط النظام عام ٢٠٠٣ و ما صاحبه من ارتفاع عدد السكان و ارتفاع متوسط نصيب الفرد من الدخل القومي بعد رفع العقوبات الاقتصادية عن العراق و فتح باب الاستيراد على مصراعيه و دخول انواع مختلفة من الاجهزة الكهربائية و زيادة القدرة الشرائية للسكان ، فسوق الطاقة الكهربائية اتسعت بشكل كبير و ازداد الطلب عليها مما يتطلب زيادة الانتاج ، فضلاً عن ازدياد الوعي الثقافي الذي دفع نخبة من السكان الى التوجه للحصول على الطاقة الكهربائية من مصادر جديدة و هي استعمال الخلايا الكهروضوئية لما فوائد اقتصادية و بيئية على المستوى الشخصي للسكان فضلاً عن المستوى العام .

و في ظل امتلاك العراق لهذه الامكانات المهمة و الازمة لاستثمار الطاقة المتجددة و في مناطق مختلفة من العراق و على الرغم من تحديد الوزارة لمواقع محددة تأمل وفقاً لدراساتها للملائمة المكانية استثمارها لإنتاج الطاقة الكهربائية من خلال استثمار الطاقة الشمسية فإن هناك مواقع اخرى ذات امكانات ممتازة لاستثمار الطاقة الشمسية لاسيما في محافظتي الانبار و النجف و كربلاء يمكن الاستفادة من المساحات الواسعة التي تمتلكها هذه المحافظات لإنشاء محطات ذات سعات تصميمية كبيرة . و عموماً يمكن استثمار الصحراء الغربية و البادية الجنوبية و التي تشكل تقريباً ٣.٥ % من مساحة العراق البالغة (٤٣٥٠٥٢) كم^٢ لاستثمار الطاقة الشمسية في انتاج الطاقة الكهربائية ، اذ تمتاز باشعاع شمسي يصل الى (٣٢٨٥) ساعة سنوياً و متوسط معدل اشعاع شمسي يصل الى ٢٣٥٠ كيلو واط . ساعة / م^٢ ، اذ يمكن استثمار مساحة (١٥٠٠٠) كم^٢ من المنطقة الصحراوية باستعمال الخلايا الشمسية ذات الكفاءة ٢٤ % لإنتاج ٨٤٦٠ ميكا واط و التي تعزز الشبكة الوطنية .^(٣١)

كما شجع انخفاض اسعار وحدات الطاقة الكهروضوئية بنسبة ٧٥ % في السوق العالمية و سهولة تركيبها العديد من المكاتب و الشركات الصغيرة للتخصص في نصب هذه الوحدات على سطوح المنازل و مواقف السيارات الاهلية خارج منظومة الشبكة الوطنية لتحل محل المولدات الخاصة و الاهلية التي ارهقت كاهل المواطن فضلاً عما تسببه من تلوث بيئي خطير ، الا ان من معوقات استثمار الطاقة المتجددة في العراق عدم توفر محطات مناخية متخصصة تعنى بقياس عناصر المناخ بشكل دقيق فما موجود منها

تابعة لهيئة الانواء الجوية فضلاً عن توزيعها الجغرافي غير الدقيق و انتشارها في المدن و الاحياء السكنية مما يسبب اعاقا لتسجيل القيم الحقيقية للإشعاع الشمسي .

و في حال تم انجاز هذه المشاريع سيزداد المجهز من الطاقة الكهربائية ليصل الى ٢٩١٧٠ ميكا واط ، اذ من المؤمل ان تساهم الطاقة الكهروضوئية بنسبة ٢٠% من انتاج الطاقة الكهربائية في العراق بحلول عام ٢٠٣٠ ، و في ضوء النمو السكاني العالي اذ يقدر عدد السكان عام ٢٠٣٠ (٥١) مليون نسمة و بفارق (١٢) مليون نسمة عن عام ٢٠١٩ و بنسبة زيادة ٣١ % مما يزيد من الطلب على الكهرباء بمقدار (٧٠٠٠-٨٥٠٠) ميكا واط ، أي يصل الطلب على الكهرباء الى حوالي ٣٥٠٠٠ ميكا واط ، أما في حال تم تطبيق خطط التنمية الصناعية المنشودة فأن الطلب على الطاقة الكهربائية سوف يزداد بمقدار ٢٠% من الطلب الحالي اي بزيادة تصل ما بين (٥٢٠٠ - ٦٥٠٠) ميكا واط ، و ٣٠% تقريباً للقطاعات الاخرى (٧٨٠٠ - ١٠٠٠٠) ميكا واط بما معناه يصل الطلب على الطاقة الكهربائية ٥١٥٠٠ ميكا واط تقريباً ، مما يتطلب اضافة اكثر من ٢٢٠٠٠ ميكا واط للطاقة الكهربائية المتوفرة حالياً من خلال العمل الجاد في المضي بمشاريع الطاقة المتجددة لاسيما الطاقة الشمسية و زيادة عدد الوحدات و تحويل نظام الكهرباء في الدوائر الخدمية و المصانع الصغيرة الى نظام الطاقة المتجددة ، فضلاً عن تشجيع المواطنين على اقتناء منظومات الخلايا الشمسية الصغيرة بربطها على سطوح المنازل .

ثانياً :- التطبيقات العلمية لانتاج الطاقة الشمسية في العراق

تنوعت التطبيقات العملية لمنظومات الطاقة الشمسية في العراق فلم تقتصر هذه المنظومات على استعمالات القطاع الحكومي فقط و انما سعت القطاعات الاخرى الى استثمار الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية و تحقيق الاهداف الاقتصادية و البيئية الناتجة عن هذا الاستثمار ، فازمة تردي الطاقة الكهربائية في العراق تعد مشكلة حقيقية يجب على كل الاطراف المساهمة في حلها ، و قد شجع توفر العوامل الطبيعية لا سيما توفر الاشعاع الشمسي بكميات كبيرة و على مدار السنة و توفر المساحات الصحراوية الكبيرة غير المأهولة بالسكان فضلاً عن توفر مصانع لصناعة الألواح الشمسية كمصنع المنصور و شركة الزوراء المختصة في انتاج و تجميع الخلايا الشمسية و التابعة لوزارة الصناعة و المعادن العراقية ، و الذي ساعد عن انتشار استعمال هذه التقنيات اللازمة لتخفيف العبء على الشبكة الوطنية على المدى القصير و زيادة انتاج الطاقة الكهربائية على المدى الطويل . و من امثلة استعمال تطبيقات الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة ما يأتي :-

