جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية الآداب/قسم الجغرافية

بحث حول

الاشعاع الشمسي الفصلي في العراق والعوامل المؤثرة في تباينة

(بحث مقدم الى مجلس كلية الاداب /قسم الجغرافية
جامعة القادسية وهو جزء من متطلبات نيل درجة
البكالوريوس في الجغرافية)

مقدم من قبل الطالب

علي سماء حمادي

باشراف

أ.د صالح ماضي الموسوي

١٤٣٩هـ ٢٠١٨م

بسم الله الرحمن الرحيم

((إن الله لا يغير ما بقوم حتى يغيروا ما بأنفسهم))

صدق الله العلي العظيم

سورة الرعد

آية ١١

الإهداء

إلى كل من علمني علما نافعا ولو حرفا، إلى كل من أنار لي الطريق إلى النجاح إلى من ارشدني وعلمني أتقدم بالشكر والعرفان الجزيل، لسعادة أ.د صالح ماشي الوسوي الذي افادنا من علمه مما ساعدنا في اعداد هذا البحث واخراجه بهذه الصورة التي اجتهدنا ان تكون بافضل صورة قدر المستطاع.....

.

الشكر والتقدير

والشكر موصول الى كل من :

أ.م صالح عاتي الموسوي الذي افادتنا من علمها وساعدتنا على تخطي المشروع لإظهاره بالصورة الجيدة.

والشكر ايضا الى كل من يقرأ هذا البحث بغرض الإطلاع والاستفادة منه ومن ثم المقدرة على التحديث والتطوير والوصول الى الافضل بإذن الله والشكر الجزيل والإمتنان الكبير الى الاب الغالي والام الغالية فهما اعز النعم التي انعم الله بها علينا فما كان لنا سندا وعونا لإعداد هذا البحث من خلال توفير الجو الملائم للدراسة والإستذكار.

ولابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفه نعود إلى الأعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذالك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث ألامه من جديد . . . .

وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر و الامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة. . .

وإلى جميع أساتذتنا الأفاضل . . الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة

ومن الله التوفيق

المقدمة :

بدأ التوجه من قبل الكثير من الباحثين والدراسين في مجال الجغرافية بكل فروعها الى البحث عن الموضوعات الحديثة التي لم يتم تناولها سابقا، أو تم تناولها بشكل موجز لايعطي ما لهذه الظواهر من أهمية كبيرة على سطح الارض وما لها من تأثير في حياة الكائنات الحية والظواهر التي تحصل على سطح الكرة الارضية.

ان الاشعاع الشمسي (Solar Radiation) من العناصر المناخية التي لم تحظ بدراسة فعلية ودقيقة إلا في السنوات الاخيرة ، وكانت هذه الدراسات لا تشمل إلا بعض خصائص الاشعاع الشمسي.

ففي الوقت الذي ظهرت فيه الاهتمامات الاولى بمتابعة العلاقات القائمة بين الظواهر الشمسية والظواهر الارضية منذ عام ١٨٥٠، فان القياسات الفعلية للاشعاع الشمسي الواصل الى قمة الغلاف الغازي تعد حديثة نسبياً وتعود الى عقد السبعينات من القرن الماضي والتي تم قياسها بعد تطور طرق الرصد والاعتماد على الاقمار الصناعية في الحصول على مثل هذه القياسات [١] .

اما الحركة الظاهرية للشمس والتي هي موضوع دراستنا ، فعلى الرغم من أنها من الظواهر الحيوية التي تتحكم بكثير من عناصر المناخ وأهمها درجة الحرارة وكميات التبخر/ النتح (الممكن) (Potential Evapotranspiration) فإنه لم يتم دراستها بشكل دقيق يوضح مدى اهمية هذه الظاهرة في تشكيل الظواهر القائمة على سطح الارض وقد يعزى سبب قلة الاهتمام بدراسة هذا الموضوع الى إن هذه الحركة لا تمثل بحد ذاتها أحد عناصر المناخ، بل تدمج مع دراسة بقية العناصر المناخية كدرجة الحرارة والتباينات الفصلية في الضغط الجوي وحركة الرياح والتساقط .

ان طاقة الاشعاع الشمسي الواصلة الى أية بقعة على سطح الارض تتغير بصورة واضحة على وفق تغير خط العرض وفصول السنة وزاوية السقوط ومحتويات الجو قد تمكن بعض الباحثين من حساب كمية الاشعاع الشمسي باستخدام المعلومات المناخية (كدرجة الحرارة ، وساعات سطوع الشمس، وكمية الغيوم والرطوبة النسبية ..الخ) إذ إن الاشعاع الشمسي الواصل عند اي مكان على الكرة الارضية يتوقف على خط العرض وفصول السنة اذا ما افترضنا عدم وجود الغلاف الجوي * .

لقد تم تناول موضوع الاشعاع الشمسي (Solar Radiation) في هذه الدراسة عامةً من حيث تاثيرها في تسجيل درجات الحرارة والتبخر/ النتح (الممكن). وبسبب كون الاشعاع الشمسي من عناصر المناخ بل المحدد الرئيس لمعظم الظواهر المناخية ، فإن أي تغير في زاوية الاشعاع الشمسي يكون له الاثر المباشر في احداث تغيرات في عناصر المناخ الاخرى ومن ثم إحداث تغيرات مقابلة على سطح الارض. ان الاختلافات التي تحدث في زاوية وكمية الاشعاع الشمسي خلال الفصول المختلفة تؤدي الى اختلاف في الحرارة والضغط الجوي وحركات البحار والهواء غيرها من الظواهر الشاملة (Synoptic phenomenon)

---

(١) يوسف محمد علي حاتم الهذال، التذبذب والاتجاه في عناصر وظواهر مناخ العراق ودوريتها خلال مدة التسجيل المناخي ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية (ابن رشد) ، جامعة بغداد ، ١٩٩٩ ، ص٤٢.

- انظر على سبيل المثال:

رعد احمد الرسول، دراسة الاشعاع الشمسي في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم التطبيقية، الجامعة التكنلوجيا ص١٩٨٦، ص١.

مشكلة البحث :

تتمثل مشكلة البحث بمحاولة الاجابة عن الاسئلة الاتية:

- ما هو اثر الحركة الاشعاع للشمسي في تباين مدد تسجيل درجات الحرارة العظمى والصغرى في العراق؟
- هل هنالك علاقة بين الاشعاع الشمسي واختلاف كميات التبخر/ النتح (الممكن) في العراق، وما مدى تأثير تغير قياس زاوية الاشعاع الشمسي في حساب كمية التبخر/ النتح (الممكن)؟

هل للموقع الفلكي للعراق تاثير في تسجيل درجات الحرارة وكمية التبخر / النتح عن طريق التاثير في قياس زاوية الاشعاع الشمسي التي تحدثها الحركة الظاهرية للشمس؟

هدف البحث:

يهدف هذا البحث بمواضيعه المختلفة الى محاولة فهم العلاقة بين الاشعاع الشمسي والعوامل المؤثرة فيه وما ينتج عنها من ظواهر مناخية محددة ، ولاسيما في مدة الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي، كالتباين في تسجيل درجات الحرارة العظمى والصغرى في العراق.

كما ان من اهداف البحث الحالي ايضا محاولة تقصي امكانية وجود علاقة بين الحركة الظاهرية للشمس وكمية التبخر/ النتح (الممكن) في المحطتين المعنيتين، وذلك عن طريق تطبيق معادلة بليني/ كريدل ومعامل الارتباط البسيط (بيرسن) لغرض إيجاد العلاقة بين زاوية الإشعاع التي تحدث من جراء الحركة الظاهرية للشمس وكمية التبخر /النتح الممكن في هاتين المحطتين.

فرضية البحث:

هنالك حملة في الفرضيات يقوم على اساسها البحث، وهي :

- ان للحركة الظاهرية للشمس اثر في تباين تسجيل معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى في محطتي العراق.
- يتاثر التبخر/ النتح (الممكن) بدرجات الحرارة المتأثرة بحركة الشمس الظاهرية ، لذلك فان كمية التبخر/ النتح (الممكن) تتباين من فصل لاخر ومن مدة الى أخرى.
- هنالك علاقة طردية قوية متوقعة بين زاوية الاشعاع الشمسي وكمية التبخر/ النتح التي تتغير مع تغير درجة الزاوية.

ان لموقع العراق بالنسبة لدوائر العرض اثر في تغير درجات الحرارة وكمية التبخر/ النتح حسب تغير حركة الشمس الظاهرية.

حدود البحث :

- تتحدد الدراسة الحالية باظهار الاشعاع الفصلي في العراق والعوامل المؤثرة في تباينة في تسجيل درجات الحرارة العظمى والصغرى في محطات المناخ في العراق

أما فيما يخص الحدود الزمنية للدراسة فان بيانات درجات الحرارة العظمى والصغرى (التبخر/ النتح) تشمل العام ٢٠١٧ – ٢٠١٨م ، اذ يتم عرض بيانات درجات الحرارة العظمى لاشهر (حزيران وتموز واب) كونها تمثل الصيف النظري ، وبيانات درجات الحرارة الصغرى لاشهر(كانون الأول وكانون الثاني وشباط) كونها تمثل الشتاء النظري ، اما للتبخر/ النتح (الممكن) المعتمد

في هذه الدراسة فانه ياخذ بالحسبان اثر عنصر الحرارة الناتجة عن الحركة الظاهرية للشمس حصرا ، ولا يتطرق الى المسببات الأخرى للتبخر كسرعة الرياح او الرطوبة النسبية او طبيعة السطح .

منهجية البحث:

ان المنهج المتبع في هذا البحث يتمثل بعرض البيانات الخاصة بالحركة الاشعاع الفصلي في العراق والعوامل المؤثرة في تباينة والبيانات الخاصة بدرجات الحرارة العظمى و الصغرى ، ثم يتبعها تحليل لهذه البيانات والجداول.

اما فيما يخص التبخر/ النتح (الممكن) فيتم معه اتباع المنهج الجغرافي التحليلي في ايجاد العلاقة بين حركة الشمس الظاهرية وكمية التبخر/ النتح الممكن.

المبحث الاول
الاشعاع الشمسي واهميته والعوامل المؤثرة فيه

١.٢ الاشعاع الشمسي

يقصد بالإشعاع الشمسي (Solar Isolation) الطاقة التي تطلقها الشمس الى جميع الاتجاهات ويتضمن الاشعاع المرئي وغير المرئي، بمعنى اخر الطاقة الضوئية والحرارية على الارض ومختلف الكواكب الاخرى.[١]واذا كانت الطاقة المنتشرة غير مجسمة في صورة مادية، كأن تكون مثلا طاقة حرارية او ضوئية او كهرومغناطيسية ، عرف الاشعاع عندئذ بأنه اشعاع اثيري[٢].
ويعرف الاشعاع الشمسي بصورة عامة بأنه انتقال او انتشار الطاقة.[٣]

تعد الشمس المصدر الرئيس للحرارة الجوية فهي جسم هائل ملتهب، يبلغ قطرها نحو ٨٦٠ الف ميل، وكتلتها ٣٣٢.٠٠٠مرة قدر كتلة الارض، وهي شديدة الحرارة جدا بحيث تضيء نفسها بنفسها ولا تستمد أي ضوء من كوكب اخر، وتبلغ درجة حرارة سطح الشمس نحو ٦٠٠٠ درجة مئوية وتزيد درجة حرارتها تدريجيا نحو باطنها اذ تقدر درجة حرارة مركز باطنها باكثر من ٢٠ مليون درجة مطلقة*.

ولبعد الارض عن الشمس اذ ان المسافة بينهما يقدر بـ ٩٣ مليون ميل تقريباً فأن الارض تتلقى نسبة ضئيلة من الاشعاع الشمسي تقدر بـ ١: ٢.٠٠٠.٠٠٠ أي جزء من الفي مليون من الطاقة الضوئية الحرارية الكلية للشمس والتي يضيع اغلبها في الفضاء، الا ان هذا النصيب القليل من الطاقة الضوئية للشمس تتوقف عليه جميع مظاهر النشاط البيولوجي والطبيعي على سطح الارض[٤]،فمن المعلوم انه لا يمكن استمرار الحياة على الارض بدون الطاقة الضوئية والحرارية التي تصل الى الارض من الشمس والمعروف بالاشعاع الشمسي، وهو السبب في حصول كل التفاعلات الطبيعية والعمليات الفيزيائية والتغيرات الجوية في
الغلاف الجوي للارض ومصدر كل حرارة تستمدها. اما المصادر الاخرى للحرارة كالفحم والبترول والغاز الطبيعي وغيرها فما هي الا طاقة مخزونة اصلها من الشمس.[٥]

نلاحظ مما سبق ان المختصين والدارسين للاشعاع الشمسي لم يختلفوا كثيرا في تعريفه عما ياتي "الاشعاع الشمسي هو اشعاع كهرومغناطيسي ينبعث من الشمس باتجاه سطح الارض ليصل الغلاف

---

(١) نعمان شحادة، علم المناخ، مطبعة النور النموذجية، الاردن، عمان،١٩٨٣،ص٤٥.

(٢) د. فهمي هلالي ابو العطا، الطقس والمناخ، دار الكتب الجامعية، الاسكندرية،١٩٧٠، ص٩١.

(٣) د. جودة حسنين جودة، الجغرافيا المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية،١٩٨٩،ص٦٣.

* تتألف الشمس من عنصرين أساسيين هما الهيدروجين الذي يكون نحو ٨١.٧٦% و الهليوم الذي يكون نحو ١٨.١٧% من كتلة الشمس، اما بقية الغازات الاخرى فلا تمثل اكثر من ٠.٠٧% من كتلة الشمس.

(٤) د. دولت احمد الصادق ، ود. علي علي البنا، اسس الجغرافيا العامة، الطبعة الاولى، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة،١٩٦٦،ص١٢٣.

(٥) عبد الغني جميل سلطان، الجو عناصره وتقلباته، دار الحرية للطباعة، بغداد ١٩٨٥،ص٣٦-٣٧.

الجوي الارضي في ثمان دقائق تقريبا وهو اشعاع ذو اطوال موجية مختلفة المجال وتسمى بالطيف الشمسي (Solar Speetrum) وتقسم هذه الاشعة الى ثلاثة انواع هي:-[١]

أ. الموجات القصيرة (اشعة اكس واشعة كاما والاشعة فوق البنفسجية) ، وهي اشعة غير مرئية تتراوح اطوالها الموجية بين (٠.١٧-٠.٤) ميكرون *وتعرف بالاشعة الحيوية وتبلغ نسبتها ٩% من الاشعاع الشمسي.[٢] ولهذه الاشعة فائدتها في نمو الكائنات الحية، فهي تساعد في علاج بعض امراض لين العظام عند الاطفال ومنع الاصابة بمرض الكساح لانها تعمل على تكوين فيتامين (D) في الجلد، ولكن ينبغي عدم التعرض لها مدة طويلة، لان كثرتها تؤدي الى نتائج عكسية كالاصابة بسرطان الجلد والتقرحات المختلفة ولفحة الشمس ودبغتها وأمراض العين[٣].

وقد سبق ان ذكرنا ان ما يصل سطح الارض قدر ضئيل لان غاز الاوزون الموجود في طبقة الاستراتوسفير على ارتفاع بين ٣٠-٣٥ كم يمتص القسم الاكبر منها، وبذلك يقي الاحياء على سطح الارض اثارها السيئة.[٤]

ب. الاشعة الضوئية وهي الاشعة المرئية (Visible Light) وتتراوح اطوالها الموجبة بين (٠.٤-٠.٧٤) ميكرون، ونسبتها ٤٥% من الاشعاع الشمسي وهي مكونة من موجات مختلفة لها الفضل في رؤية الاشياء والألوان.[٥]

ج. الموجات الطويلة وهي الاشعة الحرارية (Far Infraral) التي لا يمكن رؤيتها وتعرف بالاشعة تحت الحمراء، ويتراوح طولها الموجي بين (٠.٧٥-٤) ونسبتها ٤٦% من الاشعاع الشمسي وبعدها الموجات المايكروية (Microwaves) ثم الامواج الراديوية.[٦]ويستخدم الجزء الجزء الاكبر منها في رفع درجة حرارة سطح الارض والغلاف الجوي محدثة التغيرات الجوية التي تخلق نوعا من الطقس والمناخ.[٧]

اما فيما يخص "الثابت الشمسي" فأن العلماء اختلفوا في تعريفه، ومن اهم تعريفاته "ان الثابت الشمسي هو كمية التدفق الاجمالي للطاقة الكهرومغناطيسية الآتية من الشمس والواصلة الى الحدود العليا للغلاف الجوي او السطح العلوي من الغلاف الجوي" ويعرف احيانا بانه معدل

---

(١) غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق، اثر البيئة الطبيعية على مفهوم التشكيل العمراني في المناطق الحارة الجافة، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الهندسة، جامعة بغداد،٢٠٠١،ص٨.

* الميكرون هو وحدة لقياس موجات الضوء والحرارة =١/١٠٠٠ ملم.

(٢) د. جودة حسين جودة،مصدر سابق،ص٦٦.

(٣) C.E.Koeppe and G.C. Delong,weather and Climate,New york,Mc Graw-Hill Book company,INC,1985,p. 33

(٤) . غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق ، مصدر سايق ، ص٨.

(٥) المصدر نفسه ، ص٩.

(٦) 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.

(٧) C.E.Koeppe and G.C. Delong.op.cit,p.33.

كمية الاشعاع الشمسي الساقطة على الحد الخارجي للغلاف الجوي ويعادل ٢سعرة ××/سم٢/دقيقة.[١]

وهنالك من يعرفه "بأنه القدرة الاشعاعية الساقطة على وحدة المساحة العمودية على اتجاه الاشعاع ويتوقف على بعد متوسط المسافة بين الارض والشمس" ويعرف ايضا باشعاع كتلة الهواء الصفري.[٢]

وعند سقوط الاشعة الشمسية على سطح الارض تمر بالغلاف الخارجي قبل اختراقها الغلاف الغازي المحيط بالارض ، وتعد درجة حرارة الاشعة الشمسية في هذه الحالة شبه ثابتة وعنيفة يطلق عليها تعبير الثابت الشمسي نتيجة لعدم تأثر قوة الاشعاع الشمسي بمتغيرات كبيرة تؤثر في قوته، وتقدر قيمة الاشعاع الشمسي (عند قياسه باستخدام الاقمار الصناعية والصواريخ العابرة للفضاء) بنحو ١.٩٧ سعرة حرارية على كل سنتمتر مربع واحد في الدقيقة.[٣]ولو سقطت الاشعة الشمسية بهذه القوة الفعلية على سطح الارض لتمكنت من صهر طبقة من الجليد تحيط كل سطح الكرة الارضية بسمك ٢٠م، او تبخير طبقة من المياه تحيط بكل سطح الكرة الارضية بسمك ٢.٨م، ومن ثم لا يمكن للانسان ان يسكن سطح الارض.[٤]

كان الاعتقاد السائد حتى عام ١٩٥٠ بأن الثابت الشمسي الذي يصل السنتمتر المربع في الدقيقة الواحدة من السطح العلوي للغلاف الجوي عندما تكون الاشعة عمودية تبلغ ١.٤٤ كالوري ، الا ان الدراسات اللاحقة التي اجريت في العروض العليا اثبتت ان الثابت الشمسي يساوي ٢.٠٥ كالوري /سم٢/دقيقة.

