تباين مقدار زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في العراق

للطالب..يوسف فاضل

المقدمة

تتضح أهمية الطاقة الشمسية الإشعاعية بصوره مباشرة وغير مباشره في مختلف العمليات الحيوية والفيزيائية المولدة بكافة أنواع الحياة على سطح الأرض والعمليات التي تحافظ على استمرارها فالطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض تتحول الى نوعين من الطاقة هما الطاقة الكيميائية والطاقة الحرارية وكل منهما تنجلي بعدة مظاهر تؤدي الى نشوء عدد من الطاقات وبناء علي ما تقدم يمكن ابراز الاطار النضري للبحث على النحو الاتي :-

المبحث الأول

الاطار النظري لدراسة

مشكلة البحث

يمكن طرح مشكلة البحث على شكل عد اسئلة غير مجاب عليها سابقا تتمثل بالاتي

١- هل لزاوية سقوط الاشعاع الشمسي اثر في إنتاج الطاقة الحرارية ؟
٢- ما هو تأثير حركة الشمس الظاهرية على تباين زاوية سقوط الاشعاع الشمسي ؟
٣- ما هو تأثير حركة الشمس الظاهرية على تباين زاوية سقوط الاشعاع الشمسي ؟

فرضية البحث

انطلاق من المشكلة اعلاه نفترض الدراسة الفرضيتين الاتيتين :-

١-ان لزاوية سقوط الاشعاع الشمسي اثر في تباين انتاج الطاقة الحرارية، اذ ان تباين الاشعة الشمسية ما بين عمودية وشبه عمودية ومائلة اثر كبير في كميت الطاقة الحرارية الواصلة لسطح الارض ومن ثم في تباين انتاج الطاقة الحرارية عامة ومنطقة الدراسة خاصة .

٢- هناك ثمت تأثير لحركة الشمس الظاهرية على تباين زاوية سقوط الاشعاع الشمسي ، وما لذلك من تأثير على كمية الطاقة الحرارية الواصلة لسطح الارض ومن ثم أثرها في تباين الانتاج الطاقة الحرارية في العراق .

هدف البحث

يهدف البحث الى الكشف عن العلاقة بين زاوية سقوط اشعة الشمس وانتاج الحرارة في العراق ، ومدى تأثير حركة الشمس الظاهرية في تباين واقع زاوية سقوط أشعة الشمس لمحطات مناخية في العراق .

اهمية البحث

تأتي اهمية البحث من الاهمية الاستثنائية التي يتمتع بها العراق ، كونة احد الدول التي تتمتع بسماء صافية تخلو من الغيوم في معظم ايام السنة مع طول فترت الاشعاع الشمسي ، لذا فلحتمية الجغرافية تفرض على الباحث الاحاطة بالمقومات الشمسية الحرارية التي يمتلكها العراق ومدى الاستفادة منها في المستقبل .

حدود الدراسة البحث

يتحدد البحث مكانيا بالعراق الذي هو احد دول غرب اسيا والذي يقع بين دائرتي عرض (٢٩ شمالا,٣٧شمالا)خط الاستواء وبين خطي طول (٣٨شرقآ, ٤٨شرقآ) خط كرنيتش

منهجية البحث

اعتمد الباحث على اكثر من منهج في الكتابة خدمة لأغراض البحث العلمي ,العلاقة بين حركة الشمس الظاهرية وكمية الطاقة الحرارية

هيكليه البحث

تتضمن الدراسة على اربعة مباحث فضلان خلاصة والتوصيات وقائمة المصادر والمراجع : حيث تناول المبحث الاول الاطار النظري للدراسة بينما تناول المبحث الثاني اثر حركة الشمس الظاهرية في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي وفق مفهوم حركة الشمس الظاهرية ووقوع زاوية سقوط الاشعاع الشمسي حسب دوائر العرض ما المبحث الثالث تناول أثر حركة الشمس الظاهرية في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في العراق خلال الانقلاب الشتوي في حين تضمن المبحث الرابع أثر زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في العراق على انتاج الطاقة الحرارية .

المبحث الثاني

أثر حركة الشمس الظاهرية في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي

أولا: مفهوم حركة الشمس الظاهرية:-

من المعلون ان الارض تدور حول الشمس مره كل عام وبمدار على شكل قطع ناقص يدعى بفلك البروج (ecliptic) كما تدور حول محورها مره واحده كل يوم ويميل هذا المحور عن مستوى فلك البروج ب(٦٦,٥)درجه ,ونتيجة لهاتين الحركتين فأن المستوى المار بخط الاستواء يعمل انتقالات يوميه مستمرة بالنسبة الاشعة الشمس .اذ تكون هذه الاشعة عموديه على المستوى المار بخط الاستواء يعمل انتقالات يوميه مستمرة بالنسية الاشعة اذ تكون هذه الاشعة عموديه على مستوى المار بخط الاستواء في كل من الاعتداليين الخريفي والربيعي ,في حين تكون عمودية على مدار السرطان عند الانقلاب الصيفي . وعلى مدار الجدي عند الانقلاب الشتوي [١] يكون الارض ابعد ما يكون عن الشمس في يوم الاوج بمسافه (١٥٢,٥)مليون كم تقريبا . ويحدث ذلك في (٤تموز) في حين تبلغ اقل مسافة بينهما في الحضيض بمسافه (١٧٤,٥)مليون كم .ويكون ذلك في (٣كانون الثاني). فيصل الارض كمية كبيرة من الاشعة عندما تكون حركة الشمس الظاهرية بين مدار السرطان والجدي و تكون الشمس عموديه على دوائر في العرض في اوقات مختلفة من السنة فتتعامد الشمس مرة واحدة مع مدار السرطان والجدي ومرتين مع دوائر العرض الواقعة بينهما [٢]

---

(١)قيس جميل ,قياسات الاشعاع الشمسي المنتشر على السطح الافقي في العراق رسالة ماجستير(غير منشورة)كلية العلوم ,الجامعة المستنصرية ,١٩٨٠

(٢)محمد خلف بني دومي ,المدخل الى الجغرافية الطبيعية ,ط١,مطبعة البهجة ,

جامعة اليرموك ,الاردن , ٢٠٠١,ص٤٤

ثانيا -

واقع زاوية سقوط الاشعاع الشمسي حسب دوائر العرض وفق حركة الشمس الظاهرية :

ان موقع اي نقطة على سطح الارض بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض يحدد زاوية ارتفاع الشمس .ومن ثم طول المسار الشمسي لحين سقوطه على الارض فكلما قصر المسار زادت شدة الاشعاع الشمسي على السطح (١) فموقع الارض قياسا الى الشمس بما يحمله من ضوء وحرارة , فالمعروف انه كلما بعدنا عن خط الاستواء كلما زاد الفرق بين طول الليل والنهار , فمثلا في الصيف الشمالي يطول النهار في مناطق العروض العليا التي تصلها اشعة الشمس شديدة الميل , وهذه الزيادة في طول النهار يعوض النقص من الاشعاع الذي يصل الارض نتيجة لذلك الميل , بانة شمال الدائرة القطبية الشمالية (٦٦,٥)درجة شمالا, ولا تغيب الشمس طول الانقلاب الصيفي (تختفي تماما طول الانقلاب الشتوي) , بمعنى اخر تزداد المدة التي تظهر فيها الشمس في الافق باستمرار كلما قربنا من القطبين حتى يصبح النهار عند نقطة القطب ستة اشهر في نصف السنة الصيفي والليل بستة اشهر في نصف السنة الشتوي (٢)

(١)بان عوني مهدي التميمي ,اثر العوامل المناخية والقوى البيئية في ديمومة التكوين الشكلي والقشرة الخارجية للمبنى ,رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الهندسة جامعة بغداد ,٢٠٠٢, ص٣٣

(٢)دولت احمد صادق, علي البنا , اسس الجغرافية العامة ,ط١,مكتبة الانجلو المصرية , القاهرة ,١٩٦٦,ص١٠٨

بعد (٢١اذار) يبدأ النصف الشمالي بمقابلة اشعة الشمس العمودية فيزداد عدد ساعات النهار ونقل عدد ساعات الليل حتى تتعامد الشمس على مدار السرطان في يومي (٢١-٢٢)حزيران ,تتراجع حركة الشمس الظاهرية بعد (٢١حزيران) الى جنوب مدار السرطان ثم تتحرك الشمس الى دائرة العرض الاستوائية مرة اخرى فتسقط عليها بصورة عمودية في يوم (٢٢-٢٣)ايلول ,وبذلك تتساوى عدد ساعات النهار مع عدد ساعات الليل ويتكون على النصف الشمالي الاعتدال الخريفي وعلى النصف الجنوبي الاعتدال الربيعي (١)ويستمر ذلك حتى تسقط اشعة الشمس العمودية على مدار الجدي في يوم (٢٢كانون الاول)حتى دائرة عرض (٥،٦٦)شمالا حيث يكون الوقت ليلا في المنطقة القطبية الشمالية وتتراجع الشمس الى شمال مدار الجدي ويبدا النصف الشمالي بالاقتراب منها حتى تتساوى عدد ساعات النهار مع عدد ساعات اليل (٢) كما في شكلين(رقم ١ورقم٢) وبعد الاعتدال الربيعي تتزايد الزاوية تدريجيا بالمعدل السابق نفسة الى ان تبلغ (+٥, ٢٣) عند الانقلاب الصيفي في (٢١) حزيران , وتكون اشعة الشمس في هذه الحالة عمودية على مدار السرطان في (٢١) حزيران (٣)