١- استعمال الطاقة الشمسية في القطاع الحكومي :-

يعد القطاع الحكومي و الذي يشمل (جميع المؤسسات و المدارس و الجامعات الحكومية و الجوامع و انارة الشوارع و منظومة الاشارات المرورية) من اكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة الكهربائية اذ جاء ثانياً بعد القطاع المنزلي بكمية استهلاك تصل الى ٧١٢٠٨٢٦ ميكا واط . ساعة بأهمية نسبية بلغت ١٤.٦ % عام ٢٠١٩،^(٣٢) و الذي يعد نتيجة حتمية لزيادة عدد المؤسسات و توسعها بشكل كبير بعد سقوط النظام . و قد ركبت اولى الالواح الشمسية على السطح في الشرق الاوسط في مركز ابحاث الطاقة الشمسية في الجادرية ببغداد في عام ١٩٨٦ و بذلك يعد العراق رائداً في مجال استثمار الطاقة الشمسية ، و عملت وزارة الكهرباء العراقية و ضمن خططها و سعيها الحثيث لايجاد الحلول لمعالجة ازمة الكهرباء باتخاذ خطوات بسيطة في هذا المجال اذ تعد انموذجاً عملياً لاستعمال الطاقة الشمسية في بناية الوزارة من خلال استثمار اسطح البناية و اسقف موقف السيارات لهذا الغرض باستعمال منظومة فولتوضوئية مصنوعة من خلايا سلكونية احادية البلورة و خلايا سلكونية متعددة البلورة بسعة ١ ميكا واط ، تعمل مع الشبكة الكهرباء الوطنية بطريقة الربط المباشر (on- grid) و ذلك لطبيعة الدوام في المؤسسات الحكومية و الذي يبدأ من الساعة الثامنة صباحاً و ينتهي الساعة الثالثة بعد الظهر فضلاً عن توفر الاشعاع الشمسي خلال هذه المدة الزمنية من النهار صورة (١) ، و تم تشغيل ٢٥٠ كيلو واط منها كمرحلة اولى و ما زال العمل مستمر فيها . كما تم تجهيز مركز التدريب و بحوث الطاقة و التابع لوزارة الكهرباء بمنظومتين للطاقة الشمسية ، الاولى بسعة ١٠٠ ميكا واط و التي تعمل بطريقة الربط المباشر (on- grid) لسد النقص الحاصل في الطاقة الكهربائية و استمرار تزويد المركز بها طيلة فترة الدوام ، اما المنظومة الثانية و التي تعمل بطريقة الربط غير المباشر (of- grid) اي باستعمال بطاريات الخزن و هي ذات قدرة تشغيلية بلغت ١٥ كيلو واط ، اذ تسهم بتزويد المركز بالطاقة الكهربائية ليلاً في حالة انقطاع التيار الكهربائي .^(٣٣) كما ان هناك ٤٤٨ محطة مائية عاملة في العراق تعمل بالطاقة الشمسية .^(٣٤) و يعد الهدف الاساس من نصب هذه الخلايا هو تخفيف الضغط على منظومة الطاقة الكهربائية الوطنية .

صورة (١)

منظومة الطاقة الشمسية في مقر وزارة الكهرباء



المصدر :- الموقع الرسمي لوزارة الكهرباء العراقية ٢٠٢١-٥-٢١-٢٠١٩ www.moelc.gov.iq .

٢- استعمال الطاقة الشمسية في قطاع المنزلي :-

يعد القطاع المنزلي اكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة الكهربائية اذ يحتل المرتبة الاولى بين القطاعات بكمية استهلاك تصل الى ٢٨٨٢٤٧١٢ ميكا واط . ساعة و باهمية نسبية بلغت ٥٩.١ % خلال عام ٢٠١٩ ، (٣٥) و نتيجة لزيادة الطلب على الطاقة الكهربائية و ثقل الاحمال الاستهلاكية و التي يقابلها ثبات تجهيز الطاقة الكهربائية و تردي شبكات النقل و تقادمها مما ادى الى استمرار العمل بنظام القطع المبرمج و الذي تتغير عدد ساعاته تبعاً لفصول السنة و تغيرات درجات الحرارة و التي تتراوح ما بين (١٢ - ١٦) ساعة يومياً ، مما حث المواطنين على البحث عن الحلول لمعالجة النقص الحاصل في تجهيز التيار الكهربائي من الشبكة الوطنية و

الاعباء الاقتصادية التي اثقلت كاهلهم بسبب الاشتراك بالمولدات الاهلية و محدودية عدد ساعات التجهيز و الاجهزة الكهربائية التي يمكن تشغيلها ، لذا نجد ان عدد من المواطنين بدأت تزداد لديهم ثقافة استعمال الطاقة الشمسية و ما يمكن ان توفره من مردودات اقتصادية و بيئية فضلاً عن توفر الطاقة الكهربائية دون الخضوع الى جشع اصحاب المولدات الاهلية ، لذا عمدوا الى استثمار اسطح المنازل لنصب المنظومة الشمسية و التي تختلف ساعاتها حسب الحاجة للطاقة الكهربائية و الامكانية المادية كما و تختلف طريقة الربط مع الشبكة الوطنية فمنهم من اعتمد على طريقة الربط المباشر مع الشبكة الوطنية (on- grid) و الاعتماد على انتاج الطاقة الكهربائية خلال النهار فقط و منهم من اعتمد على طريقة الربط غير المباشر (of- grid) و استعمال بطاريات الخزن و التي يمكن ان توفر الطاقة الكهربائية ليلاً و خلال الايام الغائمة .

ج- استعمال الطاقة الشمسية في القطاع التعليمي :-

تعد المؤسسات التعليمية من اهم اساليب تطوير الموارد البشرية و التنمية المجتمعية و المسؤولة عن نهضة البلد و تطوره ، و تشغل مساحات واسعة ضمن التركيب العمراني للمدن ، و نتيجة لنقص تجهيز الطاقة الكهربائية لهذه المؤسسات الحيوية فقد قامت عدد من الجامعات بالعمل على حل هذه المشكلة من خلال نصب منظومات الطاقة الشمسية للمحافظة على استمرارية تجهيز الطاقة الكهربائية و تخفيف الحمل على المولدات اثناء انقطاع التيار الكهربائي فضلاً عن الاثار الاقتصادية و البيئية المترتبة على استعمال الطاقة الشمسية ، مثل جامعة الكفيل و جامعة بابل و المعهد التقني الطبي - بغداد .

و قد انجز المعهد التقني الطبي بغداد بالجامعة التقنية الوسطى منظومة الطاقة الشمسية لتوفير الطاقة الكهربائية بالمعهد ، اذ قام فريق عمل من مكتب الخدمات العلمية في رئاسة الجامعة بالتعاون مع وحدة الصيانة بالمعهد بتجهيز بناية الادريسي بالمعهد بطاقة كهربائية من المنظومة الشمسية الهجينة (hybridsystem) اذ تنتج هذه المنظومة ٥ كيلو واط ما يعادل ٢٠ امبير متكونة من ٢٦ لوح شمسي من نوع البولي سيليكون و التي تسهم في تخفيض الحمل الزائد على المولدات اثناء انقطاع التيار الكهربائي . كما عملت الوزارة على تزويد جامعة بابل بمنظومة للطاقة الشمسية بسعة ١٣٠ ميكا واط تعمل بالربط المباشر (on- grid) لتزويد بناية الجامعة بالطاقة الكهربائية خلال فترة الدوام (٣٧) كما دعت الحاجة للطاقة الكهربائية المستمرة لعمل مشاريع خاصة لشعبة الاتصالات و تقنية المعلومات التابعة للعتبة العباسية المقدسة الى الشروع في تنفيذ مشروع ضخم لتوليد الطاقة الكهربائية باستعمال المنظومة الشمسية في جامعة الكفيل في النجف الاشرف لتغذيتها بمصادر الطاقة النظيفة و المتجددة مما يسهم في