ويمكن حساب ثابت الاشعاع الشمسي الذي يصل الى السطح العلوي من الغلاف الجوي من خلال المعادلة :[٥]

ث= ٥٦×١٠ ^٢٦ سعرة/ دقيقة / ٤نق (٥.١× ١٠ ^١٣ سم^٢) = ٢ سعرة حرارية

ث/ثابت الاشعاع الشمسي

٥٦×١٠ ^٢٦ /شدة الاشعاع الشمسي سعرة/دقيقة.

نق/النسبة بين طول محيط الدائرة وقطرها ويساوي ٣.١٤١.

٥.١×١٠ ^١٣ /نصف قطر الارض.

ولو كانت الارض مسطحة لكان ما يصل السنتمتر المربع الواحد من الاشعة الشمسية هو (٢) سعرة، إلا إن ما يصل السنتمتر المربع من سطح الكرة الارضية من ثابت الاشعاع الشمسي هو ربع هذا المقدار فقط، ذلك لان الارض كروية الشكل، وبالتالي فأن قسما من سطحها يتعرض للاشعاع

---

(١) د. صباح محمود الرواي، السيد عدنان هزاع البياتي، اسس علم المناخ، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٩٠،ص٤٤.

(٢) مارتن.أ. كرين، ترجمةد. يوسف مولود حسن، الخلايا الشمسية، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٩،ص١٢.

(٣) د. حسن سيد احمد ابو العينين، دراسات في الجغرافية المناخية والنباتية ، مكتبة مكاوي، الاسكندرية، ١٩٧٩،ص٣٥.

(٤) نفس المكان.

(٥) د. صباح محمود الراوي، السيد هزاع البياتي، مصدر سابق،ص٤٤.

الشمسي، في حين القسم الاخر يظل واقعا في الظل.ولهذا فان معدل ما يمكن ان يصل سطح الارض الكروية من الاشعاع الشمسي-في حالة عدم وجود الغلاف الجوي-يساوي ربع ثابت الاشعاع الشمسي الذي يصل الى السطح المستوي الذي سبق افتراضه، أي ان ثابت الاشعاع الشمسي الذي يمكن ان يصل الى سطح الارض الكروية-في حالة غياب الغلاف الجوي-يساوي نصف سعر حراري للسنتمتر المربع في الدقيقة الواحدة، كما ان الغلاف الجوي يمتص نسبة كبيرة من هذا الاشعاع قبل وصوله الى سطح الارض.[١]

٢-١-١ اهمية الاشعاع الشمسي:

يعد الاشعاع الشمسي المصدر الرئيس للطاقة في الغلاف الجوي اذ يسهم باكثر من ٩٩.٩٧% من الطاقة المستغلة بالغلاف الجوي وعلى سطح الارض، اما المصادر الاخرى للطاقة والمتمثلة بباطن الارض وطاقة النجوم والمد والجزر فانها لا تسهم الا بقسط ضئيل لا يزيد على ٠.٠٣% .[٢]

والطاقة الشمسية هي المسؤولة عن جميع العمليات التي تحدث في الغلاف الجوي كالاضطرابات الجوية والسحب والامطار والبرق والرعد وغيرها، كما ان السبب الرئيس في الحركة المستمرة للغلاف الجوي وتقلب الطقس وتغيره هو الاختلافات القائمة بين مكان واخر في وفرة الطاقة الشمسية.[٣]

إن التطور الحديث في استخدام الاشعة الشمسية مصدراً من مصادر الطاقة جعل للمناخ دورا مباشرا وربما سيكون حاسما في موقع الصناعة، فصفاء السماء (Sky clearness) سيوفر قدرا اكبر في توليد الطاقة الكهربائية بدرجات كبيرة، كما ان صفاء السماء سيوفر ضوء الشمس (Sun Light) الذي يكون له دور مباشر في صناعة السينما والصور المتحركة وتوطنها في المواقع التي توفر صحو السماء وسعة مدى الرؤية للتصوير ومدى الاستفادة من المناظر الطبيعية في عمليات الانتاج السيمي والحقيقة ان هذا النوع من الصناعة قد توطن في مواقع معينة في العالم بفعل عامل المناخ لانها تمثل فعاليات انتاجية خارج المنزل.[٤]

ويعد الاشعاع الشمسي احد العناصر الاساسية في المناخ السياحي اذ يؤثر الاشعاع الشمسي، بغض النظر عن الحرارة في الانسان تأثيرات عدة وهي:

أ-ان الاشعة تحت الحمراء (Infra-red rays) يمتصها جسم الانسان مباشرة او من خلال ملابسه وبذلك ترفع من حرارته الداخلية فيقصد الانسان لذلك اما مناطق الظل حيث الغابات والاشجار، او حيث الاشعة في المناخ البارد، كما ان تركز هذه الاشعة قد يصيب الانسان بالعمى او الصداع ونحوها مما يقلل من راحة الانسان.

---

(١) جودة حسنين جودة، مصدر سابق،ص٧٢.

(٢) د. صباح محمود الراوي، السيد عدنان هزاع البياتي، مصدر سابق،ص٤١.

(٣) نفس المكان.

(٤) د. عادل سعيد الراوي،د. قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد،١٩٩٠،ص٢٠٠.

ب-الاشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet rays) يتطلبها جسم الانسان في صناعة فيتامين (D) الذي هو عنصر اساس في بناء العظام وقوتها . كما ان هذه الاشعة لها دورها في اصابة جلد الانسان بالتقرح والسرطان اذا ما وصلت بصورة حرة الى الجسم ولم يعرقل وصولها غاز الاوزون (O3) الذي يمتص الجزء الاكبر منها، وان هذه الاشعة تصيب العين بامراض مختلفة.

ومن ناحية اخرى نلاحظ اهمية الاشعاع الشمسي في انه يحتل المركز الاول من حيث قوة الطاقة المتولدة اذ تبلغ ($١٠^{١٢}\times$١٧٤.٠٠٠واط) ، منها (٣٠%) او ما يساوي ($١٠^{١٢}\times$٥٢.٠٠٠واط) ينعكس مباشرة (Direct reflection))في الغلاف الغازي لذا لا يستفاد منه مباشرة في تسخين سطح الارض، ويتحول (٤٧%) من مجموع الاشعاع أي ($١٠^{١٢}\times$٨٢.٠٠٠واط) الى حرارة ، وعمليات التبخير والتساقط تستهلك ما مجموعه ($١٠^{١٢}\times$٤٠.٠٠٠ واط) من الاشعة الشمسية او ما يعادل (٢٣%).[١]

ان الاستخدام الحديث للطاقة الشمسية هو تحويلها الى طاقة كهربائية، ويتم هذا التحويل بصورة مباشرة عن طريق اجهزة خاصة او غير مباشرة عبر اللواقط اذ يتم الاستفادة منها في عمليتي التدفئة والتبريد والتشغيل الميكانيكي وقد دلت التجارب الحديثة في اقطار الوطن العربي على نجاح عملية توليد الطاقة الكهربائية من الشمس في تونس وليبيا والعراق وغيرها.[٢]

٢.١.٢ تاثيرات الاشعاع الشمسي على اشكال الحياة المختلفة:

تعد الشمس مصدر طاقة الحياة الاساس، اذ تقوم النباتات بخزن طاقة اشعاعها خلال عملية صنع الغذاء بالتركيب الضوئي ليحرر ثانية في اجسام الحيوانات عند تغذيها عليه او تحرير الطاقة الحرارية والضوئية عند حرق هذا النبات.

تتأثر الكائنات الحية بالتغيرات والتحولات التي تحصل في الطبيعة وتمتثل اليها وتحدث هذه التغيرات البيئية نتيجة لتفاعل قوى الطبيعة من شمس وزرع وماء فيما بينها وبين بقية مكونات الارض، فمن الممكن على سبيل المثال قراءة حركة الشمس اليومية من خلال دوران اتجاه بعض انواع الزهور، وكما يمكن الاستدلال على الفصول من خلال ملاحظة التغير الحاصل في الوان ريش بعض الطيور، ان مثل هذه الظواهر تدل بالضرورة على حتمية وجود انظمة طبيعية تقوم بتغيير المواد والمعلومات والطاقة بشكل يلائم هذه الكائنات مع بيئتها بوصفها جزءا من متطلبات بقائها وخلال بعض مراحل نموها. فلقد لاحظ الانسان مبكرا تكيف بعض انواع النباتات للاجهادات الحرارية الشمسية، فأوراق اللبلاب تدور بمقدار (٢٧٠^{O}) لتتبع حركة الشمس، وعلى النقيض فأن احد انواع الخس البري ويدعى بـ (Compass Plant) يوجه اوراقه بموازاة اشعة الشمس لتجنب تأثيرها الحراري.[٣]

---

(١) المصدر نفسه،ص٢٨٧.

(٢) نفس المكان.

(٣) سعد عبد الكريم فرج الصفار، التعرض الشمسي للكتل البنائية، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الهندسة، جامعة بغداد، ١٩٩٣،ص٢.

واذا أجرينا تحليلا لاشكال الحياة في الاقاليم المناخية المختلفة لبيان تأثير القوى البيئية عليها نجد ان اشكال اجزاء النبات تكون متراصة وإبرية الشكل في المناطق الباردة لتقليل تأثير العوامل القاسية، في حين يكون الجزء العلوي من اوراق النباتات في المناطق المعتدلة شفافا ليسمح لاكبر قدر من الضوء بالنفوذ خلالها ، اما في المناطق الحارة الجافة فتقل المساحة السطحية للاوراق التي هي في الحقيقة اغصان خضراء. وتكون الاشكال كتلية لغرض الحماية، وعلى العكس فأن اوراق النباتات تكون اكبر ما تكون في المناطق الحارة الرطبة حيث المناخ الملائم لنمو النباتات البحرية وتصل احجام الاوراق فيها الى مرتين ونصف قدر احجام الاوراق في المناطق المعتدلة.(١)

ونستنتج من الامثلة السابقة تكامل تكيف النباتات مع البيئة فعند وفرة الاشعاع الشمسي مع اعتدال الحرارة تزداد كثافة اوراقها ويتسع حجم نصلها لتستغل وفرة الاشعاع وتوظفه من ناحية، وتحمي ما هو دونها من تأثيره السلبي من ناحية اخرى، في حين تسمح اشكال الاوراق الابرية المتباعدة في المناطق الباردة بنفوذ الاشعاع الشمسي القليل والذي تكون الاجزاء الخضرية الاخرى بحاجة اليه، واذا تأملنا اجزاء النبات الواحد، نلاحظ اختلاف اشكال والوان اجزائه حسب وظائفها: فالتي تقوم بتوظيف طاقة الاشعاع الشمسي في عملية التركيب الضوئي (الاوراق) تكون عريضة مسطحة ذات مساحة سطحية كبيرة قياساً الى حجمها ولونها اخضر في الغالب، كما يختلف فيها طبيعة السطح (العلوي) المقابل للشمس عن السطح الاخر (السفلي) ، في حين تأخذ اشكالا كروية اوبيضوية ذات مساحة سطحية صغيرة قياسا الى الحجم، وذات الوان مغايرة في الغالب لالوان الاوراق الخضراء وذلك لتحوير يحصل في وظيفتها من التركيب الضوئي الى الخزن.(٢)

وفي دراسة قام بها العالم V.C.Wynne Edwards عن طائر الطيهوج اثبت فيها اختلاف مساحة انطقة التغذية التي يحرسها ذكر هذا الطائر حسب فصول السنة، فكلما كانت الحالة الغذائية اوفر كانت الانطقة اصغر وبالعكس. وقد لاحظ ان هذه الانطقة كانت اصغر في حالة تواجدها على منحدرات تواجه الجنوب المشمس حيث يزداد انبات غذائه، في حين تكون هذه الانطقة اكبر على المنحدرات التي تواجه الشمال المظلل.(٣)

لقد ارتبط الانسان الاول بحركة الشمس، وكان لهذا الارتباط دلالات دينية جعلته يوجه ابنيته المهمة باتجاه اشعة الشمس وقت شروقها، وقد درست حركة الشمس من قبل قدماء المصريين ووجد انهم كانوا يوجهون معابدهم اومقابرهم تجاه الاحداثيات الاربعة او اجزائها الفرعية بعناية فائقة، كما كان الانسان البدائي يستجيب الى متغيرات البيئة الخارجية، وفي اهمها الاشعاع الشمسي بالتنقل.ومن الامثلة الواضحة على هذا التكيف الذي يتمثل بالتنقل الموسمي المتكرر دوريا كل سنة ، ما نجده لدى اقوام (Piute Indians) الذين سكنوا وادي (Califonia Owens) لقد قامت هذه الاقوام بانشاء قراها بالقرب من الجداول المنحدرة من سفوح الجبال، ومن مواقع هذه القرى الاساسية التي كانت تنتخب في افضل المواقع مناخيا واوفرها ماء كانت هذه الاقوام تقوم بهجرتها الموسمية ، ففي كل صيف حيث تبدأ درجات الحرارة بالارتفاع والنهار يصبح اطول تكون الهجرة غربا نحو مناطق

---

(١) Olggay,Victor:Design with Climate Princton University Press,1973,p.53.

(٢) سعد عبد الكريم فرح الصفار، مصدر سابق،ص٢.

(٣) Knowles,Ralphl:Energy and From,The Mitpress,1980.p.5-7.

اكثر ارتفاعا، تتمتع فيها الاقوام المهاجرة اليها ببرود السفوح الغربية وظلالها، اما عند اقتراب الخريف ومن بعده الشتاء فكانت هذه الاقوام تعود الى مناطق اقل ارتفاعا وتتمتع بالاشعاع الشمسي الجنوبي والغربي لفضاء اوائل ايام الشتاء الباردة، وتكتمل هذه الدورة السنوية حين تعود هذه الاقوام الى قراها الاصلية في الوادي الاكثر دفئا والذي يمكن السيطرة على مناخه بسهولة.[١]

ومن هنا يتبين ان هذه الاقوام قد تجاوبت مع اتجاه تغير لاجهادات البيئة وهي شرق-غرب الوادي الممتد باتجاه الشمال-جنوب ، اذ ان تغير المواقع بالانتقال باتجاه الشرق-غرب يحدث الكثير من التغير في العوامل البيئية ومن اهمها الاشعاع الشمسي الذي هو السبب الرئيس في هذه الاجهادات. وقد ادرك الانسان الاول قوة هذا العامل وحجم تأثيره وسعة اثاره.

ويجدر بنا تأكيد ناحية مهمة تتضح في قوله تعالى (الرحمن، علم القرآن، خلق الانسان، علمه البيان، الشمس والقمر بحسبان)[٢]، فشروق الشمس كان متوقعا كل يوم وانتظام حركتها اليومية والفصلية بقي راسخا في ذهن الانسان، وكان هذا الرسوخ والثبات عاملا مهما على تيقنه من امكانية اتخاذ قرارات تصميمية ثابتة طويلة الامد ومن ثم الوثوق بهذه القرارات.[٣]

ولدرجة الاشعاع الشمسي في اقليم معين تأثير في الكثير من الصفات الايكولوجية لسكانها، فهو يؤثر في لون البشرة ولون العيون وفي طبيعة الجلد وطبيعة الشعر ودرجة تجعده ، اذ تميل هذه الصفات الى خلق نوع من التكيف لدى الانسان او حمايته من الاشعاع الشمسي اذا كانت شدته عالية ، والعكس اذا كانت قليلة، وبهذا تحولت هذه التأثيرات على مر السنين الى صفات وراثية.

اما الاثر الفيزياوي للاشعاع الشمسي فينقسم الى تأثيرات بايولوجية وحرارية وتكمن التأثيرات البايولوجية ضمن الاشعة فوق البنفسجية من الاشعاع الشمسي، في حين تقع التاثيرات الحرارية ضمن الضوء المرئي والاشعة تحت الحمراء معا، وينحصر الجزء المؤثر من الاشعة فوق البنفسجية بين الطول الموجي (٠.٢٨٨-٠.٣١٣) ميكرون وله فوائد للوقاية من مرض الكساح ويسبب اسمرار البشرة البيضاء او تعرضها للالتهاب ، اما التاثير الحراري للاشعاع الشمسي فيعتمد على وضعية الجسم قياسا الى اتجاه الشمس وعلى نوعية الملابس وانعكاسية الاجسام المحيطة به وسرعة الربح وعلى طبيعة العمل الذي يقوم به الانسان،اذ تتداخل أي من هذه العوامل فيما بينها لتؤثر في نسبة الجهد المبذول للعمل المعين وفي درجة نشاطه البدني والذهني وفي نسبة تعرقه .[٤]

وللاشعاع الشمسي تاثيرات نفسية تظهر في طبيعة معيشة الانسان ونمط ادائه لفعالياته اليومية ونسبة ترده بين البيئة الداخلية والخارجية (الطبيعة) وكذلك في اوقات نومه واستيقاظه. ففي النماذج الشعبية للسكن يميل الساكنون الى اتباع حركة الشمس عند اشغالهم لفضاءاتهم السكنية فهم يبحثون عنها او يتجنبوها حسب حالة الطقس حينها، ففي الاقاليم الباردة تكون الحاجة فيها الى التدفئة اكثر من التبريد نادرا ما يحتاج فيها الى التبريد، لذلك فان افضل اتجاه للمنزل فيها هو باتجاه الجنوب

---

(١) Knowles,Ralphl,Ibid,p.13.

(٢) الرحمن ، الاية:١-٥.

(٣) سعد عبد الكريم فرج الصفار، مصدر سابق،ص٣.

(٤) Givoni, B.,man, Climate and ,Architecture, Elsevre publishing. Company Limited,1969.p.63.