ويقل طول النهار الى (١٨ساعة)على دائرة عرض (٦٠شمالا) , والى (١٤ساعة) على (٣٠ ساعة) في حين يتساوى اليل والنهار في المنطقة الاستوائية , وتكون الصفات في النصف الجنوبي للأرض عكس ماهي عليه في النصف الشمالي ,بعد الانقلاب الصيفي تبدأ زاوية ميل الشمس بالتناقص التدريجي فتبلغ (صفر) عند الاعتدال الخريفي في (٢٣ " ايلول) وتكون اشعة الشمس في هذه الحالة عموديه على خط الاستواء وبعد الاعتدال الخريفي تواصل زاوية ميل الشمس بتناقص الى ان تصل الى (-٥ ، ٢٣) عند الانقلاب الشتوي وبذلك تكون الارض قد استغرقت عاما كاملا في حركتها حول الشمس (٤) ان الشمس عند الاعتدالين الربيعي و الخريفي (٢١) آذار ، (٢٣) ايلول ، تشرق من الشرق وتغيب من الغرب فتكون زاوية الارتفاع الشمسي عند الظهيرة هذين اليومين تساوي (٩٠) مطروحا منها زاوية خط العرض ، اما عند الانقلابين الصيفي والشتوي (٢٢) حزيران ، (٢٢) كانون الاول ، على التوالي في النصف الشمالي من الكره الارضية والعكس صحيح في النصف الجنوبي ، فأن زاوية الارتفاع في الاعتداليين مع اضافة او طرح زاوية الميلان (٢٧- ٢٣) (٥)

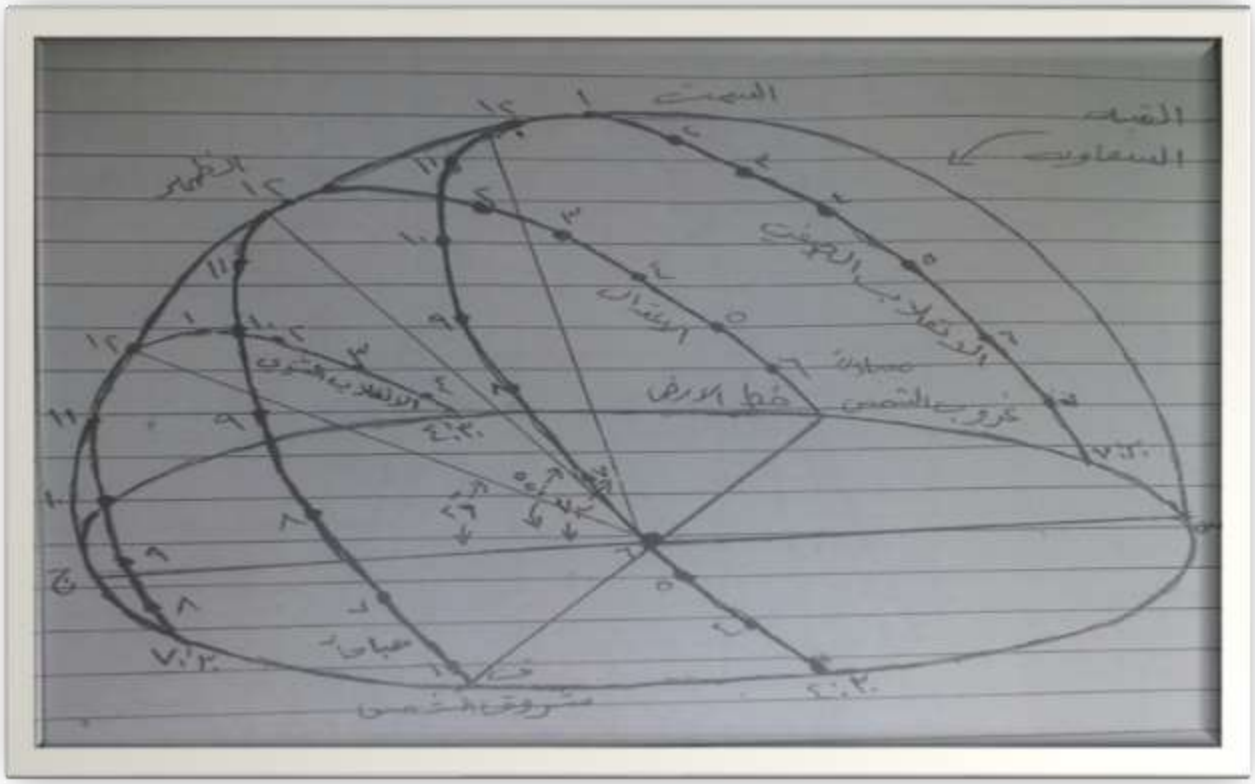
١:ابو العطا ،فهمي الهلالي ، الطقس والمناخ ، دار الكتب ،جامعة الاسكندرية ، سنة ١٩٧٠ ،ص٩١

٢:ابو العطاء ,فهمي الهلالي مصدر سابق ص ٩١-٩٢.

٣:قيس جميل لطيف ، مصدر سابق ص٦

٤:محمد خلف بنى دومي ,المدخل الى الجغرافية الطبيعية مصدر سابق ,ص٤٦

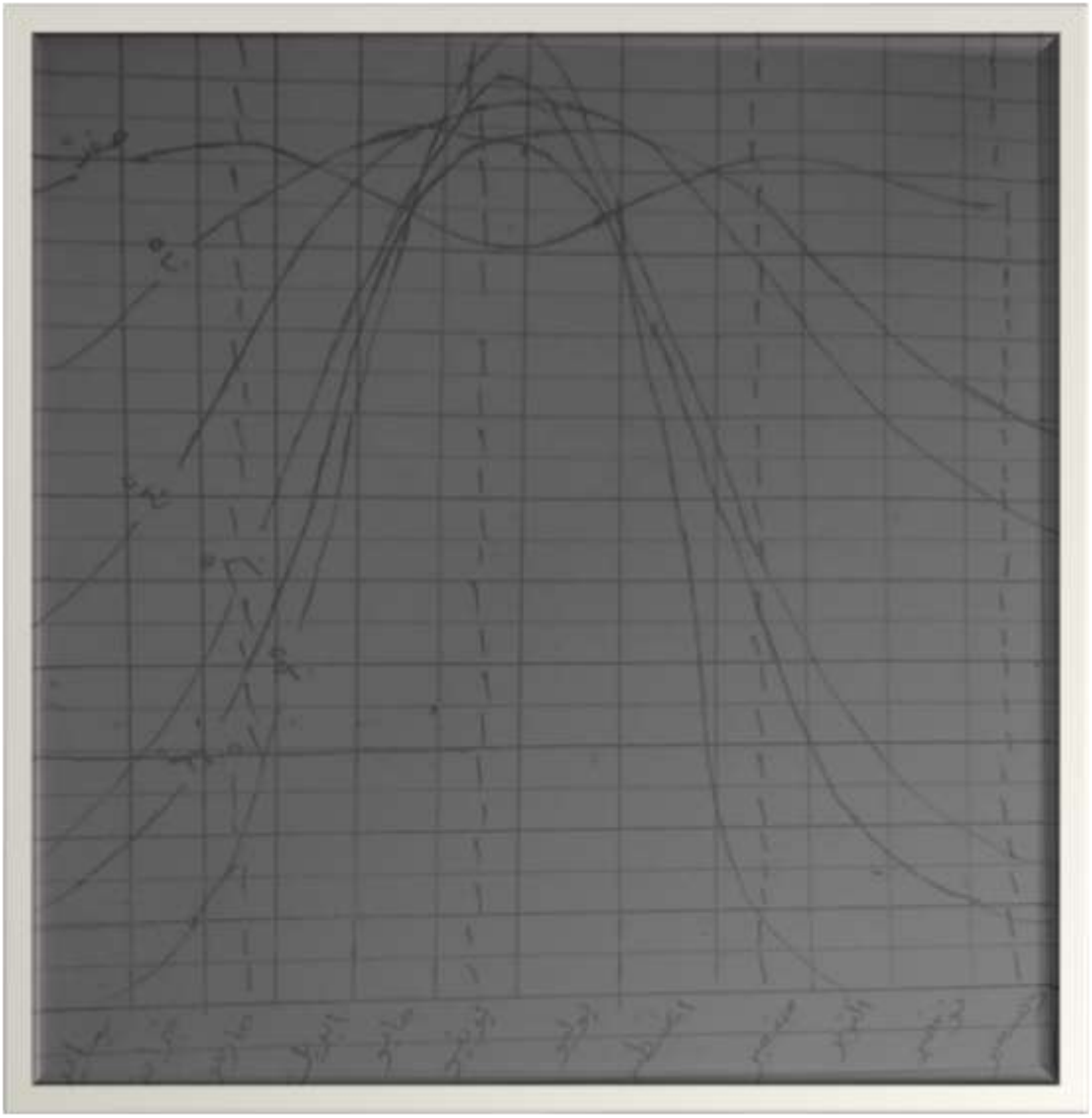
٥:مارتن أه كرين ،ترجمة .يوسف مولود حسن ,الخلايا الشمسية ,دار الكتب للطباعة والنشر ,الموصل ١٩٨٩م ص١٢



شكل (رقم١)