التقليل من الاعتماد على الطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية و الاستغناء عن مولدات الديزل فضلاً عن تحويل الفائض الى شبكة الكهرباء الوطنية ، و تتكون المنظومة الشمسية الهجينة (hybridsystem) من ١٣٠ خلية شمسية بقدرة تبلغ ٣٨٠ واط للخلية الواحدة و بسعة اجمالية تبلغ ٥٠ كيلو واط و باستعمال بطاريات الليثيوم بسعة ٩٦ كيلو واط . ساعة و التي تعمل على تغذية المنظومات الالكترونية و مركز المعلومات و الاستعلامات الرئيسية في الجامعة في حال انقطاع التيار الكهربائي اذ تتم الاستعاضة عن تشغيل المولدات الكهربائية ليلاً و اثناء العطل ، و بعد اكمال المشروع و تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة الكهربائية المجهزة لبناية الجامعة و تحقيق جدوى اقتصادي عالية و الناتج عن تراجع فاتورة الكهرباء التي تدفع لدائرة الكهرباء و الاستغناء عن المولدات التقليل من التلوث البيئي فضلاً عن المساهمة في اشاعة استعمال الطاقة المتجددة ، تسعى العتبة العباسية المقدسة الى تعميم هذه التجربة على باقي مؤسسات و منشآت العتبة المقدسة لاسيما المدارس و البالغ عددها ١٢ مدرسة و التي تسعى العتبة العباسية المقدسة الى استثمار سطوح هذه المدارس لإنشاء منظومات شمسية كفيلة بتوفير الطاقة الكهربائية لهذه المدارس.^(٣٨) و التي تسهم في التقليل من الضغط على الشبكة الوطنية في اكير مساحة ممكنة .

د- استعمال الطاقة الشمسية في القطاع الزراعي :-

يعد القطاع الزراعي اقل القطاعات استهلاكاً للطاقة الكهربائية و بكمية استهلاك بلغت ٥٨٥٢٧٣ ميكا واط . ساعة و بأهمية نسبية ١.٢ % خلال عام ٢٠١٩،^(٣٩) و قد دفعت ازمة المياه و ارتفاع درجات الحرارة الى ظهور حالة الجفاف و التصحر و التي اثرت على القطاع الزراعي فضلاً عن الانتاج الحيواني مما دفع وزارة الكهرباء و بالتعاون مع الهيئة العامة للإرشاد و التعاون الزراعي فرع كربلاء و التابع لوزارة الزراعة لإنشاء محطة هجينة تعمل بالطاقة الشمسية و طاقة الرياح معاً و بقدرة ٤ كيلو واط اذ تستعمل هذه المنظومة للقيام بالسقي و الارواء في مناطق الوسط و الجنوب ، و تم تشغيل هذه المنظومة و التي كان ضمن الخطط لتشغيلها الحصول على ١٠٠ م^٣ من المياه الجوفية يومياً الا ان انتاج هذه المنظومة كان قد وفر ٢٥٠ م^٣ يومياً ، و ان استعمال هذه المنظومات يؤهل الكثير من الاراضي الزراعية ، كما تم استعمال هذه المنظومات في واحات الزائرين بين النجف الاشرف و كربلاء المقدسة .^(٤٠) كما عمدت العتبة العباسية المقدسة الى استعمال المنظومة الشمسية و التي تعمل بالربط المباشر لتوفير مياه الارواء الخاصة بمزارع الساقى و التي تتكون من الاف الدونمات ضمن المشاريع التابعة للعتبة العباسية المقدسة

لإحياء صحراء كربلاء المقدسة و المساهمة في توفير المحاصيل الزراعية .^(٤١) و بالتالي توفير محاصيل زراعية مختلفة من جهة و احياء المناطق الصحراوية بالزراعة من جهة اخرى .

ثالثاً :- مزايا و معوقات و تقنيات استعمال الطاقة الشمسية

١ - مزايا الطاقة الشمسية :-

- أ- تعد الطاقة الشمسية من اهم انواع الطاقة ، لديومتها و لا ينتظر ان تقنى فهي تشع كل يوم بنفس المقدار و في نفس الوقت .
- ب- تتميز الطاقة الشمسية بأنها طاقة نظيفة ، لا يترتب على استعمالها مخلفات كيميائية او غازات تلوث للبيئة كما يحدث عند استعمال مصادر الطاقة الاحفورية و النووية .^(٤٢)
- ج- كما تعد عالمية اذ لا يتحكم بها احد فهي غير قابلة للاحتكار الا في تكنولوجيا استعمالها .
- د- تصل الى الارض و تكون في متناول الانسان في موقع استعمالها دون كلفة ، لذا تعد الطاقة الشمسية اقتصادية مقارنة مع مصادر الوقود الاحفوري لاسيما في الدول التي تفتقر لهذه المصادر .
- هـ- استعمال الطاقة الشمسية على نطاق واسع يعني المساهمة في اطالة العمر الافتراضي لمصادر الطاقة الاحفورية القابلة للنفاذ .
- و- تتناسب الطاقة الشمسية مع النظم السياسية اللامركزية و التعددية في مجال الطاقة و تجعل بالإمكان اعتماد الاقاليم على نفسها في توفير الطاقة و يقلل ذلك من مخاطر تخريب شبكات نقل الكهرباء الواسعة الامتداد .^(٤٣)

٢- تقنيات تحويل الطاقة الشمسية :-

يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية بطريقتين هما :-

اولاً :- النظم الحرارية الشمسية الفعالة :- و يمكن تقسيمها الى ثلاثة اقسام :-^(٤٤)

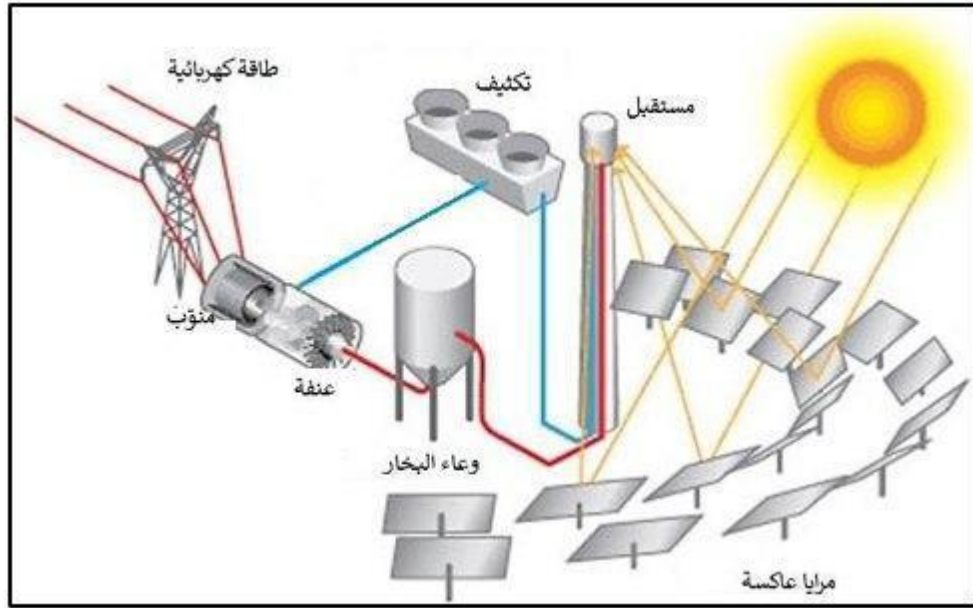
أ- **النظم الشمسية ذات الحرارة المنخفضة** :- و التي تعمل بدرجة حرارة ٩٠ م° و التي تكون على شكل لواقط شمسية ذات صحون ، و تستعمل بكثرة لتسخين المياه في العديد من المنازل في دول الشرق الاوسط اذ تعد هذه النظم جيدة للحصول على المياه الساخنة بصورة يومية و مستمرة في معظم الدول العربية على مدار السنة لاسيما الدول غير النفطية ، الا ان استعمال هذه اللواقط في العراق لا يزال محدود جداً ، فعلى سبيل المثال ان ٢٠ % من المساكن في الاردنو فلسطين تستعمل هذه النظم اما في قبرص تكاد تصل الى نسبة ١٠٠% ، فضلاً عن ذلك تستعمل بعض انواع اللواقط لأغراض الطبخ في كثير من الدول لاسيما الدول النامية و هذه اللواقط على اشكال متعددة .