الشرقي وبالتحديد ١٢ درجة الى الشرق من الجنوب لايصال الاشعاع الشمسي الى الجدران.[١]كما يمكن النظر الى الشمس بوصفها رمزا للدفء، فالاماكن التي لا تدخلها اشعة الشمس شتاء تكون غير مريحة من الناحية النفسية، على الرغم من كونها مريحة حراريا.[٢] ويضفي الاشعاع الشمسي خصائص جمالية وبصرية ذات تاثير مهم في احساس الانسان ببيئته العمرانية من ابنية وشوارع وحدائق، على الرغم من دور الشمس الايجابي فان الانسان يفضل الظلال في المناطق الحارة جدا، نتيجة لما يسببه الاشعاع الشمسي من اعباء حرارية ونفسية عليه.

٣.١.٢. العوامل المؤثرة في مقدار الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض:

يتوقف مقدار قوة الاشعاع الشمسي الذي يصل الى سطح الارض، ويؤثر في حرارة الجو المحيط على عدة عوامل وعمليات يتعرض لها في اثناء اختراقه الغلاف الجوي قبل ان يصل الى سطح الارض، اذ يتكون الغلاف الجوي من غازات ومن جسيمات دقيقة، وهذا الخليط من الهواء يعد حاجزا بين الشمس وسطح الارض اذ لا يسمح الا لجزء من الثابت الشمسي بالوصول الى سطح الارض، فالاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الارض تتوقف كميتها على تركيب الغلاف الجوي، فكلما كان شفافا ونقيا أي خاليا من بخار الماء والسحب (مثل الصحاري) كانت الطاقة الواصلة الى سطح الارض الواقع تحت الغلاف الجوي النقي عالية فقد تصل الى ٤/٣ مجموع الثابت الشمسي.
وعلى اية حال فأن كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض اقل من كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى السطح العلوي من الغلاف الجوي ويمكن تمييز ثلاث عمليات يتعرض لها الاشعاع الشمسي في اثناء عبوره الغلاف الجوي.[٣]

١. **الامتصاص (Absorbution):** يقل مقدار الاشعاع الشمسي خلال مروره بطبقات الغلاف الجوي لما تحتويه من رطوبة وبخار ماء وغبار وغازات مختلفة، وتتغير قيمة الفقد في الاشعاع الشمسي مع تغير طول مسار الاشعة داخل الغلاف الجوي، على وفق زاوية ارتفاع الشمس والارتفاع عن منسوب سطح البحر.[٤]

وتؤدي عملية الامتصاص الى تحويل الموجات القصيرة التي ينقلها الاشعاع الشمسي الى موجات اخرى تكون حرارية واكثر طولا، وتسخن الاجسام الماصة نفسها بما تمتصه من اشعاع شمسي وتعيد اشعاعه موجات حرارية طويلة الى ما حولها.[٥]

---

(١) د. عادل سعيد الراوي، د. قصي عبد المجيد السامرائي، مصدر سابق،ص٢٧٧.

(٢) ثائر علي محمد النعمان، اثر العوامل المناخية في تخطيط وتصميم المستوطنات الحضرية في المناطق الصحراوية، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الهندسة، جامعة بغداد، ١٩٨٦، ص١٨٥.

(٣) د. صباح محمود الراوي، السيد عدنان هزاع البياتي، مصدر سابق،ص٤٥.

(٤) عبد الحق محمد غالب الدميني، اثر العوامل المناخية والتضاريسية في تشكيل العمارة السكنية في اليمن، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الهندسة، جامعة بغداد،٢٠٠٢،ص٣.

(٥) د. ابراهيم ابراهيم شريف، جغرافية الطقس، دار الحكمة للطباعة والنشر ، بغداد ، ١٩٩١، ص٥٠.

٢-الانعكاس Reflection:: في الحقيقة ان كثيرا من الاشعاع الشمسي يرجع الى الفضاء الخارجي وينتشر في الغلاف الجوي الارضي في عملية تعرف بالانعكاس[١] اذ ينعكس جزء من الاشعاع الشمسي بواسطة قمم الغيوم ودقائق الغبار فيعود الى الفضاء من دون ان تترك فيها تأثيرا حراريا، كذلك ينعكس جزء اخر من الاشعاع الشمسي في المناطق المغطاة بالثلوج والجليد.[٢]

تلعب السحب وقطرات الماء العالقة في الجو وغيرها من البلورات السابحة والشوائب دورا كبيرا في عكس جزء من الاشعاع الشمسي،الا ان السحب هي العامل الرئيس الذي يعكس الجزء الاكبر وتعكس السحب التي تتكون في جو الارض جزءا كبيرا من الاشعة الشمسية وقد وجد بأنه عند اخذ متوسط كميات السحب في ارجاء الارض كافة على اختلاف انواعها طول العام فان السحاب يغطي في المتوسط نحو ٥٤% من سماء الارض.

وهو بذلك يرد بواسطة الانعكاس نحو ٣/١ من الاشعاع الشمسي. وتختلف كمية الاشعاع الشمسي المنعكس بوساطة السحب باختلاف نوعية السحب وارتفاعها، اذ يزيد معامل انعكاس الاشعة الشمسية من السحب الركامية عن ٨٠% ولهذا فان القليل من الاشعاع الشمسي يصل الارض عندما تكون السماء ملبدة بهذا النوع من الغيوم الا ان السحب الرقيقة والشديدة الارتفاع لا تعكس الا نسبة قليلة من الاشعاع الشمسي المتجه نحو سطح الارض.[٣]

اما قطيرات الضباب، وعلى الرغم من قلة الاشارة اليها في المصادر العلمية، فانها تلعب دورا مهما في عكس الاشعاع الشمسي فهي تسمح لجميع الامواج الضوئية المرور خلالها بالنسبة نفسها ، كذلك فهي تعكس بصورة انتشارية جميع الامواج بالتساوي.[٤]

ومع ان عملية الانعكاس تعد اكبر عملية لتقليل مقدار الاشعاع الشمسي خلال الغلاف، الا انه ليس كل ما ينعكس يرتد الى خارج الغلاف فالانعكاس انتشار يحدث في جميع الاتجاهات ، وما يرتد منه هو الذي يكون انعكاسه في الاتجاه العمودي الى اعلى، اما ما يكون انعكاسه في الاتجاهات الاخرى فمنه ما يبقى في الغلاف ويكون ضوء النهار ومنه ما يذهب الى سطح الارض وهو الذي يكون اتجاه انعكاسه الى اسفل، وهنالك ما يمتص كله او بعضه ويتحول الى حرارة.[٥]

٣-التشتت (Scattering): بسبب احتواء الغلاف الجوي على كثير من الغازات والجسيمات العالقة يحدث تشتت للاشعاع في جميع الاتجاهات فيعود بعضه الى الفضاء الخارجي في حين يصل بعضه الاخر الى سطح الارض فيسمى حينذاك بـ(الاشعاع السماوي) وتمارس المواد العالقة عملها بوصفها وسيلة نشر فعالة للاشعة التي تتميز بقصر موجاتها *لا سيما الاشعة القصيرة الزرقاء، وهي

---

(١) A.Getis,J.Getis,J.D.Fellmann,Introduction to Geography.WCB/MC Graw-Hill,NewYork, 1997.p.101.

(٢) عبد الغني جميل السلطان، مصدر سابق،ص٣٨.

(٣) د. صباح محمود الراوي، السيد عدنان هزاع البياتي، مصدر سابق،ص٤٧.

(٤) فياض عبد اللطيف نجم، الانواء الجوية، الطبعة الاولى، مطبعة جامعة بغداد.بغداد ١٩٨١،ص١٤١.

(٥) د. صباح محمود الراوي، السيد عدنان هزاع البياتي، مصدر سابق، ص٤٤.

* يختلف التشتت عن الانعكاس في كون اقطار الدقائق المسببة لهذه الظاهرة تكون اطول من اطوال الموجات الساقطة عليها فتنعكس بعض الموجات الضوئية بشكل متفرق بالوان الطيف، في الوقت الذي تكون اقطار هذه الجزيئات اقل من الاطوال

اقصر اشعة الشمس الضوئية، وانتشار هذه الاشعة هو الذي يكسب السماء لونها الازرق المعروف الذي يكون سائدا على اللونين البرتقالي والاحمر، ويدعى ضوء النهار وهذه الاشعة تمنع الظلمة في الايام الغائمة.[١]وتبلغ نسبة الاشعة المنتشرة نحو ٩% من جملة الاشعاع الشمسي، لكنها بطبيعة الحال تختلف من مكان الى اخر ومن وقت الى اخر حسب نسبة تغييم السماء، ودرجة العرض وكمية العوالق بالجو. الا ان لظاهرة التشتت اهمية في نشر الضوء خلال النهار فلولاها لكانت الاضاءة محصورة فقط فوق النقاط التي تسقط عليها الاشعة مباشرة.[٢]

ان انتشار الاشعاع الشمسي يتباين بين قمة الغيمة وقاعدتها على وفق الاختلاف في دالة توزيع القطرات الحجمي *وهذا يعود لكونه اكثر حساسية لحجم القطرات وتمركزها من العمليات الاخرى لذلك يحصل أعلى انتشار عند قاعدة الغيمة واقل انتشار عند قمتها. وهكذا يتضح ان للغيوم دورا كبيرا في نضوب الاشعاع الشمسي فقد وجد ان النسبة المئوية لنضوب الاشعاع الشمسي خلال الايام الغائمة كليا في فصل الشتاء يتجاوز حدود ٧٤% قياسا الى الايام الصاحية، وتنخفض الى ٥٣% قياسا الى الايام الغائمة جزئيا نتيجة لتعرض الاشعاع الشمسي للعمليات التي تؤدي الى نضوبه كالامتصاص والانعكاس والانتشار[٣].

ويعد الغبار ايضا من العوامل الرئيسة التي تؤثر في كمية الاشعاع وحدته لما له من دور في الامتصاص والانتشار اثناء اختراق الاشعاع الشمسي الغلاف الغازي ان تأثير الغبار في الاشعاع الشمسي يعتمد على تركيز الدقائق في المقطع العمودي وتوزيع حجم الدقائق ، ومن الجدير بالذكر ان دقائق الغبار يكون معدل وجودها في الجو بتركيز٨٥ ملغم/يوم/م٢.[٤]

وبهذا يكون الاشعاع الشمسي من اكثر العناصر المناخية اهمية وتأثيرا في المناخ والطقس فهو مصدر القوة التي تقود الدوران الجوي، والمصدر الاساس لتوليد العناصر المناخية الاخرى، فهو المسبب في اختلاف درجات الحرارة، وحدوث الفروقات في الضغط الجوي، ومن ثم تحرك الكتل الهوائية الكونية، كما انه المعني الوحيد في تبادل الطاقة بين الارض ونشاط الكون المتجدد، والاساس في تنظيم الحياة اليومية.[٥]

الموجبة لاشعة الطيف الضوئي في حالة الانعكاس، مما يؤدي بالموجات الضوئية الى ان تنعكس في كل الاتجاهات لتشكل الضوء الابيض الذي يكون النهار دون ان تتفرق الوانها المختلفة، للمزيد من المعلومات: انظر د. احمد سعيد حديد، د. ابراهيم شريف، د. فاضل الحسني، جغرافية الطقس، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل،١٩٧٩، ص٣٨-٣٩.

(١) V.C Finch and G.T.Trewartha, Element of Gerography, vol,washington,1944,p.39.

(٢) خروسوف، س.ب ، الطقس والمناخ والارصاد الجوي ، الجزء الاول، ترجمة د. فاضل الحسني:د. مهدي الصحاف، مطبعة جامعة بغداد، بغداد،١٩٧٧،ص١١٤.

* دالة توزع القطرات الحجمي، هي الدالة التي تصف عدد القطرات لكل حجم من احجامها في مقطع من الهواء وتعني هذه الدالة بالتوزيع غير المتجانس الذي تختلف فيه احجام القطرات ونسبتها العددية.

(٣) د. يوسف محمد علي حاتم الهذال ، مصدر سابق ، ص٨٥.

(٤) المصدر نفسه ، ص٩٩.

(٥) غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق كمونة ، مصدر سابق، ص٨ .

ويتأثر مقدار الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض بالعوامل الاتية:

١. زاوية سقوط الاشعاع الشمسي:

او بعبارة اخرى مقدار الزاوية التي تكونها اشعة الشمس مع سطح الارض ، فاذا كانت زاوية السقوط عمودية او قريبة منها، كما هي الحال في المنطقة المدارية، تكون درجات الحرارة مرتفعة وذلك لان الاشعاع يخترق مسافة من الغلاف الجوي اقل مما لو كانت الاشعة تسقط بزاوية مائلة على سطح الارض، فانها والحالة هذه تخترق مسافة اعظم سمكا من الحالة الاولى ، فتضعف قوتها ومن ثم تعطي حرارة اقل.(١)

ولا شك في ان سطح الارض يمتص نسبة كبيرة من الاشعاع الشمسي العمودي،لان هذا النوع من الاشعاع يكون اقوى واشد تركيزا من الاشعاع المائل. وذلك لسببين:

أ-ان الاشعة العمودية تخترق مسافة اقصر او اقل سمكا من الغلاف الغازي، وهي لهذا السبب تكون اقل عرضة للضياع عن طريق الامتصاص والانعكاس والانتشار بواسطة غازات الجو وبخار الماء والسحب والمواد العالقة.

ب-تتوزع الاشعة العمودية على مساحة اصغر من سطح الارض، فتكون اقوى واشد تركيزا من الاشعة المائلة التي تنتشر فوق مساحة اكبر من سطح الارض.

ولهذا يتباين مقدار الاشعاع الشمسي في مختلف دوائر العرض ، وفي مختلف الفصول وبصفة عامة فأن شدة الاشعاع الشمسي في المناطق المدارية تكون اعظم منها في المناطق المعتدلة الباردة ،لان الاشعاع يصل النطاق المداري عموديا او قريبا من الوضع العمودي في مختلف فصول السنة.(٢)

٢. طول النهار:

يتوقف مقدار الاشعاع الشمسي الذي يصيب مكانا ما على عوامل كثيرة منها طول النهار قياسا الى الليل ، أي المدة التي تستلم بها الارض الاشعاع الشمسي.(٣)

فمن المعلوم ان طول النهار لا يكون متساويا على جميع خطوط العرض، فعند خط الاستواء يبلغ اقصى طول للنهار (١٢) ساعة، وعند خط عرض ٦٦ شمالا او جنوبا يبلغ (٢٤) ساعة ،في حين يبلغ طوله (٢٠) ساعة عند خط عرض ٦٣ شمالا او جنوبا، ان هذا التباين يؤدي الى زيادة المدة التي تكتسب بها الارض الاشعاع الشمسي ولذا نجد ان الفصل الحار من السنة في تلك الاقاليم يكون

---

(١) عبد الإله رزوقي كربل ، د. ماجد السيد ولي ، الطقس والمناخ ، جامعة البصرة ، ١٩٧٨ ، ص١١١.

(٢) د. جودة حسين جودة،مصدر سابق،ص٨٣.

(٣) د. دولت احمد الصادق، د.علي علي البنا، مصدر سابق، ص١٢٤.

موافقا للمدة التي يكون فيها النهار طويلا ، في حين نجد ان فصل الشتاء يكون مصاحبا للمدة التي يكون فيها النهار قصيرا.[١]

٣. الاشعاع الشمسي المنعكس (البيدو Albedo) :

ويقصد به مقدار الاشعة الشمسية التي تعكسها الارض الى الفضاء مرة ثانية من غير ان يتحول أي جزء منها الى طاقة حرارية تظل في جو الارض، فمن المعلوم ان للسحب ولذرات الغبار وبخار الماء ولسطح الارض نفسه القابلية على رد الاشعة الشمسية مرة ثانية كما سبق الاشارة الى ذلك انفا، وتعد السحب اهم هذه الاجسام من حيث انها تعكس وحدها حوالي ٢٣% تقريبا من مجموع الاشعة الشمسية التي تصل الى سطح الارض.* ويقوم الغبار وبخار الماء وبعض الغازات الاخرى كثاني اوكسيد الكاربون معا يعكس ٩% من مجموع الاشعاع الشمسي، اما البيدو سطح الارض نفسه فهو يعكس ٢% فقط، وعلى العموم تقوم مكونات الغلاف الجوي كافة بعكس ٣٤% من مجموع الاشعاع الشمسي . وتتباين كمية الالبيدو من مكان الى اخر على وفق مقدار شفافية الغلاف الجوي وطبيعة سطح الارض.[٢]

هذا ويختلف الاشعاع الارضي عن الاشعاع الشمسي في ان الاول اشعته مظلمة تحمل الحرارة فقط في حين ان الثاني يحمل الضوء والحرارة معا. لذا فان درجة حرارة الهواء هي نتيجة لعاملين هما، الاشعاع الارضي الذي ترده الارض الى الجو، والاشعاع الشمسي الذي يسخن سطح الارض والهواء الملامس له، ويصل الاشعاع الشمسي اقصاه وقت الظهيرة في حين يبلغ الاشعاع الارضي اقصاه بعد الظهر بساعتين تقريبا، مع ملاحظة ان الاشعاع الشمسي يبدأ بشروق الشمس وينتهي بغروبها، في حين ان الاشعاع الارضي يظل طول اليوم ويبلغ اقصاه بعد الظهر وادناه قبل شروق الشمس.[٣]

٤. اثر الغلاف الغازي وطبيعة سطح الارض:

عند مرور الاشعاع الشمسي عبر الغلاف الجوي فأن جزءا من هذا الاشعاع يستنفذ بسبب تعرضه لعمليات التشتت والانعكاس والامتصاص، وتتوقف هذه العمليات على طبيعة الغلاف الغازي وعلى دائرة العرض والفصول المختلفة، ويتم ذلك بواسطة الغازات الجوية او بواسطة الجسميات الدقيقة المعلقة في الهواء سواء كانت سائلة او صلبة، اما عندما يكون الهواء جافا وصافيا فان الجزء الاكبر من هذا الاشعاع يصل الى سطح الارض.[٤]

---

(١) عبد الإله رزوقي كربل ، د.ماجد السيد ولي،مصدر سابق،ص ١٢-١٣.

* يرتبط مقدار ما تعكسه السحب من الاشعاع طرديا بسمكها وبدرجة تشبعها، بينما يرتبط بهما عكسيا مقدار ما يصل منه الى سطح الارض، لذا فان السحب الرقيقة غير المشبعة، كسحب السمحاق تبدو بيضاء، بينما السميكة المشبعة كسحب المزن الطبقي او التراكمي تبدو بيضاء من الاعلى ومعتمة من الاسفل.

(٢) د. عبد العزيز طريح شرف، الجغرافية المناخية والنباتية، الطبعة الثامنة، دار الجامعات المصرية،الاسكندرية ،١٩٧٨،ص٤٩.

(٣) د. دولت احمد الصادق،د. علي علي البنا، مصدر سابق،ص١٢٤.

