ملامح ظاهرة الاشعاع الشمسي الحراري في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية

د . عبدالرحمن سعود البليهد*

مقدمة:

يعد الإشعاع الشمسي المصدر الأساسي للطاقة في الغلاف الجوي وعلى سطح الأرض، ويتكون الإشعاع الشمسي من ثلاث مجموعات رئيسية هي:

الأشعة فوق البنفسجية ١٥ و- ٤ , ميكرون (الحيوية)، والأشعة المرئية « الضوئية» ٤ و- ٧و ميكرون والأشعة (الحرارية) أو تحت الحمراء ٧ و- ٤ وميكرون ومن الملاحظ أن الأرضية هي المسؤولة عن جميع العمليات الجوية والاضطرابات والسحب، والأمطار والرياح. وهي موجات طويلة (٤ - ١٠٠ ميكرون تقريبا)

- الاشعاع الأرضي هو المسؤول عن جميع العمليات الجوية، والاضطراب والسحب والأمطار والرياح.

وأثناء مرور الإشعاع الشمسي عبر الغلاف الجوي يتعرض قسم منه للإنعكاس والإنتشار والإمتصاص في الجو قبل أن يصل إلى سطح الأرض ويعرف القسم الذي يصل من الإشعاع الشمسي (أي الذي يصل إلى سطح الأرض دون الانتشار في الجو بالاشعاع المباشر) والمجموع الكلي للاشعاع المنتشر والاشعاع المباشر يعرف باسم الشامل (١).

وفي دراستنا للإشعاع الشمسي سيكون التركيز على الإشعاع الشمسي المباشر، والذي بدوره يؤثر تأثيرا مباشرا على حرارة الهواء وخصائصها ومسارها السنوي في منطقة الدراسة.

* أستاذ مشارك ، قسم الجغرافيا بكلية الآداب/ جامعة الملك سعود

(١) عياش، سعود يوسف. مستقبل الطاقة الشمسية في دول الخليج، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ٢٦، عام ١٩٨١م، ص ١٠٩.

موضوع الدراسة وتحديد أبعاد المشكلة :

إن وقوع منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ١٦َ ١٩° ــ ٥٥َ ٢٨° شمالا يجعلها من بين المناطق ذات الإشعاع الشمسي المرتفع نظرا لأن مدار السرطان (٥ . ٢٣°ـ) يمر من وسطها، مما يعني أن زاوية إرتفاع الشمس في وسطها تقترب من ٩٠ درجة وقت الانقلاب الصيفي .

وعلى الرغم مما تمثله زيادة كمية الإشعاع الشمسي في المنطقة من ايجابية لامكانية الاستفادة المستقبلية منها في تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة كتحسين المياه للاستعمالات المنزلية والصناعية والتدفئة والتبريد، وتحلية المياه وتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة التحول الحراري، والتحويل المباشر باستعمال الخلايا الشمسية، فإن ارتفاع حرارة الهواء يعد أيضا عاملا ايجابيا آخر في الاستفادة من الطاقة الشمسية، فإرتفاع حرارة الهواء يعني انخفاض كمية الحرارة المفقودة من السطوح الماصة للإشعاع الشمسي إلى الجو الخارجي .(١)

إلا أن تلك الزيادة في كمية الإشعاع الشمسي وحرارة الهواء لها آثارهاالسلبية ومشاكلها العديدة، فزيادة كمية الإشعاع الشمسي أدت بشكل مباشر إلى رفع حرارة الهواء بالمنطقة خصوصا في فصل الصيف إلى حدودها العليا المرهقة وهذا يؤثر بدوره في نمط تخطيط المساكن من حيث اتساعها ونظام التهوية بها والمواد المستخدمة في بنائها، كما أن ذلك حدا بالمخططين إلى تحديد الوان المساكن بالألوان التي تساعد على عكس الأشعة الشمسية للتقليل من الطاقة الحرارية النافذة إلى المباني. (٢)

ومن الآثار السلبية لزيادة كمية الإشعاع الشمسي وارتفاع حرارة الهواء بالمنطقة التي تعاني من مشاكل ندرة النبات الطبيعي أن تلك الزيادة ساهمت بشكل فعال في زيادة التبخر والنتح ومن ثم التقليل من القيمة الفعلية للكم الضئيل والمتذبذب من مياه الأمطار، كما أن زيادة الإشعاع الشمسي في المنطقة أثر في تقنين عملية ري المزروعات بإستخدام طرق الري بالتنقيط للتقليل من كمية الفاقد بالتبخر من جهة وتقليل الضغط على موارد المياه في المنطقة وهي بطبيعها محدودة من جهة أخرى، كما أن زيادة التبخر من مياه الري تساعد على تقليل ما تحتويه التربة من الرطوبة مما يؤدي بالتالي إلى عجز مائي في التربة وإلى زيادة تركيز الأملاح فيها ومن ثم تقل قدرتها الانتاجية. (٣)

وتجدر الإشارة هنا إلى أن جميع الآثار السلبية تلك جاءت نتيجة لتضافر مجموعة من العناصر

(١) المرجع السابق، ص ٢

(٢) الوكيل، شفق العوضي، المناخ وعمارة المناطق الحارة، القاهرة، عالم الكتب، ١٩٨٩م، ص ٦١.

(٣) حمادة، ايمبلي محمد، المناخ والزراعة في منطقة القصيم، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٨٨م ص ٧٨.

المناخية والجغرافية إلا أن زيادة الاشعاع الشمسي تلعب دورا بارزا في تلك الآثار.

وعليه فإن مشكلة زيادة كمية الاشعاع الشمسي بمنطقة الدراسة تعد من بين أهم المشاكل التي تتطلب من الباحثين تقصى أبعادها لإرتباطها المباشر بسكان المنطقة ونشاطاتهم اليومية، ولعل هذه الدراسة تكون اسهاما فعالا في هذا الجانب من خلال تقصيها لخصائص عنصر الاشعاع الشمسي بشكل تفصيلي وتحديد مدى تباين تلك الخصائص على المستويين الزمني والمكاني بالاعتماد على البيانات التفصيلية المتوفرة وتحليلها تحليلا كميا، لتكون هذه الدراسة بداية تفتح الطريق أمام دراسات مستقبلية قادمة تتناول جوانب أخرى من هذا الموضوع الحيوي.

منطقة الدراسة:

تضم منطقة الدراسة ثلاث امارات هي:

امارة الرياض ـ امارة القصيم ـ امارة حائل: وتشكل هذه الامارات الثلاث إقليما طبيعيا متميزا يمتد من رمال النفوذ شمالا إلى رمال الربع الخالي جنوبا فيما بين دائرتي عرض ١٦َ ١٩° ـ ٥٥َ ٢٨° شمالا لمسافة تصل إلى نحو ٨٠٠ كم وما بين رمال الدهناء شرقا والأطراف الشرقية للحرات والهضاب الغربية غربا بين خطي طول ٢٣َ ٣٩° ـ ٣٥َ ٤٨° شرقا ولمسافة تصل إلى نحو ٦٥٠ كيلو مترا. (١)

ويشغل هذا الاقليم مساحة تقدر بحوالي ٥٠٠ ألف كيلو متر مربع أي ما يعادل ٢٢٪ من المساحة الكلية للمملكة العربية السعودية.

وتتميز منطقة الدراسة (المنطقة الوسطى) بانحدار تضاريسها التدريجي باتجاه الشرق، وتنتشر في المنطقة الوسطى العديد من النتوءات الصخرية لعل أهمها جبل شمر وجبال الأبانات إلا أن أهم ما يميز تضاريس المنطقة خاصة في قسمها الشرقي الحافات الصخرية التي تعد حافة طويق أهمها، كما أنها تعد أكثر الظاهرات الجغرافية بروزا في المنطقة. (٢)

وتجدر الاشارة هنا إلى أنه كان لاختيار المنطقة الوسطى (بحدود مناطقها الادارية الثلاث) أسباب عدة لعل أهمها موقعها المتوسط البعيد عن المؤثرات البحرية سواء الشرقية منها أو الغربية ولاحاطتها بالصحاري الرملية مما أعطاها سمات مناخية تتميز بها عن غيرها من اجزاء المملكة

(١) أبو العلا، محمود طه، جغرافية شبه الجزيرة العربية، ج١، ط٢، القاهرة، الانجلو المصرية، ١٩٧٧م، ص٤٤.

(٢) الشريف، عبد الرحمن صادق، جغرافية المملكة، ج١، ط١، الرياض، دار المريخ، ١٩٧٧م، ص ٥٣.

الأخرى خاصة فيما يتعلق بعنصر الأشعاع الشمسي علاوة على مرور مدار السرطان من وسط المنطقة وما يعنيه من زيادة واضحة في كمية الاشعاع الشمسي الذي يساهم بصورة فعالة في رفع درجة الهواء التي تعد عنصرا فعالا له تأثيره على حياة الانسان ونشاطاته في المنطقة، خاصة أنها تمثل ثقل سكاني، حيث تقدر نسبة السكان في هذه المنطقة بحوالي ٤ ,٢٨٪ من المجموع الكلي لسكان المملكة أي ما يعادل الثلث. (١)

محطات الرصد المستخدمة في الدراسة:

تعتمد هذه الدراسة على جميع محطات الرصد المناخية المتوافرة في منطقة الدراسة، ولا تقل فترة التسجيل في أي من هذه المحطات عن ثلاث عشر سنة، ويعد الحد الأدنى للفترة الزمنية للتسجيل فيها كاف. نظرا لقلة التغيرات التي قد تطرأ على عنصر الاشعاع الشمسي.

بلغ عدد المحطات المستخدمة في هذه الدراسة ست عشرة محطة منها اثنى عشرة محطة تتبع وزارة الزراعة والمياه وتمتد فترة التسجيل فيها بين عامي ١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م، أما المحطات الأربع الأخرى فتتبع مصلحة بوزارة الدفاع والطيران، وتمتد فترة التسجيل فيها من عام ١٩٦١ ـ ١٩٨٩م ويوضح الجدول رقم (١) احداثيات محطات الرصد في المنطقة، كما أن الشكل رقم (١) يبين منطقة الدراسة ومواقع محطات الرصد فيها.

مصادر وبيانات الدراسة:

لقد اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية التي جمعت من ١٦ محطة منها ١٢ محطة من وزارة الزراعة والمياه، إدارة تنمية الموارد والمياه، قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م. أما البيانات المتعلقة بكمية السحب والتي لا ترصدها محطات الزراعة والمياه فقد جمعت من مصلحة الارصاد وحماية البيئة بوزراة الدفاع والطيران للفترة ١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م لأربع محطات هي:

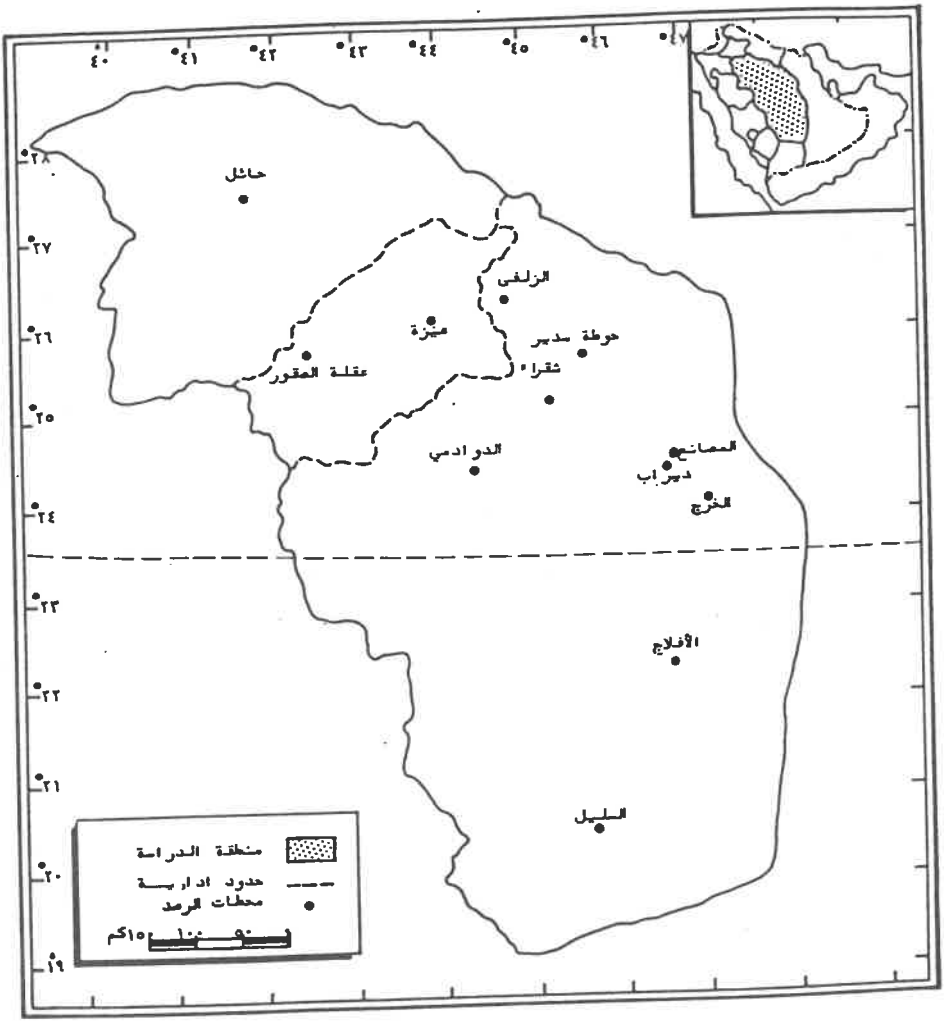
محطة مطار السليل، محطة الرياض، محطة مطار القصيم، ومحطة مطار حائل. هذا فضلا عن بعض الخرائط الطبوغرافية والمناخية إضافة إلى أطلس الاشعاع الشمسي للمملكة من اعداد المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا بالتعاون مع وزارة الزراعة والمياه، كما اعتمدت الدراسة على العديد من المراجع الأصولية والدوريات والبحوث المتعلقة بالموضوع أو القريبة منه.