ب- **النظم الشمسية ذات الحرارة المتوسطة** :- و التي تعمل بدرجة حرارة (١٠٠ - ٣٥٠) م° فهي تعتمد على استعمال المرايا التي تعمل في اتجاه واحد لمتابعة و تجميع اشعة الشمس و تركيزها على مادة ماصة للحرارة و من ثم استثمارها لتوليد البخار و الكهرباء و مثل هذه النظم بحاجة الى تقنيات عالية .

ج- **النظم الشمسية ذات الحرارة العالية** :- و التي تعمل على درجات حرارة عالية (٣٥٠ - ١٠٠٠) م° فانها تعتمد على مرايا متطورة تعمل بصورة مستمرة و في مختلف الاتجاهات على متابعة اشعة الشمس . و على العموم فان هذه النظم يمكن ان تستعمل حرارة الشمس مباشرة و توليد البخار و من ثم توليد الطاقة الكهربائية كما في الشكل (١) .

شكل (١)

اللية عمل النظم الشمسية الفعالة لانتاج الطاقة الكهربائية



<https://images.app.goo.gl/8phjXeEhJCm6XG3V6>

ثانياً:-النظم الحرارية الشمسية غير الفعالة :-

تعمل النظم الحرارية الشمسية غير النشطة تعمل على دمج تصميم المبنى مع العوامل البيئية التي تتيح احتجاز او استبعاد الطاقة الشمسية ، و لا تستعمل هنا اي تقنيات ميكانيكية و انما تعتمد على هندسة و تصميم المباني ، و يمكن توضيح هذه التقنية من خلال مثالين :- هما السقف المتدلي و هنا ضوء الشمس الذي يسقط على سطح جسم و يؤدي الى رفع درجة حرارة الجسم و هو مثال على التدفئة الشمسية المباشرة ، و التدفئة الشمسية المباشرة يمكن ان تؤدي الى رفع درجة الحرارة الداخلية للمباني المحتوية على النوافذ و يجب ان تكون النوافذ التي تسمح بدخول معظم ضوء الشمس مواجهة لجهة الجنوب في النصف الشمالي من الكرة الارضية و مواجهة لجهة الشمال في النصف الجنوبي من الكرة الارضية .

اما المثال الاخر فهو الموصلية الحرارية و العزل الحراري اذ يمكن منع الطاقة الشمسية من الجزء الداخلي لمبنى ما ببناء جدران لها عزل حراري جيد ، و يمكن للعزل الحراري ان يخفض من استهلاك الطاقة لتكييف الهواء في الصيف و التدفئة في الشتاء .^(٤٥)

ثالثاً:- النظم الفولطاضوئية :-

و هي التحويل المباشر للأشعة الشمسية الى طاقة كهربائية ، و نتيجة لتزايد الاعتماد على الطاقة الكهربائية كمصدر للطاقة فإن النظم الفولطاضوئية ستؤدي دوراً مهماً في مجال الطاقة المتجددة .^(٤٦) و يتم

تحويل الاشعة الشمسية الى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية المصنوعة من اشباه الموصلات مثل السليكون و الجرمانيوم .^(٤٧)

و تقنية الفولطاضوئية عبارة عن اجزاء مركبة (اي ان الانظمة الموجودة قابلة للتوسيع) و لها عمر زمني طويل يصل الى اكثر من (٢٥) سنة ، و هادئة و خالية من الانبعاثات الملوثة اثناء الاستعمال . الا ان استثمار الطاقة الشمسية واجه بعض المعوقات التكنولوجية كمشكلات خزن الطاقة و نقلها و تأثير العواصف الترابية و ارتفاع كلف انتاجها مقارنة بمصادر الطاقة الاحفورية ، الا ان التوجهات الجادة نحو خفض انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون ادى الى البحث عن تقنيات جديدة و بأسعار تنافسية مما ادى الى انخفاض اسعار تكاليف التكنولوجيات الفولطاضوئية بأكثر من ٨٠ % عن اسعارها القديمة . اذ اصبحت كلفة انتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الألواح احادية البلورية ما بين (٠.٠٤٨ - ٠.٠٧٥) دولار لكل كيلو واط ساعي .^(٤٨) كما ساعد التطور التقني لصناعة البطاريات و زيادة كفاءتها ما بين (٦٠ - ٩٥) % و قدرتها على الخزن الى زيادة الاقبال على اقتناء الخلايا الشمسية لاسيما في المناطق النائية و البعيدة عن الشبكة الوطنية اذ ساعدت البطاريات على امكانية استمرار الطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الشمسية حتى في حالة تغير الطقس و حجب الاشعاع الشمسي بواسطة الغيوم من خلال الاعتماد على ما مخزون منها في البطاريات .^(٤٩) لذا فأن مثل هذه المشروعات تعد اقتصادية مقارنة مع المشاريع الاستثمارية الكبيرة و التجارية لاسيما في المناطق الصحراوية و المناطق النائية قليلة السكان .

اماعمل و تركيب الخلايا الشمسية فيتم عن طريق الخلية الشمسية التي هي عبارة عن دايمود شبه موصل ذي مساحة كبيرة اذ تتكون وصلة p-n مصنعة باضافة مادة شائبة الى بلورة شبه الموصل ، و يتمثل عملها بتحويل الطاقة الضوئية الساقطة من الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة من دون أحداث حركة ميكانيكية لأي جزء من المنظومة.^(٥٠)

و ينتج التأثير الفوتوفولطي حين تقوم الاشعة الممتصة بتأمين ذرات في منطقة قريبة من الموصل اي بتحرير الالكترونات ، فاذا كانت طاقة الاشعاع الممتصة اكبر من طاقة ربط الالكترون بالذرة فإن ذلك يؤدي الى تحرير الالكترونات و تكوين ازواج من الالكترونات - الفجوات ، ويؤدي هذا بدوره الى احداث قوة كهربائية يمكنها احداث سريان تيار كهربائي ، و تصبح الالكترونات المحررة في المنطقة ذات الشحنة السالبة بينما تصبح الفجوات في المنطقة ذات الشحنة الموجبة و بذلك يتولد فرق جهد كهربائي و يسير التيار الكهربائي في دائرة خارجية اذ تم ربط طرفي المنطقتين بسلك موصل .^(٥١)