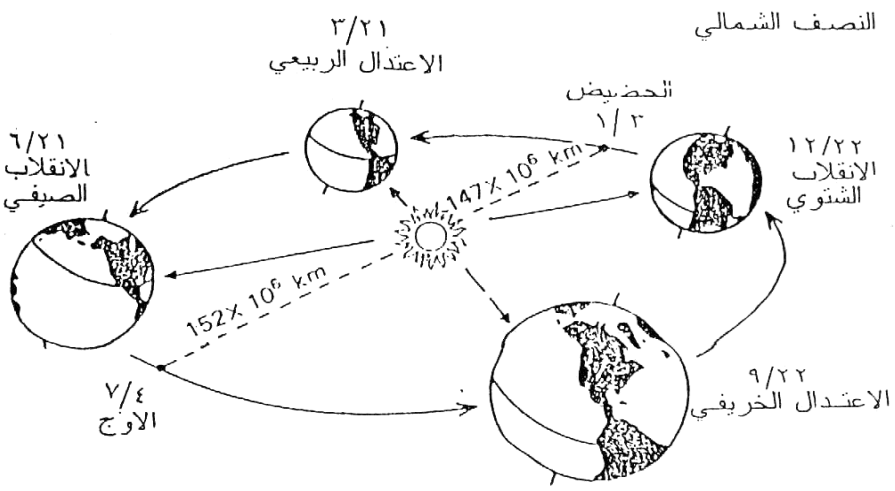
(٤) د. ضاري ناصر العجمي،د. محمود عزو صفر، مدخل الى علم المناخ والجغرافية المناخية ، الطبعة الاولى ، الكويت ،١٩٨٧، ص٧٣.

٥-البعد بين الارض والشمس:

تدور الارض حول الشمس في مدار اهليلجي، ويبلغ معدل البعد بينهما حوالي ١٥٠ مليونا من الكيلومترات، ولكن المقدار الواقعي يختلف اثناء السنة باختلاف موقع الارض على المدار.

أ-تكون الارض ابعد ما تكون عن الشمس في (٤) تموز (يوم الاوج Aphelion) حيث تكون المسافة بينهما حوالي (١٥٢.٥) مليونا من الكيلومترات تقريبا.

ب- تكون الارض اقرب ما تكون الى الشمس في (٣) كانون الثاني (يوم الحضيض Perihelion) اذ تبلغ المسافة بينهما (١٤٧.٥) مليونا من الكيلومترات تقريبا [١] ،لاحظ الشكل (٢)



الشكل (١) تغير المسافة بين الارض والشمس

المصدر : غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق، اثر البيئة الطبيعية على مفهوم التشكيل العمراني في المناطق الحارة الجافة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الهندسة، جامعة بغداد،٢٠٠١،ص.٩

٢-١-٤ العوامل المؤثرة في شدة الاشعاع الشمسي:

تعرف شدة الاشعاع الشمسي على انها كمية الطاقة المتسلمة على وحدة السطح في وحدة الزمن ، وتقاس بوحدات (Btu/hr.f) ، وتتغير شدة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الغلاف بسبب عاملين،هما:

ا. التغيرات الحاصلة في كمية التدفق الاجمالي للطاقة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس نفسها، وتشكل هذه التغيرات نسبة (∓ ٢%) وتسمى بـ "الثابت الشمسي" (Solar constant)[٢]

٢. تغير المسافة بين الارض والشمس،نتيجة تغير موقع الارض في اثناء دورانها حول الشمس، ويشكل هذا التغير نسبة (∓ ٣.٥%) أي ان مقدار الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الغلاف في

---

(١) د. احمد سعيد حديد،د.ابراهيم شريف،د.فاضل الحسني،جغرافية الطقس،مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل،١٩٧٩،ص٥٨.

(٢) د. صباح محمود الراوي ، عدنان هزاع البياتي ، مصدر سابق ، ص٤٤.

شهر كانون الثاني يكون اكبر من مقدار الاشعاع الثابت بنسبة (٣.٥%) في حين يكون اقل من مقدار الاشعاع الثابت بالنسبة نفسها (-٣.٥%) في اوائل تموز.[١]

ويعد التغيير الحاصل في شدة الاشعاع الشمسي الواصل للغلاف الجوي للكرة الارضية اعلاه قليل الاهمية قياسا الى التغيرات الحاصلة في شدته نتيجة المرور في الغلاف الجوي وصولا الى سطح الارض ويعود ذلك الى عدة عوامل منها:

١. الموقع بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض:

ان موقع اية 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[٢].فلموقع الارض قياسا الى الشمس في مختلف فصول السنة اثر كبير فيما يختص بعلاقة دائرة العرض بالاشعاع الشمسي 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،بل انه شمال الدائرة القطبية الشمالية(٦٦.٥ شمالا) لا 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 ستة اشهر في نصف السنة الشتوي.[٣] كما في الجدول (١)

جدول (١)

جدول رقم (١) تأثير زاوية الاشعاع الشمسي في كمية الاشعة الشمسية التي يستلمها السطح

زاوية السقوط (درجة)	نسبة الاشعة التي يستلمها السطح %
٠	١٠٠.٠
١٠	٩٨.٠
٢٠	٩٤.٠
٣٠	٨٦.٦
٤٠	٧٦.٦
٥٠	٦٤.٣
٦٠	٥٠.٠
٧٠	٣٤.٢
٨٠	١٧.٤
٩٠	٠

(١) غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق ، مصدر سابق ، ص٩.

(٢) بان عوني مهدي التميمي،مصدر سابق،ص٣٤.

(٣) د.دولت احمد الصادق،د.علي علي البنا،مصدر سابق،ص١٠٨.

المصدر : غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق، اثر البيئة الطبيعية في مفهوم التشكيل العمراني في المناطق الحارة الجافة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الهندسة، جامعة بغداد،٢٠٠١،ص٩.

٢. الحالة الجوية:

تتمثل الحالة الجوية بقياس درجة تلبد السماء في المنطقة والتي تنتج عن الغيوم وذرات الغبار، وتتسبب في عكس وتشتت ما يقارب (٣/١) من طاقة الاشعة فتعمل بذلك على الحد من شدة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض ومقدار الحرارة الممتصة.

٣.الغازات الدفيئة :

تمتص هذه الغازات ما يقارب (١٠-١٥%) من الاشعة الشمسية ، اذ يلعب كل من غاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) وبخار الماء دورا كبيرا في التأثير في كمية الاشعة الواصلة الى سطح الارض ، في حين يلعب غاز الاوزون دورا مهما في التأثير في الاشعة الشمسية ، اذ يقوم بغربلتها ، لكونه يمتص بعضا منها، ويسمح للبقية بالعبور الى سطح الارض فالاشعة الشمسية التي يقوم بامتصاصها غاز الاوزون هي الاشعة فوق البنفسجية.[١]

٤.ظهور البقع الشمسية: *

تنبعث اهمية البقع الشمسية من كون ان كل مظاهر النشاط الشمسي الاخرى (الفورانات، اللطخ، الشواظ) مرتبطة بنموذج الارتفاع والانخفاض في عدد البقع الشمسية . ففي السنوات التي يصل عدد البقع الشمسية الى اعظمها فأن سطح الشمس يكون شديد الاضطراب مما يجعل من الانبثاق الكبير للجزيئات والاشعاع في الاطوال الموجبة كافة امراً طبيعياً اثناء ذلك. اما في السنوات التي تقل فيها البقع الشمسية الى ادنى ما يمكن فان سطح الشمس يكون عندها اقل اضطرابا وهيجانا ودفعا للطاقة.[٢]

لقد اثبتت القياسات الحديثة ان هنالك تغيراً طفيفاً في قيمة الحرارة تتراوح بين ١-٥% وهذا التغير يتفق مع دورة الكلف الشمسية البالغة (١١) سنة ولكنه لا يرافق ذلك تغير محسوس في الطقس، وقد تكون هذه النسبة اخطاء تجريبية ولكن قيمة الحرارة بالتأكيد تتغير عند منطقة الاشعة ما وراء

---

(١) د. علي حسن موسى، التغيرات المناخية، الطبعة الاولى، دار الفكر، دمشق،١٩٨٦، ص٣٨-٤١.

* تتميز طبقة الفوتوسفير باحتوائها على مناطق غامقة تعرف بالكلف او (البقع) الشمسية (sunspots) تظهر في مدد دورية معينة باعداد واحجام مختلفة ، تعيش بعضها عدة ساعات او عدة اشهر على سطح الشمس، وتبدو هذه البقع بلون داكن بسبب ان حرارة سطحها تكون بمقدار ٣٠٠٠ كلفن مقارنة مع ٦٠٠٠ كلفن لحرارة الفوتوسفير، للمزيد من المعلومات راجع: د. علي حسن موسى، مصدر سابق،ص١٦.

(٢) نفس المكان.

البنفسجية (اقصر من ٠.٣ مايكرون) ودون الحمراء (٦ملم-٦م) والاشعة السينية، وقد تصل الى ٢٠% من قيمتها عندما تكون دورة الكلف ادناها.[١]

ومن التناقض حقا انه في المدد التي تظهر فيها البقع على سطح الشمس بكثرة ، والتي تبلغ في اثنائها الشمس اقصى نشاط لها، تقل الحرارة على سطح الارض، وتعليل ذلك ان الضغط الجوي في هذه المدة يكون متطرفا جدا في ارتفاعه وانخفاضه، اذ يكون انحدار الضغط شديدا، وهذا ما يساعد على شدة الاعاصير والزوابع وشدتها في هذه المدة هي العامل المسؤول عن هبوط الحرارة، اما في مدة تدني عدد البقع الشمسية او اختفائها فيكون مناخ سطح الارض اكثر دفئا في العديد من بقاعه.[٢]

٥.١.٢ التوزيع الجغرافي للاشعاع الشمسي:

من الواضح ان اعظم كمية من الاشعاع الشمسي تسقط في النطاق الذي تتعامد عليه الشمس، اذ تسقط اشعة الشمس عمودية او قريبة من العمودية ويزداد ميل الاشعة كلما بعدنا عن خط الاستواء، ويتساوى مقدار ما يسقط من الاشعاع الشمسي في نصف الكرة في الاعتداليين ، ويزداد الاشعاع الشمسي في نصف الكرة الشمالي في فصل الصيف الشمالي، في حين يزداد هذا الاشعاع في نصف الكرة الجنوبي في فصل الشتاء الشمالي او الصيف الجنوبي.[٣]

وعلى ذلك يختلف توزيع الاشعاع الشمسي عند دوائر العرض المختلفة على وفق اختلاف طول النهار او عدد ساعات شروق الشمس من ناحية وعلى وفق ميل الاشعة على سطح الارض الكروي من ناحية اخرى، ويمكن ان نلخص ذلك فيما يأتي :-

١. يعظم الاشعاع الشمسي عند الدائرة الاستوائية ويقل كلما اتجهنا شمالا او جنوبا نحو القطبين، ويقدر مقدار الاشعاع الشمسي عند الدائرة الاستوائية باكثر من ضعف قيمته عند الدائرتين القطبيتين ، وحيث ان متوسطات درجة الحرارة اليومية والشهرية تكاد تكون متساوية في المناطق الاستوائية فأن التغير في الاشعاع الشمسي يكون بسيطا جدا وذلك لتساوي طول الليل والنهار معظم ايام السنة عند الدائرة الاستوائية.وهكذا يظهر الاشعاع الشمسي في الرسوم البيانية على شكل خط شبه مستقيم وتظهر فيه قمتان ضعيفتان تمثلان ارتفاع مقدار الاشعاع الشمسي بصورة بسيطة خلال مدة الاعتداليين عند الدائرة الاستوائية،كما يظهر فيه حوضان ضحلان (او هبوطان من المنحنيات المقعرة) وذلك خلال مدة الانقلابين ، عند تعامد الشمس تارة اخرى عند مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي .

٢. يعظم الاختلاف في الاشعاع الشمسي كلما بعدنا شمالا او جنوبا من الدائرة الاستوائية واتجهنا نحو القطبين، ومن المعروف انه في المنطقة المدارية المعتدلة يمثل الاشعاع الشمسي (في نصف الكرة الشمالي) على شكل قمة واضحة خلال فصل الصيف في حين ينخفض مقدار الاشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء ، ويظهر على الرسوم البيانية على شكل مقعر حراري كبير.

---

(١) فياض عبد اللطيف نجم، مصدر سابق،ص١٤١.

(٢) اوستن ملر، علم المناخ، القسم الثاني، ترجمة : ابراهيم احمد رزقانه، مكتبة الاداب، السنة بلا، ص١٦٢.

(٣) د. حسن سيد احمد ابو العينين ، دراسات في الجغرافية المناخية والنباتية مصدر سابق، ص٣٨.

٣. اما الدائرة القطبية على وفق حركة الشمس الظاهرية فان الاشعاع الشمسي يظهر على شكل قمة حرارية واضحة خلال فصل الصيف عند تعامد الشمس على مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي وعلى شكل حوض ضحل مقعر خلال فصل الشتاء عند تعامد الشمس على مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي، وعلى ذلك فأن الدائرة القطبية تكون مشمسة مدة (٦) اشهر متصلة خلال فصل الصيف ومعتمة مدة (٦) اشهر خلال فصل الشتاء.

وعلى ذلك فأن مناطق اسطح الارض التي تقع فيما بين الدائرة الاستوائية حتى دائرة عرض (٣٠) شمالا وجنوبا يتمثل فيها فائض من الحرارة يقدر بنحو ٢٠٠ الف كالوري (سعر حراري) لكل سم ٢ في السنة نتيجة لشدة الاشعاع الشمسي، في حين تتعرض المناطق الواقعة بين دائرتي عرض (٤٠و٩٠ شمالا وجنوبا) الى نقصان في الحرارة على وفق قلة الحرارة المكتسبة عن مقدار الحرارة المفقودة في هذه المناطق.[١]

١.٥.١.٢. توزيع الاشعاع الشمسي على دوائر العرض في اثناء الانقلاب الصيفي:

من خلال دراسة الشكل (٣) الذي يمثل توزيع الاشعاع الشمسي على دوائر العرض المختلفة في اثناء الانقلاب الصيفي، تظهر الحقائق الاتية:-

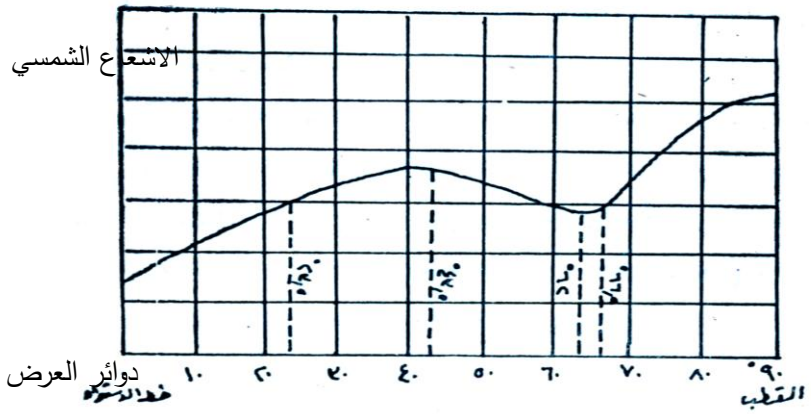
اولا- يكون مقدار الاشعاع عند المدار في اثناء الانقلاب الصيفي اعلى منه عند خط الاستواء وذلك لسببين اولهما، ان طول النهار عند المدار يبلغ (١٣.٥) ساعة في حين يكون عند خط الاستواء (١٢) ساعة فقط، والثاني ان الشمس تكون عمودية عند المدار في هذا الوقت من السنة في حين تكون مائلة عن سمت الراصد عند خط الاستواء بزاوية مقدارها (٢٣.٥) درجة .

ثانيا- تزداد كمية الاشعاع الشمسي تدريجيا خارج المدار كلما اتجهنا نحو القطب حتى دائرة عرض (٤٣.٥) تقريبا اذ يصل الى نهايته العظمى ، وتعليل ذلك هو ان الزيادة في مقدار الاشعاع التي تنشأ عن زيادة طول النهار تدريجيا في الاتجاه نفسه (أي نحو القطب) في هذا الوقت من السنة تكون اكبر من النقص الناشئ في الاشعاع بسبب زيادة ميل اشعة الشمس عن السمت تدريجيا في الاتجاه نفسه ايضا.

ثالثا- ياخذ الاشعاع الشمسي بعد دائرة عرض (٤٣.٥) تقريبا في الهبوط تدريجيا حتى دائرة عرض (٦٢) تقريبا وذلك لان تأثير الزيادة في الاشعاع التي تنشأ عن استمرار طول النهار تدريجيا نحو القطب نقل عن التأثير الناتج عن النقص في الاشعاع بسبب زيادة ميل اشعة الشمس عن السمت تدريجيا في الاتجاه نفسه .

---

(١) المصدر نفسه،ص٩٨.



الشكل (٢) توزيع الاشعاع الشمسي على دوائر العرض المختلفة في اثناء الانقلاب الصيفي
المصدر : فهمي هلالي ابو العطا ، الطقس والمناخ ، دار الكتب الجامعية ، الاسكندرية ، ١٩٧٠ ، ص٩٧.