(١) وزارة المالية والاقتصاد الوطني، مصلحة الاحصاءات العامة، نشرة تقدير السكان خلال الفترة من ١٤٠٣ ـ ١٤١٢هـ، بيانات غير منشورة.

جدول رقم (١)

محطات الرصد في منطقة الدراسة

الرقم	اسم المحطة	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع (م)	فترة التسجيل	المدة سنة
١	الأفلاج	٤٦.٤٤°	٢٢.١٧°	٥٣٩	١٩٦٧ـ ١٩٨٩	٢٣
٢	حائل	٤١,٣٨	٢٧,٢٨	٩٧٩	١٩٧٣ـ١٩٨٩	١٧
٣	حوطة سدير	٤٥,٣٧	٢٥,٣٢	٦٦٥	١٩٦٧ـ١٩٨٩	٢٣
٤	الخرج	٤٧,٢٤	٢٤,١٠	٤٣٠	١٩٦٧ـ١٩٨٩	٢٣
٥	الدوادمي	٤٤,٢٢	٢٤,٢٩	٩٤٠	١٩٧٥ـ١٩٨٩	١٥
٦	ديراب	٤٦,٣٤	٢٤,٢٥	٦٠٠	١٩٧٧ـ١٩٨٩	١٣
٧	الزلفي	٤٤,٤٨	٢٦,١٨	٦٠٥	١٩٧٥ـ١٩٨٩	١٥
٨	السليل	٤٥,٣٤	٢٠,٢٨	٦٠٠	١٩٦٦ـ١٩٨٩	٢٤
٩	شقراء	٤٥,١٥	٢٥,١٥	٧٣٠	١٩٧٠ـ١٩٨٩	٢٠
١٠	عقلة الصقور	٤٢,١١	٢٥,٥٠	٧٤٠	١٩٧٧ـ١٩٨٩	١٣
١١	عنيزة	٤٣,٥٩	٢٦,٠٤	٧٢٤	١٩٦٥ـ١٩٨٩	٢٥
١٢	المصانع	٤٦,٤٣	٢٤,٣٤	٥٦٤	١٩٦٤ـ١٩٨٩	٢٦



شكل رقم (١) موقع محطات الرصد في منطقة الدراسة

المصدر : اطلس السكان في المملكة العربية السعودية ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب جامعة الملك سعود، ١٩٨١م.

الدراسات السابقة :

على الرغم من أن الاهتمام بالاشعاع الشمسي ومحاولة الاستفـادة منه في التطبيقات التجريبية المختلفة للطاقة قد بـدأ منذ أوائل القرن الثامن عشر، إلاأن الاهتمام الفعلي بهذا العنصر يعود إلى بـداية القـرن الحالي حين لجأ العـديد من البـاحثين المهتمين بـالمناخ إلى محاولـة تقـدير الاشعـاع الشمسي بالاعتماد على المعادلات التجـريبية بسبب عدم توفـر البيانات الكافيـة عنه في كثير من أقطـار العالم، وتعـد معادلـة انجستروم (Angstrom, 1916) من أشهـر المعـادلات التي يتم تطبيقها لتقدير كمية الاشعاع الشمسي بالاعتماد على عدد السطوع الفعلية في كثير من الدراسات المناخية .

وفي أواسط هذا القرن تزايد الاهتمام بعنصر الاشعـاع الشمسي وقد جاء ذلك الاهتمام مرتبطا ببعض التصنيفات المنـاخية الأصـولية مثل تصنيف بـوديكو (Bodyko 1984) على مفهـوم التوازن الاشعاعي بقياس النسبـة بين صافي الأشعة وكمية الطاقة اللازمـة لتبخر المعدل السنوي من الأمطار في أي مكـان، وقد اعتمـد على بعض المعادلات التجريبيـة للخروج بتقـديرات غير مباشرة للإشعاع الشمسي .

وكذلك فعل تيرجنج (Terjung 1971) الذي اعتمد في تصنيفه على تقدير المعدل الشهري لصافي الأشعة مستخدما الخرائط التي أعدها بوديكو (Boduko 1963) في الاتحاد السوفيتي .

وفي العقد السابع من القرن الحالي ومع تزايد الاهتمام بالاشعاع الشمسي والدراسات المناخية ظهـرت العـديد من الـدراسـات التي تنـاولت هـذا العنصر وتوزيعـه في بعض المنـاطق ضمن دراسات استهـدفت الكشف عن السمات المناخيـة العامـة لتلك المناطق مثل دراسـات كل من ديفس (Devise, 1965) وأوجو (Ougou, 1970) واويدايرن (Oyediran, 1972) وقد تركزت هذه الدراسات الثلاث على غرب افريقيا حيث تناولت دور بعض المؤثرات في الإشعاع الشمسي في تلك المنطقة مثل كميـة السحب وساعات السطوع إضـافة إلى التباينات المكانيـة في التوزيع السنوي لمعدل الاشعاع الشمسي .

وقبل ذلك قـام جينـز (Geens, 1965) بدراسة عـن أثر الارتفاعات في جبال الـروكي وما يرتبط بها من ثلوج على كمية الاشعاع الشمسي المباشر والمنعكس وقبله قام ميتر (Meter, 1955) بمحاولة لتقدير الاشعاع الشمسي المباشر في كندا .

إلا أن أهم ما نلاحظه على الدراسات التي تناولت الاشعاع الشمسي انها في الغالب اهتمت

بالنـواحي الفيزيائية لـلاشعاع الشمسي والقاء الضوء على طبيعتـه بهدف الاستفادة من ذلك في النواحي التطبيقية للطـاقة الشمسية، ولكن كان لابد لتلك الدراسـات من الأخذ بعين الاعتبار كمية الاشعاع الشمسي ونمط تـوزيعه من مكان لآخر بـالاعتماد على معدلاته اليوميـة والشهرية والسنوية. ومن أهـم الدراسات التي تناولت الاشعاع الشمسي على المستوى العربي ما يأتي:

(١) أعد عياش (١٩٧٩ م) دراسـة بعنوان (الاشعاع الشمسي في الكويت) وقـد تناول فيها المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي الشامل والمباشر أوضح فيها أن تلك المعدلات ترتفع كثيرا طوال الفترة الممتدة من شهر مايو وحتى نهاية شهر اكتوبر وأن يوليو يسجل معدل يصل إلى نحـو ٧١٠ كالـوري/ سم٢، كما تنـاول مكونـات الغـلاف الغـازي في الكويت على الاشعـاع الشمسي الشامل وذكـر أن معدل كمية الاشعاع الشمسي الشـامل الساقط على وحدة المسـاحة الأفقية على سطح الأرض يساوي ٧٢٪ من كمية الاشعـاع الشمسي الساقط على وحدة المساحة الأفقية على سطح الغـلاف الغازي، وأن الغـلاف الغازي في الكـويت يمتص حوالي ٢٨٪ من أشعـة الشمس المارة من خـلالـه. ومن ثم تنـاول إمكـانيـات استخـدام الطـاقـة الشمسيـةفي التطبيقات المختلفـة وأهمها التبريـد وذلك بالنظر إلى زيـادة الضغط على الطاقـة الكهربـائية في فصل الصيف حيث أن ٦٠٪ من الطاقة الكهربـائية المنتجة في هذا الفصل تستعمل في أغراض التبريد.

(٢) أعد عبـاس (١٩٧٩م) دراسـة بعنـوان (الاشعاع الشـامل وعنـاصره في القطر العـربي السوري) أشـار فيها إلى نقص بيانـات الاشعاع الشمسي في سوريـا حيث توجد ثـلاث محطات فقط تقـوم برصـده. وبـالنظر لكـون المعلومـات المتـوافرة في تلك المحطـات لا تعكس تغيرات الاشعاع الشمسي بصورة صحيحة، فقد اعتمد على طريقـة (بوديكو) في حساب كمية الاشعاع الشمسي الشامل، وذلك باستخـدام معلومات أربع عشرة محطة عن الغيوم والحرارة والـرطوبة، ومن ثم أورد جـداول للمقـارنـة بين الاشعاع الشمسي المرصـود والاشعـاع الشمسي المحسـوب بالمعـادلة المذكورة، وقـد جاءت نتـائج تطبيق تلك المعادلة مقـاربة نـوعا ما لـلاشعاع الشمسي المرصود في المحطات الثلاث المذكورة.

(٣) قدم طعمة (١٩٧٩م) دراسة بعنوان (علاقة تجريبية بين الاشعاع الشمسي ومدة سطوع الشمس) في ثلاث محطـات في سوريا وذلك بـاستخدام عـلاقة انجستروم، وقد وجـد أن هناك عـلاقة ارتبـاطية بين الاشعـاع الشمسي ومدة السطـوع تراوحت بين (٠,٧٨ ــ ٠,٩٢) وذلك بـاستخدام المتـوسطات الشهـرية للعنصرين وقـد قـام بتحليل نتائجـه على خرائط للمعـدلات الشهرية وخريطة للمعدل السنوي.

(٤) أعد عياش (١٩٨١م) دراسة بعنوان (مستقبل الطاقة الشمسية في دول الخليج العربي) ذكر فيها أن الموقع الجغرافي لدول الخليج جعلها من بين المناطق ذات الاشعاع الشمسي المرتفع، ومن ثم تناول المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي الشامل في تلك الدول، ومدى تباينه من دولة لأخرى. وقد استثنى في دراسته المملكة العربية السعودية معللا ذلك بإمتدادها الجغرافي الواسع وبالتالي ضرورة التعامل معها على انفراد، كما استثنى دولة عمان لحداثة البيانات بالاشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض فيها وأن تلك المعدلات عالية بالمقارنة مع الكثير من مناطق العالم خاصة في فصل الصيف، مما يتلائم مع ازدياد الطلب على الطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية، وقد أشار إلى أن التناسق بين إزدياد الاشعاع الشمسي وازدياد الطلب على الطاقة يجعل الطاقة الشمسية مصدرا ملائما لإستغلاله في التطبيقات المختلفة مثل تسخين المياه والتدفئة والتبريد، وتحلية المياه وانتاج الكهرباء، كما تناول في دراسته تجارب تلك الدول الأولية في مجال استخدام الطاقة الشمسية.

(٥) قدم عقراوي (١٩٨٣م) دراسة بعنوان (معادلة تجريبية لحساب الاشعاع الشمسي المتناثر بالاعتماد على العوامل الجوية لمدينة بغداد) وقد استنتج معادلة رياضية لحساب الاشعاع بالاعتماد على عكرة الجو والغيوم والرطوبة النسبية، وقد أوضح أن عامل العكرة يبلغ ذروته في فصل الصيف (يوليو، أغسطس) وأن ذلك يعود إلى ارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي إلى تسخين الهواء وبالتالي إلى تصاعد الأتربة والعوالق والدخان في الجو كما أن الرياح الشمالية الغربية السائدة في هذا الفصل وقلة الرطوبة النسبية وكمية الغيوم تساعد على ذلك، أما في فصل الشتاء فتكون لعامل العكرة أدنى قيمة بسبب انخفاض درجة الحرارة وندرة العواصف الترابية وزيادة الرطوبة النسبية وكمية الغيوم وتغير سرعة الرياح واتجاهها، ثم قام بمقارنة النتائج التي استخلصها مع نتائج قيم عامل العكرة لمدينة (Montfavet) الفرنسية، ثم قام بدراسة أثر الغيوم على الاشعاع الشمسي المتناثر وأشار إلى أن كمية الاشعاع الشمسي المتناثر تزداد مع ازدياد كمية الغيوم، وكذلك ازدياد الاشعاع الشمسي المتناثر مع زيادة الرطوبة النسبية.

(٦) أعد حداد (١٩٨٦م) دراسة بعنوان (توزيع الاشعاع الشمسي في القطر العربي السوري) وقد تضمنت هذه الدراسة حساب الاشعاع الشمسي في سوريا اعتمادا على المعلومات الفلكية الخاصة بحركة الشمس وعلاقة الاشعاع الشمسي بزاوية ارتفاع الشمس وذلك في ست وعشرين محطة موزعة في أنحاء سوريا ومن ثم تحديد المعدلات الشهرية والسنوية للاشعاع الشمسي الساقط على تلك المحطات، وقد قام بوضع خرائط لتوزيع المعدل السنوي للاشعاع الشمسي في شهر يناير الذي يمثل الحد الأدنى للاشعاع وفي شهر يوليو الذي يمثل الحد الأعلى

للاشعاع، كما أورد خرائط لتوزيع المعدل السنوي للاشعاع الشمسي في سوريا، وقد أشار إلى أن تلك الخرائط تمثل القاعدة العلمية السهلة للتعامل مع موضوع الطاقة الشمسية، كما تعد وثائق أساسية للدراسات في مجال تطبيق الطاقة الشمسية.

(٧) أعد علي (١٩٨٨م) دراسة بعنوان (طبيعة الاشعاع الشمسي) ركز فيها على التعامل المؤثر على الاشعاع الشمسي وهي الكتل الهوائية والغيوم والاضطرابات الجوية، ففيما يتعلق بالكتل الهوائية وأثرها على الاشعاع الشمسي أشار إلى تأثير سماكة الكتل الهوائية على ما يصل من الاشعاع الشمسي نحو الأرض حيث يقل الاشعاع بزيادة سماكة الكتلة الهوائية والعكس صحيح وذلك لتأثير ذلك الاشعاع بعوامل الامتصاص والانتشار، أما عن تأثير الغيوم على الاشعاع الشمسي فقد ذكر أنها تعد أكبر عائق له حيث تقوم بامتصاص قسما كبيرا منه وتبعثر القسم الآخر إلا أن هذا الأثر يتوقف على نصف قطر القطرة المائية الواحدة على اعتبار أن الغيوم تصور بأنها قطرات ماء شفافة فكلما ازداد نصف قطر القطرة المائية كلما أدى إلى زيادة الاشعاع الشمسي الممتص، وعن تأثير الاضطرابات الجوية أشار إلى أن الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض تتأثر كثيرا بإمتصاصها بواسطة جزئيات بخار الماء وذرات الغبار والضباب.