حركة الشمس الظاهرية فوق مكان يقع على دائرة عرض (٤٠)ْ شمالا خلال فصول الصيف والخريف والشتاء والربيع

المصدر: محمد ابراهيم شرف ,جغرافيا المناخ والبيئة ,المعرفة الجامعية ,كلية الآداب ,جامعة الاسكندرية ,٢٠٠٨,ص٣٥



شكل رقم(٢)

التغير الشهري لكمية الطاقة الشمسية الساقطة على دوائر العرض المختلفة خلال الانقلاب الصيفي

المصدر :محمد ابراهيم شرف ,جغرافيا المناخ والبيئة ,دار المعرفة الجامعية ,كلية الآداب ,جامعة الاسكندرية ,٢٠٠٨,ص٥٣

في حين تكون الحركة الظاهرية للشمس واثرها على زويا السقوط في البصرة خلال المدة (٣/٢١-٦/٢١) حيث انه بعد يوم (٢١) اذار , تبدأ الشمس رحلتها نحو النصف الشمالي اي باتجاه مدار السرطان , وبهذا تقترب اشعة الشمس تدريجيا من الوضع العمودي على منطقة الدراسة اذ ان اشعة الشمس العمودية تبعد عن البصرة في يوم (٢١) أذار , بعدد من دوائر العرض تصل الى (٣٠) دارة عرض اي ان زاوية التي تكونها الأشعة تصل الى (٦٠) درجة اما في ما يأتي بعد هذا اليوم فان الزاوية تبدأ بالتزايد التدريجي ,

الشمس تقترب من الوضع العمودي على مدار السرطان اذ يتقلص عدد دوائر العرض بين الوضع العمودي لأشعة الشمس ومحطة البصرة الى (٢٤)دائرة فقط خلال المدة(٣/٢٢) الى (٤/٦)وهي الخمسة عشر يوم تأتي بعد الاعتدال الربيعي في(٢١) اذار في حين تزداد الزاوية في هذه المدة الى (٦٦)

اما الايام ال(٣٣) بين (٤/٦-٥/٨) فتزداد الزاوية بين الشمس ومحطة البصرة الى (٧٧,٥)اما عدد دوائر العرض (١٢,٥) دائرة وفي ال (٤٣) يوم فان الشمس تستمر في حركتها باتجاه مدار السرطان لتتصاعد عليه وذلك يوم (٢١) حزيران وفي هذا اليوم تزداد الزاوية (٨٣,٥)وهي اكبر زاوية تسجل على مدار السنة بين اشعة الشمس وحركتها الظاهرية من خط الاستواء وفسي يوم (٣/٢١)الى ان تصبح عمودية على مدار السرطان وفي يوم (٦/٢١)اذ تكون قد مضت (٩١) يوما في رحلتها وقطعت (٢٣,٥) دائرة من دوائر العرض (١)

بعد ان تكون الشمس قد اكملت حركتها الظاهرية نحو النصف الشمالي من الكرة الارضية تعود الشمس بحركتها مرةٍ اخرى نحو خط الاستواء لتتعامد علية في نهاية المدة (٢٢)حزيران و(٢٢)ايلول, وبذلك تبدا الزاوية المحصورة بين اشعة الشمس ومحطة البصرة بالتناقص التدريجي فمع تزحزح اشعة الشمس في حركتها من ال(٤٣)يوما الاولى اي من (٦/٢٢-٨/٣)تكون الشمس قد تحركت من دائرة عرض ,(٢٣,٥)الى (١٨,٥)اي ان عدد دوائر العرض (١١,٥)دائرة عرض, اما بعد (٣٣)يوما فان عدد دوائر العرض المحصورة بين محطة البصرة واشعة الشمس نحو خط الاستواء (٢)

١-مها عيسى توفيق ,الحركة الظاهرية للشمس واثرها في تباين معدلات درجات الحرارية ,رسالة ماجستير ,بغداد , ص٦٩،٧٠

٢:مها عيسى توفيق ، مصدر سابق ، ص٧٢

كما تتعامد الشمس مرتين على خط الاستواء في (٢١) اذار و (٢٣) ايلول , اي انه اصبحت زاوية اشعة الشمس (٦٠) وعدد الدوائر (٣٠) دائرة , اما في (٢١) حزيران , في النصف الشمالي من الكرة الارضية تكون الشمس عمودية على مدار السرطان , فأن زاوية اشعة الشمس تكون اكبر ب(٨٣,٥) , لان عدد الدوائر الفاصلة تكون (٦,٥) دائرة فقط , وبعكسه في (٢٢) كانون الاول في نصف الكرة الشمالي تتعامد اشعة الشمس على مدار الجدي , ويبلغ عدد الدوائر الفاصلة (٥٣,٥) دائرة عرض , اما الزاوية بين اشعة الشمس ومحطة البصرة تكون (٣٦,٥) وهي اصغر زاوية تحصل خلال السنة (١)

اما الشمس الظاهرية واثرها في زاوية السقوط في محطة الموصل بعد يوم (٢١) اذار والاعتدال الربيعي , تتبعه اشعة الشمس تدريجيا بالاقتراب من وضع التعامد مع مدار السرطان وكذلك لكي تصبح الاقرب الى محطة الموصل فتصبح عدد الدوائر العرض الفاصلة بين محطة الموصل ونقطة تعامد اشعة الشمس بعد مرور (١٥) يوما من حدوث الاعتداليين الربيعي (٣٠) دوائر العرض فقط في يوم (٤,٥) وعليه فأن مقدار الزاوية بين اشعة الشمس ومحطة الموصل تبدأ بالتزايد فتكون (٦٠)

وهنا تكون الزاوية المحصورة بين اشعة الشمس ومحطة الموصل اكبر ما تصل اليه الشمس في حركتها السنوية , اي انه مع تعامد اشعة الشمس على مدار السرطان يوم (٢١) حزيران , فأن اشعة الشمس تسجل أنذلك ميلانا قليلا عن محطة الموصل يصل الى (١٢,٥) لان الزاوية تصل الى (٧٧.٥) (٢)وحيث كانت اشعة الشمس عمودية على مدار السرطان تأخذ بالتزحزح في حركتها الظاهرية نحو الجنوب باتجاه خط الاستواء , ومعها تبدا دوائر العرض الفاصلة بين اشعة الشمس ومحطة الموصل بالازدياد لتصل الى (١٧,٥) دائرة خلال ال (٤٣) يوما اللاحقة وتصغر الزاوية من (٧٧,٥ الى ٧٢,٥) .

وخلال ال(٣٣) يوما اللاحقة , وحيث لاتزال اشعة الشمس مستمرة في حركتها الظاهرية نحو خط الاستواء , فأن عدد دوائر العرض في يوم (٩/٦) الى (٩) دائرة عرض , اما الزاوية تتناقص الى (٦١) وكذلك الحال مع ال (١٥) يوما اللاحقة من المدة (٩/٦-٩/٢٢) فأن دوائر العرض مقابل تناقص في الزاوية الى (٥٥/٥٦/٥٧/٥٨/٥٩/٦٠).

اما فيث بعد ذلك في يوم (٩/٢٢) يبدأ الاعتدال الخريفي اذ يصل عدد دوائر العرض التي تفصل بين اشعة الشمس ومحطة الموصل الى (٣٦) دائرة , اما الزاوية التي تسجل عندها فهي (٥٤) (٣)

١- مها عيسى توفيق ,الحركة الظاهرية للشمس واثرها في تباين معدلات درجات الحرارة ,مصدر سباق,ص٧٦

٢-مها عيسى توفيق مصدر سابق ص٧٨

٣-مها عيسى توفيق مصدر سابق ص٨٠

فبعد ان كانت عدد دوائر العرض (٣٦)دائرة في يوم (٢٢)ايلول وقياس الزاوية (٥٤) فأنها بعد (١٥) يوما فأن عدد دوائر العرض تزداد الى (٤٢) دائرة , ومن خلال الجدول نجد ان المدة من (٩٩/٢٢-١٢/٢٢) هي اكثر المدد التي تبتعد فيها اشعة الشمس من خلال حركتها الظاهرية بعد ان تحقق اكبر زاوية في الانقلاب الصيفي في يوم (٢١) حزيران و ومقدارها (٧٧,٥)

تحقق في يوم (١٢/٢٢) وهو يوم الانقلاب الشتوي اصغر زاوية مقدارها (٣٠,٥), اما عدد دوائر العرض الواقعة بين اشعة الشمس ومحطة الدراسة يزداد في يوم الانقلاب الشتوي الى (٥٩,٥)دائرة (١)

بعد يوم (٢٢) كانون الاول تعود الشمس مرة ثانية لتكمل حركتها الظاهرية السنوية خلال (٣٦٤) وذلك بالتعرف ظاهريا نحو النصف الشمالي من الكرة الارضية لتعود مرة ثانية وتتعامد على خط الاستواء في (٢١) اذار يوم الاعتدال الربيعي