هناك أنواع متعددة من الخلايا الشمسية التي استعملت مواد مختلفة في تصنيعها . إلا إن أغلب هذه المواد إما إن تكون ذا وجود نادر في الطبيعة ما عدا مادة السيلكون أو إن لها خواصاً سامة وملوثة للبيئة أو تكون معقدة التصنيع وتكاليف باهظة في حين ان هناك بعض هذه المواد لا يزال تحت الدراسة والبحث. وبحسب ذلك فان من بين الشركات العالمية العاملة في مجال تصنيع تلك الخلايا شركة سولار الألمانية، والفوتوات الفرنسية، وتيار سولار في ايطاليا، وكرونار في يوغسلافيا، واستربور في كندا. وهيليو دنيابكا في البرازيل فضلاً عن الشركات الموجودة في الولايات المتحدة واليابانو الصينو اهم انواع تلك الخلايا **خلايا السيلكون الشمسية ذات البلورة الأحادية** و التي تعد من اكثر انواع الخلايا انتشاراً و تطوراً.^(٥٢) **خلايا كبريت الكادميوم - كبريتيد النحاس** تأتي خلايا كبريت الكادميوم - كبريتيد النحاس الشمسية بالمرتبة الثانية بعد خلايا السيلكون من حيث مستوى تطورها. اذ تتالف هذه الخلايا من نوعين مختلفين من اشباه الموصلات فالناقل n فيها هو كبريت الكادميوم Cds، والناقل p هو كبريتيد النحاس Cu₂S، اما النوع الثالث **خلايا زرنيخ الجاليوم Ga As** ان هذه الخلايا مصنوعة من مادة الجاليوم وهي مادة شبه موصلة. اذ يكون المركب الثنائي (Ga As) وصلة ثنائية تعطي مجالاً كهربائياً بطريقة مماثلة لما يحدث في خلايا السيلكون . فضلاً عن ذلك فان هناك أنواعاً أخرى من الخلايا الشمسية الا انها اقل اهمية و استعمالاً مقارنة بالخلايا المذكورة في اعلاه ومنها خلايا حاجز شوتكي وخلايا الاتصال المتغاير (Hetro Junction) التي يتم تصنيعها من اتصال مادتين شبه موصلتين وذات نوع مختلف.^(٥٣)

و هناك عوامل متعددة مؤثرة على اداء الخلايا الشمسية و كفاءتها الانتاجية في تحويل الاشعاع الشمسي الساقط عليها الى طاقة كهربائية ، و من هذه العوامل :-

١- التظليل :

يعد الظل المتكون على الألواح الشمسية من اهم العوامل التي يجب ان تؤخذ بالحسبان عند بناء المنظومات العاملة بتقنية الخلايا الشمسية ، اذ ان الظل يعمل على تقليل قدرة الاشعاع الشمسي و بالتالي تقليل القدرة الخارجة من اللوح الشمسي و قيمة هذه القدرة تتأثر نسبياً مع حجم و شكل الظل المتكون على سطح اللوح الشمسي .^(٥٤) اذ يؤثر الظل في أداء الخلية الشمسية وكفاءتها وذلك من خلال حجب أشعة الشمس من الوصول إلى سطح الخلية اذ لا يتولد تيار ضوئي من الخلية فتكون عبارة عن حمل مربوط (مقاومة اومية) على التوالي مع بقية خلايا اللوح الشمسي فنكون مستهلكة وممانعة من وصول التيار

المتولدة من بقية أجزاء اللوح الأخرى،^(٥٥) وبالتالي يؤثر في اللوح بشكل تام وقد يؤدي التأثير إلى نقصان القدرة الخارجة من اللوح الى حوالي ٩٠% من كفاءة الخلية.^(٥٦)

لذا لابد ان تكون الخلايا الشمسية بعيدة عن مناطق الظل مثل الاشجار و البنايات العالية كما يفضل ان تكون مرصوفة بشكل مثلث لتستقبل اكبر قدر ممكن من الاشعاع من الصباح و حتى المساء .

٢- الغيوم :-

تعد الغيوم ذات تأثير سلبي في كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى اللوح الشمسي وذلك من خلال عمليات الامتصاص والاستطارة ومن ثم تأثير ذلك في قيمة القدرة الكهربائية الخارجة. إن التأثير يصل إلى النصف أو أكثر ولاسيما عندما تكون هناك غيوم كثيرة تغطي اللوح الشمسي وبحسب هذا فإن هذا الامر سيؤدي الى التقليل من قيمة الكهرباء المنتجة.^(٥٧)

و على الرغم من دور الغيوم في التقليل من كمية الاشعاع الشمسي الواصل وبالتالي تأثير ذلك في كمية الطاقة الكهربائية الخارجة الا ان هذا التأثير يكون في حدوده الدنيا كون العراق يتمتع بسماء صافية قليلة الغيوم اغلب ايام السنة .

٣- زاوية ميلان اشعة الشمس :-

تعد زاوية ميلان اشعة الشمس ذات تأثير كبير في قدرة انتاج اللوح الشمسي، وذلك من خلال علاقة زاوية ميلان اشعة الشمس للمكان مع تغيير شدة الاشعاع الشمسي الساقط عليه وتأثير ذلك على كفاءة القدرة الكهربائية الخارجة من اللوح الشمسي وكميتها ، فقد اثبتت الدراسات ان زاوية ميلان اشعة الشمس احدى العوامل المؤثرة في اداء الخلايا الشمسية ، و ذلك من خلال علاقة زاوية ميلان اشعة الشمس للمكان مع تغيير شدة اشعة الشمس الساقطة عليها اذ يتأثر مستوى كفاءة القدرة الكهربائية الخارجة من اللوح الشمسي و كميتها بمقدار زاوية ميل الشمس.^(٥٨)

اذ ان عملية التنصيب الصحيحة للوح الشمسي تسمح له بأن يكون بالاتجاه المقابل لضوء الشمس خلال ساعات النهار .

٣- معوقات استعمال الطاقة الشمسية :-

هناك العديد من الصعوبات التي تعترض استثمار الاشعاع الشمسي في توليد الطاقة منها :-

أ- تحتاج الى تكنولوجيا متقدمة و هذا لا يتوفر في معظم دول العالم .