يتضح من خلال عرض الدراسات السابقة المتعلقة بالاشعاع الشمسي أنها تركزت في معظمها على طرق تقديرية ومدى الاستفادة منه في تطبيقات الطاقة المختلفة، كما أن الدراسات التي أجريت عن المملكة أشارت إلى الاشعاع الشمسي ضمن دراسة السمات العامة في بعض المناطق دون الاهتمام بالتحليل التفصيلي لعنصر الاشعاع الشمسي على المستوى المحلي، لذا فإن هذه الدراسة سوف تكون اسهاما جديدا من خلال تركيزها على خصائص الاشعاع الشمسي ونمط توزيعه ومدى تباينه على المستويين الزماني والمكاني في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية.

أهداف الدراسة وتساؤلاتها:

يهدف الباحث إلى دراسة الاشعاع الشمسي دراسة تحليلية تفصيلية لمنطقة الدراسة وذلك من خلال مجموعة من التساؤلات:

(١) هل تحدد دائرة العرض الجغرافي فقط كمية الاشعاع الشمسي أم هناك عوامل أخرى؟

(٢) ما مدى دقة كمية الاشعاع الشمسي الساقطة على سطح الأرض بالطرق الاحصائية أي ما مدى تطابق الاشعاع الشمسي المرصود مع الاشعاع الشمسي المحسوب؟

(٣) ما مدى التباين بين محطات الرصد في منطقة الدراسة في معدلات الاشعاع الشمسي على المستويين الشهري والفصلي؟

وفي ضوء هـذه التساؤلات نحقق هـدف الدراسـة الذي يسعى إلى تحليل وتقييـم خصائص الاشعـاع الشمسي شهـريا وفصليـا بما يخدم المخطط السعـودي من تطـويع الاشعـاع الشمسي لتحقيق مشروعاتـه المتعلقة بـالطاقـة والنشاط الـزراعي والاسكاني وغيرها مـن المشروعات التي يعتبر الاشعاع الشمسي عنصرا حاسما فيها.

منهج الدراسة:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي للبيانات المتوافرة عن الاشعاع الشمسي في محطـات الدراسـة وكذلـك على المنهج الكمي لتحليل تلك البيانـات بـاتباع أسلـوب التحليل الاحصائي وأسلوب التحليل الكارتوجرافي.

وبالاعتماد على البيـانات المنـاخية المتوافـرة عن الاشعاع الشمسي لمحطـات منطقة الـدراسة يمكن تطبيق أسـاليب احصائيـة للمساعـدة في التحليل التفصيلي لتلك البيـانات والأسـاليب هي:

معامل ارتباط بيرسون:

(أ) يستخـدم هذا المعـامل للكشف عن مدى الارتبـاط ونوع العـلاقة الارتبـاطية بين كميـة الاشعـاع الشمسي وبين بعض العـوامل الجويـة والجغرافيـة التي يفترض تأثيرهـا على الاشعـاع الشمسي وهذه العوامل هي:

- دائرة العرض بمحطات المنطقة (درجة)
- عدد ساعات السطوع في محطات المنطقة.
- كمية السحب (أثمان)
- زاوية إرتفـاع الشمس بمحطات المنطقـة (درجة) وتكتب معـادلة حسـاب زاوية ارتفـاع الشمس بالشكل التالي: (١)

ر = جتا (ع) جتا (م) جتا (ز) + جا (ع) جا (م)

(١) عياش، سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، الكويت، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، ١٩٨١م، ص ١٨٦.

حيث أن :

ر = زاوية ارتفاع الشمس

ع = زاوية دائرة العرض

م = زاوية ميل الشمس، ويمكن حسابها بالمعادلة التالية :

م = جا (٥ , ٢٣) جا(رقم اليوم خلال السنة ـ ٨١) (٠ , ٩٨٦)

ز = زاوية الزمن وتساوي (ق س ـ ١٢) × ١٥

حيث ق س = التوقيت المحلي .

جا = جيب الزاوية وتحسب من جداول خاصة .

جتا = جيب تمام الزاوية وتحسب من جداول خاصة .

ويكتب معامل ارتباط بيرسون بالصيغة التاليه : (١)

$$ر = \frac{ن \text{ مج س ص} - (\text{مج س})(\text{مج ص})}{\sqrt{ن \text{ مج س}^2 - (\text{مج س})^2 \; ن \text{ مج ص}^2 - (\text{مج ص})^2}}$$

حيث أن :

ر = معامل ارتباط بيرسون .

ن = عدد القيم

مج = مجموع لقيم

س = المتغير المستقل

ص = المتغير التابع

معادلة نجستروم :

وتستخدم هذه المعادلة لتقدير المعدل الشهري للاشعاع الشمسي، وذلك للمقارنة بين الاشعاع الشمسي المحسوب والاشعاع المرصود، وبالتالي مدى دقة ومدى الاعتماد على نتائجها في التحليل، وتصاغ تلك المعادلة على النحو التالي : (٢)

(١) أبو عياش، عبدالإله، الاحصاء والكمبيوتر في معالجة البيانات، ط٢، الكويت، وكالة المطبوعات، ١٩٨٤م، ص ٢٠٧ .

(2) Sellers, W.D., Physical Climatotoge, The University of Chicago Press, 1956, P. 232

شَ = ش (أ + ب) (ع ÷ ن)

حيث أن :

شَ = الاشعـاع الشمسي الـذي يصل السم ٢ الـواحـد من سطح الأرض (الاشعـاع المباشر) .

ش = الاشعـاع الشمسي الـذي يصل السم ٢ الـواحـد من سطح الأرض على افتراض أن الغـلاف الجوي ليس موجـودا (الاشعاع الشمسي الشـامل) وهـذا يمكن معرفتـه من البيانـات الواردة في أطلس الاشعاع الشمسي في المملكة العربية السعودية . (١)

أ = (٢٩ , .) جتا (ز)

جتاز = جيب تمام الزاوية

ب = ٤٨ , .

ع = عدد الساعات الفعلية لسطوع الشمس وتحسب من البيانات المناخية .

ن = عدد الساعات النظرية لسطوع الشمس (طول النهار) (٢)

ويعد التحليل الكارتوجرافي أحد الوسائل البصرية التي تساعد على تصوير البيانات الرقمية بيـانيا لفهمهـا واستيعـابها، ومن أهم الـوسائل الكـارتـوجرافيـة التي سـوف تستخدم في هـذه الدراسـة ، الخرائط والخطوط والمنحنيات والأعمدة البيـانية ، لتوضيح مدى التبـاين بين محطات منـاخية هـي : السليل ، المصانع ، عنيـزة ، حـائل ، ويعـود اختيار هـذه المحطـات في التمثيل الكارتوجرافي لتباين مواقعها على امتداد منطقـة الدراسة من الجنوب إلى الشمال اضافة إلى تفاوت ارتفاعاتها عن مستوى سطح البحر فضلا عن امتداد فترة التسجيل فيها بدون انقطاع ، مما يعطي صورة واضحة لخصائص الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة .

العوامل المؤثرة في الاشعاع الشمسي

لاشك أن الاشعـاع الشمسي هـو المصـدر الـرئيسي للطاقـة وأنـه العنصر الفعـال بين بقيـة العناصر المناخية الأخرى فالشمس ترسل اشعتها على هيئةموجات كهرومغناطيسية منها الأشعة الحرارية ، أو ما يعرف بـالأشعة تحت الحمراء والتي تقدر نسبتهـا بنحو ٤٦٪ من جملـة الاشعاع

(١) أطلس الاشعاع الشمسي في المملكـة العربية السعوديـة ، اعداد المركز الوطني والتكنـولوجيا بالتعـاون مع وزارة الزراعة والمياه ، الـرياض ، ١٩٨٣م .

(٢) تقدر من جداول خاصة واردة في أطلس الاشعاع الشمسي في المملكة .

الشمسي وهي ذات موجات كهروماغناطيسية قادمةمن الشمس وتسير بسرعة الضوء ٣٠٠٠٠٠ كم / ثانية لتصل إلى الأرض في ٨ دقائق قاطعة مسافة قدرها ١٥٠ مليون كيلو متر تقريبا، وأن هذه الموجات قصيرة يصل طولها الموجي من ١٥ , - ٤ ميكرون(١).

وتتعرض أشعة الشمس بمجرد دخولها في الغلاف الجوي للأرض لعمليات تؤدي إلى ضياع جزء كبير منها، وتعتمد طبيعة هذه العمليات على درجة شفافية الغلاف الجوي، ومدى ما يحمله من غبار ورماد وبخار ماء وغازات مما قد يؤدي إلى امتصاص الأشعة أو انتشارها وتشتتها أو انعكاسها، وأخيرا تصل الكمية المتبقية من الاشعاع الشمسي إلى سطح الأرض وهي التي تتعرض لأي من العمليات السابقة. (٢) وتبلغ تقريبا ٥٠٪ من جملة الأشعة الشمسية.

إلا أن كمية الاشعاع الشمسي التي تصل إلى سطح الأرض تتفاوت من منطقة إلى أخرى، فمنطقة الدراسة التي تقع ضمن نطاق الاقاليم المدارية نجدهاتتميز بارتفاع في كمية الاشعاع الشمسي، وقد ساعد على ذلك تضافر مجموعة من العوامل أهمها دائرة العرض وزاوية ارتفاع الشمس وساعات السطوع وكمية السحب، فالمنطقة تقع بين دائرتي عرض ١٦َ ١٩ْ ـ ٥٥َ ٢٨° شمالا مما يعني مرور مدار السرطان (٢٣,٥°س) من وسطها وبالتالي ارتفاع قيم زوايا ارتفاع الشمس فيها خاصة في فصل الصيف فترتفع تبعا لذلك كمية الأشعة الساقطة إلى حدودها العليا بينما تنخفض تلك الأشعة إلى حدودها الدنيا في فصل الشتاء، ومن قراءة البيانات الواردة في الجدول رقم (٢) الذي يوضح زوايا ارتفاع الشمس يومي الانقلاب الشتوي والصيفي بمحطات المنطقة يمكن الخروج بالملاحظات التالية:

١ـ عندما تتعامد الشمس على مدار السرطان يوم الانقلاب الصيفي (٢١ يونيو) تصل زاوية ارتفاع الشمس حدودها العليا لتقترب من ٩٠° كما في محطتي الافلاج (١٧َ ٢٢° شمالا) (٦٥َ ٨٩°) ومحطة الخرج (١٠َ ٢٤° شمالا) (٤١َ ٨٨°)الأقرب من مدار السرطان في منطقة الدراسة، وهذا بالطبع ينعكس على كمية الاشعاع الشمسي في تلك الفترة بالزيادة (مع الأخذ بالاعتبار اثر زاوية الارتفاع).

٢ـ تنخفض زاوية ارتفاع الشمس بالابتعاد عن مدار السرطان في اتجاهي الشمال والجنوب فهي تقل بالاتجاه نحو الشمال تدريجيا فبينما تصل في حوطة سدير (خط عرض ٣٢َ ٢٥° شمالا) ١٩َ ٧٨° نجدها تقل في محطة الزلفي (خط عرض ١٨َ ٢٦° شمالا) لتصل الى نحو ٣٣َ ٦٨° وهكذا حتى محطة حائل (٢٨َ ٢٧° شمالا) في شمال المنطقة حيث تصل فيها إلى نحو ٢٣َ، ٨٥،

(١) أبو العنين، حسن سيد، أصول الجغرافيا المناخية، بيروت، الدار الجامعية، ١٩٨١م، ص ٨٦.

(٢) التوم، مهدي أمين، مبادىء الجغرافيا المناخية، الخرطوم، جامعة الخرطوم، ١٩٨١م، ص ٢٣.

جدول رقم (٢)

زوايا ارتفاع الشمس لمحطات الدراسة عند الزوال يوم الانقلاب الصيفي ويوم الانقلاب الشتوي

اسم المحطة	دائرة العرض	زاوية ارتفاع الشمس يوم الإنقلاب الصيفي (٢١ يونيو)	زاوية ارتفاع الشمس يوم الإنقلاب الشتوي (٢٢ ديسمبر)
السليل	°٢٠ ٢٨َ	°٨٧ ٧٦َ	°٤٧ ٣١َ
الأفلاج	٢٢ ١٧	٨٩,٦٥	٤٥ ٤٢
الخرج	٢٤,١٠	٨٨,٤١	٤٣,٤٩
ديراب	٢٤,٢٥	٨٨,٢٦	٤٣,٣٤
الدوادمي	٢٤,٢٩	٨٨,٢٢	٤٣,٣٠
المصانع	٢٤,٣٤	٨٨,١٧	٤٣,٢٥
شقراء	٢٥,١٥	٨٧,٣٦	٤٢,٤٤
حوطة سدير	٢٥,٣٢	٨٧,١٩	٤٢,٢٧
عقلة الصقور	٢٥,٥٠	٨٧,٠١	٤٢,٠٩
عنيزة	٢٦,٠٤	٨٦,٤٧	٤١,٥٥
الزلفي	٢٦,١٨	٨٦,٣٢	٤١,٤١
حائل	٢٧,٢٨	٨٥,٢٣	٤٠,٣١

أما في الاتجاه نحو الجنوب فتصل إلى نحو ٨٦ ٨٧° في محطة السليل (٢٨َ ٢٠° شمالا).