يلاحظ ان الزاوية المحصورة بين محطة الموصل واشعة الشمس تصبح (٥٣) مرة اخرى , وان عدد دوائر العرض الواقعة بينها هي (٣٧) دائرة فقط و ومن خلال تحليل الجدول (٦-٩) يلاحظ بان اكبر زاوية سجلت في منطقة الدراسة تتحقق في يوم الانقلاب الصيفي (٢١) حزيران عندما كانت الاشعة عمودية على مدار السرطان شمالا وان اصغر زاوية سجلت في (٢٢) كانون الاول يوم الانقلاب الشتوي عندما كانت الاشعة عمودية على مدار الجدي جنوبا , اما خلال المدتين (٢١ اذار,٢٢ ايلول) الاعتدال الربيعي ولاعتدال الخريفي عندما تصبح الشمس عمودية على خط الاستواء فأن الزاوية سجل مساويا بمقدار (٥٤) وبعدد متساوي من دوائر العرض وهو (٣٦) دائرة عرض (٢)

ومما تقدم يتضح لنا اكبر زاوية سجلت في محطات منطقة الدراسة تحقق في يوم الانقلاب الصيفي (٢١) حزيران ,عندما تكون الشمس عمودية على مدار السرطان شمالا , وان اصغر زاوية سجلت في (٢٢) كانون الاول

يوم الانقلاب الشتوي عندما كانت الاشعة عمودية على مدار الجدي جنوبا ,اما خلال المدتين (٢١)اذار و(٢٢)ايلول ,الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي عندما تصبح الشمس عمودية على خط الاستواء فإن الزاوية تساويا بمقدار (٥٤)وبعدد متساوي من الدوائر العرض وهو(٣٦)دائرة عرض

١-مها عيسى توفيق مصدر سابق ص٨٢

٢مها عيسى توفيق مصدر سابق ص٨٤

المبحث الثالث

وقوع زاوية سقوط الاشعاع الشمسي خلال الانقلابات الفصلية

اولا: الانقلاب الصيفي:

تدور الارض حول نفسها امام الشمس مرة كل (٢٤)ساعة تقريبا وهذا يترتب علية تعاقب النهار والليل وتدور في مدراها حول الشمس حول الشمس مرة كل سنة وهذا يترتب علية تعاقب الفصول

والارض تدور حول محورها المائل بزاوية (٦٦,٥)ْ على مستوى المدار وبزاويه (٢٣,٥)من الوضع العمودي ,وبسبب ذلك يمر كل من نصفي في اثناء السنه وبوقتين احدهما اكثر ما يكون ميلا نحو الشمس والاخر تدور تمر اكثر ميلا عنها. كما تدور وتمر بوقتين اخرين يكون كل منهما في وضع متوسط تماما الوضع المتطرف في ميل نحو الشمس والوضع الاخر المتطرف في الميل عنها. وفي كل من(٢٣,٢١)ايلول ,يكون الارض في الوضع وتسقط عليها اشعة الشمس عمودياً على دائرة خط الاستواء .ظهراً وتمتد دائرة ضوئها بين القطبين وتنصف كل دائرة من الدوائر الى نصفين متساويين احدهما مضيء والاخر مظلم (١) وهذا يعني ان في هذين اليومين يتساوى طول النهار بطول الليل في كل مكان من سطح الارض, ولهذا يسمى بالاعتداليين ويسمى الاعتدال الاول بالاعتدال الربيعي والاخر الاعتدال الخريفي ,مع ذلك ينبغي ملاحظة بالرغم من ان طول النهار في هذين اليومين تكون متساوية بمقدار (١٢) ساعة , في كل دوائر العرض الا ان مقادير زاوية سقوط الاشعاع على الدوائر تختلف , يرتبط بمقادر الزاوية كما تدور الارض حول نفسها امام الشمس بمحور مائل ثابت الاتجاه . وتبعا لذلك تسقط اشعة الشمس عمودية على مدار السرطان ظهرا وتنصف دائرة خط الاستواء وتمتد شمالا (٩٠)ْ عابرة القطب الشمالي بزاوية مقدارها (٢٣,٥)الى الجانب الخلفي (٢)وبعبارة اخرى ان في يوم(٢١) حزيران ,تمتد اشعة الشمس بين جانب الامامي للدوائر القطبية الشمالية من جهة وبين جانب الامامي للدوائر القطبية الجنوبية من جهة اخرى دون ان تنصف الكرة الجوبية (٣) في حين يكون وقت الانقلاب الصيفي (٢١)حزيران , حيث تسقط عمودية على مدار السرطان فيكون الوقت في نصف الارض الشمالي صيفا ,بينما يكون في النصف الجنوبي شتاًء ,وتكون زاوية سقوطها في النصف الشمالي بمقدار (٨٣,٥) درجه وعلى دائرة عرض البصرة بمقدار (٨٠)درجه على دائرة عرض بغداد ,بمقدار (٤٧) على الدائرة القطبية الشمالية, بمقدار (٢٣,٥)على القطب الشمالي بينما تكون على خط الاستواء بمدار (٦٦,٥)على مدار الجدي بمقدار (٤٣)ْ وعند دائرة القطبية الجنوبية صفرا

١-صادق جعفر الصراف ,علم البيئة والمناخ , مؤسسة دار الكتب الطباعة والنشر في بغداد١٩٨٠,ص٧٢

٢-صادق جعفر الصراف مصدر سابق ص٧٢-٧٣

٣-صادق محمد جعفر الصراف مصدر سابق ص٧٣-٧٥

ثانيا: الانقلاب الشتوي

في يوم (٢٢)كانون الاول يكون النصف الجنوبي اكثر ميلا نحو الشمس وتكون اشعتها عمودية على مدار الجدي ظهرا يحدث عكس ما حدث في الانقلاب الصيفي فتكون اطوال النهار في النصف الشمالي واقصر من اطوال الليالي وينتهي النهار عند دائرة عرض (٦٦,٥)ويصبح الوقت كلة ليلا في منطقة القطب الشمالي (١) كما في الشكل (٣)يرتبط مقدار الزاوية التي يعملها الاشعاع الشمسي في وقت الظهر على الارضي المنبسطة بحسب موقعها على دوائر العرض ,اما على الاراضي المنحدر فيرتبط طول المدة الاشعاع بطول النهار حيث ترتبط كثافته بمدار زاوية سقوطه .وتزداد الكثافة بالتالي تزداد كمية الحرارة المنتجة على الزيادة في مقدار الزاوية ,فكما هو معروف اذا سقط مقدار من الاشعاع على جزء من سطح الارض فانة يسخنه بدرجة اكبر مما لوكان سقوطه مائلا (١)

لهذا تكون اشعة الشمس اكبر تركيزا كما يكون انتاجها من الحرارة اكبر في وقت الظهر مما يكون في الصباح او في المساء ,وفي فصل الصيف مما يكون في فصل الشتاء , و في العروض المدارية مما يكون في العروض الاخرى وعلى الاجزاء السفلى من السفوح الجنوبية لجبال العراق مما يكون على السفوح الشمالية. وهذا لأن في وقت الظهر في فصل الصيف في العراق تسقط الاشعة بزاوية اكبر مما تسقط في الصباح والمساء ومما تسقط على السفوح الشمالية لجبال العراق ويعتبر سطح العراق بصفة عامة متجانس في تكوينه بشكل نسبي (٢)

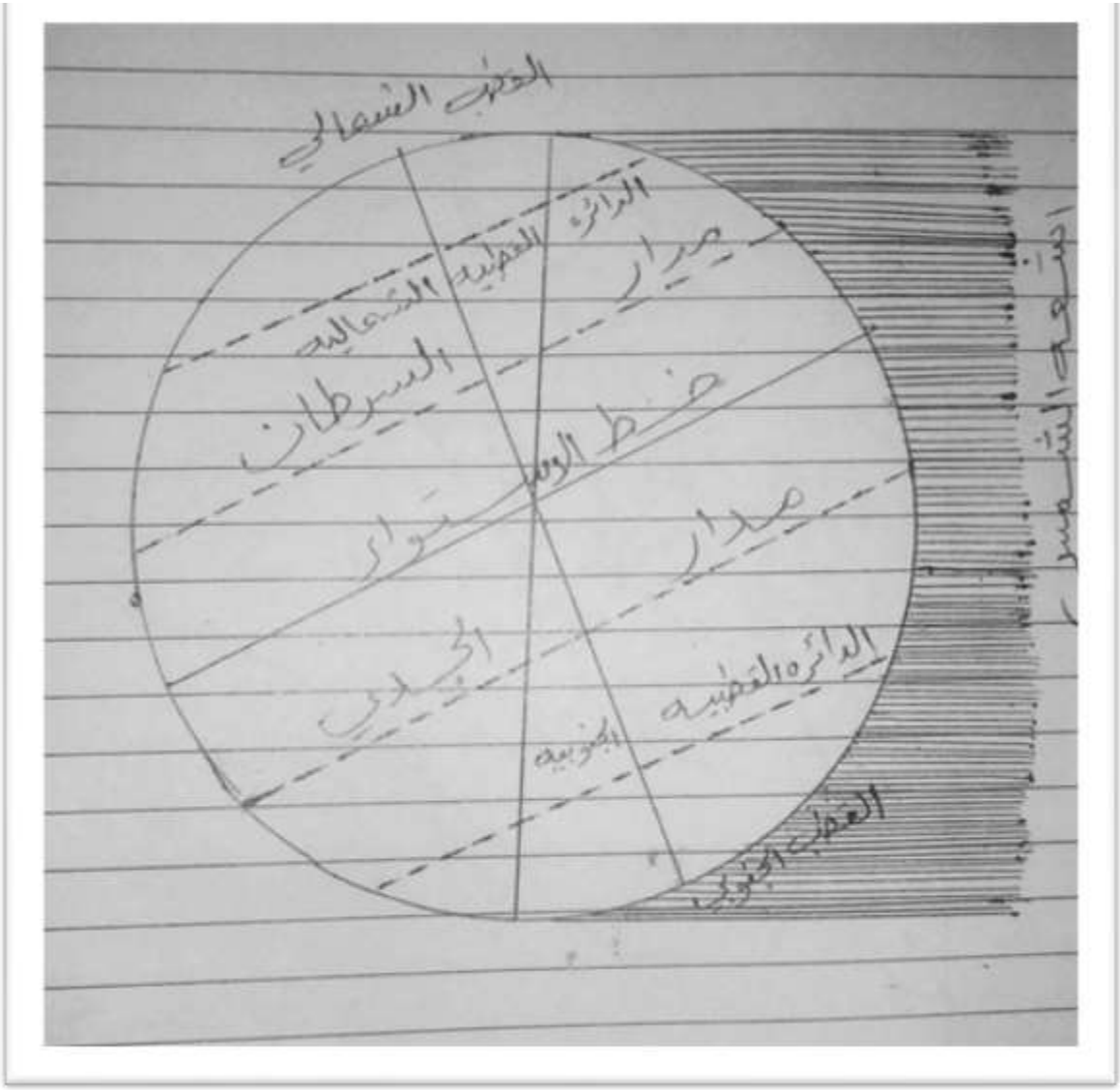
اما وقت الانقلاب الشتوي تكون الحالة بعكس الانقلاب الصيفي ,اذ يكون التركيز الاكبر على مدار الجدي ويكون على دوائر العرض في النصف الجنوبي اكبر مما يكون على نظائرها في النصف الشمالي ,وباعتبار دائرة عرض بغداد يكون مساوياً لمقدار على دائرة(٨٠,٥ْ) ,في النصف الجنوبي .