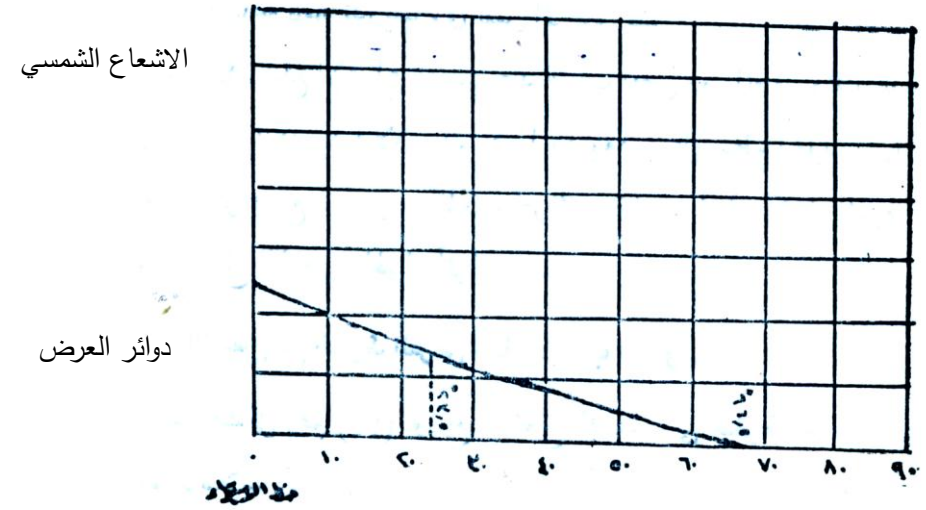
رابعا- يأخذ الاشعاع الشمسي في الارتفاع مرة اخرى بعد دائرة (٦٢) تقريبا وذلك لان طول النهار يزداد بسرعة تجعل الاشعاع الشمسي يزيد بدرجة اكبر من النقص الناشئ عن ميل الاشعة، وتظل هذه الزيادة في الاشعاع مستمرة حتى لدائرة القطبية اذ يبلغ طول النهار (٢٤) ساعة كاملة، بل انها تستمر كذلك داخل الدائرة القطبية بسبب ازدياد طول المدة من السنة التي يبلغ فيها النهار (٢٤) ساعة كاملة تدريجيا وفي الاتجاه نفسه ايضا .
خامسا- يبلغ الاشعاع الشمسي عند القطب اقصى درجاته في ذلك الوقت من السنة ولكن لان جانبا كبيرا منه ينعكس على سطح الجليد المتراكم، وجانبا اخر يضيع في صهره يكون اثره في تسخين سطح الارض والهواء اثرا محدودا.[١]

توزيع الاشعاع على دوائر العرض في اثناء الانقلاب الشتوي:

يبين الشكل (٤) توزيع الاشعاع الشمسي على دوائر العرض المختلفة في اثناء الانقلاب الشتوي ومنه تتضح الحقائق الآتية :
اولا- يقل الاشعاع الشمسي عند المدار عنه عند خط الاستواء في اثناء الانقلاب الشتوي لسببين ، اولهما ان طول النهار عند المدار يبلغ (١٠.٥) ساعات في حين تكون عند خط الاستواء (١٢) ساعة، والثاني ان درجة ميل اشعة الشمس عن السمت في هذا الوقت من السنة تبلغ (٤٧) عند المدار في حين تكون (٢٣.٥) عند خط الاستواء .
ثانيا- يقل الاشعاع تدريجيا كلما بعدنا عن خط الاستواء نحو القطب حتى تصل الى الدائرة القطبية وذلك لقصر طول النهار وزيادة ميل الاشعة تدريجيا نحو القطب.

(١) فهمي هلالي هلالي ابو العطا، مصدر سابق،ص٩٧-٩٩.

ثالثا- ينعدم الاشعاع الشمسي في الجهات الواقعة داخل الدائرة القطبية في اثناء الانقلاب الشتوي وذلك لاختفاء الإشعاع الشمسي اذ يبلغ طول الليل (٢٤) ساعة كاملة.[١]



الشكل (٣) توزيع الاشعاع الشمسي على دوائر العرض المختلفة في اثناء الانقلاب الشتوي .
المصدر : فهمي هلالي ابو العطا ، الطقس والمناخ ، دار الكتب الجامعية ، الاسكندرية ، ١٩٧٠ ، ص١٠١

توزيع الاشعاع الشمسي على دوائر العرض في اثناء الفصول الاربعة:

ان اشعة الشمس تكون قوية عند خط الاستواء ثم تقل نحو الشمال والجنوب ويسود هذا الوضع لا سيما في اثناء الاعتداليين ، ولكن مركز الحرارة القصوى ينتقل الى نصف الكرة الشمالي في اثناء الصيف الشمالي ونحو النصف الجنوبي في فصل الصيف الجنوبي وذلك مع حركة الشمس الظاهرية.[٢]ويمكن تلخيص هذا الامر في نقطتين :

اولا- في النصف الشمالي من الكرة الارضية وفي فصلي الشتاء والربيع تحديداً (أي من ٢١ كانون الاول الى ٢١ حزيران نظرياً) يزداد مقدار الاشعاع الشمسي على دوائر العرض المختلفة في نصف الكرة الشمالي كلما انتقلت الشمس في حركتها الظاهرية بين المدارين شمالا وذلك لان حركة الشمس هذه ينتج عنها نقص درجة ميل الاشعة من جهة، وزيادة طول النهار من جهة اخرى فيزداد مقدار الاشعاع الشمسي على وفق ذلك ، ويرتفع معدل الزيادة تدريجيا نحو القطب الشمالي .

ثانيا- في فصلي الصيف والخريف (من ٢١ حزيران الى ٢١ كانون الاول نظرياً) يقل الاشعاع الشمسي تدريجيا على دوائر العرض المختلفة في نصف الكرة الشمالي كلما انتقلت الشمس في حركتها الظاهرية بين المدارين جنوبا، وذلك لزيادة ميل الاشعة ونقص طول النهار، ويرتفع معدل النقص ايضا بالتدريج نحو القطب الشمالي. اما في نصف الكرة الجنوبي فيحدث العكس بمعنى ان

---

(١) المصدر نفسه،ص١٠١.

(٢) د. يوسف عبد المجيد فايد ، جغرافية المناخ والنبات ، دار النهضة العربية للطباعة ، بيروت،١٩٧١،ص٢٥.

الاشعاع يزيد بالتدريج نحو القطب الجنوبي في المدة بين (٢١ حزيران-٢١ كانون الاول) ويقل بالتدريج في الاتجاه نفسه في المدة بين (٢١ كانون الاول-٢١ حزيران) للأسباب نفسها التي ذكرت [١].

٢-٢الحركة الظاهرية للشمس والظواهر الناتجة عنها ودورها في تباين درجات الحرارة:

من المعلوم ان الارض تدور حول الشمس مرة في كل عام وبمدار على شكل قطع ناقص يدعى بفلك البروج (Ecliptic) كما تدور الارض حول محورها مرة واحدة كل يوم ويميل هذا المحور عن مستوى فلك البروج بزاوية تبلغ (٦٦.٥) درجة، ويتجه الخط الوهمي المار من محور الارض دائما نحو نقطة ثابتة في السماء تعرف بالنجم القطبي (Polar Star) .

ونتيجة لهاتين الحركتين فأن المستوى المار بخط الاستواء يعمل انتقالات يومية مستمرة ومتوازية بالنسبة لاشعة الشمس،اذ تكون هذه الاشعة عمودية على المستوى 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، معنى ذلك ان مسافة الزاوية التي يصنعها الإشعاع الشمسي مع المستوى المار بخط الاستواء والتي يطلق عليها زاوية ميل الشمس (Declination of the sun) تبلغ نهايتها العظمى (+٢٣.٥) عند الانقلاب الصيفي كما تبلغ نهايتها الصغرى (-٢٣.٥) عند الانقلاب الشتوي.[٢]

تدور الارض حول الشمس من الغرب الى الشرق دورة كاملة في السنة (365.25)يوم، ويتصف مدار الارض بالشكل البيضوي.لذلك تختلف المسافة بين الشمس والارض من يوم الى آخر على مدار السنة، ويبلغ معدل المسافة بينهما (١٥٠) مليون كم تقريبا ، وتختلف المسافة بـ(∓ ٢.٥) مليون كم تقريبا ، وتكون الارض ابعد ما يكون عن الشمس في يوم الاوج (Aphelion) بمسافة (١٥٢.٥) مليون كم تقريبا ويحدث ذلك في (٤ تموز)، في حين تبلغ اقل مسافة بينهما في يوم الحضيض (Perihelion)ومقدارها (١٤٧.٥) مليون كم ويكون ذلك في (٣كانون الثاني) . ويؤثر اختلاف المسافة بين الارض والشمس على كمية الاشعة الشمسية التي تصل الى الارض بـ(٧%) تقريباً، فيصل الارض كمية كبيرة من الاشعة عندما تكون اقرب الى الشمس.

ونتيجة لدوران الارض حول الشمس وميلان محور الارض تتكون الفصول ، ويحصل اختلاف في توزيع الاشعة الشمسية على سطح الارض،ويختلف مكان تعامد الاشعة خلال السنة،حسب حركة الشمس(الظاهرية) بين مدار السرطان والجدي وتكون الشمس عمودية على دوائر العرض الواقعة بين المدارين في اوقات مختلفة من السنة فتتعامد الشمس مرة واحدة مع كل من مدار السرطان والجدي ومرتين مع دوائر العرض الواقعة بينهما.[٣]

---

(١) فهمي هلالي هلالي ابو العطا، مصدر سابق ،ص٩٧-٩٩.

(٢) قيس جميل لطيف ، مصدر سابق ، ص٤ .

(٣) د.محمد خلف بني دومي،المدخل الى الجغرافية الطبيعية،الطبعة الاولى،مطبعة البهجة،جامعة اليرموك،الاردن،٢٠٠١،ص٤٤.

ومن خلال هذا الاطار العام لحركة الشمس الظاهرية يمكن اعطاء بعض التفصيلات اليومية فيما ياتي:-

١. ان المسارات اليومية للشمس من بداية شروق الشمس الى غروبها خلال مدار السنة يحصل بها نزوح الى الشمال او الجنوب من خط الاستواء السماوي.

٢. ان المسارات اليومية للشمس تكون متوازية بعضها مع بعض وموازية لخط الاستواء السماوي، وتنحصر هذه المسارات خلال مدار السنة بين نهايتين محدودتين هما الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي.

٣. ان حركة الشمس ما بين شروقها وغروبها يشكل قوساً كبيراً او صغيراً حسب فصول السنة، الا اننا نراها دائما تقطع في سيرها (١٥°) من قوسها في الساعة الواحدة وذلك لان الارض تدور حول محورها دورة كاملة (أي ٣٦٠°) في مدة (٢٤) ساعة، فاذا قسمنا عدد الدرجات هذه على (٢٤) نرى ان المسافة المقطوعة في الساعة الواحدة تساوي (١٥°).[١]

فاذا بدأنا مثلا من حالة الانقلاب الشتوي في ٢٢ كانون الاول انظر الجدول (٢) والشكل(٥) تصبح الشمس عمودية على مدار الجدي وهو الحد الاقصى الذي ترى فيه الشمس عمودية في النصف الجنوبي للكرة الارضية، في حين تكون ابعد ما يمكن عن النصف الشمالي، ويعرف ذلك اليوم بالانقلاب الشتوي في نصف الكرة الشمالي، اذ يبدأ فصل الشتاء ويصبح الليل اطول من النهار ويتناقص طول النهار بالاتجاه نحو الاقطاب. ويصل طول النهار إلى (١٠ ساعات) تقريباً على دائرة عرض(٣٠ شمالا) ، و (٦ساعات) تقريباً على دائرة (٦٠° شمالا) ،في حين تكون الدائرة القطبية الشمالية معتمة (٢٤ ساعة)[٢]. وتكون الخصائص عكس ذلك في النصف الجنوبي من الارض اذ تكون زاوية ميل الشمس في هذه الحالة سالبة وتساوي (-٢٣.٥) ولكن نتيجة للحركة الحولية حول الشمس فأن هذه الزاوية تتزايد بعد ذلك تدريجيا بمعدل اقل من درجة واحدة كل يومين الى ان تبلغ صفرا عند الاعتدال الربيعي في (٢١ آذار) اذ تكون الشمس عمودية على خط الاستواء.

الجدول (٢)

اوقات تعامد الاشعة الشمسية مع دوائر العرض المختلفة

دائرة العرض	التاريخ	دائرة العرض	التاريخ
٠	٣/٢١ و٩/٢٣	٠	
٥ شمالا	٤/٣ و٩/١٠	٥ جنوبا	٣/٨ و١٠/٦
١٠شمالا	٤/١٦ و٨/٢٨	١٠ جنوبا	٢/٢٣ و١٠/٢٠
١٥ شمالا	٥/١ و٨/١٢	١٥ جنوبا	٩/٩ و١١/٣
٢٠ شمالا	٥/٢١ و٧/٢٤	٢٠ جنوبا	١/٢١ و١١/٢٢
٢٣.٥ شمالا	٦/٢١	٢٣.٥ جنوبا	١٢/٢٢

المصدر: د.محمد خلف بني دومي،المدخل الى الجغرافية الطبيعية،الطبعة الاولى،مطبعة البهجة،جامعة اليرموك،الادرن،٢٠٠١،ص٤٥.

(١) مهدي عبد الجبار، مصدر سابق،ص٢١.

(٢) د.محمد خلف بني دومي،مصدر سابق،ص٤٧.

وبعد الاعتدال الربيعي تتزايد الزاوية تدريجيا بالمعدل السابق نفسه الى ان تبلغ (+٢٣.٥) عند الانقلاب الصيفي في (٢١ حزيران) ، وتكون اشعة الشمس في هذه الحالة عمودية على مدار السرطان في (٢١ حزيران) [١] وهو الحد الاقصى الذي ترى فيه الشمس عمودية في نصف الكرة الشمالي حيث يبدأ فصل الصيف في النصف الشمالي، ويكون النهار اطول من الليل ويتزايد طول النهار بالاتجاه نحو الاقطاب، وتكون الدائرة القطبية الشمالية مضاءة (٢٤ ساعة) ، ويقل طول النهار الى (١٨ ساعة) تقريبا على دائرة عرض (٦٠ شمالا) والى (١٤ ساعة) على (٣٠ شمالا) في حين يتساوى الليل والنهار في المنطقة الاستوائية. وتكون الصفات في النصف الجنوبي للارض عكس ما هي عليه في النصف الشمالي.[٢]

بعد الانقلاب الصيفي تبدأ زاوية ميل الشمس بالتناقص التدريجي فتبلغ (٠) عند الاعتدال الخريفي في (٢٣ ايلول) وتكون اشعة الشمس في هذه الحالة عمودية على خط الاستواء، بعد الاعتدال الخريفي تواصل زاوية ميل الشمس بالتناقص التدريجي الى ان تصل الى (-٢٣.٥) عند الانقلاب الشتوي وبذلك تكون الارض قد استغرقت عاما كاملا في حركتها حول الشمس ، وهكذا تكرر الارض دورتها حول الشمس على فلك البروج.

ولا يمكن لاي مشاهد على سطح الارض ان يشعر بحركة الارض حول الشمس ولكن يمكن ان يلاحظ الحركة الظاهرية للشمس حول الارض كما يلاحظ تغير مساراتها اليومية، فالشمس تتخذ مسارات ظاهرية تختلف من يوم الى اخر ولكنها تكون موازية بعضها لبعض وتنحصر بين نهايتي المسارين الممثلين للانقلاب الصيفي والشتوي.[٣]

ان الشمس عند الاعتداليين الربيعي والخريفي (٢١ اذار ،٢٣ ايلول) تشرق من الشرق وتغيب في الغرب فتكون زاوية الارتفاع الشمسي عند الظهيرة في هذين اليومين تساوي ٩٠ مطروحا منها زاوية خط العرض، اما عند الانقلابين الصيفي والشتوي (٢١ حزيران، ٢٢ كانون الاول) على التوالي في النصف الشمالي من الكرة الارضية والعكس صحيح في النصف الجنوبي، فان زاوية الارتفاع الشمسي عند الظهيرة تساوي زاوية الارتفاع في الاعتداليين مع اضافة او طرح زاوية الميلان ($23\frac{27}{}^{o}$) [٤].

١.٢.٢ التسجيل السنوي لادنى واعلى درجة حرارة في النصف الشمالي:

لا تبقى درجات الحرارة في حالة واحدة طيلة ايام السنة وانما تتباين بصورة منتظمة بسبب دوران الارض حول الشمس، ففي النصف الشمالي من الكرة الارضية تأخذ درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي من يوم إلى آخر اعتبارا من شهر اذار بسبب انتقال الشمس ظاهريا نحو مدار السرطان، فتزداد كمية الحرارة التي يكتسبها ذلك القسم من سطح الارض بواسطة الاشعاع الشمسي وتزداد ايضا كمية الاشعاع الارضي بسبب سخونة الارض، الا ان كمية الاشعاع الشمسي المكتسب تكون اكبر بكثير من كمية الاشعاع الارضي المفقود، وهذا يؤدي الى وجود زيادة في الحرارة تختزن من

---

(١) قيس جميل لطيف، مصدر سابق،ص٦.

(٢) د. محمد خلف بني دومي، مصدر سابق، ص٤٦.

(٣) قيس جميل لطيف، مصدر سابق، ص٧.

(٤) مارتن أ. كرين، مصدر سابق،ص١٧.

يوم الى آخر في جو الارض، وهذا يؤدي بدوره الى زيادة معدلات درجات الحرارة . وتستمر هذه الحالة حتى بعد الانقلاب الصيفي في (٢١ حزيران) اذ تعود الشمس بعد هذا اليوم بالتحرك ظاهرياً نحو الجنوب مبتعدة عن مدار السرطان .

ويلاحظ هنا بأن اكثر شهور السنة حرارة لا ينطبق والمدة التي تتعامد فيها الشمس ظاهريا على مدار السرطان، اذ ان شهري تموز وآب هما اكثر الشهور حرارة لان الشمس في هذين الشهرين لا تكون بعيدة بدرجة كبيرة عن النصف الشمالي من الكرة الارضية ولا تزال قريبة من الوضع العمودي . وفي هذين الشهرين يحدث توازن بين كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض وكمية الاشعاع الارضي الذي تفقده وكلاهما يكونان على اعلى حد لهما ، وبذلك تتحقق درجة الحرارة العظمى.

الجدول (٣)

الايام التي تكون فيها اشعة الشمس عمودية على خطوط العرض المختلفة في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي

دائرة العرض	الايام العمودية	مجموع الايام	معدل الايام
٠	٣/٢١	-	-
٠-٦.٠	٣/٢٢-٤/٥	١٥	٢.٥
٦.٠-١٧.٥	٤/٦-٥/٨	٣٣	٢.٩
١٧.٥-٢٣.٥	٥/٩-٦/٢٠	٤٣	٧.٢
٢٣.٥-١٧.٥	٦/٢٢-٨/٤	٤٣	٧.٢
١٧.٥-٦.٠	٨/٥-٩/٦	٣٣	٢.٩
٦.٠-٠	٩/٧-٩/٢١	١٥	٢.٥
٠-٦.٠	٩/٢٢-١٠/٧	١٥	٢.٥
٦.٠-١٧.٥	١٠/٨-١١/٩	٣٣	٢.٩
١٧.٥-٢٣.٥	١١/١٠-١٢/٢٢	٤٣	٧.٢
٢٣.٥-١٧.٥	١٢/٢٢-٢/٤	٤٣	٧.٢
١٧.٥-٦.٠	٢/٥-٣/٧	٣٣	٢.٩
٦.٠-٠	٣/٨-٣/٢٠	١٥	٢.٥

المصدر :د. ماجد السيد ولي ، حركة الشمس الظاهرية في مدينة البصرة دراسة ميدانية تحليلية ، فرزة من مجلة المجمع العلمي ، الجزء الثالث – المجلد الخامس والاربعون ، ١٩٩٨، ص١٥٢.