٣ـ أما يوم الانقلاب الشتوي (٢٢ ديسمبر) عندما تعامد الشمس مع مدار الجدي (٥َ, ٢٣° جنوبا) وتبتعد أشعة الشمس عن المنطقة نحو الجنوب فإن زاوية ارتفاع الشمس في تلك الفترة تصل إلى أعلى حد لها في محطة السليل جنوب المنطقة (خط عرض ٢٨َ ٢٠ْ شمالا) ٣١َ ٤٧°

جدول رقم (٣)

النسبة المئوية بين المعدل الشهري لعدد ساعات السطوع الفعلية والساعات النظرية في محطات المنطقة (١٩٦٤ ـ ٩

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
معدل الساعات النظرية	١٠,٦	١١,١	١١,٩	١٢,٥	١٣,٢	١٣,٥	١٣,٣	١٢,٨	١٢,٢	١١,٤	١٠,٧
معدل الساعات الفعلية	٧,٣	٧,٥	٨,٥	٨,٧	٩,٣	١٠,٥	١٠,٩	١٠,٢	٩,٤	٨,٥	٨,٣
نسبة الساعات الفعلية من الساعات النظرية	٦٩٪	٦٧٪	٧١٪	٧٠٪	٧٠٪	٧٧٪	٨٢٪	٨٠٪	٧٧٪	٧٥	٧٧٪

وذلك لكونها أقرب محطات المنطقة من أشعة الشمس، إلا أن زاوية ارتفاع الشمس تأخذ بالتناقص التدريجي بالاتجاه نحو الشمال فحينما تصل في محطة الخرج (خط عرض ١٠ َ ٢٤° شمالا) ٤٩ َ ٤٣° نجدها تقل تدريجيا الى أن تصل في محطة حائل شمال المنطقة (خط عرض ٢٨ َ ٢٧° شمالا) إلى نحو ٣١ َ ٤٠° كأقل قيمة لها في منطقة الدراسة في هذا الوقت من السنة .

كما أن المنطقة تتميز بزيادة واضحة في عدد ساعات السطوع الفعلية في فصل الشتاء وذلك ما يشير إليه البيانات الواردة في الجدول رقم (٣)

ولقد جاءت تلك الزيادة في نسب ساعات السطوع الفعلية من الساعات النظرية نتيجة لتضافر عدد من العوامل، كدوائر عرض محطات المنطقة التي تنحصر بين٢٨ َ ٢٠° في محطة السليل، ٨٢ َ ٢٧° في محطة حائل وما يترتب على ذلك من تحديد قيم زوايا ارتفاع الشمس ومن ثم طول النهار وبالتالي فإن ذلك ساعد على زيادة ما تستقبله محطات المنطقة من اشعاع شمسي وبخاصة في فصل الصيف .

كما أن لكميات السحب دور فعال في التأثير على الاشعاع الشمسي لكونها العامل الرئيسي الذي يساهم بأكبر دور في الألبيدو الأرضي، وهو الأشعة الشمسية التي تنعكس إلى الفضاء دون أن تؤثر على طبقة الهواء المجاورة لسطح الأرض. (١)

ويتضح أثر السحب على الاشعاع الشمسي من خلال تأثيرها على طول الفترة حيث أن السحب تقلل من وصول الاشعاع الشمسي إلى سطح الأرض التي ترتبط مع كمية السحب ارتباطا عكسيا وتبدو هذه العلاقة واضحة في الجدول رقم (٤) حيث أن ساعات السطوع تزيد في أشهر الصيف وهي الأشهر التي تقل فيها السحب إلى الحد الأدنى (يونيو، يوليو، أغسطس) وذلك بسبب العلاقة العكسية بين درجة التغيم وكمية الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض.

أما في فصل الشتاء فإن الزيادة النسبية في كمية السحب وما يتبعه من انخفاض في عدد ساعات السطوع وكذلك في زيادة زاوية ميل أشعة الشمس (أو نقص زاوية ارتفاع الشمس) راجع إلى الأحوال الجوية والكتل الهوائية الرطبة السائدة نسبيا وما يتبعه من غيوم وأمطار شتوية مقارنة بفصل الصيف الحار الجاف.

لقد كانت تلك أهم العوامل المفترضة والمؤثرة على الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة وللتعرف على نوع العلاقة ومدى الارتباط بين تلك العوامل وهي (دائرة العرض - زاوية ارتفاع الشمس - ساعات السطوع - السحب) وبين الاشعاع الشمسي فقد تم تطبيق معامل ارتباط بيرسون الذي يعد من بين أحدث الطرق الاحصائية المستخدمة في الأبحاث العلمية نظرا لكونه يعطي نتائج دقيقة ومحددة ومن خلال قراءة البيانات الواردة في الجدول رقم (٥) الذي يوضح نتائج تطبيق معامل ارتباط بيرسون بين المعدل السنوي للاشعاع الشمسي والعوامل الطبيعية المؤثرة في الاشعاع الشمسي يمكن استنتاج الآتي:

(١) شرف، عبدالعزيز طريح، مناخ الكويت، الاسكندرية، مؤسسة الثقافة الجامعية، ١٩٨٠م، ص ٢٠٩.

رقم (٤)

المعدل الشهري لعدد ساعات السطوع والمعدل الشهري لكمية السحب (أثمان) لمحطات مختارة (١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م)

المحطة	الأشهر/ العنصر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
السليل	معدل ساعات السطوع	٨,٢	٨,٤	٨,٩	٩,٦	٩,٧	١٠,٧	١١,١	١٠,٨	٩,٨	٩,٣	٩	٨,٩
	معدل كمية السحب	٢	٢	١	٣	١		-	-	١	٢	٢	٢
المصانع	معدل ساعات السطوع	٧,٣	٧,٥	٨,٦	٨,٦	٩,٦	١٠,٥	١٠,٩	١٠,٣	٩,٣	٨,٥	٨,٥	٧,٤
	معدل كمية السحب	١	١	٣	١	٣	-	-	١	-	١	-	١
عنيزة	معدل ساعات السطوع	٧,٢	٧,٥	٨,٤	٨,٥	٩,٢	١٠,٢	١٠,٨	١٠,٢	٩,٤	٨,٢	٧,٦	٧,٤
	معدل كمية السحب	٢	٢	٢	٤	٣	-	١	١	-	١	٢	٣
حائل	معدل ساعات السطوع	٧,٢	٧,٣	٨,٤	٨,٤	٩,٢	١٠,٣	١٠,٧	١٠,٢	٩,٣	٨	٧,٧	٧,٣
	معدل كمية السحب	١	٣	٣	٣	٣	١	-	١	٢		٢	٣

جدول رقم (٥)
معامل إرتباط بيرسون بين المعدل السنوي للإشعاع الشمسي (كالوري/ يوم) والعوامل الجوية الجوية والجغرافية (١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م)

	دائرةل العرض	زاوية ارتفاع الشمس	ساعات السطوع	كمية السحب
معامل بيرسون	ـ ٠,٩٣	+٠,٨٣	+٠,٨٨	ـ ٠,٨٢
مستوى الدلالة	٠,٠٠١	٠,٠٠١	٠,٠٠١	٠,٠٠١

١ــ يرتبط الاشعاع الشمسي في محطات المنطقة بعلاقات قوية مع جميع العوامل الجوية والجغرافية المفترضة وبمستوى دلالة تصل إلى نحو ٠,٠٠١

٢ـ تشير العلاقة الارتباطية القوية والعكسية بين قوة الاشعاع الشمسي ودائرة العرض في محطات المنطقة إلى أن قوة الاشعاع الشمسي تقل بالاتجاه نحو شمال المنطقة أي مع ارتفاع قيمة دائرة العرض وهذا ما يشير إليه الواقع الفعلي لتلك العلاقة التي جاءت (ـ ٩٣ , ٠)، حيث أن زاوية الارتفاع تقل كلما اتجهنا شمالاً.

٣ـ يرتبط الاشعاع الشمسي مع زاوية ارتفاع الشمس بعلاقة طردية قوية وصلت إلى نحو (+ ٣٨ , ٠) بحيث يزيد الاشعاع الشمسي بزيادة قيمة زاوية ارتفاع الشمس التي تصل أقصاها وقت الانقلاب الصيفي (٢١ يونيو) عندما تتعامد الشمس على مدار السرطان لذا فان المحطات القريبة من مدار السرطان سوف تستقبل كميات أكبر من الاشعاع الشمسي مقارنة بالمحطات البعيدة نسبيا عنه.

٤ـ توجد علاقة موجبة وقوية بين الاشعاع الشمسي وساعات السطوع في منطقة الدراسة وصلت إلى نحو (+ ٠٠٨٨) مما يؤيد العلاقة الطردية القوية الفعلية بين الاشعاع الشمسي وساعات السطوع حيث أن زيادة فترة السطوع تعني زيادة كمية الطاقة الساقطة على سطح الأرض.

٥ـ تعمل كمية السحب في الواقع على عكس أشعة الشمس إلى الفضاء الخارجي ومن ثم التقليل من فرص وصولها إلى سطح الأرض و إلى تلك الحقيقة أشارت نتيجة معامل الارتباط بين الاشعاع الشمسي وكمية السحب التي جاءت سلبية من جهة وقوية من جهة أخرى (ـ ٨٢ , ٠). وذلك في الفصل البارد أي في فصل الشتاء.

تحليل خصائص الاشعاع الشمسي :

تهتم جميع المحطات التابعة لقسم الهيدرولوجيا بوزارة الزراعة والمياه برصد الاشعاع الشمسي، والبيانات المستخلصة من تلك المحطات عن الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، يمكن أن تعطي صورة واضحة لخصائص الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة تم الاستعانة بالتقديرات الغير مباشرة للاشعاع الشمسي عن طريق استخدام معادلة ا حصائية تجريبية لتقدير وحساب المعدلات الشهرية للاشعاع الشمسي في ثلاث محطات مطرية تتفاوت في موقعها على امتداد منطقة الدراسة .

وللتأكيد من مدى امكانية الاعتماد على تلك الطريقة في تقدير الاشعاع الشمسي في أي موقع من منطقة الدراسة لابد من تطبيقها أولا على الرصد التي تقوم برصد الاشعاع الشمسي ومن ثم مقارنة نتائج تلك المعادلة بالبيانات المتوافرة عن الاشعاع الشمسي المرصود في محطات المنطقة جميعها .

تعرف تلك الطريقة بمعادلة أنجستروم Angistrom وهي على النحو التالي (١) :

شَ = ش (أ + ب) (ع ÷ ن)

حيث أن :

شَ= كمية الاشعاع الشمسي الذي يصل السم ٢الواحد (سعر/ سم٢/ ثانية) من سطح الأرض

ش = كمية الاشعاع الشمسي الذي يصل السم٢ الواحد من سطح الأرض، على افتراض أن الغلاف الجوي ليس موجودا .

أ = ٠,٢٩ جتا (ز)

حيث أن :

جتا = جيب تمام الزاوية

ز = درجة عرض المكان

ب = ٠,٤٨

ع = عدد الساعات الفعلية لسطوع الشمس

ن = عدد الساعات النظرية لسطوع الشمس (طول النهار)

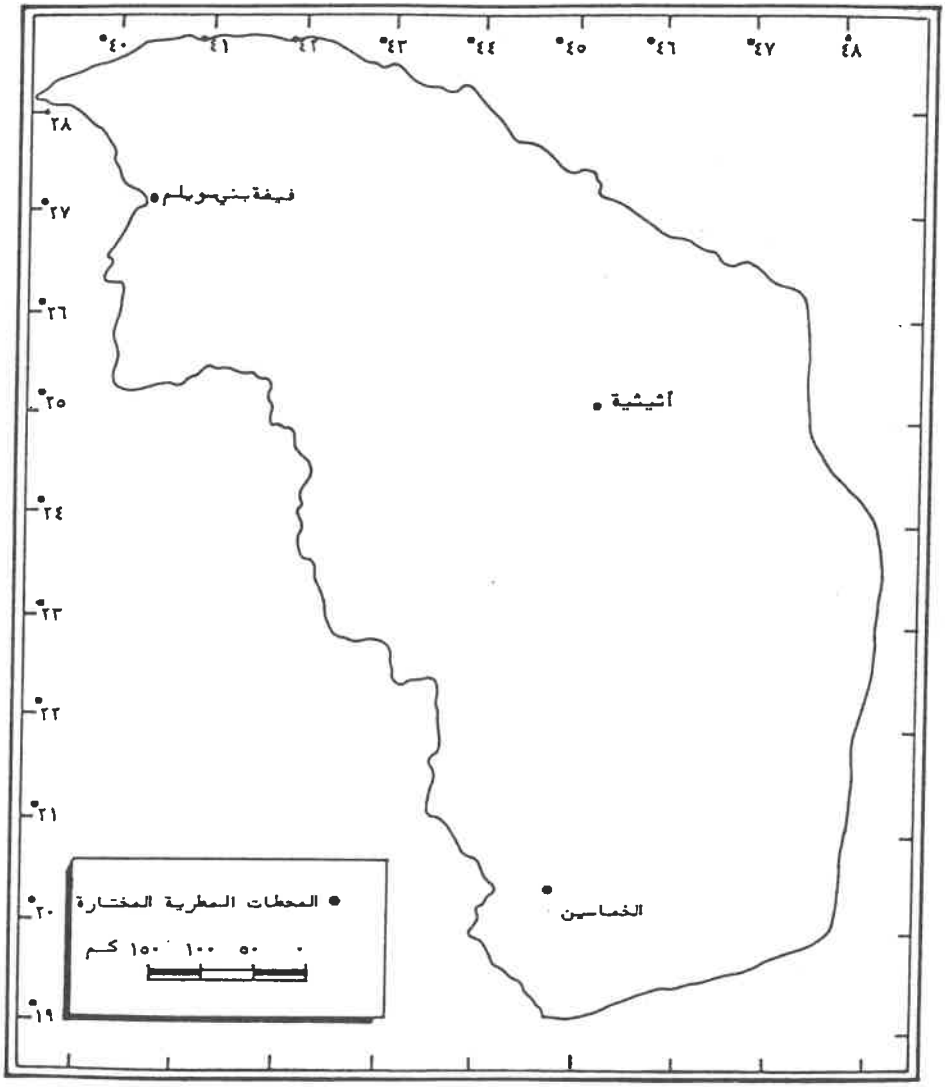
(1) Sellers, W.D, Physical Climatotology, Op, Cit, P232.