- ب-الكلفة الاقتصادية العالية و الحاجة الى الاستثمارات الضخمة لاستثمار هذه الطاقة .
- ج- انقطاع الاشعاع الشمسي ليلاً الامر الذي يتطلب وسائل لخرن الطاقة و هذا ما يزيد من الكلفة . (٥٩)
- د- ان الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض لا يتوزع بصورة متساوية عليها ، اذ يكون تركيزه كبيراً ما بين دائرتي عرض ٣٠ ° شمالاً و جنوباً و فيها تنتشر معظم الدول النامية ، في حين تقع معظم دول العالم المتقدم بعد دائرة العرض المذكورة .
- هـ- حصول بعض الظواهر المناخية التي تؤثر سلباً على تركيز الاشعاع الشمسي و الطاقة المتولدة عنه مثل الغيوم و الضباب و العواصف الترابية . (٦٠)

الاستنتاجات

- ١- يعاني العراق من وجود فجوة كبيرة ما بين انتاج الطاقة الكهربائية باستعمال المحطات الكهربائية البخارية و الغازية و الديزل و استهلاكها ، فضلاً عن اقبال ميزانية الدولة بمبالغ طائلة تجاوزت ٨٠ مليار دولار ما بين عامي (٢٠٠٣ - ٢٠١٩) .
- ٢- يمتلك العراق امكانات جغرافية تتيح له استثمار الطاقة الشمسية بشكل اقتصادي اذ يتمتع العراق بأشعاع شمسي عالي بمجموع سنوي يصل الى (٤٩٠٨-٦٢٥٠) ملي واط/سم^٢ الذي يتباين مكانياً حسب الموقع الجغرافي للمحطات المناخية المدروسة ، فضلاً عما تتمتع به معظم اجزاء العراق من انبساط في اراضيه مما يتيح فرصة استثمار العديد من المواقع لنصب الخلايا الشمسية و بمساحات شاسعة و في كل محافظات العراق لا سيما في المحافظات التي تمتاز بوجود مناطق صحراوية غير مأهولة بالسكان .
- ٣- تعد الطاقة الشمسية من الطاقات المتجددة المستثمرة فعلاً في العراق ، الا انها ما تزال استعمالاتها محدودة بالاستعمال الفردي و نطاق الجامعات و بعض المؤسسات الحكومية و اشارات المرور .
- ٤- تؤثر زاوية ميل اشعة الشمس في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى الارض و طول النهار فضلاً عن شدة الاشعاع الشمسي الواصل ، اذ كلما اقتربت زاوية ميل الاشعاع الشمسي من درجة ٩٠ ° كلما زاد الاشعاع الشمسي الواصل و شدته ، و تمتاز المحطات المدروسة في العراق بارتفاع قيم زوايا ميل الاشعاع الشمسي .

- ١- العمل على نشر ثقافة استثمار الطاقة الشمسية للاستعمال المنزلي بشكل فردي باستعمال سطوح المنازل لإنتاجها و سد النقص الحاصل في ساعات تجهيز الطاقة الكهربائية من الشبكة الوطنية و التخلص من المولدات الاهلية التي تثقل كاهل المواطن بالمبالغ الاضافية فضلاً عن التلوث البيئي الناتج عنها .
- ٢- العمل على استثمار ما موجود من طاقة متجددة من اجل توفير احتياجات المواطن العراقي من مصادر الطاقة للاستعمال اليومي من خلال انشاء محطات الخلايا الشمسية في مناطق مختلفة من محافظات العراق ، لما تملكه هذه المحطات من كفاءة عالية في التوليد فضلاً عن نظافتها و ديمومتها .
- ٣- استثمار المناطق الصحراوية المنتشرة في الهضبة الغربية و البادية الجنوبية و التي تتمتع بكثافة الاشعاع الشمسي الواصل فضلاً عن مساحتها الواسعة و غير المأهولة بالسكان .
- ٤- وضع خطط استراتيجية لاستثمار الطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية من خلال السماح للشركات الاجنبية و المحلية بالاستثمار في هذا القطاع ، و استثمار الطاقة الشبابية الموجودة في العراق و القضاء على البطالة التي يعانون منها .
- ٥- انشاء محطات مناخية خاصة باستثمار الطاقة المتجددة و منها الطاقة الشمسية ضمن مواصفات اذ يصل ارتفاع المحطة المناخية ١٠ م عن مستوى سطح الارض ، فضلاً عن بعد المحطة المناخية عن المناطق السكنية بمسافة تصل الى ٥ كم .

Abstract

Years have passed and Iraq continues to suffer from a severe crisis in the provision of electricity, most of the steam stations in it were made in the 1970 s and suffer from consumption and lack of maintenance as a result of the conditions of the Second Gulf War, these stations were subjected to a number of military strikes that led to severe damage as well as the economic sanctions that prevented Iraq from importing spare parts to repair these stations and the obsolescence of transportation and distribution networks, which were repaired by cutting off Second-hand or homemade spare parts and Iraqi cadres, after which the problem of providing fuel for these stations began with the continuation of the years of siege and the decline of oil production and the suspension of the work of refineries at that time, which affected the work of the stations, In order to address the lack of electricity during this period, the programmed cutting system, which continued to this day, was introduced, and successive governments took over Iraq after the downing of the regime, this heavy legacy, which had to be radically resolved, despite the volume of investments allocated to the electricity sector in Iraq annually - which amounted to more than \$80 milliard between 2003 and 2019 - is never compatible with the resulting electricity, as The funds allocated to the development of this sector are equivalent to the development of electricity in four countries the size of Iraq. Therefore, the solutions put forward are incompatible with Iraq's existing economic potential, nor do they comply with environmental legislation calling for reducing the use of fuels polluting the environment.

Iraq has the geographical potential to invest solar energy to produce electricity and with very high potential, Iraq's geographical location has allowed it to receive large quantities of solar radiation ranging from (4908-6250) milli watts/cm²

At a daily rate of (12) hours per day, as well as low humidity, lack of cloud duration and sky serenity, which helped to reach solar radiation at high intensity, as well as the existence of vast areas free of population and the availability of capital, manpower and technical expertise.

الهوامش

- ١- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء ، المجموعة الإحصائية السنوية ٢٠١٠ - ٢٠١١ و ٢٠١٩ .
- ٢- جمهورية العراق ، رئاسة مجلس الوزراء ، الهيئة الوطنية للاستثمار ، الخارطة الاستثمارية للعراق ، ٢٠١٦ ، ص ٦ .

- ٣- محمد خميس الزوكة ، ، جغرافية الطاقة، دارالمعرفة الجامعية، الاسكندرية، ٢٠٠٢ ص ٢٨٧ .
- 4- Saad Z. Jassim and Jermy C .Coff , Geology of Iraq , 1 , czechre public , 2006 , p30 .
- ٥- عباس فاضل السعدي، جغرافية العراق ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، ٢٠٠٩ ، ص ١٧ .
- ٦- خطاب صكار العاني ونوري خليل البرازي، جغرافية العراق ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٧٩ ، ص ٢١ .
- ٧- علي احمد غانم ، الجغرافيا المناخية ، ط٣ ، دار المسيرة ، عمان ، ٢٠١١ ، ص ٢٦٩ .
- ٨- محمد ازهر السماك وزملاؤه ، جغرافية العراق ، ج ١ ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، ١٩٨٥ ، ص ٢٢ .
- ٩- علي احمد غانم ، مصدر سابق ، ص ٢٦٩ .
- ١٠- وفيق الخشاب ، و زملاؤه ، الموارد المائية في العراق، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٨٣، ص ٨.
- (11) Saad Z. Jassim and Jermy C .Coff , op.cit, p33.

- ١٢- عباس فاضل السعدي ، مصدر سابق ، ص ٣٨ .
- ١٣- علي احمد غانم ، مصدر سابق ، ص ٢٦٩ .

١- (14) Saad Z. Jassim and Jermy C .Coff , op.cit, p33.