اما المعدل السنوي على دائرة عرض بغداد بنسبة (٧٢%)مما يكون على دائرة خط الاستواء (٣) لاحظ الشكل (٤)

١-عبد الاله رزوق كربل ماجد السيد ولي محمد ,الجغرافية المناخية ,كلية الآداب ,جامعة البصرة ,١٩٧٨,ص١٠٨

٢- عبد الالة رزق كربل ,ماجد السيدي ولي مصدر سابق

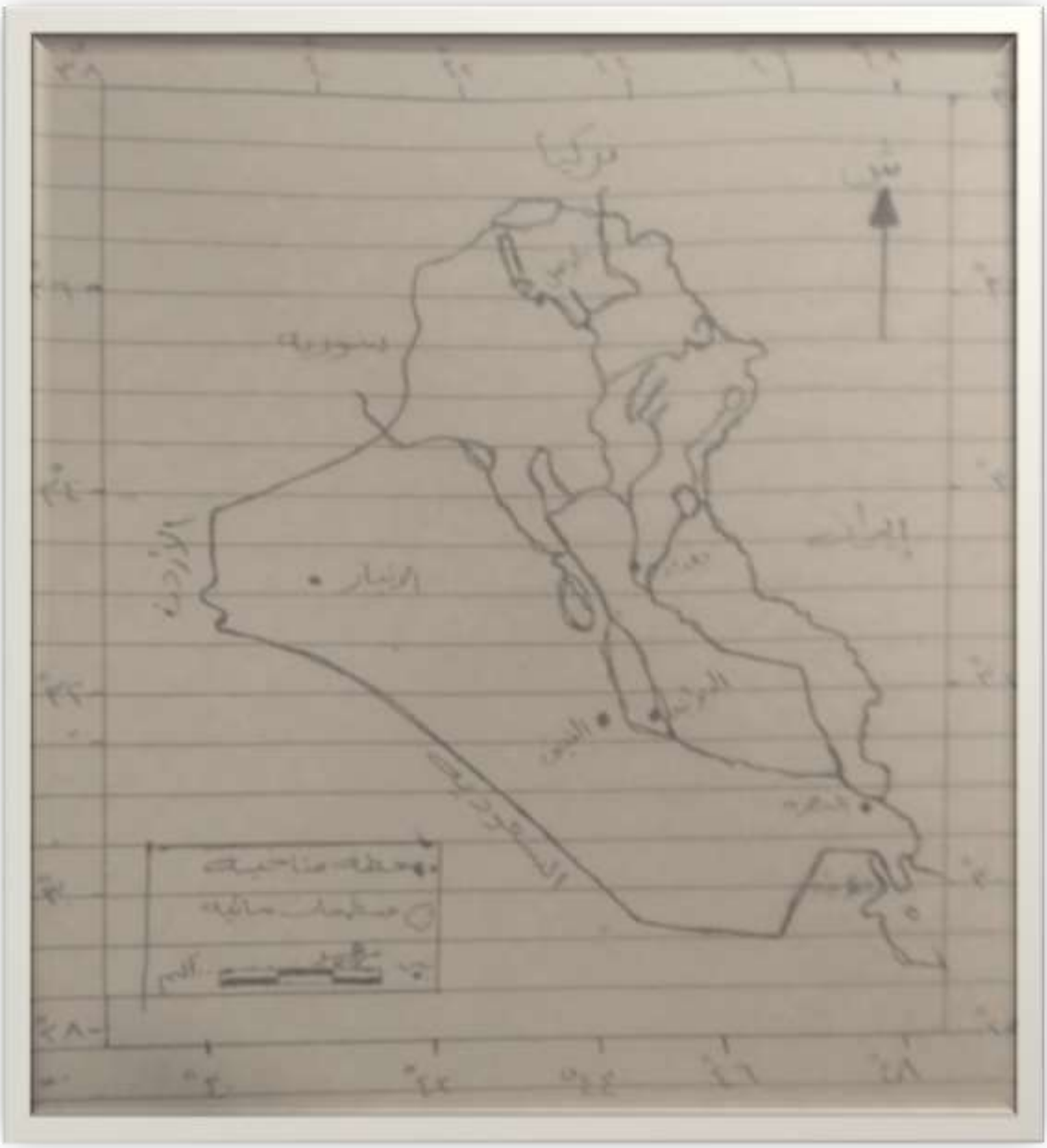
٣-عبدالاله كربل ,ماجد السيد ولي مصدر سابق



شكل رقم (٣)

يبين الارض في يوم الانقلاب الشتوي الشمس عموديا على مدار الجدي

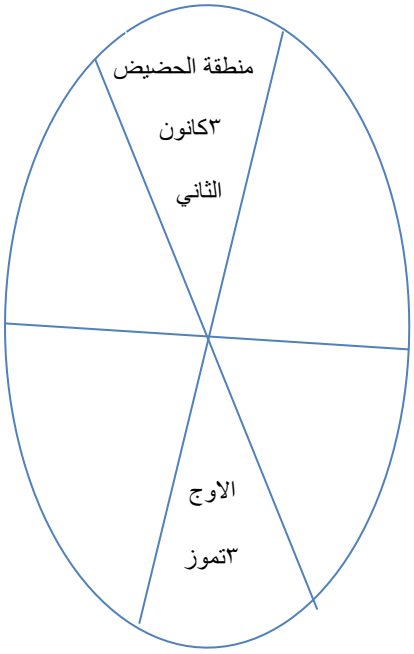
المصدر :هديل عبد المجيد ,علاقة ت الاشعاع الشمسي الارضي بدرجة الحرارة في العراق ,رسالة ماجستير (غير منشورة) ,كلية التربية للبنات ,جامعة الكوفة ,٢٠٠٩,ص٣٧



خريطة رقم (١)

توزيع المحطات المناخية في منطقة الدراسة

الاعتدال الربيعي (٢١اذار)



الانقلاب الصيفي

(٢١حزيران)

الانقلاب الشتوي

(٢١كانون الاول)

الاعتدال الخريفي (٢٣ايلول)

شكل رقم (٤)