ومن نتائج تطبيق تلك المعادلة على محطات الـرصد في المنطقة اتضح أن الفروق بين الاشعاع الشمسي المرصود وبين الاشعاع الشمسي المحسوب بالمعادلـة السابقة بلغ متوسطه العام ٣, ٢٠ كالوري/ سم/ اليوم (٣, ٢٠ كالوري/ سم٢/ يوم)

وبالتـالي فانه يمكن إلى حد مـا الاعتماد على النتائج التقريبيـة لتلك المعادلة في تقديـر كمية الاشعاع الشمسي ولكن بشيء من الحذر لأن تلك المعادلة بحكم طبيعـة اشتقاقها الاحصائي لا تصلح إلا لاعطاء تقديرات تقريبية للاشعاع الشمسي لفترات زمنية طويلة نسبيا .

وقد تم اختيـار ثلاث محطات هي محطـة الخماسين (خط عرض ٢٨َ ٢٠° شمالا)، (٤٨َ ٤٤° شرقا) ومحطـة أثيثيه (٨َ ٢٥° شمالا)، (١٧َ ٤٥° شرقا) ومحطـة فيضة بني سـويلم (خط عرض ٤َ ٢٧° شمالا)، (٢٥َ ٤٠° شرقـا) الشكل (٢) وهي محطـات مطريـة وقع الاختيـار عليهـا لتطبيق المعادلة المذكورة .

ومن ملاحظة النتـائج الواردة في الجدول رقم (٦) عن تطبيق المعادلـة على المحطات المختارة ومقارنتهـا بالمعـدلات الشهرية لـلاشعاع الشمسي في أقـرب ثلاث محطـات إليها وهي السليل، شقراء، حائل نستطيع أن نستشف أن المعدلات .



شكل رقم (٢) مواقع المحطات المطرية المختارة

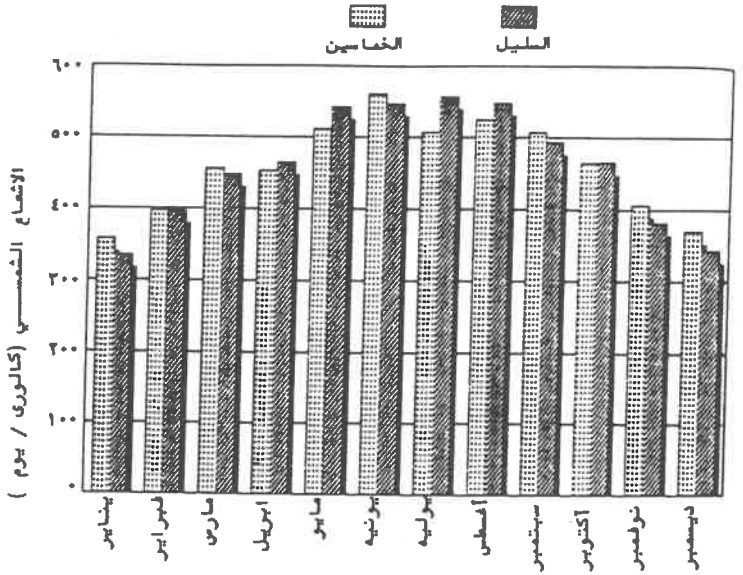
جدول رقم (٦)

الفرق بين المعدل الشهري للإشعاع الشمسي المحسوب لثلاث محطات مطرية والمرصود (سعر/ يوم) لثلاث محطات بمنطقة الدراسة

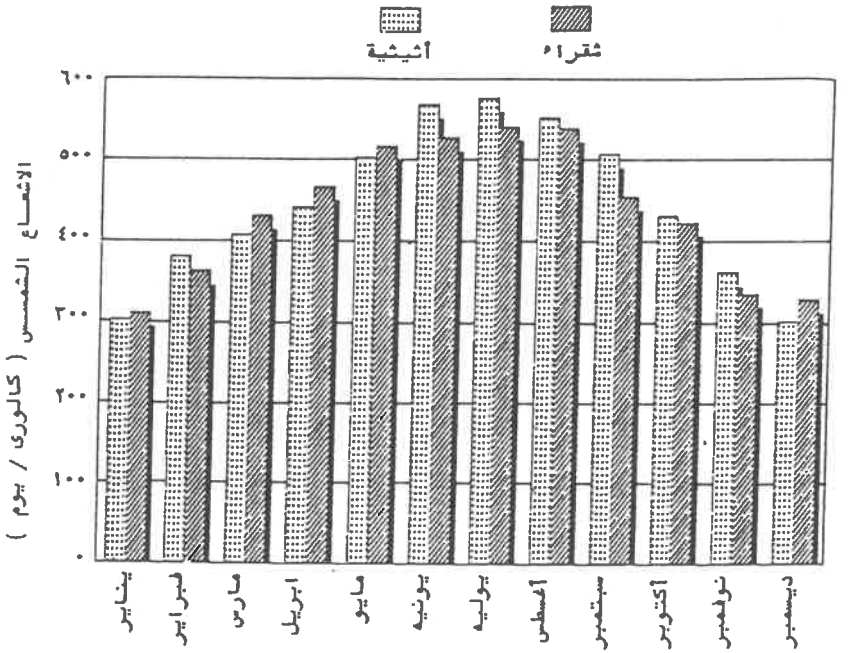
المحطة / الشهر	الخماسين (المحسوب)	السليل (المرصود)	الفروق	أثيثيه (المحسوب)	شقراء (المرصود)	الفروق	فيضة بني سويلم (المحسوب)	حائل (المرصود)	الفروق
يناير	٣٥٧	٣٣٥	٢٢	٣٠٢	٣١٠	٨	٣٨٥	٢٥١	٣٤
فبراير	٣٩٧	٣٩٦	١	٣٨٠	٣٦٢	١٨	٣٦٠	٣٣٣	٢٧
مارس	٤٥٦	٤٤٨	٨	٤٠٧	٤٣١	٢٤	٤٠٧	٤١٩	١٢
أبريل	٤٧٣	٤٦٥	٨	٤٤٢	٤٦٧	٢٥	٤٥١	٤٢٨	٢٣
مايو	٥١١	٥٤٢	٣١	٥٠٢	٥١٦	١٤	٥٣١	٤٨٥	٤٦
يونيو	٥٦١	٥٤٧	١٥	٥٦٨	٥٢٧	٣٩	٥٧٥	٥٢٥	٥٠
يوليو	٥٠٧	٥٥٧	٥٠	٥٧٧	٥٤١	٣٦	٥٩٥	٥٣٥	٦٠
أغسطس	٥٢٥	٥٤٨	٢٣	٥٥٢	٥٣٩	١٣	٥٤٠	٥١٦	٢٤
سبتمبر	٥٠٧	٤٩٣	١٤	٥٠٧	٤٥٥	٤٨	٤٥٣	٤١٥	٣٨
أكتوبر	٤٦٥	٤٦٦	١	٤٣٢	٤٢٣	٩	٤٠٧	٣٦٣	٤٤
نوفمبر	٤٠٦	٣٨١	٢٥	٣٣٥	٣٣٥	٢٧	٣١٩	٣١٠	٩
ديسمبر	٣٧٠	٣٤٤	٢٦	٣٠٠	٣٢٨	٢٨	٢٨٠	٢٨٠	-
معدل الفروق			١٨,٦			٢٤			٣٠,٥

الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي المحسوب في محطة الخماسين وبمقارنتها مع المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي المرصود في محطة السليل التي تقع معها تماما على دائرة العرض وعلى خط الطول تقريبا (٣٤ و٤٥° شرقا) نجد أن متوسط الفروق بين المحطتين في المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي بلغ ١٨,٦ كالوري/ يوم.

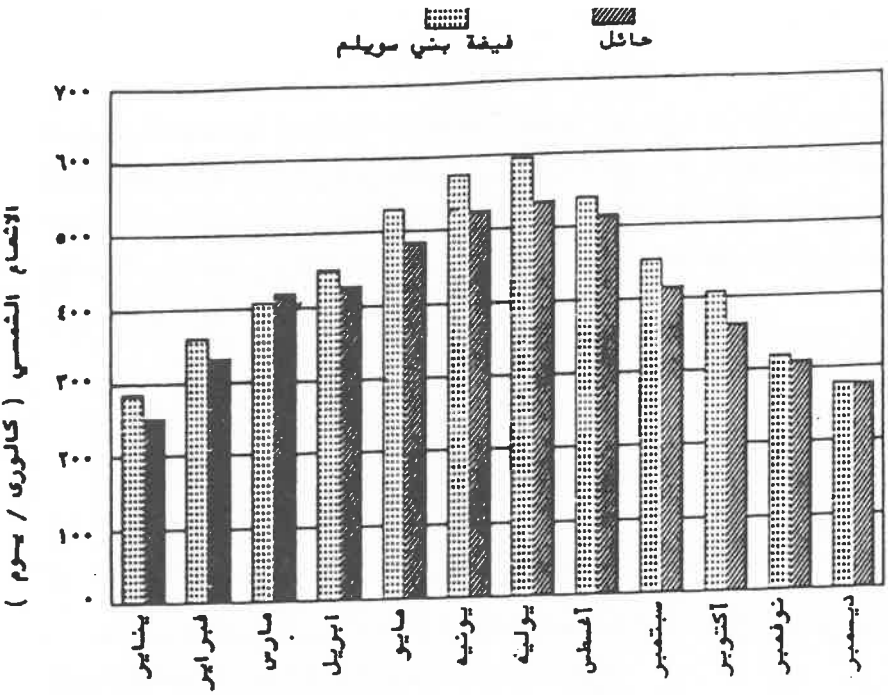
ويبدو هذا المتوسط قليلا إذا ما أخذناه دون النظر إلى الفروق المتطرفة نحو الزيادة كما هو الفرق بين معدل الاشعاع الشمسي لشهر يوليو في كلا المحطتين إذ وصل إلى ٥٠ كالوري/ يوم،



شكل رقم (٣) معدلات الفروق الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي بين محطتي السليل والخماسين



شكل رقم (٤) معدلات الفروق الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي بين محطتي شقراء واثيثية



شكل رقم (٥) معدلات الفروق الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي بين محطتي حائل وفيضة بني سويلم

أما محطة أثيثيه فإن متوسط الفروق في المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي بينها وبين محطة شقراء (١٥َ ٢٥° شمالا)، (١٥َ ٤٥° شرقا) وهي أقرب المحطات إليها يصل إلى ٢٤ كالوري/ يوم، وأعلى فرق بلغ ٤٨ كالوري/ يوم في شهر سبتمبر، شكل (٤).

أما محطة فيضة بني سويلم فقد بلغت الفروق في متوسطها ٣٠,٥ كالوري/ يوم بينها وبين أقرب المحطات إليها وهي محطة حائل (٢٨َ ٤١° شرقا)، ووصل أعلى فرق في معدل الاشعاع الشمسي بين المحطتين في شهر يوليو إلى كالوري/ يوم، شكل رقم (٥).

ومن خلال المقارنة بين الاشعاع الشمسي المرصود والاشعاع الشمسي المحسوب، ومن خلال ملاحظة نتائج تطبيق المعادلة على المحطات الثلاثة السالفة ومقارنتها بالمعدلات الشهرية للاشعاع الشمسي المرصود في أقرب المحطات المناخية إليها وكذلك من ملاحظة الأشكال (٣)، (٤)، (٥)، نستطيع القول أنه بإمكان الاعتماد نسبيا على نتائج تطبيق هذه المعادلة خاصة في المناطق التي تواجه نقصا كبيرا في عدد المحطات المناخية التي تهتم برصد كمية الاشعاع الشمسي، كما يمكن الاعتماد عليها في الدراسات التي تهتم بايضاح السمات العامة للأحوال المناخية، أما فيما يتعلق بمدى الاعتماد على هذه النتائج في تحليل خصائص الاشعاع الشمسي،

فانه يمكن الاعتماد عليها كثيرا، فبالاضافة لطبيعة اشتقاقها الاحصائي، فان هذه الدراسة تهتم بتناول الاشعاع الشمسي بشكل تحليلي وتفصيلي، بينما تلك النتائج ما هي إلا تقديرات للاشعاع الشمسي لفترات زمنية طويلة، كما أن منطقة الدراسة تمتاز بوفرة المحطات المناخية التي تهتم برصد الاشعاع الشمسي، بالاضافة إلى أن المنطقة تتميز بسمات مناخية متشابهة إلى حد كبير وبخاصة عنصر الاشعاع الشمسي.

أولا: المعدل الشهري للإشعاع الشمسي:

تتأثر المعدلات الشهرية للاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة بعدد من العوامل لعل من أهمها دائرة العرض الجغرافية التي تحدد زاوية ارتفاع الشمس كما أن لساعات السطوع والسحب دور فعال في التأثير على كمية الأشعة الشمسية لا المسجلة في محطات المنطقة.

تعد ساعات السطوع من بين أهم العوامل المؤثرة في معدلات كمية الاشعاع الشمسي اليومية لكون تلك المعدلات ترتبط ارتباط طرديا بطول ساعات السطوع.