وتستمر الشمس في انتقالها الظاهري جنوبا حتى تتعامد على خط الاستواء في (٢٣ ايلول) من كل عام ، ثم تستمر الشمس بعد ذلك بالحركة نفسها نحو الجنوب حتى تتعامد على مدار الجدي في يوم (٢٢ كانون الاول). وفي هذه الفترة تكون كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى القسم الشمالي من الكرة الارضية قليلة جدا بسبب ميلان اشعة الشمس وقصر النهار. ويعتقد معظم الناس ان ابرد الشهور هو ذلك الذي ينطبق مع المدة التي تكون فيها الشمس على اقصى بعد عن النصف الشمالي،

الا ان الواقع يشير الى ان المدة التي تعقب مدة الشمس على مدار الجدي هي التي تعد ابرد مدة في السنة اذ يعد شهرا كانون الثاني وشباط اقل شهرين من شهور السنة حرارة في النصف الشمالي اذ يتم فيهما التوازن بين كمية الحرارة المكتسبة والمفقودة وكلاهما يكون عند ادنى حد لهما.[١]

٢.٢.٢ اختلاف سرعة الحركة الظاهرية للشمس:

يتضح من الشكل (٦) ان الشمس تقطع بحركتها الظاهرية المسافة بين احد المدارين والاخر ذهاباً وايابا والتي تبلغ (٤٧) في (١٨٢ يوما) تقريباً ، أي بمعدل درجة واحدة في كل (٣.٩ يوما) . ولكن الرقم الفعلي لعدد الايام اللازمة لقطع كل درجة على حدة يختلف باختلاف الموقع على دائرة العرض ويكون مقدار السرعة اكبر ما يكون عند خط الاستواء، في حين يكون اقل ما يكون بالقرب من المدارين.[٢]

تدور الارض حول نفسها امام الشمس مرة في كل اربع وعشرين ساعة تقريبا. ويترتب على هذا الدوران تعاقب الليل والنهار، كما تدور حول الشمس مرة كل سنة فيترتب عليه تعاقب الفصول، ولو كانت الارض بوصفها كرة، تدور ومحورها الممتد تصوريا بين قطبيها والمار بمركزها عموديا على مستوى مدارها حول الشمس لكان طول النهار مساويا لطول الليل دائما في كل مكان من سطح الارض، ولكان كل مكان ايضا يعيش دائما في فصل واحد وترتبط حرارته بموقعه على دوائر العرض، ولكن الامر ليس كذلك، فالارض تدور ومحورها مائل بزاوية مقدارها (٦٦.٥)^{o} على مستوى المدار وبزاوية مقدارها (٢٣.٥) من الوضع العمودي.

وميل المحور يأخذ اتجاها واحدا ثابتا لا يتغير في كل مراحل دورتي الارض حول نفسها وحول الشمس، وبعبارة اخرى، انه في كل مواقع الارض على مدارها حول الشمس يكون وضع محورها ثابتا دائما في اتجاهه ومشيرا دائما الى نقطة معينة في السماء ومتوازيا في كل اوضاعه اللاحقة مع اوضاعه السابقة، وبسبب ذلك يمر كل من نصفي الارض وكل جزء من اجزائها في اثناء السنة بوقتين يكون احدهما اكثر ميلاً نحو الشمس ويكون الاخر اكثر ميلا عنها، كما يمر كل منهما بوقتين اخرين يكون احدهما في وضع متوسط تماماً بين الوضع المتطرف في الميل نحو الشمس والاخر في وضع المتطرف في الميل عنها.[٣]

يحدث الاعتدال الربيعي يوم (٢١ اذار) والاعتدال الخريفي يوم (٢٣ايلول) عندما تكون اشعة الشمس عمودية (ظهرا) على دائرة خط الاستواء، ففي هذين اليومين يتساوى طول النهار وطول الليل في كل مكان على سطح الارض، وتمتد الدائرة الضوئية من القطبين وتنصف كل دائرة من دوائر العرض الى نصفين متساويين احدهما مضيء والاخر معتم.[٤]وهذا يعني ان في هذين اليومين يتساوى النهار والليل في طولهما في كل مكان من سطح الارض ولهذا سُميا بالاعتداليين.

وعلى الرغم من تساوي الليل والنهار في طولهما في كل دوائر العرض الا ان الانتاج اليومي من الحرارة لا يكون متساويا فيها، ويرجع هذا الى وجود اختلافات بينها في مقدار زاوية سقوط الاشعة

---

(١) عبد الإله رزوقي كربل ، د. ماجد السيد ولي ، مصدر سابق ، ص١٩.

(٢) د. ابراهيم شريف ، مصدر سابق ، ص٧٣.

(٣) د. احمد سعيد حديد ، د. ابراهيم شريف ، د. فاضل الحسني ، مصدر سابق ، ص٤٨.

(٤) د. ضاري ناصر العجمي، محمود عزو صفر، مصدر سابق،ص٦٨.

على دوائر العرض المختلفة ، وعلى هذا يكون انتاج الحرارة في دائرة خط الاستواء اكبر ما يكون، ويتناقص بالابتعاد عنها شمالا وجنوبا نحو القطبين.[١]

وتختلف كمية انتاج الحرارة على وفق درجة كثافة الاشعاع او درجات تركيزه وفق ذلك يمكن القول بانه في يومي الاعتداليين تكون مقادير الاشعاع التي تسقط على جميع دوائر العرض متساوية من ناحية الوقت ولكنها تكون مختلفة من ناحية الكثافة او التركيز. بمعنى ان القيمة الحرارية للاشعاع الشمسي تتناقص بالتقدم من خط الاستواء نحو القطبين.[٢]

اما في يوم (٢١ حزيران) المعروف بيوم الانقلاب الصيفي يكون النصف الشمالي من الارض في وضعه الاكثر ميلا نحو الشمس في حين يكون نصفها الجنوبي في الوضع الاكثر ميلا عنها، وعلى وفق ذلك تسقط اشعة الشمس عمودية على مدار السرطان ظهرا وينصف دائرة خط الاستواء وتمتد شمالا (٩٠) عابرة دائرة القطب الشمالي بزاوية مقدارها (٢٣.٥)^{o} وغامرة بضوئها كل اجزاء هذه الدائرة، وفي الوقت نفسه تكون كل اجزاء الدائرة القطبية الجنوبية في حالة ظلام، وتبين لنا آن طول النهار يزداد في نصف الكرة الشمالي كلما اتجهنا نحو القطب حتى انه يصل الى (٢٤ساعة) عند دائرة العرض (٦٦.٣٠) ويزداد الاشعاع اذ يستمر طيلة ستة شهور متواصلة عند القطب.[٣]

ويترتب على ذلك ما ياتي:-

١. تكون اطوال النهار في كل دائرة من دوائر العرض في النصف الشمالي في اقصاها في حين تكون اطوال الليالي في ادناها.

٢. يكون انتاج الحرارة عند دائرة مدار السرطان اكبر مما يكون عند أيّة دائرة عرض اخرى في نصفي الارض.

٣. يكون الانتاج اليومي من الحرارة في كل دائرة من دوائر عرض النصف الشمالي اكبر مما يكون في الدائرة المناظرة لها في النصف الجنوبي.

٤. تكون الدائرة القطبية الشمالية كلها في نهار متصل يتراوح طوله بين (٢٤ ساعة) (٦ اشهر) . ولكن انتاجها اليومي من الحرارة يكون مع ذلك قليلا للاسباب الاتية:-

أ-صغر مقدار الزاوية التي يعملها الاشعاع الشمسي عليها، وكبر المقدار الذي يفقد منه في اثناء اجتيازه الغلاف الجوي بسبب الزيادة المضاعفة في سمكه.

ب- عكس الثلج او الجليد الذي يغطي معظم انحائها للقسم الاكبر مما يسقط عليه من الاشعاع الشمسي واستهلاك معظم المتبقي منه في اذابته وفي تبخير بعض ما ذاب منه. في حين تكون الدائرة القطبية الجنوبية مظلمة بليل متصل بطول يتراوح بين (٢٤ ساعة) و (٦ اشهر) ، وبهذا فهي لا تنتج شيئا من الحرارة، وبالعكس تفقد من القليل الموجود فيها بالاشعاع ، وتزداد برودة.[٤]

واما في يوم (٢٢ كانون الاول) ، يوم الانقلاب الشتوي حيث يكون النصف الجنوبي اكثر ميلا نحو الشمس وتكون اشعتها عمودية على مدار الجدي ظهرا فانه يحدث عكس ما حدث في يوم الانقلاب

---

(١) د. ابراهيم شريف،مصدر سابق،ص٦٤.

(٢) د. احمد سعيد حديد، د. ابراهيم شريف، د. فاضل الحسني، مصدر سابق،ص٤٩.

(٣) ضاري ناصر العجمي ، محمود عزو صقر، مصدر سابق ، ص٦٦.

(٤) د. ابراهيم شريف ، مصدر سابق ، ص٦٥.

الصيفي. فيكون طول النهار في النصف الشمالي اقصر من طول الليل، وينتهي النهار عند دائرة عرض (٦٦.٥) ويصبح الوقت كله ليلا في المنطقة القطبية الشمالية.[١]

وعندما تكون الشمس عمودية على مدار الجدي وتمتد دائرة ضوئها بين الحافة الخلفية للدائرة القطبية الجنوبية والحافة الامامية للدائرة القطبية الشمالية مارة بمركز الارض ومنطقة دائرة خط الاستواء فتنصفها الى نصفين متساويين ولكنها لا تنصف دوائر العرض الاخرى ، ويترتب على ذلك ما ياتي:-

١. يكون الانتاج اليومي من الحرارة عند دائرة مدار الجدي اكبر مما يكون عند أية دائرة عرض اخرى في كل من نصفي الارض.
٢. يكون الانتاج اليومي من الحرارة في كل دائرة من دوائر عرض النصف الجنوبي اكبر من انتاج الدائرة المناظرة في النصف الشمالي.
٣. تكون الدائرة القطبية الجنوبية كلها في نهار مستمر بطول يتراوح بين (٢٤ ساعة) و(٦اشهر) فتكون منتجة للحرارة ولكن انتاجها يكون قليلا للأسباب التي سبق ذكرها في الانقلاب الصيفي، في حين تكون الدائرة القطبية الشمالية في ظلام ومتوقفة عن الانتاج ومع ذلك تفقد من القليل الموجود فيها فتزداد برودة.[٢]

مقدار زاوية الاشعاع:

تتباين زاوية سقوط اشعة الشمس باختلاف دوائر العرض اذ تزداد قيمتها في العروض الدنيا عنها في العروض العليا ، هذا من جانب ومن جانب اخر تختلف زاوية السقوط على الموقع الواحد خلال اشهر السنة، فهي اقرب الى العمودية في شهر حزيران واقل عمودية في تموز وآب في العروض الواقعة الى الشمال من مدار السرطان، اما في اشهر الشتاء فتكون زاوية ميل الاشعة عن النصف الشمالي في شهر كانون الاول اكثر ميلاناً من شهر كانون الثاني وفي شهر كانون الثاني اكثر ميلاناً من شهر شباط.[٣]

ان تغير زاوية ارتفاع الشمس يؤدي الى اختلاف شدة الاشعاع الواصل الى الارض، فالاشعاع الشمسي يكون اشد عندما تكون الاشعة عمودية على السطح، أي ان زاوية الارتفاع في هذه الحالة تساوي (٩٠^{o}) ويتمثل هذا في الشكل (٧) فلنفرض ان لدينا حزمة من الاشعة الشمسية ويرمز لها بالحرف (س) .فعندمـا

وتعرف زاوية السقوط (Angle of incidence) بانها الزاوية المحصورة بين اتجاه الاشعة والمستوى الرأسي، ويطلق على هذه الزاوية كذلك زاوية الميل وهي متممة لزاوية الارتفاع (ع) .[٤]

---

(١) د. احمد سعيد حديد، د. ابراهيم شريف، د. فاضل الحسني،مصدر سابق،ص٥١.

(٢) د. ابراهيم شريف، مصدر سابق،ص٦٧.

(٣) د. كريم دراغ محمد العوابد، التحليل الموضعي للتباينات المناخية في العراق، رسالة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب، جامعة بغداد،١٩٩٩،ص٢٠..

(٤) د. عبد العزيز طريح شرف، مناخ الكويت، الطبعة الاولى، مؤسسة الثقافة الجامعية للطباعة الاسكندرية ١٩٨٠،ص١١.

وفي حالة الاشعة العمودية ، فان زاوية الميل هي صفر وكلما كانت الاشعة اكثر ميلا، كانت زاوية السقوط (ق) اكبر وكان الاشعاع ضعيفا.
ومن ناحية اخرى فأن الاشعة المائلة تكون اضعف من الاشعة العمودية لانها تخترق مسافة اطول فيزداد تعرضها لعمليات الامتصاص والانتشار في الغلاف الغازي، وترتبط مقادير الزوايا التي يعملها الاشعاع بعلاقة طردية مع مقادير كثافته والتي يرتبط بها طرديا ايضا مقادير الارتفاع في درجات الحرارة المنتجة.
ان كلاً من الكثافة وارتفاع الدرجات يبلغان ذروتهما في حالة الزوايا القائمة في حين تقل الكثافة وتنخفض الدرجات مع الزوايا الحادة، فكما هو معروف اذا سقط مقدار من الاشعاع الشمسي عموديا على جزء من سطح الارض فأنه يسخنه بدرجة اكبر مما لو كان سقوطه عليه مائلا وهذا يعود الى ان:

١. الاشعة في الحالة الاولى تجتاز الغلاف الجوي في اقصر مسافة اتساع له، في حين يجتازه في الحالة الثانية بمسافة اكبر.
٢. الاشعة الساقطة عموديا او بزاوية كبيرة يغمر من سطح الارض مساحة اصغر مما لو كان سقوطها بزاوية صغيرة، ومن الواضح ان تركز مقدار معين من الاشعاع على مساحة صغيرة يسخنها بدرجة اكبر مما يكون هذا الاشعاع موزعاً على مساحة كبيرة ، وكذلك لان ما يفقد منه بالانعكاس يكون اقل.

وتكون اشعة الشمس في وقت الظهر اكبر تركيزاً مما في وقتي الصباح او المساء كما يكون انتاجها من الحرارة في الظهر اكبر مما يكون في الصباح او في المساء، وفي فصل الصيف مما يكون في فصل الشتاء وفي العروض المدارية مما يكون في العروض الاخرى، وهذا لانه في وقت الظهر وفي فصل الصيف وفي العروض المدارية تكون زوايا سقوط الاشعة اكبر مما تكون في الصباح او في المساء، وفي فصل الشتاء ، وفي العروض غير المدارية.[١]

(١) د. احمد سعيد حديد ، د. ابراهيم شريف ، د. فاضل الحسني ، مصدر سابق ، ص٦٨.

المبحث الثاني
الاشعاع الشمسي والعوامل المؤثرة في تباينه

المقدمة

إن معرفة خصائص الإشعاع الشمسي وتحديد قيمته وتوزيعه ألزماني والمكاني من الأمور الهامة في العديد من نماذج الإشعاع الشمسي المستخدمة محليا وعالميا.

يعد الإشعاع الشمسي مصدرا رئيسياً للطاقة لمختلف العمليات الفيزيائية والبيولوجية والكيمياوية ويدخل بوصفه عنصرا أساسيا في العديد من النماذج الانوائية والهيدرولوجية والبيولوجية(Rensheng et al.، 4002)

يعد العراق من المناطق الملائمة لاستثمار الطاقة الشمسية إذ أن مقدار الطاقة الشمسية التي تسقط على الكيلومتر المربع الواحد من سطح الأرض في العراق تقدر بحوالي (200) مليون كيلوواط سنويا (لطيف ، 1980).

إن توزيع الإشعاع الشمسي يتباين زمانيا ومكانيا نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمه ـا ، اختلاف الألبيدو الأرضي من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر، واختلاف البعد بين الأرض والشمس حسب الفصول، واختلاف طول الليل والنهار في العروض المختلفة وفي الفصول المختلفة، و اختلاف زاوية سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض فضلا عن مدى تواجد الغيوم والعوالق الجوية (Muneer, 2004).

قام العديد من الباحثين بتخمين الإشعاع الشمسي الكلي زمانيا ومكانيا في مناطق مختلفة من العالم التي لا تتوفر فيها قياسات الإشعاع الشمسي وذلك بالاعتماد على العديد من العوامل الانوائية والفلكية (Tasdemirogin,1985 ; Hirunlabh et al.،8991).

قام الباحثان (Bishop and Rossow) سنة (1991) بدراسة التباين الزماني والمكاني للإشعاع الشمسي من خلال صور الأقمار الصناعية لوكالة ناسا الفضائية لمناطق مختلفة من سطح الأرض، ووجدا أن هنالك دقة عالية في حساب القيم اليومية والمعدلات الشهرية والفصلية للإشعاع الشمسي من خلال صور الأقمار الصناعية وبينا مدى تباين هذه القيم حسب خطوط العرض للمناطق المختلفة ، كما وجدا ان الفروقات بين القيم المقاسة والمحسوبة من خلال صور الأقمار الصناعية كانت قليلة.

واقترح الباحثون (Benjamin et al.، 8002) المزج بين بيانات الأقمار الصناعية ونماذج الإشعاع الشمسي المعتمدة على التضاريس من اجل تخمين التباين الزماني والمكاني للإشعاع الشمسي في محيط منطقة بوردو في فرنسا.

يهدف البحث إلى دراسة التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق وتحليل معدلاته الشهرية والسنوية.

تحليل البيانات

بالاستعانة ببيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في بغداد تم إيجاد المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في محطات الموصل للفترة (1980-2008)، كركوك للفترة (1971-1990)، بغداد للفترة (1980-2000)، الرطبة للفترة (1974-1991) والناصرية للفترة (1971-1990) وذلك حسب توفر البيانات لدى الهيئة.

تم تخمين الإشعاع الشمسي الكلي في معظم المحطات المنتشرة في عموم القطر والتي لا تتوفر فيها أجهزة قياس الإشعاع الشمسي وهي محطات (زاخو، سنجار، اربيل، السليمانية، بيجي، عنه، كربلاء، الحي، النخيب، الديوانية، السلمان، البصرة) وذلك من خلال أنموذج رياضي مستنبط بدلالة معدلات درجة حرارة الهواء (T) والرطوبة النسبية (RH) ونسبة السطوع (n/N) والنموذج هو:

$H = H_o [0.39 + 0.32(n/N) - 0.006(T))$ (W.d/m²o). الإشعاع الشمسي الكلي بوحدات $H = H_o [1/2 - 0.0014(RH)]$ إذ أن

H_o = الإشعاع الشمسي الكلي خارج الغلاف الجوي بوحدات (W.d/m²).