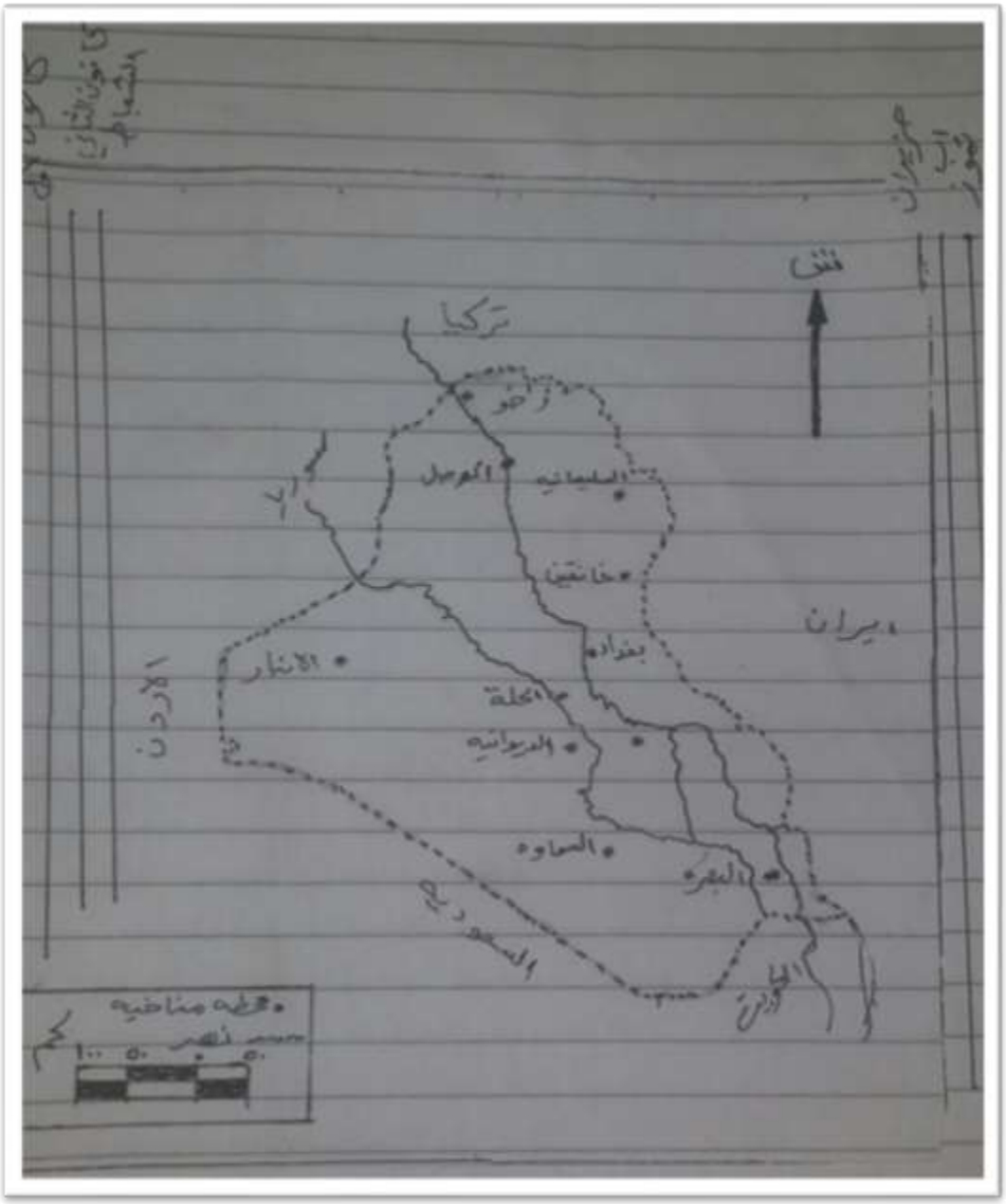
موقع الارض في مدارها حول الشمس

المصدر: هديل عبد المجيد عباس الشاعر ,علاقة الاشعاع الشمسي ,الارضي بدرجات الحرارة ,مصدر سابق,ص٣٧

يقع العراق ضمن العروض الوسطى الدنيا بين دائرتي عرض (٢٩-٣٧)شمالا تبلغ معدل فترة الاشعاع اليومي في تمور (١٤ساعة واربع دقائق)وهي بذلك تزيد ب(٣) ساعات و(٤٨)دقيقه عن معدل فترة الاشعاع اليومي في كانون الثاني (تبلغ هذه الفترة ١٠ساعات و١٦ دقيقة)

وكما هو متوقع تجعل هذه الكمية الاكبر من الاشعاع الشمسي ,الصيف اشد حرارة من الشتاء بكثير ,وتزيد الكميات القليلة من الغيوم والرطوبة النسبة في الصيف مقارنه مع الشتاء من التباين الحراري .وعلية تسجل المحطات المناخية في العراق مدات حرارية سنوية كبيرة ,ويتزايد المدى الحراري السنوي بزيادة البعد عن خط الاستواء اي انه يتزايد مع الانتقال الى القسم الشمالي من القطر .كما هو مبين في خريطة (رقم ٢)طول الايام على امتداد دائرتي من دوائر العرض هما(٣٠ـ٣٥)شمالا لكل من الصيف والشتاء , ففي الصيف يكون طول النهار اكبر والليل اقصر في القسم الشمالي من العراق منها في القسم الجنوبي منه وبالعكس يحدث في الشتاء , حيث يكون طول النهار اقل في الشمال منه في الجنوب الموقع بالنسبة الى دوائر العرض من المعروف ان الشمس هي الضابط الاساسي للمناخ اذ تقرر شده وكميه الاشعاع الشمسي والتوزيع العام للحرارة فوق سطح الارض(١)

١-علي حسين شلش ,مناخ العراق ,زارة التعليم العالي ,ولبحث العلمي ,جامعة البصرة,١٩٨٨,ص٩



خريطة (٢)

معدل طول النهار في الصيف والشتاء في العراق

المصدر :علي حسين شلش ,مناخ العراق وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة البصرة ,١٩٨٨,ص١٤

المبحث الرابع

اثر زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في العراق على انتاج الطاقة الشمسية

وهي الزاوية المحصورة بين الشمس وسطح الارض وتختلف زاوية ارتفاع الشمس خلال اليوم وحسب درجات العرض, ولزاوية ارتفاع الشمس تأثير كبيرا على عامل الانعكاس ,فاقل معامل انعكاس يحدث عندما تكون الشمس او قريبة من العمودية كما هو الحال عند منتصف النهار واعلى معامل انعكاس يحدث عندما تكون الشمس شديده الميلان كما هو عند شروق وغروب الشمس ,ففي الصباح تكون زاوية ارتفاعها قليله فيصبح جزء كبير من الاشعة بواسطة عمليات الامتصاص والانتشار والانعكاس ,وتأخذ نسبة معامل الانعكاس بالتناقص اثناء ارتفاع الشمس لتبلغ عند الظهر بنسبة قليله عندما تكون الشمس في وسط السماء ثم تعود معامل الانعكاس للتزايد مع ميلان الشمس حتى غروبها . ويظهر تأثير زاوية ارتفاع الشمس واضحا في منطقه الدراسة من خلال :

١ـ تتوزع اشعة الشمس على مساحة اكبر من سطح الارض

٢ـ تكون الاشعة المائلة اطول في الغلاف الجوي للوصول الى العروض العليا والاقطاب مما يعرضها للضياع بنسبة اكبر مما كانت عموديه والمسافة التي تقطعها اقصر عندما تكون في الافق(١)

١-علي احمد غانم ,جغرافيا المناخية ,الطبعة الاولى ' دار المسير للنشر والتوزيع والطباعة ,عمان ٢٠٠٣ ص٥٠ -٥١ ٥٢

نتيجة لقوة الانصهار الذي يحدث في الشمس ,فان كمية كبيرة من الطاقة تصدم بالأرض ,وهي لا تعادل بالطبع الطاقة الصادرة عن الشمس ,وبعد ان تضاءلت خلال رحلتها التي قطعت فيها (٤٩,٥مليون كم كمعدل) تضاؤلا بتناسب مع قانون مقلوب مربع المسافة ,ويسمى الثابت الشمسي او وسطي الطاقة الشمسة الموجودة فوق الجو الارضي مباشرة (١) وهذه القيمة هي الحد الاعلى ولا يتوصل اليها الا في الاعلى الجبال اوفى جو صافي تماما أذ ان السحب والضباب والغبار و الدخان تقلل كمية الطاقة الثي تتلقاها المنطقة وتعتبر الطاقة الشمسية مجانية ومتوفرة في كل مكان , كما انها لا تتطلب نقلا او تكاليف صيانة (٢)وعندما نتحدث عن كمية الاشعاع الشمسي الساقط على سطح ما فأننا نعني الاشعاع الشمسي الساقط عموديا على السطح ونطلق اسماء مختلفة على الاشعاع الشمسي او مكوناته الساقطة عموديا على سطح منها الاشعاع المباشر العمودي والاشعاع شبه العمودي والمائل المنتشر

١-.س (الابن) هارسي ,الطاقة سلاح المستقبل ,ص ٧-٩

٢-نور الدين عبدالله الربيعي , الافاق العلمية الاستثمار الطاقة الشمسية ,دار الحرية للطباعة ,بغداد,١٩٨٣,ص ٢٥-٢٦٣-سعود يوسف عياش ,تكنلوجيا الطاقة البديلة ,سلسلة عالم المعرفة الكويت ,١٩٨١ ص١٩٧-١٩٨

تحليل ودراسة خصائص مناخ العراق وامكانية انتاج الطاقة الشمسة :

يكون مناخ العراق انتقالي بين الصحراء ومناخ البحر المتوسط وهو مناخ قاري يتصف بالجفاف وارتفاع درجات الحرارة صيفا وانخفاضها مع قلة الامطار شتاءُ , تباين المعدل السنوي لكميات الاشعاع الشمسي الكلي في العراق ما بين (٤٠٩,٢٦) ملي واط /سم في الموصل , و (٥٢١,٢٩) ملي واط / سم في البصرة , وكما يوضح لنا الجدول (١) والخريطة (٣), حيث نجد ان محطة الموصل يتباين فيها المعدل الشهري لكميات الاشعاع الشمسي الكلي ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الاول (١٧٩,٣٥) ملي واط /سم , واعلى قيمة في شهر حزيران (٦٤٠,١٠) ملي واط /سم , ويتباين المعدل الشهري في محطة بغداد ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الثاني (٢١٤,٥٧) ملي واط /سم , واعلى قيمة له في شهر حزيران (٧٢٣,٨٠) ملي واط / سم , وكذلك في محطة النجف تتباين فيها المعدلات الشهرية ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الاول (٢٨٧,٦٢) ملي واط /سم ,واعى قيمة له في شهر تموز (٧٣٧,٣٢) ملي واط / سم , ويتباين المعدل الشهري في محطة الديوانية ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الاول (٢٨٧,٩٣) ملي واط /سم , واعلى قيمة في شهر تموز (٧٣٤,٦٣) ملي واط /سم , وكذلك في محطة البصرة نجد ان ادنى معدل شهري يكون في شهر كانون الاول (٣١٧,٥٢) ملي واط /سم٢ , واعلى قيمة له في شهر تموز (٧٢٦,٥٦) ملي واط /سم٢ .