ومن التدقيق في البيانات الواردة في الجدول رقم (٧) الذي يوضح معدل عدد الساعات النظرية (طول النهار) ومعدل عدد الساعات الفعلية (ساعات السطوع) اليومية لأشهر السنة في محطات المنطقة يمكن أن نلاحظ أن تلك المحطات تتمتع بساعات سطوع متوسطة نسبيا في الأشهر الممتدة من ديسمبر إلى أبريل بينما تتمتع بساعات سطوع أكثر في بقية الأشهر وبخاصة في يونيو ويوليو وأغسطس، فبينما وصل معدل عدد ساعات السطوع الفعلية في شهر يناير إلى نحو ٧,٣ ساعات من أصل ١٠,٦ ساعات، نجده وصل في شهر يوليو إلى نحو ١٠,٩ ساعات من أصل ١٣,٣ ساعة، أي أن ساعات السطوع الفعلية تزيد في شهر يوليو لمدة ٤ ساعات تقريبا عنها في شهر يناير مما يعني زيادة كمية الاشعاع الشمسي في الشهر الأول.

كما يلاحظ أن الساعات النظرية ترتفع بدءا من شهر مايو حينما تقترب الشمس من مدار السرطان، وما أن تتعامد الشمس على مدار السرطان في (٢١ يونيو) حتى يرتفع عدد الساعات النظرية أي يطول النهار ليصل إلى أكثر من ١٣ ساعة مما يعني زيادة فترة سطوع الشمس في أشهر يونيو، يوليو، أغسطس بشكل خاص، وذلك يتماشى مع ندرة السحب وطول النهار وبالتالي زيادة كمية الأشعة الشمسية اليومية الواصلة إلى سطح الأرض.

وعلى العكس من ذلك فإن الساعات النظرية تنخفض وبشكل ملحوظ بدءا من شهر سبتمبر عندما تبدأ أشعة الشمس بالابتعاد نحو جنوب خط الاستواء وما أن تتعامد في (٢٢

جدول رقم (٧)

المعدل الشهري لعدد الساعا النظرية وعدد الساعات الفعلية (ق ـ س)

في محطات الدراسة ١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م)

الشهر / المحطة	يناير		فبراير		مارس		أبريل		مايو		يونيو		يوليو		أغسطس		سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر	
	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف
السليل	١٠.٩	٨.٢	١١.٣	٨.٤	١١.٩	٨.٩	١٢.٥	٩.٦	١٣.٠	٩.٧	١٣.٢	١٠.٧	١٣.١	١١.١	١٢.٧	١٠.٨	١٢.٢	٩.٨	١١.٦	٩.٣	١١.١	٩.٠	١٠.٨	٨.٩
الأفلاج	١٠.٨	٨.٣	١١.٣	٨.٤	١١.٩	٨.٧	١٢.٥	٨.٩	١٣.١	٩.٧	١٣.٣	١٠.٨	١٣.٢	١١.٣	١٢.٨	١٠.٥	١٢.٢	٩.٥	١١.٥	٩.٢	١١.٠	٩.٠	١٠.٧	٨.٨
الخرج	١٠.٧	٨.٣	١١.٢	٧.٦	١١.٩	٨.٧	١٢.٦	٨.٩	١٣.٢	٩.٦	١٣.٥	١٠.٨	١٣.٣	١١.١	١٢.٩	١٠.٣	١٢.٢	٩.٦	١١.٥	٨.٦	١١.٠٩	٨.٧	١٠.٥	٧.٨
دهراب	١٠.٧	٧.٠	١١.٢	٧.١	١١.٩	٨.٧	١٢.٦	٨.٧	١٣.٢	٩.٥	١٣.٥	١٠.٥	١٣.٤	١٠.٨	١٢.٩	١٠.١	١٢.٢	٩.٤	١١.٥	٨.٤	١٠.٩	٨.٦	١٠.٥	٧.٧
الدوادمي	١٠.٧	٧.٠	١١.٢	٧.٢	١١.٩	٨.٦	١٢.٦	٨.٦	١٣.٢	٩.٦	١٣.٥	١٠.٦	١٣.٤	١٠.٨	١٢.٩	١٠.٣	١٢.٢	٩.٢	١١.٥	٨.٤	١٠.٩	٨.٨	١٠.٥	٧.٥
المصانع	١٠.٧	٧.٣	١١.٢	٧.٥	١١.٩	٨.٦	١٢.٦	٨.٦	١٣.٢	٩.٦	١٣.٥	١٠.٥	١٣.٤	١٠.٩	١٢.٩	١٠.٣	١٢.٢	٩.٧	١١.٥	٨.٥	١٠.٨	٨.٥	١٠.٥	٧.٤
شقراء	١٠.٦	٧.٥	١١.٢	٧.٤	١١.٩	٨.٦	١٢.٦	٨.٦	١٣.٢	٩.٢	١٣.٥	١٠.٦	١٣.٤	١٠.٨	١٢.٩	١٠.٢	١٢.٢	٩.٤	١١.٥	٨.٦	١٠.٨	٨.٥	١٠.٥	٧.٥
حوطةسدير	١٠.٦	٧.٥	١١.٢	٧.٢	١١.٩	٨.٧	١٢.٦	٨.٤	١٣.٣	٩.٢	١٣.٦	١٠.٦	١٣.٤	١٠.٧	١٢.٩	١٠.٣	١٢.٢	٩.٤	١١.٥	٨.٨	١٠.٨	٧.٩	١٠.٤	٧.٥
عقلةالصقور	١٠.٦	٧.٠	١١.١	٧.٣	١١.٩	٨.٣	١٢.٦	٨.٥	١٣.٣	٩.٠	١٣.٦	١٠.٥	١٣.٤	١٠.٩	١٢.٩	١٠.٢	١٢.٢	٩.٥	١١.٤	٨.٦	١٠.٨	٧.٨	١٠.٤	٧.٤
عنيزة	١٠.٦	٧.٢	١١.١	٧.٥	١١.٩	٨.٤	١٢.٦	٨.٥	١٣.٣	٩.٢	١٣.٦	١٠.٢	١٣.٥	١٠.٨	١٢.٩	١٠.٢	١٢.٢	٩.٤	١١.٤	٨.٢	١٠.٨	٧.٦	١٠.٤	٧.٤
الزلفى	١٠.٦	٧.٠	١١.١	٧.٢	١١.٩	٨.٣	١٢.٦	٨.٤	١٣.٣	٩.٠	١٣.٦	١٠.٣	١٣.٥	١٠.٨	١٢.٩	١٠.١	١٢.٢	٩.٣	١١.٤	٨.٠	١٠.٨	٧.٦	١٠.٤	٧.٢
حائل	١٠.٥	٧.٣	١١.١	٧.٣	١١.٩	٨.٤	١٢.٧	٨.٤	١٣.٤	٩.٢	١٣.٧	١٠.٣	١٣.٦	١٠.٧	١٣.٠	١٠.٢	١٢.٢	٩.٣	١١.٤	٨.٠	١٠.٧	٧.٧	١٠.٣	٧.٣
المعدل	١٠.٦	٧.٣	١١.١	٧.٥	١١.٩	٨.٥	١٢.٥	٨.٧	١٣.٢	٩.٣	١٣.٥	١٠.٥	١٣.٣	١٠.٩	١٢.٨	١٠.٢	١٢.٢	٩.٤	١١.٤	٨.٥	١٠.٧	٨.٣	١٠.٤	٧.٧

* ن= ساعات سطوع الشمس النظرية

* ف= ساعات سطوع الشمس الفعلية

ديسمبر) على مدار الجدي حتى تنخفض الساعات النظرية إلى حدودها الدنيا إلى نحو ١٠ ساعات وبالتالي فترة سطوع الشمس الفعلية التي تنخفض إلى نحو ٨ ساعات في الأشهر ديسمبر، يناير، فبراير ومما يساعد على قصر الاشراق أيضا ارتفاع كمية السحب نسبيا على محطات الدراسة.

ومن خلال التدقيق في البيانات الواردة في الجدول رقم (٨) والأشكال رقم (٦، ٧، ٨، ٩) يمكن أن نلاحظ أنه تبعا لحركة الشمس الظاهرية بين المدارين وتفاوت قيم زوايا ارتفاعها تتفاوت كمية الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي، فبدءا من شهر ديسمبر وحتى شهر أبريل تقل كمية الأشعة الشمسية الساقطة على سطح الغلاف الجوي على جميع محطات المنطقة ويلاحظ أن هذه الكمية تأخذ بالتناقص التدريجي البطيء بدءا من جنوب المنطقة أي من محطة السليل، حيث وصل معدل كمية تلك الأشعة في شهر يناير لمحطة السليل ٦٤١ كالوري/ يوم بينما وصل معدلها في محطة المصانع في وسط المنطقة إلى نحو ٥٨٦ كالوري/ يوم ديسمبر التدرج نحو التناقص إلى الشمال حتى يصل إلى نحو ٥٤٦ (سعر) يوم في محطة حائل.

إلا أن صفة التدرج تبعا للمواقع الفلكية لا تنطبق تماما على المعدلات اليومية للأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض وذلك لتعرض تلك الأشعة لعمليات الامتصاص والانتشار والانعكاس بفعل الغيوم والغبار والسديم، وهذه العوامل تتفاوت في حجم تأثيرها من محطة لأخرى. بالاضافة إلى ذلك فإنه حتى في حالة كون السماء خالية من الغيوم فإن نسبة الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض تقدر بحدود ٧٥٪ فقط من مجمل الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي (١).

في يناير تنخفض كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في جميع محطات المنطقة تبعا لانخفاض قيمة زاوية الارتفاع الشمسي وقصر النهار وبالتالي عدد ساعات الاشراق التي تتأثر بسبب ارتفاع نسب التغيم لوقوع المنطقة في تلك الفترة ضمن تأثير منخفضات جوية، وعليه فان محطات المنطقة تسجل في شهر يناير أدنى المعدلات في كمية الاشعاع الشمسي وتتراوح تلك المعدلات بين ٣٥٢ سعر/ يوم في محطة السليل، ٢٥١ سعر/ يوم في محطة حائل وذلك تبعا للتفاوت في المواقع الفلكية بين المحطتين على وجه الخصوص.

تبدأ المعدلات اليومية للاشعاع الشمسي بالاتجاه نحو الارتفاع التدريجي خلال شهري فبراير ومارس في كافة المحطات بحيث تظهر معدلات تفوق ٤٥٠ كالوري/ يوم كما في محطة الأفلاج

(١) يخرجي، فوزية محمد حسين، أثر الظروف المناخية على سكان المدن في المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، عام ١٩٨٩م، ص ٣٦.

جدول رقم (٨)

المعدل الشهري للأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي والأشعة المسجلة (كالوري / يوم)

في محطات المنطقة(١٩٦٤ ـ ١٩٨٩م)