- ١٥- محمد ازهر السماك وزملاؤه ، مصدر سابق ، ص ٢٦ .
- ١٦- عباس فاضل السعدي ، مصدر سابق ، ص ٥٢ .
- ١٧- علي احمد غانم ، مصدر سابق ، ص ٢٦٩ .
- ١٨- محمد ازهر السماك ، جغرافية الصناعة بمنظور معاصر ، اليازوري ، عمان ، ص ٨٠ .
- ١٩- علي علي البنا ، الجغرافيا المناخية و النباتية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٦٨ ، ص ٣٨ .
- ٢٠- نعمان شحادة ، علم المناخ ، دار الصفاء للنشر و التوزيع ، عمان ، ٢٠٠٩ ، ص ٦١ .
- ٢١- سلام هاتف احمد الجبوري ، علم المناخ التطبيقي ، جامعة بغداد ، ٢٠١٤ ، ص ٦٤ .
- ٢٢- علي احمد غانم ، مصدر سابق ، ص ٥٤ .
- ٢٣- عباس فاضل السعدي ، مصدر سابق ، ص ١٥٣ .
- ٢٤- محمد عبدو العودات و زميلاه ، الجغرافيا النباتية ، مطابع جامعة الملك سعود ، ط٢ ، ١٩٩٧ ، ص ١٣٥ .
- ٢٥- سيد حسن ابو العينين ، اصول الجغرافية المناخية ، بيروت الدار الجامعية ، ١٩٧٨ ، ص ١٢٤ .
- ٢٦- ابراهيم ابو طلاق ، دراسة تقنيات تخزين الطاقة الكهربائية و الكهروكيميائية ، المجلة الدولية للعلوم و التقنية ، العدد ١٤ ، يونيو ٢٠١٨ ، ص ١٣ .
- ٢٧- نعمان شحادة ، مصدر سابق ، ص ٦١ .
- ٢٨- احمد سعيد حديد و زميلاه ، جغرافية الطقس، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٧٩ ، ص ٧٠ .
- ٢٩- نعمان شحادة ، مصدر سابق ، ص ٦٥ .
- ٣٠- سلام هاتف احمد الجبوري ، مصدر سابق ، ص ٣٣ .
- ٣١- هاري استيانيان ، الطاقة الشمسية في العراق من الفجر الى الغسق ، مؤسسة فريدريش ، عمان ، ٢٠٢٠ ، ص ١٠ .
- ٣٢- جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء ، مركز المعلومات و النظم ، قسم الاحصاء المركزي ، بيانات من ٢٠١٠ و لغاية ٢٠١٩ .
- ٣٣- الموقع الرسمي لوزارة الكهرباء العراقية ٢٠١٩-٥-٢١ www.moelc.gov.iq .
- ٣٤- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للاحصاء ، الاحصاءات البيئية للعراق ، كمية و نوعية المياه ، لعام ٢٠١٨ ، ٢٠١٩ ، ص ٣١ .

- ٣٥- جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء ، مركز المعلومات و النظم ، قسم الاحصاء المركزي ، بيانات من ٢٠١٠ و لغاية ٢٠١٩ .
- ٣٦- الموقع الرسمي لجامعة التقنية الوسطى ٢٤ - ٦ - ٢٠١٩ www.mtu.edu.iq .
- ٣٧- الموقع الرسمي لوزارة الكهرباء العراقية ٢١-٥-٢٠١٩ www.moelc.gov.iq .
- ٣٨- الدراسة الميدانية ، مقابلة شخصية مع المهندس فراس عباس حمزة ، مسؤول شعبة الاتصالات قسم المشاريع الهندسية / العتبة العباسية المقدسة ، الخميس ٣-٦-٢٠٢١ .
- ٣٩- جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء ، مركز المعلومات و النظم ، قسم الاحصاء المركزي ، بيانات غير منشورة من ٢٠١٠ و لغاية ٢٠١٩ .
- ٤٠- الدكتور نصير السوداني ، مدير مركز بحوث الطاقة الشمسية في العراق ، لقاء نشرته جريدة الصباح بتاريخ ١٧ - ١٢ - ٢٠٠٩ .
- ٤١- الدراسة الميدانية ، مقابلة شخصية مع المهندس فراس عباس حمزة ، مصدر سابق .
- ٤٢- جون ر . فانشي ، الطاقة - التقنية و التوجهات للمستقبل ، ترجمة عبد الباسط علي صالح ، المنظمة العربية للترجمة ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ، ٢٠٠٤ ، ص ٣١٥ .
- ٤٣- ستيفان ك . و . كراوتر ، توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية - أنظمة الطاقة الفولطوضوئية - ترجمة عبد الباسط علي صالح ، المنظمة العربية للترجمة ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ، ٢٠١١ ، ص ٥٧ .
- ٤٤- جريدة الوقائع العراقية ، قانون رقم (١) ، الموازنة العامة الاتحادية لجمهورية العراق للسنة المالية ٢٠١٩ ، العدد ٤٥٢٩ ، السنة ستون ، ١١-شباط ٢٠١٩ ، ص ١ و ص ٣٩ .
- ٤٥- محمد ازهر السماك ، جغرافية الصناعة بمنظور معاصر مصدر سابق ، ص ٨٠ .
- ٤٦- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء للعام ٢٠١٨ - ٢٠١٩ ، ٢٠١٩ ص ٥٨ .
- ٤٧- محمد ازهر السماك ، جغرافية الصناعة ، مصدر سابق ، ص ٧٥ .
- ٤٨- عبد الزهرة علي الجنابي ، الجغرافيا الصناعية، دارصفا للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٣، ص ٩٤ .
- ٤٩- فهد بن سلطان بن حريب ، الطاقة الشمسية ، مجلة العلوم و التقنية ، السنة التاسعة ، العدد الرابع و الثلاثون ، سبتمبر ١٩٩٥ ، ص ٥ .
- ٥٠- ستيفان ك . و . كراوتر ، مصدر سابق ، ص ٦٠ .
- ٥١- سعود يوسف عياش ، تكنولوجيا الطاقة البديلة ، عالم المعرفة ، المجلس الوطني للثقافة و الفنون و الاداب ، الكويت ، فبراير ١٩٨١ ، ص ٢٣٥ .
- ٥٢- ستيفان ك . و . كراوتر ، مصدر سابق ، ص ١٦٤ .
- ٥٣- محمد رأفت اسماعيل ، علي جمعان الشكيل ، الطاقة المتجددة، دار الشروق، صنعاء، ١٩٨٨، ص ٦٩ .
- ٥٤- عماد جواد كاظم و زملاؤه ، تأثير الظل على كفاءة اداء اللوح الشمسي ، مجلة علوم المستنصرية ، المجلد ٢٣ ، العدد ٨ ، ٢٠١٢ ، ص ١٣١ .
- 55)WWW. Wikipdia.net
- ٥٦- عماد جواد كاظم و زملاؤه ، مصدر سابق ، ص ١٣١ .
- ٥٧- صاحب نعمة عبد الواحد ، عماد جليل ، صبيحة سحاب ، تأثير الغيوم على قدرة وإنتاج اللوح الشمسي ، بحث مقبول للنشر في مجلة جامعة كربلاء العلمية .
- ٥٨- حسين علي عبد الحسين ، تقييم كفاءة الطاقة المكتسبة بدلالة (حركة و ثبات) واجهة الخلايا الشمسية وفقاً للزوايا المحددة لموقع قرص الشمس في مدينة الديوانية ، مجلة جامعة بابل للعلوم الانسانية ، المجلد ٢٨ ، العدد ١ ، ٢٠٢٠ ، ص ٩٧ .
- ٥٩- محمد ازهر السماك و زملاؤه ، مصدر سابق ، ص ١٣ .
- ٦٠- فلاح جمال معروف و زميله ، جغرافية العراق الطبيعية و و السكانية و الاقتصادية ، دار دجلة ، ٢٠١٦ ، ص ١٠٥ .