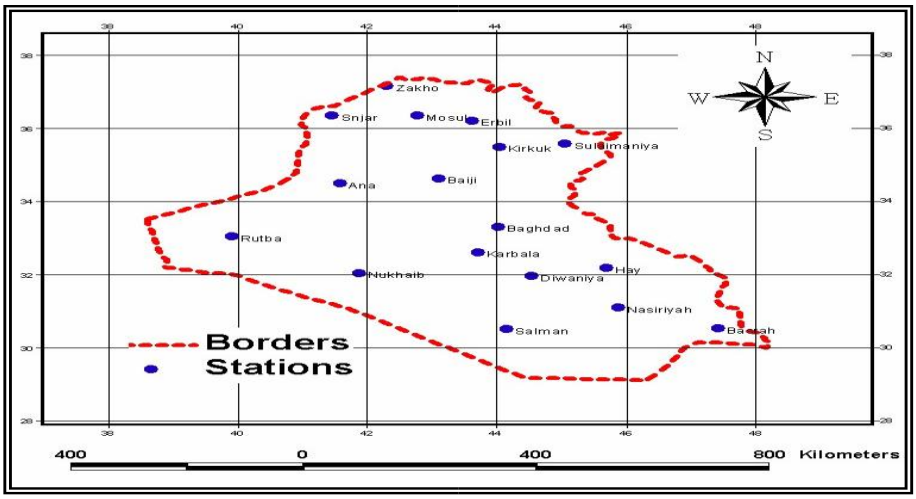
الملاحق (1،2،3،4،5) توضح المعدلات الشهرية لكل من : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي، ساعات السطوع النظرية، ساعات السطوع المقاسة، درجات حرارة الهواء، الرطوبة النسبية.

تم فحص هذا النموذج على محطات قياس الإشعاع الشمسي (الموصل، كركوك، بغداد، الرطبة، الناصرية) ووجد أن نسبة الخطأ المطلق (M.A.E)% بين القيم المقاسة والقيم المخمنة بواسطة هذا النموذج الم ستنبط كانت (8 ، 3 ،5 ، 4 ، 4)% في محطات (الموصل، كركوك، بغداد، الرطبة، الناصرية) على التوالي مما يشير أن هذا الأنموذج أعطى دقة جيدة في تخمين الإشعاع الشمسي .

الملحق (6) يوضح خطوط الطول والعرض والارتفاع لجميع المحطات .

تم إيجاد مخططات شهرية وسنوية للتباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي في القطر من خلال القيم المقاسة والمخمنة وذلك باستخدام برنامج (Gis-v3.3).

يوضح المخطط التالي (1) مواقع المحطات كافة على خارطة العراق.



مخطط 1: مواقع المحطات على خارطة العراق.

النتائج والمناقشة

1. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي خلال أشهر الشتاء:

يوضح ال مخطط (2) التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الشتاء . يلاحظ من هذه المخططات أن قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي تبدأ بالزيادة التدريجية كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب وذلك بسبب زيادة متوسط عدد ساعات سطوع الشمس المقاسة خلال تلك الفترة ، كذلك تواجد الغيوم بنسب اكبر في المناطق الشمالية مقارنة بالمناطق الوسطى والجنوبية خلال تلك الأشهر، فضلا عن انخفاض الرطوبة النسبية بشكل عام كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب . ويمكن تمييز ثلاث مناطق رئيسية حسب شدة الإشعاع الشمسي الساقط ، الأولى شمال خط عرض (34º) والتي تتميز بتدرج قيم الإشعاع الشمسي فيها من أقصى الشمال لغاية خط عرض (34º) . تراوحت قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين (2200-1700) W.d/m² خلال شهر كانون الأول وبين (2400-1800) W.d/m² خلال شهر كانون الثاني وبين (3200-2600) W.d/m² خلال شهر شباط .

المنطقة الثانية متمثلة بمنطقة الهضبة الغربية والمنطقة الوسطى والتي يقع معظمها بين دائرتي خط عرض (34º-32º) . تراوحت قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين (2500-2200) W.d/m² في شهر كانون الأول وبين (2800-2400) W.d/m² خلال شهر كانون الثاني وبين

(3600-3200) W.d/m² خلال شهر شباط.

المنطقة الثالثة متمثلة بالمنطقة الصحراوية ومنطقة السهول الجنوبية المنبسطة والتي يقع معظمها جنوب خط عرض (32º). و تراوحت قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين (2800-2500)

W.d/m² في شهر كانون الأول وبين (2800-3100)W.d/m² خلال شهر كانون الثـاني وبين (3600-3900)W.d/m² خلال شهر شباط.

2. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي خلال أشهر الربيع:

يوضح ال مخطط (3) التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي فـي العـراق خلال أشهر الربيع. يلاحظ من هذه المخططات تزايد قيم الإشعاع الشمسي بشكل واضح كلمـا اتجهنا مـن الشمال إلى الجنوب وذلك بسبب انخفاض قيم خطوط العرض من ´08 °37 في زاخو إلـى ° 30 °30 في السلمان، إذ تزداد قيم الإشعاع الشمسي كلما اقتربنا من خط الاستواء ، كما إن الزيادة التدريجية في قيم ساعات السطوع المقاسة نحو الجنوب كما موضح في الملحق (3) تأثير في ذلك . خلال شهر آذار يلاحظ وجود منطقتين رئيسيتين ، الأولى شمال خط عرض (34°) تتصف بتدرج قيم الإشعاع الشمـسي فيها .

وتراوحت قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين (3500-4100)W.d/m² . المنطقة الثانية متمثلة بجنوب خط عرض (34°)، ويلاحظ أن قيم المعدلات الشهرية في معظم مناطقهـا يتراوح بين (4400-4700)W.d/m² . و خلال شهر نيسان وأيار يمكن تمييز ثلاث مناطق، الأولى شـمال خط عرض (34°) التي تتميز أيضا بتدرج قيم الإشعاع الشمسي فيها. تراوحت قيم معدلات الإشعاع الشمسي في هذه المنطقة بين (4500-5200)W.d/m² خلال شهر نيسان وبين (5400-5900)W.d/m² خلال شهر أيار.

المنطقة الثانية تمثل معظم مناطق السهول المنبسطة في الوسط والجنوب التي تراوحت قيم المعـدلات

الشهرية للإشعاع الشمـسي فيهـا بـين (5200-5500)W.d/m² خلال شهر نيـسان وبـين (6000-6300)W.d/m² خلال شهر أيار. المنطقة الثالثة تمثل معظم مناطق الهضبة الغربية والمنطقة الـصحراوية والتي تراوحت قيم المعدلات الشهرية فيها بين (5500-5800)W.d/m² خلال شهر نيسان وبين (6300-6600)W.d/m² خلال شهر أيار. منطقة السليمانية خلال شهر أيار أعطت قيما عاليـة للإشعاع الشمـسي

(6500W.d/m²). تجاوزت

3. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي خلال أشهر الصيف:

يوضح المخطط (4) التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الصيف.

خلال أشهر (حزيران، تموز، آب) نجد أن قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي تصل أقصى القيم لها عن باقي أشهر السنة وخصوصا خلال شهر حزيران بسبب ارتفاع معدل زوايا ارتفاع الشمس خلال أشهر الصيف مقارنة مع باقي أشهر السنة وهذا بدوره يوثر على زيادة كميات الإشعاع الواصلة إلى سطح الأرض خلال تلك الأشهر ، كما إن لقلة تواجد الغيوم وارتفاع عدد ساعات سطوع الشمس المقاسة خلال تلك الأشهر (لاحظ ملحق رقم 1) تأثيره في ذلك . ويلاحظ خلال أشهر حزيران وتموز وآب أن مناطق السليمانية، منطقة الهضبة الغربية المتمثلة بمحطة الرطبة والمنطقة الصحراوية المتمثلة بمحطات النخيـب والـسلمان ومحطة كربلاء قد أعطت أعلـى

القيم للمعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي، إذ تجاوزت (7200W.d/m²) في معظم هذه المناطق خلال أشهر حزيران وتموز .

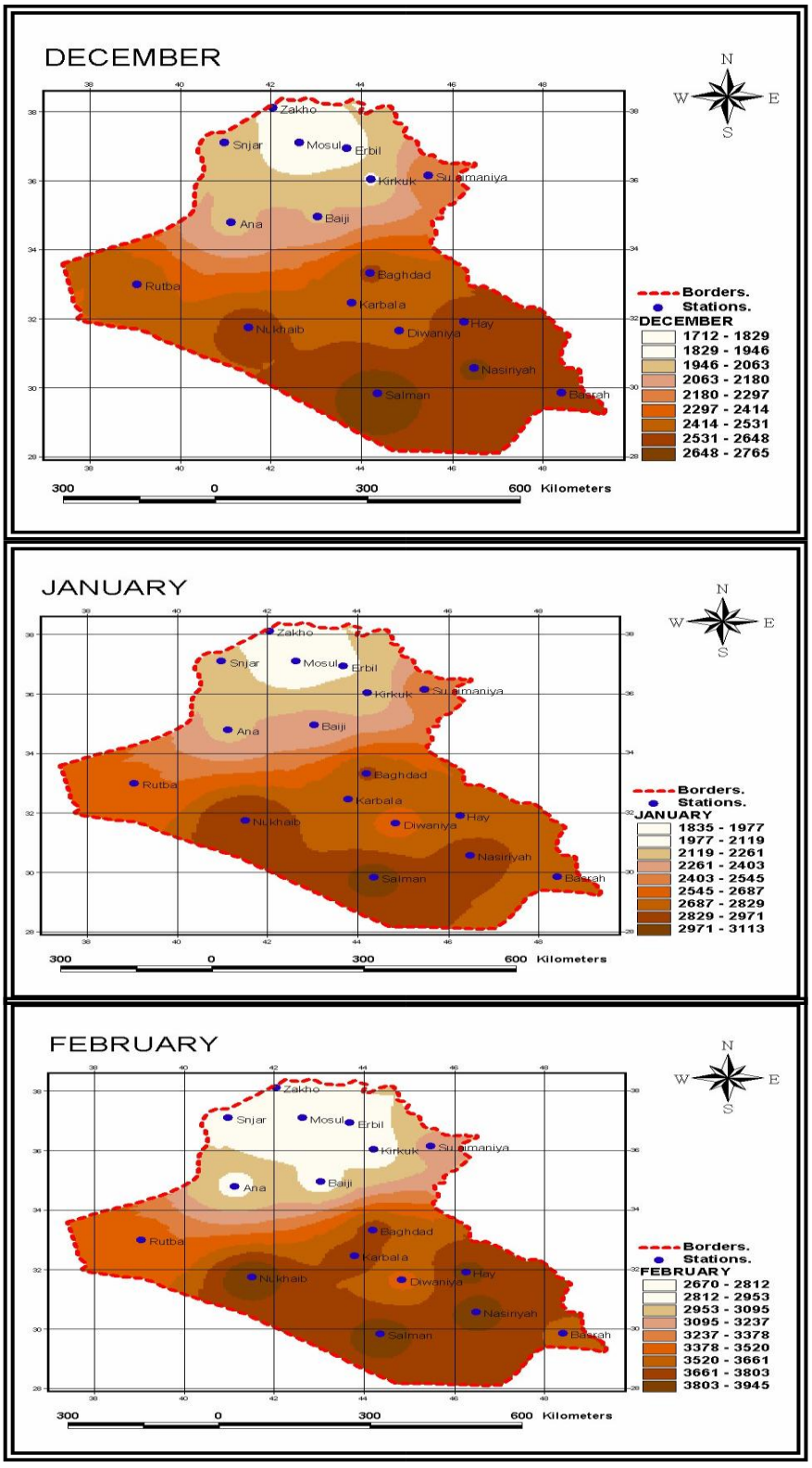
أما منطقة الناصرية والمناطق المجاورة لها فيلاحظ أن قيم الإشعاع الشمسي الكلي فيها منخفضة وقريبة لتلك في المناطق الشمالية وذلك بسبب زيادة العواصف الترابية فيها خلال أشهر الصيف وانخفاض متوسط عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية فيها.

ويلاحظ أن قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي في منطقة الناصرية كانت بحدود (6000W.d/m²) خلال أشهر الصيف. وان قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي ف ي محطة الموصل والمناطق المجاورة لها تراوح بين (6000-6500)W.d/m² خلال شهري حزيران وتموز. وخلال شهر آب يلاحظ انخفاض قيم الإشعاع الشمسي في جميع المناطق بشكل واضح عما هو عليه خلال شهري حزيران وتموز.

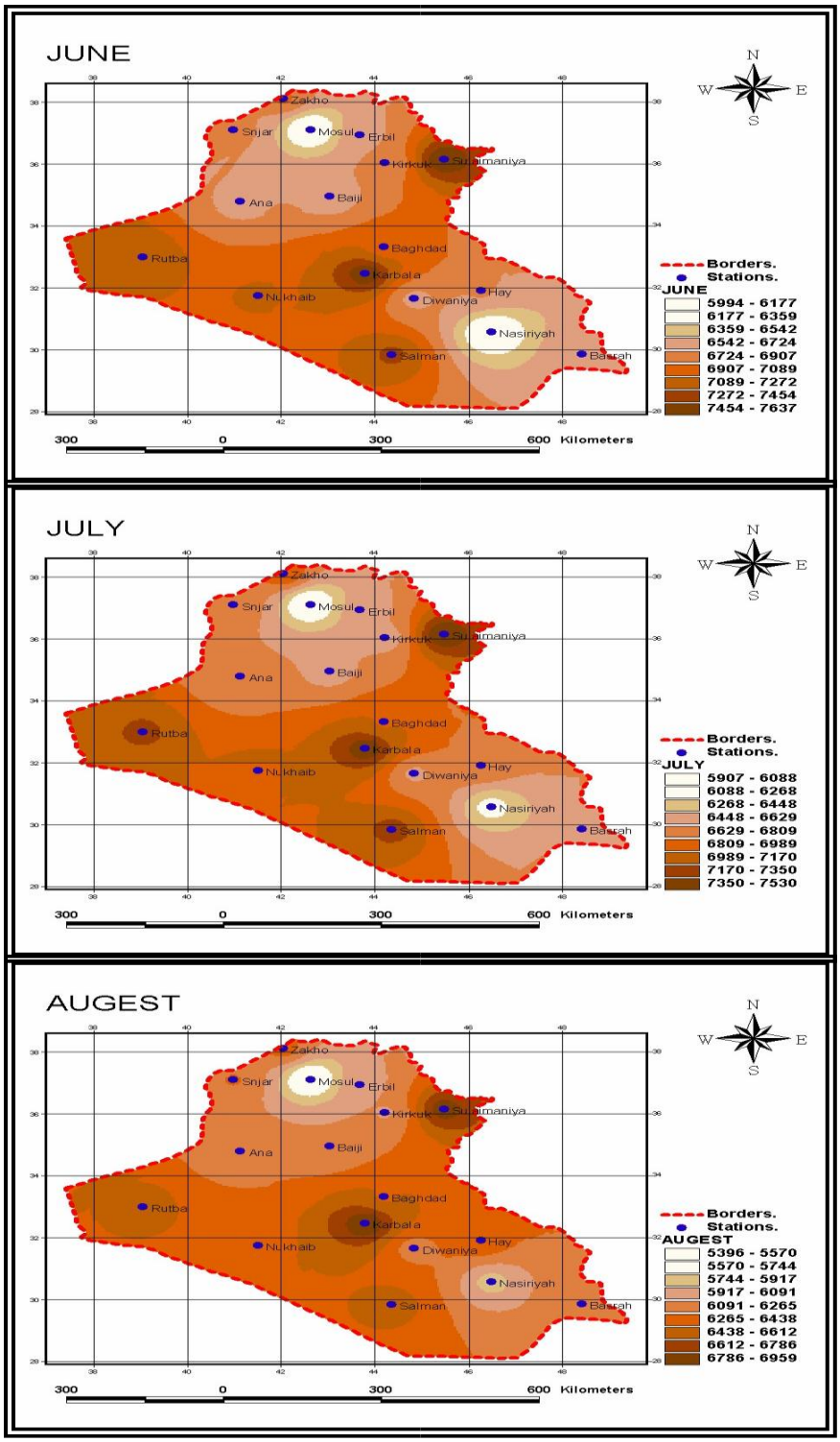
4. التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي خلال أشهر الخريف:

يوضح ال مخطط (5) التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الخريف . يلاحظ خلال شهر أيلول التدرج في قيم المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي في المنطقة الشمالية وذلك تبعا للظروف المناخية السائدة . أما في معظم المناطق الوسطى ومناطق السهول المنبسطة فان معدلات الإشعاع الشمسي تكون متقاربة وذلك لتشابه الظروف المناخية من حيث متوسط عدد ساعات سطوع الشمس ومتوسط الرطوبة النسبية. وأما في منطقة الهضبة المتمثلة بمحطة الرطبة والمنطقة الصحراوية ومنطقة السليمانية فإنها أعطت أعلى القيم للإشعاع الشمسي مقارنة بباقي المناطق إذ تراوحت شدة الإشعاع فيها بين (5600-5900)W.d/m². في حين تراوحت شدة الإشعاع في المنطقة الوسطى بين (5200-5600) W.d/m²وفي المنطقة الشمالية بين (4600-5200)W.d/m². في شهر تشرين الأول يلاحظ تمييز منطقتين رئيسيتين الأولى شمال خط عرض 34º إذ يلاحظ فيها التدرج الواضح لقيم الإشعاع الشمسي والذي امتد من (3300-4100)W.d/m². المنطقة الثانية هي جنوب خط عرض 34º والتي أعطت قيما أعلى للإشعاع الشمسي مقارنة بالمنطقة الأولى إذ تراوحت قيم الإشعاع فيها بين (4100-4450)W.d/m² . وأما في شهر تشرين الثاني الذي قيمته تقترب إلى قيم أشهر الشتاء فهو مشابه إلى حد كبير لشهر كانون الأول ولكن بقيم اعلى بقليل من شهر كانون الأول.