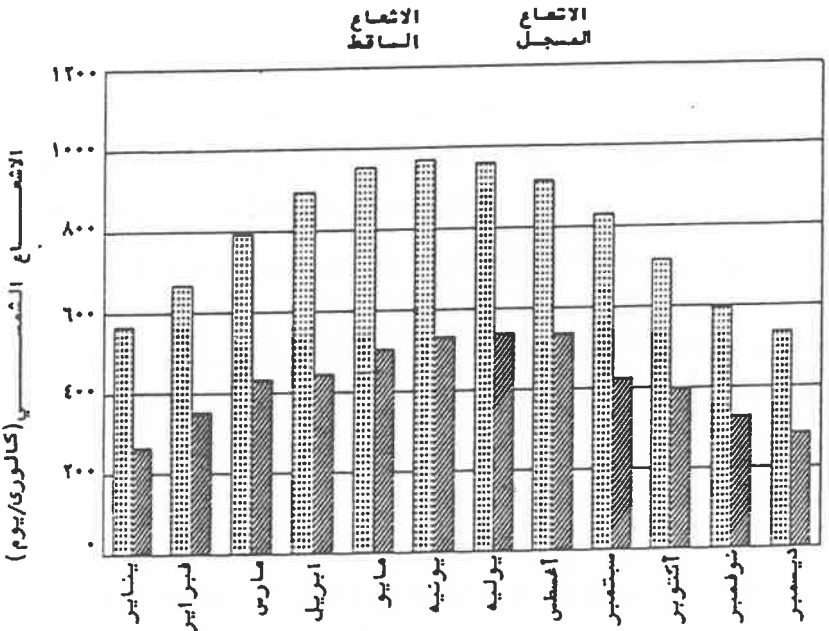
الشهر / المحطة	يناير		فبراير		مارس		أبريل		مايو		يونيو		يوليو		أغسطس		سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر	
	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س	م	س
السليل	٣٥٢	٦٤١	٣٩٦	٧٣٠	٤٤٨	٨٣٢	٤٦٥	٩٠٧	٥٤٣	٩٤٢	٥٤٧	٩٤٩	٥٥٧	٩٤٢	٥٤٨	٩١٧	٤٩٣	٨٥٩	٤٦٦	٧٦٦	٣٦٩	٦٦٧	٣٤٤	٦١٢
الأفلاج	٣٣٥	٦١٧	٣٧٤	٧١١	٤٥٧	٨٢٠	٤٩٧	٩٠٤	٥٣٠	٩٤٦	٥٥٤	٩٥٧	٥٦٢	٩٤٩	٥٤٥	٩١٧	٤٧٩	٨٥١	٤٦٧	٧٥٠	٣٨١	٦٤٤	٣٥٤	٥٨٧
الخرج	٣٠٥	٥٩٢	٣٧٢	٦٩٠	٤٦٣	٨٠٦	٤٦٧	٩٠٠	٥١٣	٩٥٠	٥٣٥	٩٦٥	٥٥٢	٩٥٥	٥٣٨	٩١٧	٤٥٦	٨٤٠	٤٣٢	٧٣٢	٣٥٥	٦٢١	٣٤١	٥٦١
ديراب	٣١٤	٥٨٨	٣٥٦	٦٨٧	٤٣٨	٨٠٥	٤٧٣	٩٠٠	٤٩٩	٩٥١	٥٢٣	٩٦٦	٥٤٧	٩٥٦	٥٢٣	٩١٧	٤٧١	٨٤٠	٤٣٧	٧٢٨	٣٥٤	٦١٨	٣٤٤	٥٥٨
الدرادمي	٣٢٣	٥٨٧	٣٧٠	٦٨٦	٤٣٠	٨٠٤	٤٦٤	٨٩٩	٥١٥	٩٥١	٥٣٤	٩٦٦	٥٤٩	٩٥٦	٥٣٩	٩١٧	٤٧٦	٨٤٠	٤٥٤	٧٢٩	٣٥٥	٦١٧	٣٤٢	٥٥٧
المصانع	٣١٣	٥٨٦	٣٧١	٦٨٥	٤٢٧	٨٠٣	٤٤٥	٨٩٩	٥١٣	٩٥١	٥٢٨	٩٦٧	٥٤٦	٩٥٦	٥٢٩	٩١٧	٤٦١	٨٤٠	٤٣١	٧٢٨	٣٥١	٦١٦	٣٣٤	٥٥٦
شقراء	٣١٠	٥٧٧	٣٦٢	٦٧٨	٤٣١	٧٩٨	٤٦٧	٨٩٧	٥١٦	٩٥٢	٥٢٧	٩٦٩	٥٤١	٩٥٨	٥٣٩	٩١٦	٤٥٥	٨٣٦	٤٢٣	٧٢٢	٣٣٥	٦٠٧	٣٢٨	٥٤٦
حوطة سدير	٢٨٥	٥٧٣	٣٥٣	٦٧٤	٤٣٨	٧٩٦	٤٥٢	٨٩٧	٥١٣	٩٥٣	٥٢٦	٩٧٠	٥٤٢	٩٥٩	٥٣٦	٩١٦	٤٢٥	٨٣٤	٤٢٣	٧١٩	٣٣٧	٦٠٣	٢٨٧	٥٤٢
عقلة الصقور	٢٧١	٥٦٩	٣٦٢	٦٧١	٤٣٩	٧٩٤	٤٥٧	٨٩٦	٥٢٤	٩٥٣	٥٣٣	٩٧٢	٥٤٩	٩٦٠	٥٣٩	٩١٦	٤٣٣	٨٢٣	٣٩٩	٧١٦	٣٣٩	٦٠٠	٢٨٩	٥٣٦
عنيزة	٢٦٦	٥٦٦	٣٥٣	٦٦٨	٤٣٣	٧٩٢	٤٤٥	٨٩٥	٥٠٤	٩٥٣	٥٣٢	٩٧٢	٥٣٩	٩٦١	٥٣٦	٩١٦	٤٢٤	٨٣١	٣٩٧	٧١٤	٣٢٦	٥٩٦	٢٨٥	٥٣٤
الزلفي	٢٥٦	٥٦٣	٣٤٨	٦٦٥	٤٢٤	٧٩٠	٤٣٧	٨٩٤	٤٩٤	٩٥٣	٥٣٨	٩٧٣	٥٤٦	٩٦١	٥٢٢	٩١٥	٤٣٣	٨٢٨	٣٧٢	٧١١	٣١٨	٥٩٣	٢٨٣	٥٣١
حائل	٢٥١	٥٤٦	٣٣٣	٦٥١	٤١٩	٧٨١	٤٢٨	٨٩١	٤٨٥	٩٥٥	٥٢٥	٩٧٧	٥٣٥	٩٦٤	٥١٦	٩١٤	٤١٥	٨٢٣	٣٦٣	٦٩٩	٣١٠	٥٧٨	٢٨٠	٥١٤

* م= الاشعة المسجلة

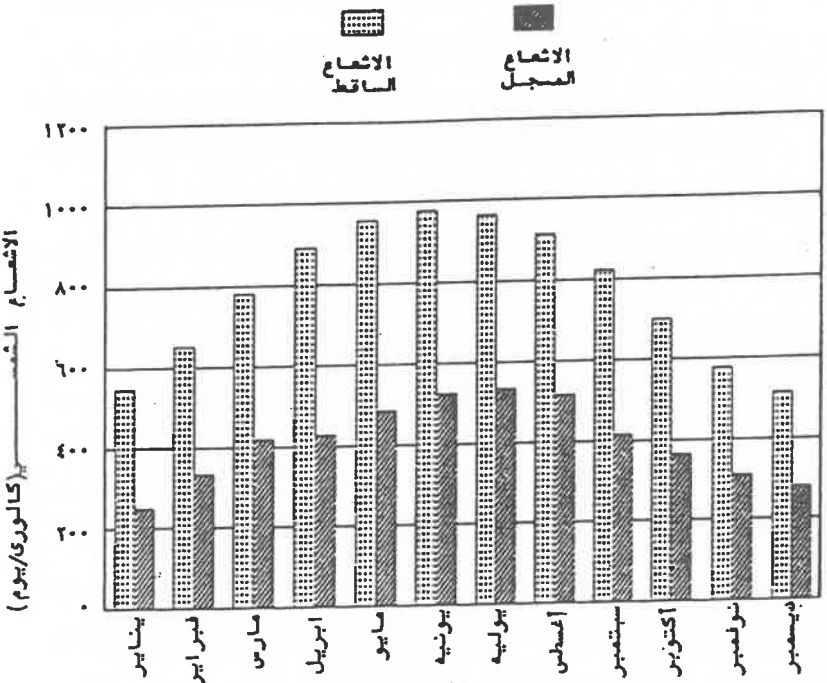
* س= الاشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي

شكل رقم (٦)

شكل رقم (٧)



شكل رقم (٨)



شكل رقم (٩)

التي سجلت في مارس معدل ٤٥٧ كالوري/ يوم ومحطة الخرج ٤٦٣ سعر/ يوم حيث تقترب الشمس من محطات جنوب المنطقة على وجه الخصوص، بينما تسجل محطات شمال المنطقة معدلات أقل وذلك تبعا لبعدها عن جنوب المنطقة.

أما في الأشهر مايو، يونيو، يوليو فإن معدلات الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي تأخذ وضعا مغايرا مقارنة بالأشهر يناير، فبراير، مارس، أبريل إذ تتدرج تلك المعدلات بالزيادة نحو الشمال لتسجل محطة حائل في شمال المنطقة أعلى قيمة هي ٩٧٧ سعر/ يوم في شهر يونيو بينما محطة السليل جنوب المنطقة سجلت أقل قيمة في ذلك الشهر وهي ٩٤٩ سعر/ يوم، والكلام نفسه يقال عن شهري مايو ، يوليو.

وتبعا لذلك فإن المعدلات اليومية للاشعاع الشمسي ترتفع ارتفاعا كبيراخاصة في شهر يوليو الذي تسجل فيه محطات الدراسة جميعها أعلى المعدلات اليومية لكمية الاشعاع الشمسي بحيث لا يقل ذلك المعدل عن ٥٠٠ سعر/ يوم في كافة المحطات، وتلعب دائرة العرض دورا هاما في تدرج معدلات الاشعاع الشمسي بالانخفاض النسبي نحو الشمال وذلك لعدم فاعلية العوامل الأخرى في التأثير كالسحب التي يكاد ينعدم وجودها في أجواء المنطقة خلال ذلك الشهر.

تتميز معدلات الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الغلاف الجوي في شهر اغسطس بالانحدار نحو الشمال، اذ تسجل ست محطات معدل ٩١٧ كالوري/ يوم وهي محطات السليل، الخرج، ديراب، الدوادمي، والمصانع وهي محطات تقع في جنوب المنطقة.

بينما تسجل أربع محطات هي شقراء، حوطة سدير، عقلة الصقور عنيزة، معدل ٩١٦ سعر/ يوم. أما محطتي الزلفى وحائل فتسجلان ٩١٥، ٩١٤ سعر/ يوم على التوالي وذلك بتأثير التدرج في المواقع الفلكية نحو الشمال.

إلا أن المعدلات اليومية لكمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في شهر أغسطس تظل مرتفعة في جميع محطات المنطقة حيث تتراوح بين (٥٤٨ سعر/ يوم) في محطة السليل، (٥١٦ كالوري/ يوم) في محطة حائل، ولكن تلك المعدلات تنخفض انخفاضا ملحوظا عنها في شهر يوليو.

الأشهر الثلاثة التي تلي أغسطس وهي سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر تتجه فيها معدلات الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الغلاف الجوي في الانحدار نحو الشمال بشكل تدريجي ملحوظ، تبعا للتدرج في المواقع الفلكية.

أما المعدلات اليومية لكمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في تلك الأشهر فإنها

تبدأ بـالانخفاض من أول شهر سبتمبر وتستمـر في انخفاضهـا الملحوظ في شهر أكتـوبر إلى أن تسجل في شهر نـوفمبر معدلات منخفضـة أقل من ٥٣٠ سعـر/ يوم كما في محطـة حائل (٣١٠ سعر/ يـوم) ومحطة الزلفي (٣١٨سعر/ يـوم) ومحطة عنيزة (٣٢٦ سعـر/ يوم) وهي المحطات التي تقع في شمال المنطقة بعيدا عن الشمس مقارنة بمحطات جنوب المنطقة.

تسجل كافـة محطات الدراسـة في شهر ديسمبر أدنى معدلات الاشعـاع الشمسي الساقط على سطـح الغـلاف الجوي إذ يتراوح هـذا المعـدل بين ٦١٢ سعـر/ يـوم في محطـة السليل وبين ٥١٤سعر/ يوم في محطة حائل وذلك تبعا لانخفاض قيمة زاوية ارتفاع الشمس في هذا الشهر أما المعـدلات اليوميـة للاشعـاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض فإنها تنخفض في جميع محطـات المنطقة حتى أن محطـات شمال المنطقة تسجل معـدلات أقل من ٣٠٠ سعر/ يـوم وذلك بسبب تأثرها بـالاضطرابات والمنخفضات الجويـة التي تبدأ بالتحرك نحـو شرق البحر المتوسط فترتفع فيها كميات السحب مقارنة بمحطات جنـوب المنطقة التي يكون تأثير تلك المنخفضات عليها طفيفا.

التباينات الشهرية:

لقد بـدى لنا من خلال دراسـة المعدلات الشهريـة لكمية الاشعاع الشمسي أن محطـات المنطقة تستقبل معدلات شهرية تكـاد تكون متقاربة من محطة لأخرى، ولكن المعـدلات تتفاوت تفاوتا كبيرا من شهر لآخـر، فإذا ما قرنـا بين معدل كميـة الاشعاع الشمسي في جميع أشهر السنـة فإننا سوف نلاحظ مدى التباين في المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي، خاصة فيما بين شهر ينايـر الذي تنخفض فيه كميـة الاشعاع الشمسي إلى أدنى مستويـاتها، وبين شهر يوليـو الذي تـرتفع فيه كميـة الاشعـاع الشمسي إلى أعلى مستويـاتها، كما أن هـذين الشهرين يمثـلان وقتي انخفاض وارتفاع كمية الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الغلاف الجوي.

وتبين البيانـات الـواردة في الجدول رقم (٩) المعـدل اليـومي لـلأشعة السـاقطـة على سطح الغلاف الجوي والأشعة الواصلة إلى سطح الأرض (الأشعة المسجلة) ونسبة تلك الأشعة الأخيرة من الأشعة الساقطـة على سطح الغلاف الجوي في شهر يناير، ويوليـو، ومن خلال قراءة تلك البيانات يمكن ملاحظة الآتي:

١- تتراوح نسبة مـا يصل سطح الأرض من الأشعـة الساقطة على سطـح الغلاف الجوي في

جدول رقم ٩

نسبة الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض منذ الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي في شهر يناير ويوليو (سعر/ يوم) في محطات المنطقة (١٩٦٤-١٩٨٩م)

اسم المحطة	يناير			يوليو		
	الأشعة المسجلة	الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي	نسبة الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض من الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي والأشعة المسجلة	الأشعة المسجلة	الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي	نسبة الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض من الأشعة الساقطة على سطح الغلاف الجوي والأشعة المسجلة
السليل	٣٥٢	٦٤١	٥٥٪	٥٥٧	٩٢٤	٥٩٪
الأفلاج	٣٣٥	٦١٧	٤٥٪	٥٦٢	٩٤٩	٥٩٪
الخرج	٣٠٥	٥٩٢	٥١٪	٥٥٢	٩٥٥	٥٨٪
دیراب	٣١٤	٥٨٨	٥٣٪	٥٤٧	٩٥٦	٥٧٪
الدوادمي	٣٢٣	٥٨٧	٥٥٪	٥٤٩	٩٥٦	٥٧٪
المصانع	٣١٣	٥٨٦	٥٣٪	٥٤٦	٩٥٨	٥٧٪
شقراء	٣١٠	٥٧٧	٥٣٪	٤٥١	٩٥٩	٥٦٪
حوطة سدير	٢٨٥	٥٧٣	٤٩٪	٥٤٣	٩٦٠	٥٦٪
عقلة الصقور	٢٧١	٥٦٩	٤٧٪	٥٤٩	٩٦١	٥٧٪
عنيزة	٢٦٦	٥٦٦	٤٧٪	٥٣٩	٩٦١	٥٦٪
الزلفي	٢٥٦	٢٦٣	٤٥٪	٥٤٦	٩٦٤	٥٧٪
حائل	٢٥١	٥٤٦	٤٥٪	٥٣٥	٩٥١	٥٥٪

شهر يناير بين ٤٥٪ في حائل والزلفي ٥٥٪ في السليل، كما تتراوح تلك النسبة في شهر يوليو بين ٥٥٪ في حائل ٥٩٪ في السليل التي تقترب نسبيا من ٧٥٪ وهي النسبة العظمى لوصول أشعة الشمس إلى سطح الأرض عند خلو السماء من الغيوم تماما، مما يعني تفاوت محطات المنطقة بين

تلك القيم تبعا لتفاوت الموقع الفلكي وتـدرجه نحو الشمال، وبالتالي انخفـاض كمية الاشعاع الشمسي في محطات شمال المنطقة مقارنة بجنوبها.