المصادر

- ١- ابو العينين ،سيد حسن ، اصول الجغرافية المناخية ، بيروت الدار الجامعية ، ١٩٧٨.
- ٢- ابو طلاق ، ابراهيم ، دراسة تقنيات تخزين الطاقة الكهربائية و الكهروكيميائية ، المجلة الدولية للعلوم و التقنية ، العدد ١٤ ، يونيو ٢٠١٨.
- ٣- استيانيان ، هاري ، الطاقة الشمسية في العراق من الفجر الى الغسق ، مؤسسة فريديش ، عمان ، ٢٠٢٠ .
- ٤-اسماعيل ، محمد رأفت ، علي جمعان الشكيل ، الطاقة المتجددة، دار الشروق، صنعاء ، ١٩٨٨.
- ٥-بن حريب ، فهد بن سلطان ، الطاقة الشمسية ، مجلة العلوم و التقنية ، السنة التاسعة ، العدد الرابع و الثلاثون ، سبتمبر ١٩٩٥.
- ٦-البننا ، علي علي ، الجغرافيا المناخية و النباتية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٦٨.
- ٧-الجبوري ، سلام هاتف احمد ، علم المناخ التطبيقي ، جامعة بغداد ، ٢٠١٤.
- ٨-جريدة الوقائع العراقية ، قانون رقم (١) ، الموازنة العامة الاتحادية لجمهورية العراق للسنة المالية ٢٠١٩ ، العدد ٤٥٢٩ ، السنة ستون ، ١١-شباط ٢٠١٩.
- ٩-جمهورية العراق ، رئاسة مجلس الوزراء ، الهيئة الوطنية للاستثمار ، الخارطة الاستثمارية للعراق ، ٢٠١٦ .
- ١٠- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للاحصاء ، الاحصاءات البيئية للعراق ، كمية و نوعية المياه ، لعام ٢٠١٨ ، ٢٠١٩.
- ١١- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للاحصاء ، المجموعة الاحصائية السنوية ٢٠١٠ - ٢٠١١ و ٢٠١٩ .
- ١٢- جمهورية العراق ، وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للاحصاء للعام ٢٠١٨ - ٢٠١٩ ، ٢٠١٩.
- ١٣- جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء ، مركز المعلومات و النظم ، قسم الاحصاء المركزي ، بيانات من ٢٠١٠ و لغاية ٢٠١٩ .
- ١٤- جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء ، مركز المعلومات و النظم ، قسم الاحصاء المركزي ، بيانات من ٢٠١٠ و لغاية ٢٠١٩ .
- ١٥- جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء ، مركز المعلومات و النظم ، قسم الاحصاء المركزي ، بيانات غير منشورة من ٢٠١٠ و لغاية ٢٠١٩.
- ١٦- الجنابي ، عبد الزهرة علي ، الجغرافيا الصناعية، دارصفاء للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٣.
- ١٧- حديد ، احمد سعيدوزميلاه، جغرافية الطقس، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٧٩.
- ١٨- الخشاب ، و فائق، وزملاؤه، الموارد المائية في العراق، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٨٣.
- ١٩- الدراسة الميدانية ، مقابلة شخصية مع المهندس فراس عباس حمزة ، مسؤول شعبة الاتصالات قسم المشاريع الهندسية / العتبة العباسية المقدسة ، الخميس ٣- ٦- ٢٠٢١ .
- ٢٠- الزوكة ، محمد خميس ، جغرافية الطاقة، دارالمعرفة الجامعية، الاسكندرية، ٢٠٠٢.
- ٢١- ستيفان ك . و . كراوتر ، توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية - انظمة الطاقة الفولطوضوئية - ترجمة عبد الباسط علي صالح ، المنظمة العربية للترجمة ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ، ٢٠١١.
- ٢٢- السعدي ، عباس فاضل ، جغرافية العراق ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، ٢٠٠٩.
- ٢٣- السماك ، محمد ازهر و زملاؤه ، جغرافية العراق ، ج ١ ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، ١٩٨٥.
- ٢٤- السماك ، محمد ازهر ، جغرافية الصناعة بمنظور معاصر ، اليازوري ، عمان ..

- ٢٥- السوداني ، الدكتور نصير ، مدير مركز بحوث الطاقة الشمسية في العراق ، لقاء نشرته جريدة الصباح بتاريخ ١٧ - ١٢ - ٢٠٠٩ .
- ٢٦- شحادة ، نعمان ، علم المناخ ، دار الصفاء للنشر و التوزيع ، عمان ، ٢٠٠٩ .
- ٢٧- العاني ، خطاب صكار و البرازي ، نوري خليل ، جغرافية العراق ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٧٩ .
- ٢٨- عبد الحسين ، حسين علي ، تقييم كفاءة الطاقة المكتسبة بدلالة (حركة و ثبات) واجهة الخلايا الشمسية وفقاً للزوايا المحددة لموقع قرص الشمس في مدينة الديوانية ، مجلة جامعة بابل للعلوم الانسانية ، المجلد ٢٨ ، العدد ١ ، ٢٠٢٠ .
- ٢٩- عبد الواحد ، صاحب نعمة ، عماد جليل ، صبيحة سحاب ، تأثير الغيوم على قدرة وإنتاج اللوح الشمسي ، بحث مقبول للنشر في مجلة جامعة كربلاء العلمية .
- ٣٠- العودات ، محمد عبود و زميلاه ، الجغرافيا النباتية ، مطابع جامعة الملك سعود ، ط٢ ، ١٩٩٧ .
- ٣١- عياش ، سعود يوسف ، تكنولوجيا الطاقة البديلة ، عالم المعرفة ، المجلس الوطني للثقافة و الفنون و الاداب ، الكويت ، فبراير ١٩٨١ .
- ٣٢- غانم ، علي احمد ، الجغرافيا المناخية ، ط٣ ، دار المسيرة ، عمان ، ٢٠١١ .
- ٣٣- فانشي ، جون ر . ، الطاقة - التقنية و التوجهات للمستقبل ، ترجمة عبد الباسط علي صالح ، المنظمة العربية للترجمة ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت ، ٢٠٠٤ .
- ٣٤- كاظم ، عماد جواد و زملاؤه ، تأثير الظل على كفاءة اداء اللوح الشمسي ، مجلة علوم المستنصرية ، المجلد ٢٣ ، العدد ٨ ، ٢٠١٢ .
- ٣٥- معروف ، فلاح جمال و زميلاه ، جغرافية العراق الطبيعية و و السكانية و الاقتصادية ، دار دجلة ، ٢٠١٦ .
- ٣٦- الموقع الرسمي لجامعة التقنية الوسطى ٢٤ - ٦ - ٢٠١٩ www.mtu.edu.iq .
- ٣٧- الموقع الرسمي لوزارة الكهرباء العراقية ٢١-٥-٢٠١٩ www.moelc.gov.iq .

1- Saad Z. Jassim and Jermy C .Coff , Geology of Iraq , 1 , czechre public , 2006 , p30 .

2- -WWW. Wikipidia.net