جدول رقم (١)

المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الشمسي الكلي (ملي ,واط ,سم٢)لمحطات منطقة الدراسة

الاشهر محطة	ك٢	اذار	نيسان	مائس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعـدلات السنوي
الموصل	١٨٩,٩٩	٢٧٩,١٠	٤٦٠,٢٤	٥٦٠,٦٣	٦٤٠,١٠	٦١٤,٢٥	٥٥٧,١٥	٤٧٧,٦٠	٣٤٣,٥٦	٢٣٤,٨٧	١٧٩,٣٥	٤٠٩,٢٦
بغداد	٢١٤,٥٧	٣٠٨,٠٦	٥١٩,٩٥	٥٦٩,٧٨	٦٢٨,٧٨	٦١٤,٦٠	٥٨٣,٠٨	٥١١,٨٧	٤٠٣,٥٦	٢٥٩,٧٦	٢٣٦,٩٩	٤٥٠,٨
الرطبة	٢٧٨,٥٠	٣٤٤,١٠	٥٥٩,٨٢	٦٤٥,٢٧	٧٢٣,٨٠	٤٧٢,٥٣	٦٥١,٠٦	٥٥٧,١٠	٣٦٢,٩٥	٣١٠,٥٠	٢٤٨,٤٦	٤٨٥,٦١
النجف	٣١٤,٨٤	٣٦٤,٥٨	٥٥٧,٤٧	٦٤٠,٤٤	٥٣٬٧١٣	٧٣٧,٣٢	٦٨٠,٨١	٥٧٢,٩١	٤٥٤,٧٧	٣٣٥,٩٣	٢٩٠,٦٢	٥١٢,٢٨
الديوانية	٣٠٩,٤٦	٣٥٤,٨٦	٥٤٩,٤٧	٦٣٢,٣٧	٧٠٣,١٢	٧٣٤,٦٣	٦٩١,٥٧	٥٧٥,٥٢	٤٥٤,٧٧	٣٧٠,٨٨	٢٨٧,٩٣	٥١٢,٤١
البصرة	٣٣٣,٦٨	٣٧٩,١٦	٥٦٠,١	٦٧٠,٦	٦٨٤,٨٩	٧٦٢,٥٦	٦٤٣,١٤	٥٩٣,٧٣	٤٨٧,٠٦	٣٥٦,٧٦	٣١٧,٥٢	٥٢١,٢٩

المصدر :وزارة النقل والمواصلات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , مناخ العراق

خريطة رقم (٣)

توزيع خطوط مقدار الاشعاع الشمسي الكلي المتساوية في العراق

المصدر :الاء رحيم محمد جواد حساب كمية الطاقة الحرارية المولدة بفعل الاشعاع الشمسي في العراق ,رسالة ماجستير ,كلية التربية للبنات ,جامعة الكوفة,٢٠١١

ان معدلات الشهرية لساعات السطوع الفعلي في عموم محطات منطقة الدراسة تكون مرتفعة تقريبا ماعدا محطات المنطقة الشمالية ,حيث نجد ان محطة الموصل يتباين فيها المعدل الشهري لساعات السطوع الشمس الفعلية ما بين ادنى قيمه في كانون الاول (٤,٦)ساعة /يوم ,واعلى قيمة له في حزيران (٢١,١)ساعة /يوم ,وكذلك نجد ان محطة بغداد يتباين فيها المعدل الشهري ما بين ادنى قيمه في شهر كانون الاول واعلى قيمة له في ن حزيران(٦)ساعة/يوم, واعلى قيمة له في شهر حزيران (١٢,٣)ساعة /يوم ,نجد محطة الرطبة يتباين فيها المعدل الشهري ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الاول (٦,٢)ساعة /يوم واعلى قيمة له في شهر كانون الاول (٦,٢)ساعة /يوم اعلى قيمته له في شهر تموز (١٣,٣)ساعة /يوم ,حيث ان محطة النجف كذلك يوجد تباين ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الاول (٦,١) ساعة /يوم واعلى قيمة له في شهر تموز (١١,٦)وكذلك يتباين المعدل الشهري في محطة الديوانية ما بين ادنى قيمه وله في كانون الاول (٦,٤)ساعة/يوم واعلى قيمة اله في شهر تموز (١١,٦)ساعه /يوم وكذلك في محطة البصرة نجد التباين ما بين ادنى قيمه له في كانون الاول (٦,٥)ساعة/يوم واعلى قيمة له في حزيران (١١,٥)ساعه /يوم وتبين لنا ان معدل جميع المحطات منطقة الدراسة حيث نجد ان محطة الموصل يكون فيها التباين ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الاول (٩,٤٣)ساعة /يوم واعلى قيمة له في حزيران (١٤,٣٧)ساعة /يوم كذلك نجد محطة بغداد يتباين فيها معدل الشهري ما بين ادنى قيمة له في كانون الاول (٩.٥٩)ساعه /يوم واعلى قيمة له في حزيران (١٤,٢)ساعة /يوم ونجد محطة الرطبة يتباين فيها المعدل الشهري ما

بين ادنى قيمة له في كانون الاول (٩,٥٦) ساعة /يوم ,واعلى قيمة له في حزيران (١٤,٠٣)ساعة يوم , ويتباين المعدل الشهري في محطة الديوانية ما بين ادنى قيمة له في كانون (١٠,١) ساعة/ يوم , واعلى قيمة له في حزيران (١٤,١) ساعة /يوم ,وكذلك في محطة البصرة نجد التباين ادنى قيمة له في كانون الاول (١٣,١٠) ساعة /يوم , واعلى قيمة له في شهر حزيران (١٤,٦) ساعة /يوم .

كما موضحا في الجدول رقم (٢)

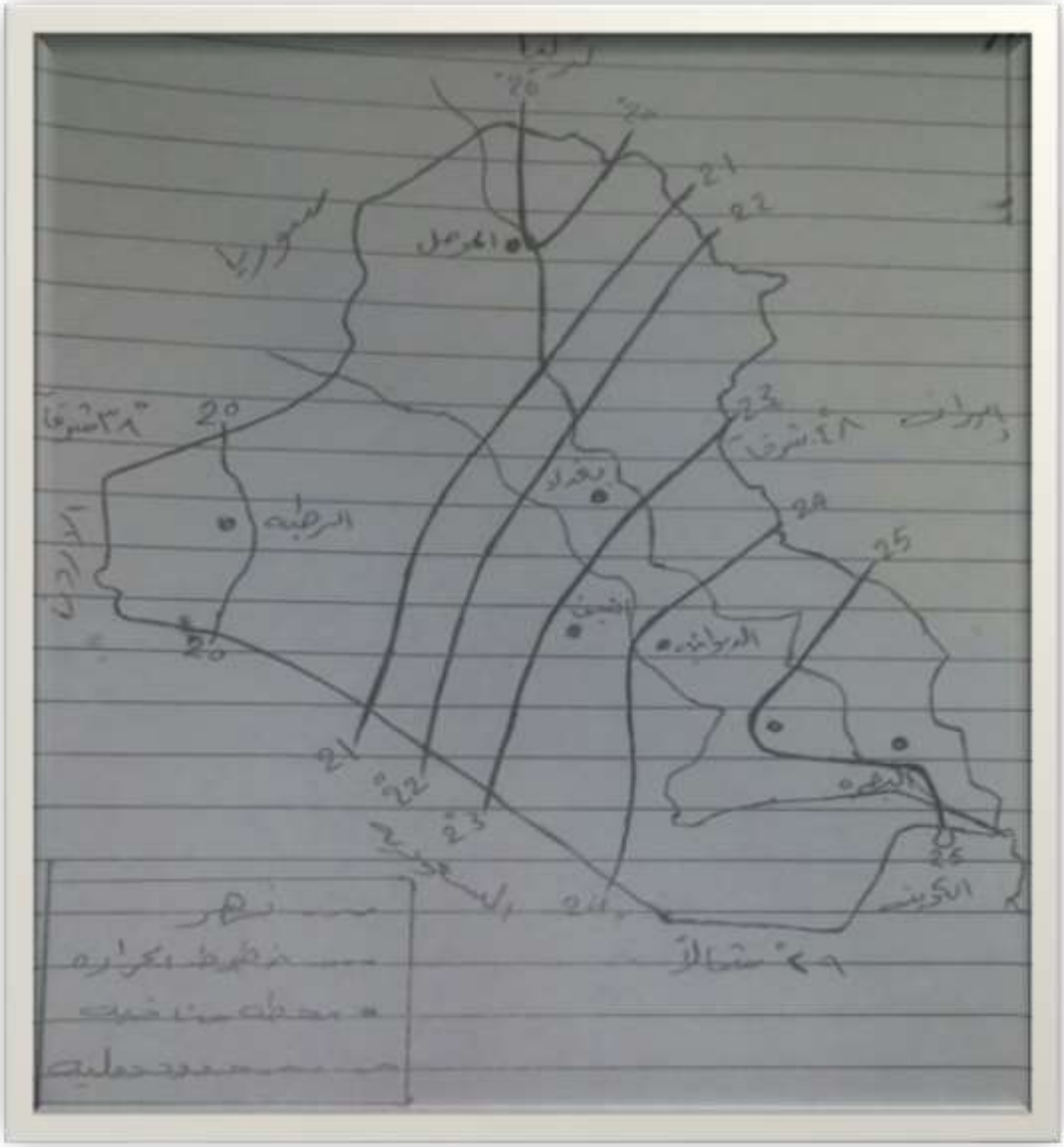
كما يتباين المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في العراق ما بين (١٢,٦مْ) في الرطبة و (١٨,٨مْ) في البصرة , ففي محطة الرطبة المناخية نجد ان ادنى المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى يكون في شهر كانون الثاني (٢مْ) واعلى قيمة له في شهر تموز (٢٢,٩مْ) وفي محطة الموصل نجد التباين فيها ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الثاني (٢,٥مْ) واعلى قيمة له في شهر تموز (٢٤,٨مْ) ثم تبدآ بالانخفاض التدريجي لتصل (٣,٨مْ) ويتباين المعدل الشهري لدرجات الحرارة الصغرى في محطة بغداد ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الثاني (٣,٩مْ) واعلى قيمة له في شهر تموز (٢٨,٥مْ) ويتباين المعدل الشهري في محطة الديوانية ما بين ادنى قيمة له في شهر كانون الثاني (٥,٤مْ) وتصل قيمتها في شهر تموز ٢٨,٨٠مْ) ثم تبدآ بالانخفاض التدريجي لتصل (٨,٩مْ) . الخارطة (٣)