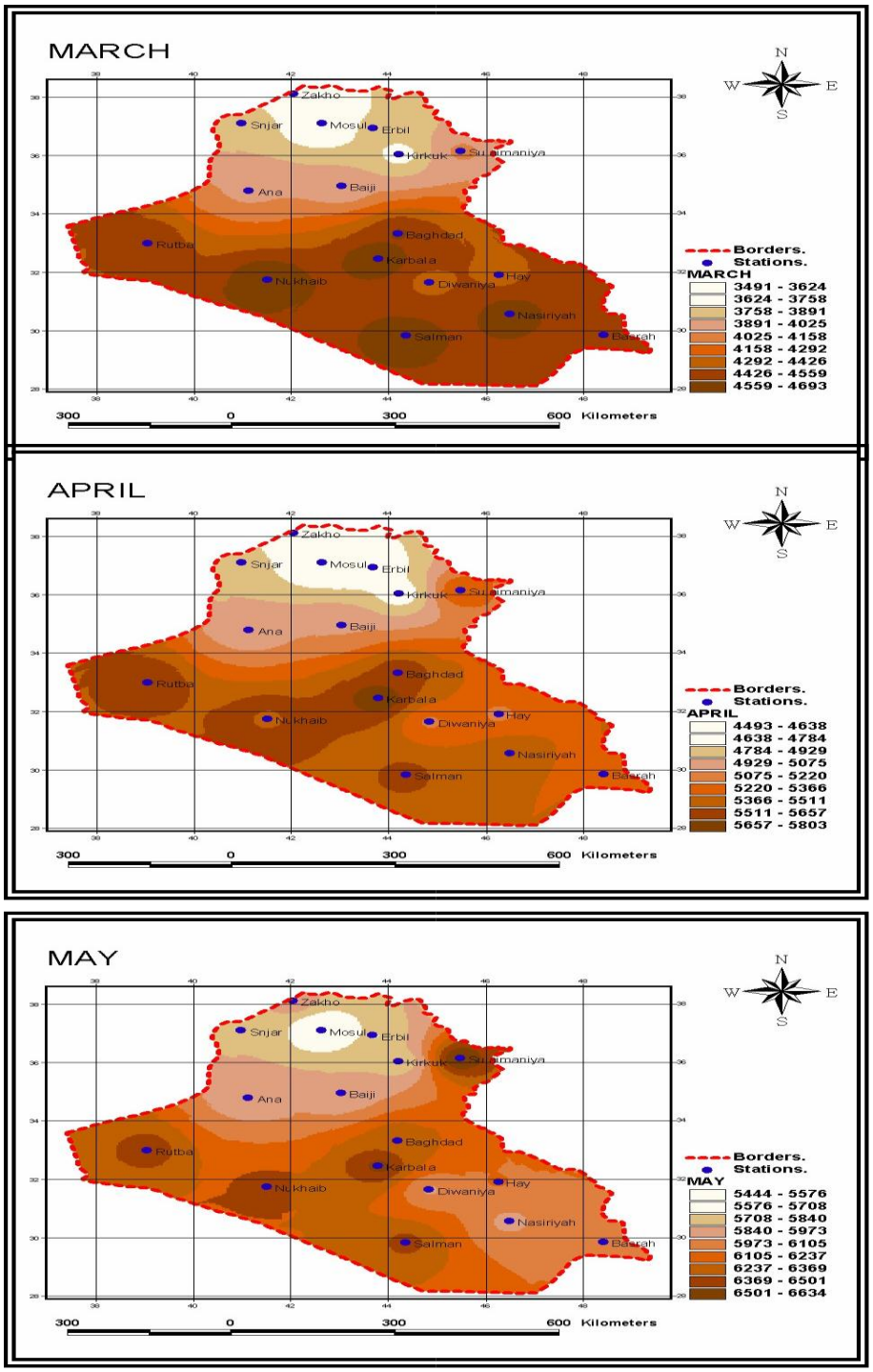
وان قيم الإشعاع الشمسي في شهر تشرين الثاني قد تراوحت بين 2400 W.d/m² في المنطقة الشمالية الى 3400 W.d/m² في المناطق الصحراوية الجنوبية الغربية.



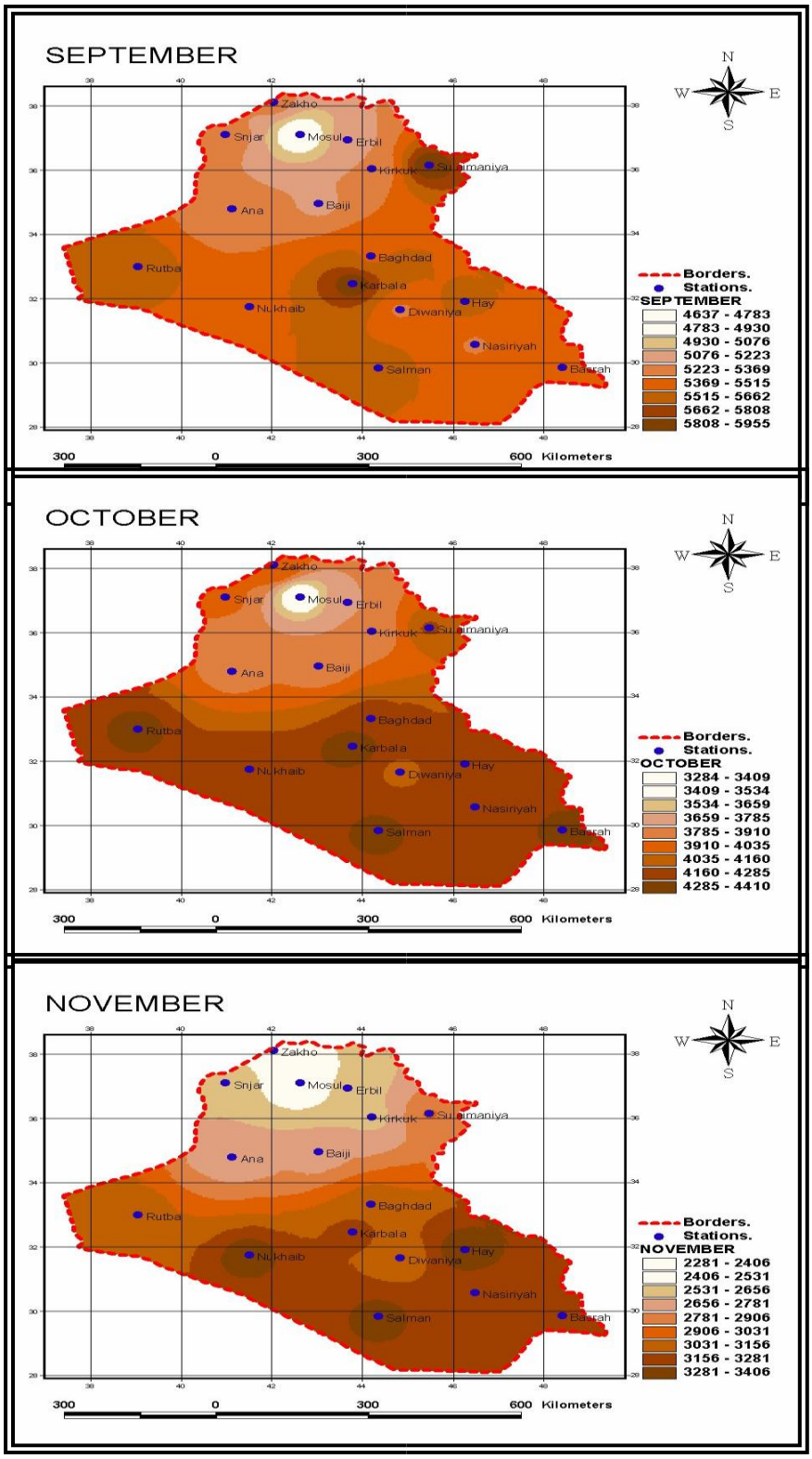
المخطط ١: التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الشتاء



المخطط ٢: التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الصيف.



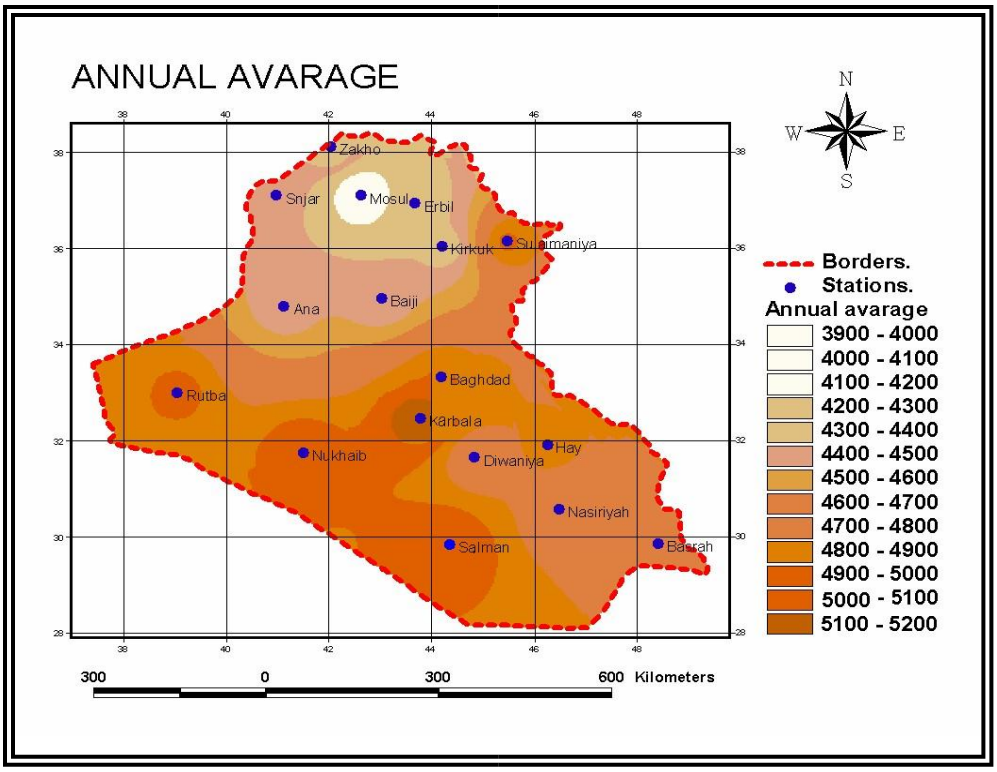
المخطط 3: التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الربيع.



المخطط ٤: التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر الخريف.

تم إيجاد المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي لعموم العراق، المخطط(6) يوضح ذلك . إذ يلاحظ إن قيم هذه المعدلات كانت خلال أشهر الشتاء (كانون الأول ، كـانون الثـاني ، شباط) بلغت (2307 ، 2502 ، 3334)W.d/m² على التوالي .
وخلال أشهر الربيع (آذار ، نيسان ، أيار) بلغت قيم هذه المعدلات (4200 ، 5170 ، 6071)W.d/m² على التوالي . أما خلال أشهر الصيف (حزيران، تموز، آب) فقد بلغت قيم هذه المعدلات (6842 ، 6777 ، 6271)W.d/m² على التوالي . وأما خلال فصل الخريف (أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) فقد بلغت قيم هذه المعدلات (5404 ، 4036 ، 2934)W.d/m² على التوالي .

5 . التباين المكاني السنوي للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق:
المخطط (7) يوضح التباين المكاني السنوي للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي فـي العراق. يلاحظ التدرج الواضح في قيم الإشعاع الشمسي الكلي في المنطقة الشمالية والذي امتد م ـن 0093)(W.d/m² إلى (4500 W.d/m²)، هذه المنطقة تقع شمال خط عرض (34º). المنطقة الوسطى ومنطقة السهول المنبسطة في الجنوب أعطت قيما للإشعاع الشمسي تراوحت بين (4500-5000)W.d/m²، أمـا المنطقة الجنوبية الغربية المتمثل ة بالمنطقة الصحراوية ومنطقة الرطبة فأعطت أعلى القيم للإشعاع الشم ـسي تراوحت بين (5000-5200)W.d/m². إن لعدد ساعات سطوع الشمس وخطوط العرض والظروف الجوية السائدة تأثير كبير على كميات الإشعاع الشمسي في المناطق المختلفة من العراق.
عموما يلاحظ من هذه القيم ان العر اق بجميع مناطقه غني بالطاقة الشمسية التي يمكن استثمارها في العديد من مجالات تطبيقات الطاقة الشمسية.



المخطط ٥: التباين المكاني للإشعاع الشمسي السنوي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق .

الاستنتاجات

تم استنباط أنموذج عام لتخمين الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في عموم محطات القطر والنموذج هو: . $H = Ho\ [0.39 + 0.32(n/N) - 0.006(T)$ عالية2/ 1لدى التطبيق $0.0014(RH)]$ – وقد أعطى دقة

تم إيجاد مخططات التباين المكاني للإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق خلال أشهر السنة والتي أوضحت وجود تباين كبير في قيم الإشعاع الشمسي في المناطق المختلفة من القطر وكان هنالك زيادة تدريجية بشكل عام كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب.

المعدل العام للإشعاع الشمسي الكلي لعموم القطر خلال أشهر السنة كان (2502 ، 3334 ، 4200 ، 5170 ، 6071 ، 6842 ، 6777 ، 6271 ، 5404 ، 4036 ، 2934 ، 2307)$W.d/m^2$ على التوالي.

التباين المكاني للمعدل السنوي للإشعاع الشمسي الكلي في العراق أوضح ان قيم الإشعاع الشمسي امتدت في المنطقة الشمالية بين (4500-3900)$W.d/m^2$ ، في المنطقة الوسطى ومنطقة السهول المنبسطة في الجنوب بين (5000-4500)$W.d/m^2$، في المنطقة الصحراوية ومنطقة الهضبة الغربية بين (5000-
5200)$W.d/m^2$

المصادر العربية

- الكتب:

١. القرآن الكريم.
٢. أبو العطا، فهمي هلالي ، الطقس والمناخ، دار الكتب الجامعية، الاسكندرية، ١٩٧٠.
٣. ابو العينين، حسن سيد أحمد، دراسات في الجغرافية المناخية والنباتية، مكتبة مكاوي، الاسكندرية، ١٩٧٩.
٤. ابو العينين، حسن سيد أحمد، أصول الجغرافيا المناخية، ط١، الدار الجامعية، بيروت، ١٩٨١.
٥. أ. كرين، مارتن، الخلايا الشمسية، ترجمة د. يوسف مولود حسن، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٩.
٦. جودة، حسنين جودة، الجغرافية المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، ١٩٨٩.
٧. حديد، أحمد سعيد ،د.ابراهيم شريف ، د. فاضل الحسني ، جغرافية الطقس، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٧٩.
٨. حديد، أحمد سعيد ،د. فاضل الحسني ، د. حازم توفيق العاني ، المناخ المحلي، دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٨٢.
٩. حديد، أحمد سعيد، د. ابراهيم شريف، د. فاضل الحسني، جغرافية الطقس، مكتب الوطن للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٧٩.
١٠. خروسوف، س.، ب.، الطقس والمناخ والارصاد الجوي، ترجمة د. فاضل الحسني ود. مهدي الصحاف، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٧٧.
١١. بني دومي، محمد خلف ، المدخل إلى الجغرافيا الطبيعية، ط١، مطبعة البهجة، جامعة اليرموك، الاردن، ٢٠٠١.
١٢. الراوي، خاشع محمود، المدخل إلى الإحصاء، مديرية مطبعة الجامعة، جامعة الموصل، ١٩٨٤.
١٣. الراوي، صباح محمود وعدنان هزاع البياتي، أسس علم المناخ، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٩٠.
١٤. الراوي، عادل سعيد وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٩٠.
١٥. رشيد ، جمعة ، الاطلس الشامل ، الطبعة الاولى ، مطبعة الرمز ، بغداد، ١٩٨٧.
١٦. سفافة، أدهم، المناخ والارصاد الجوي، ط١، مديرية دار الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، ١٩٧٣.
١٧. سلطان، عبد الغني جميل، الجو عناصره وتقلباته، دار الحرية للطباعة، بغداد، ١٩٨٥.
١٨. السماك، محمد أزهر (وآخرون)، العراق، (دراسة إقليمية)، ج١، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨٥.

١٩. شحادة، نعمان، علم المناخ، مطبعة النور النموذجية، الاردن، عمان، ١٩٨٣.
٢٠. شرف، عبد العزيز طريح، الجغرافية المناخية والنباتية، ط٨، دار الجامعات المصرية، القاهرة، ١٩٧٨.
٢١. شرف، عبد العزيز طريح، مناخ الكويت، ط١، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية، ١٩٨٠.
٢٢. شريف، إبراهيم ابراهيم، جغرافية الطقس، دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٩١.
٢٣. الشلش، علي حسين وآخرون، جغرافية الاقاليم المناخية ، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٧٨،
٢٤. الشلش ، علي حسين، مناخ العراق، ترجمة ماجد السيد ولي، وعبد الاله رزوقي كربل، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٨٨.

الدوريات:

١- أمين، آزاد محمد، الإمكانات السياحية في محافظة البصرة، (موسوعة البصرة الحضارية- المحور الجغرافي)، جامعة البصرة، ١٩٨٩.
٢- الجنابي، صلاح حميد، الخصائص الجغرافية الموضوعية لمدينة الموصل، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٣٢، ١٩٩٦.
٣- الطائي، محمد حامد، تحديد أقسام سطح العراق، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد ٥، ١٩٦٩.
٤- عبد الله، جميل نجيب، الغابات الطبيعية في شمال العراق، مجلة آداب البصرة، العدد ٥، ١٩٧١.

الرسائل الجامعية:

١- بطرس، جميل توما، تحليل الواقع السكني لمدينة الموصل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، مركز التخطيط الحضري والاقليمي، جامعة بغداد، ١٩٩٢.
٢- التميمي، بان عوني مهدي، أثر العوامل المناخية والقوى البيئية في ديمومة التكوين الشكلي والقشرة الخارجية للمبنى، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الهندسة، جامعة بغداد، ٢٠٠٢.
٣- الجبوري، رجاء خليل أحمد، الموازنة المائية المناخية للمنطقة المتموجة في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، ٢٠٠٢.
٤- الحكيم، سعيد حسين، هيدرولوجية حوض نهر دجلة في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، ١٩٨١.

*** المصادر الأجنبية:**

1. C.E. Koeppe and G.C. Delong, Weather and Climate, New York, McGraw-Hill Book Company, INC., 1985.

2. Doorenbos J. and W. Ofruit, Grop. Water Reguirments, S.F.A.O Irrigation and Droinage Paper, No. 24, Roma, 1977.
3. E.T. Stringer, Techniques of Climatology, San Francisco University of Birmingham, 1972.
4. Givoni, B. Man, Climate and Architecture, Elsevre Publishing Company Limited, 1969.
5. Knowles, Ralph L., Energy and Form The M:t Press, 1980.
6. Ministry of Municipalities, Basrah Development Plan, London, Liewelyn-Davis Weeks Foresker-Walker and Bor. 1973.
7. Olggay, Victor: Design with Climate, Princton University Press, 1973.
8. V.C. Finch and G.T. Trewartha, Element of Geography, Vol., Washington, 1944.