جدول رقم(٢)

المعدل الشهري والسنوي لساعات السطوع النظري (ساعة /يوم) في العراق

اســـــم المحطة	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعـدل السنوي
الموصل	٩,٥٩	١٠,٥٣	١١,٥٦	١٣,٠٧	١٤,٠٧	١٤,٣٧	١٤,٢٣	١٣,٣١	١٢,٢٦	١١,١٦	١٠,١٦	٩,٤٣	١٢,٣٧
بغداد	١٠,١٣	١١	١١,٥٧	١٣	١٣,٥٤	١٤,٢	١٤,٠٧	١٣,٢٣	١٢,٢٣	١١,٢٢	١٠,٢٧	٩,٥٩	١٢
الرطبة	١٠,١٤	١١,٣	١١,٥٧	١٢,٥٩	١٣,٥٢	١٤,٢	١٤,٠٧	١٣,٢٣	١٢,٢٣	١١,٢٤	١٠,٢٩	٩,٥٩	١٢,٣٧
النجف	١٠,٠٨	١٠,٥٥	١١,٤٨	١٢,٤٦	١٣,٣٤	١٤,٠٣	١٣,٥٢	١٣,١	١٢,١٢	١١,١٣	١٠,٢	٩,٥٦	٩,٥٦
الديوانية	١١,٣	١١,٦	١٢	١٢,٥٦	١٣,٤٥	١٤,١	١٣,٥٧	١٣,١٩	١٢,٢٢	١١,٢٥	١٠,٣٤	١٠,١	١٢,٣٧
البصرة	١٠,٢٥	١١,٦	١٢,٠١	١٢,٥٤	١٣,٤٢	١٤,٦	١٣,٥٤	١٣,١٤	١٢,٢١	١١,٢٦	١٠,٣٨	١٠,١٣	١٢

المصدر: جمهورية العراق ,وزارة النقل والمواصلات ,الهيئة العامة الانواء الجوية ,قسم المناخ بيانات غير منشورة



خريطة رقم (٤)

خطوط درجات الحرارة المئوية المتساوية في العراق للمدة ما بين (١٩٧٠-٢٠٠٧) م

المصدر :هديل عبد المجيد محمد عباس الشاعر, علاقة الاشعاع الشمسي و الاشعاع الارضي بدرجات الحرارة في العراق ,مصدر سابق ص١٩٣

الخلاصة

توصل البحث الى هناك عدد من العوامل المؤثرة في تباين قيم الاشعاع الشمسي ومنها دوران الارض حول نفسها وزاوية سقوط اشعة الشمس وساعات السطوح النظري والفعلي وكذلك ,

توصل البحث الى كيفية حركة الشمس الظاهرية على دوائر العرض خلال فصول السنة المختلفة وكذلك ايضا ,

الى حساب كمية الاشعاع الشمسي وحركة الشمس الظاهرية التي تشكلها خلال فترات زمنية معينة ,

واوضعت الدراسة ان المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة وتزداد كلما اتجهنا الى جنوب منطقة الدراسة وكذلك ,

توصل البحث الى زاوية سقوط الاشعة الشمسية في العراق خلال فصل الصيف في جنوب منطقة الدراسة تكون اكبر مما في المنطقة الشمالية ,

واوضعت الدراسة ان تركيز سقوط الاشعة الشمسية في العراق اكبر ما تكون خلال فصول السنة وكذلك ايضا ,

توصل البحث الى ان اعلى قيمة الاشعاع الشمسي المسجلة في محطات منطقة الدراسة تكون في شهر (حزيران_ تموز) وادنى قيمة له في شهر (كانون الاول _كانون الثاني) ثم تبدآ بالانخفاض التدريجي ,

التوصيات

١- فتح مراكز بحثية متخصصة في مجال الطاقة الشمسية في الجامعات العراقية من اجل اغناء الباحثين بالمراجع و البحوث المتصلة بتطبيقات الطاقة الشمسية .

٢- تحديث دراسات استخدام الطاقة الشمسية في العراق وحصر ما هوه موجود منها وتقويمه .

٣- تطبيق سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة جميعها ودراسة افضل طرائقها فضلا عن دعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية .

٤- انشاء محطات لقياس الاشعاع الشمسي الكلي في مناطق متعددة من العراق فضلا عن تطوير ما وجد منها .

٥- تنشيط طرائق التبادل العلمي والمشورة العلمية بواسطة عقد الندوات واللقاءات الدورية .

٦- التوسع في دراسة العوامل والظواهر المناخية التي تؤثر في الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة .

المصادر والمراجع

اولا : القرآن الكريم

ثانيا : الكتب العلمية

١- محمد خلف بني , المدخل الى الجغرافية الطبيعية ط١ , مطبعة البهجة , جامعة اليرموك , الاردن , ٢٠٠١.

٢- دولت احمد صادق , د. علي البنا , اسس الجغرافية العامة ط١ , مكتبة الأنجلو المصرية , القاهرة , ١٩٦٦.

٣- ابو العطا , فهمي هلالي , الطقس والمناخ , دار الكتب الجامعية , الاسكندرية , ١٩٠٧.

٤- محمد ابراهيم محمد شرف ,جغرافية والبيئة , دار المعرفة الجامعية , كلية الآداب , جامعة الاسكندرية , ٢٠٠٨.

٥- مارتن أ كرين , ترجمة د. يوسف مولود حسن , الخلايا الشمسية , دار الكتب للطباعة والنشر , الموصل , ١٩٨٩ .

٦- احمد سعيد حديد , د. ابراهيم شريف , د. فاضل الحسني , جغرافية الطقس , مكتبة الوطن للطباعة والنشر , بغداد , ١٩٧٩ .

٧- الصرف , صادق جعفر , علم البيئة والمناخ , مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر , بغداد , ١٩٨٠ .

٨- عبد الاله زرقي كربل , د. ماجد السيد ولي محمد , الجغرافية المناخية , كلية الآداب , جامعة البصرة , ١٩٧٨ .

الرسائل الجامعية

_ قيس جميل , قياسات الاشعاع الشمسي المنتشر على السطح الافقي في العراق , رسالة ماجستير (غير منشورة), كلية العلوم , الجامعة المستنصرية , ١٩٨٠ .

_ مهدي عبد الجبار , تقدير كميات الاشعاع الشمسي على السطوح المختلفة الاتجاه في العراق خلال الايام الصباحية , رسالة ماجستير(غير منشورة) , كلية العلوم , الجامعة المستنصرية , ١٩٧٩ .

_ بان عوني مهدي التميمي , اثر العوامل المناخية والقوى البيئية في ديمومة التكوين الشكلي والقشرة الخارجية للمبنى , رسالة ماجستير (غير منشورة) , كلية الهندسة , جامعة بغداد , ٢٠٠٢ .

_مها عيسى توفيق , الحركة الظاهرية للشمس واثرها في تباين معدلات درجات الحرارة , رسالة ماجستير , بغداد , ٢٠٠٦ .

_غادة اسماعيل , اثر البيئة الطبيعية , رسالة ماجستير , (غير منشورة) , كلية الهندسة , جامعة بغداد , ٢٠٠١ .

_ هديل عبد المجيد , علاقة الاشعاع الشمسي الارضي بدرجة الحرارة في العراق , رسالة ماجستير (غير منشورة) , كلية التربية للبنات , جامعة الكوفة , ٢٠٠٩ .

_الاء رحيم محمد جواد الشمري , حساب كمية الطاقة الحرارية المتولدة بفعل الاشعاع الشمسي في العراق رسالة ماجستير (غير منشورة) , كلية التربية للبنات , جامعة الكوفة , ٢٠١١.

الدوائر الحكومية

_ جمهورية العراق , وزارة النقل والمواصلات , الهيئة العامة للأنواء الجوية , قسم المناخ , بيانات غير منشورة , ٢٠٠٩ .