٢- ترتفع كمية الاشعة الشمسية الساقطة على سطح الغلاف الجوي في شهر يونيو لتصل إلى أقصى حـد لها في محطة حـائل (٩٦٤ سعـر/ يوم) بحيث تقترب نسبيـا من ١٠٠٠ سعر/ يـوم، ويعـود ارتفـاع تلك المعدلات في محطـات المنطقـة إلى ارتفـاع قيم زوايا ارتفـاع الشمس وزيـادة ساعـات النهار ومن ثم زيادة فترة السطـوع وخاصة وأن أشهـر الصيف تعد أكثر شهـور السنة ثباتا في أحوالها الجوية وصفاء سمائها.

٣- تنخفض كميـة الاشعـاع الشمسي السـاقط على سطح الغـلاف الجوي في شهر ينـايـر انخفاضا كبيرا عنه في شهـر يوليو بفارق ٤١٨ سعر/ يوم وذلك تبعـا لانخفاض قيم زوايا ارتفاع الشمس ولقصر سـاعـات السطـوع، ومن ثم انخفـاض كميـة الاشعـاع السـاقط على سطح الغلاف الجوي.

وبتفحص الشكل رقم١٠ الـذي يـوضح معـدل الاشعـاع الشمسي بمحطـات المنطقـة في شهريناير يمكن استنتاج الآتي:

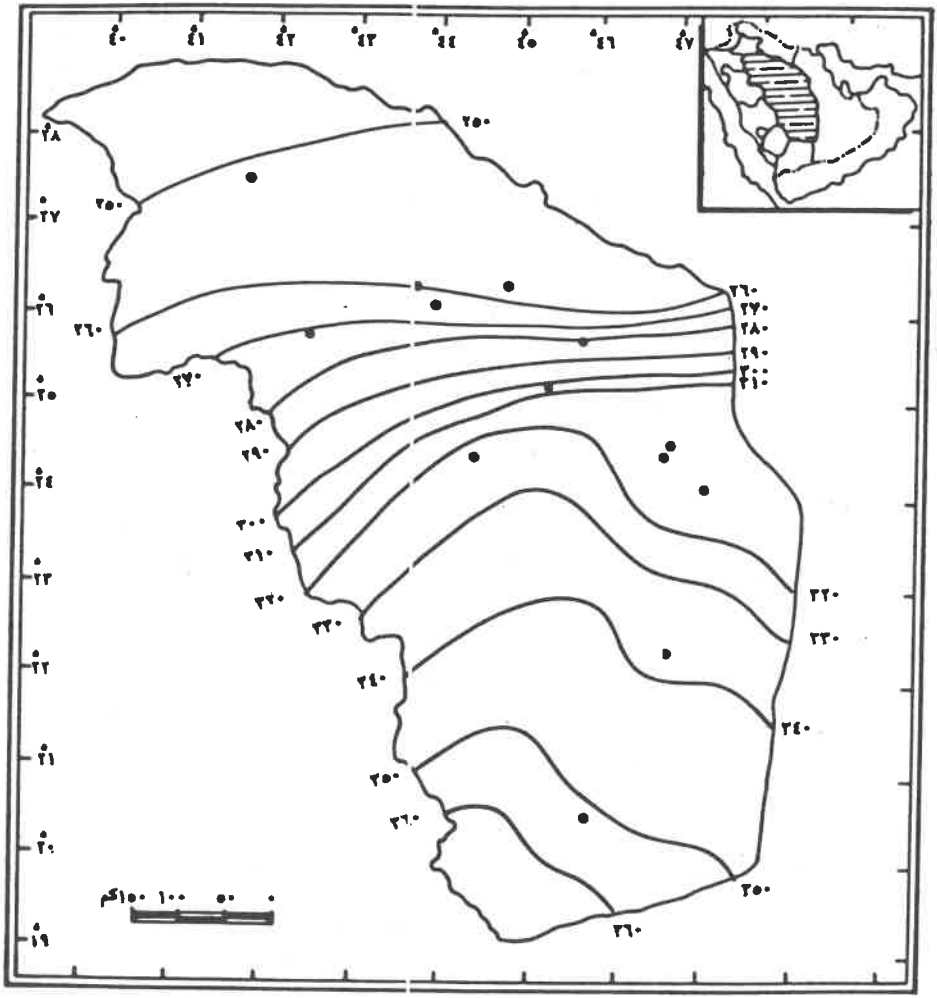
١- تتجه خطـوط التساوي بصفة عامـة نحو الجنوب بحيث تتـزايد تدريجيا بـاتجاه جنوب المنطقة لكـون محطات جنوب المنطقـة تستقبل كمية الاشعاع الشمسي تفـوق تلك الأشعة التي تستقبلها محطات شمال المنطقة.

٢- تشذ عـن هذا الاتجاه محطة الخرج التي تسجـل معدل اشعاع شمسي يبلـغ ٣٥٠ سعر/ يوم والذي يقل عن محطتي دير اب والمصانع.

٣- تبدوخطـوط التساوي أكثر تقـاربا بـاتجاه الشمال نظرا لتقارب محطـات شمال المنطقة في معدلات الاشعاع الشمسي في شهريناير.

٤- تنخفض كمية الاشعاع الشمسي في محطة حـائل لارتفاع نسب التغيم بسبب وقوعها في مهب الرياح الشمالية القريبة وما يصاحبها من رطوبة المتوسط.

٥- تسجل محطـة السليل أعلى معدل لـلاشعاع في هـذا الشهر بين محطات المنطقـة وذلك بسبب موقعها الجنوبي من جهة وانخفاض نسب التغيم لبعدها عن تأثير الرياح الشمالية الغربية الرطبة من جهة أخرى.



شكل رقم(١٠)معدل الاشعاع الشمسي(كالوري/يوم) في منطقة الدراسة لشهر يناير (١٩٦٤-١٩٨٩م).

شكل رقم(١٠)

ويتضح من الشكل رقم (١١) أن معدلات الاشعاع الشمسي بمحطات المنطقة عن شهر يوليو ترتفع إلى حدودها العليا بسبب عمودية الشمس وزيادة عدد ساعات سطوع الشمس حيث يبلغ طول النهار أقصاه بينما تقل كمية السحب في كافة محطات المنطقة إلى حدودها الدنيا وبتحليل الشكل يمكن استنتاج الآتي :

١- تتأثر خطوط التساوي للأشعة الشمسية في منطقة الدراسة بصفة عامة بخط العرض الجغرافي فتتزايد تدريجيا بالاتجاه نحو الجنوب إلا أن محطة الافلاج تسجل معدل إشعاع أكثر من معدل الاشعاع الذي تسجله محطة السليل الواقعة إلى الجنوب منها وذلك تبعا لارتفاع زاوية سقوط الأشعة الشمسية في الأفلاج نسبة لقربها من مدار االسرطان مقارنة بمحطة السليل .

٢- تسجل معظم محطات المنطقة معدلات متقاربة للاشعاع الشمسي يتراوح بين ٥٤٠-٥٥٠ سعر/ يوم وقد يعود ذلك إلى تقارب مواقعها الفلكية إضافة إلى تأثرها بفعاليات عوامل جوية متشابهة مثل ندرة السحب وزيادة عدد ساعات السطوع الفعلية .

٣- تسجل محطة حائل أقل معدل الاشعاع الشمسي حيث يصل إلى نحو ٥٣٥ سعر/ يوم وذلك تبعا لبعدها شمالا عن مدار السرطان إضافة إلى انخفاض قيمة زاوية ارتفاع الشمس عليها وما يتبعه من انخفاض نسبي في كمية الاشعاع الشمسي بالمقارنة ببقية المحطات .

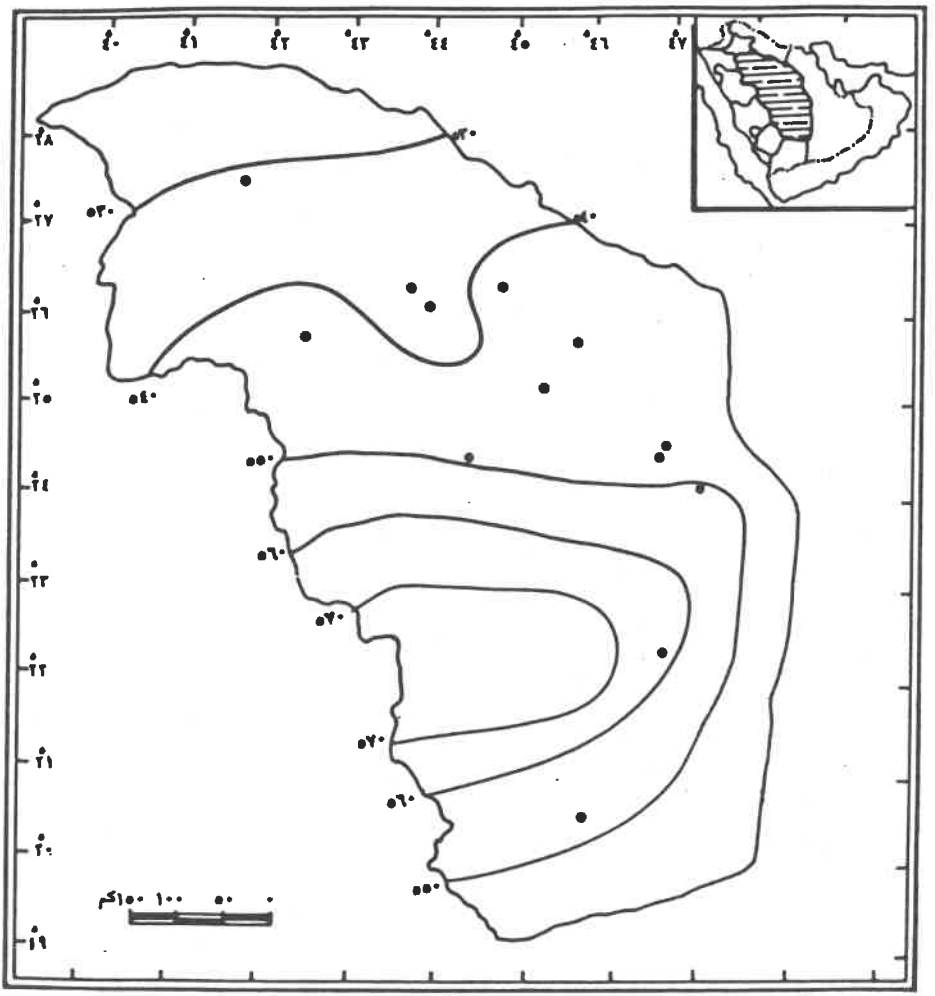
المعدل الفصلي للاشعاع الشمسي :

من خلال تتبعنا لمعدلات الاشعاع الشمسي الشهرية بدا لنا بوضوح أن المعدلات الشهرية للاشعاع تنخفض إلى أدنى مستوياتها في أشهر الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) بينما ترتفع إلى أعلى مستوياتها في أشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس) أما بقية الأشهر فتتراوح فيها المعدلات الشهرية للاشعاع الشمسي بين الارتفاع والانخفاض، ولكنها تأخذ سمة الاعتدال النسبي .

وعليه يمكن تقسيم السنة إلى نصفين أحدهما شتوي والآخر صيفي يفصل بينهما فصلان انتقاليان هما فصلا الربيع والخريف .

١- نصف السنة الشتوي :

تبدأ مؤشرات دخول الشتاء في منطقة الدارسة من بداية شهر نوفمبر حيث تسجل نصف



شكل رقم(١١) معدل الاشعاع الشمسي (كالوري /يوم) في منطقةالدراسة لشهر يوليو(١٩٦٤-١٩٨٩م).

محطـات المنطقـة معـدلات أدنى من ٣٥٠ سعر/ يوم وقد تصل إلى أقل من ذلك بكثير كما في محطـة حـائل على سبيل المثـال التي سجلت معـدل ٣١٠ سعر/ يوم كأقل معدل بين محطات المنطقة خلال شهر نوفمبر.

وبالرجوع إلى البيانات الواردة عن معدل الاشعاع الشمسي لأشهر الشتاء في جدول رقم(٧) يمكن ملاحظة ما يلي:

١- تسجل محطات المنطقـة معدلات منخفضـة بحلول شهر ديسمبر (أول أشهـر الشتاء)، وذلك تبعا لحركـة الشمس الظاهـرية بـالاتجاه نحو مدار الجدي، وبـالتالي انخفـاض قيم زوايا ارتفاع الشمس مما ينعكس سلبا على ساعات السطوع ومن ثم قلة ما يصل إلى سطح الأرض من الاشعاع الشمسي إضافة إلى تأثـر محطات المنطقة وخاصة الشمالية منها بالـرياح الشمالية الغربية الرطبة التي تساعد على زيادة كمية السحب نسبيا في ذلك الشهر.

٢- تسجل محطات المنطقـة أقل معدلاتها من الإشعـاع الشمسي في شهر ينايـر بالمقـارنة مع شهري ديسمبر-نوفمبر، حيث تسجل خمس محطات هي: حوطة سدير، عقلة الصقور، عنيزة، الزلفـى، حائل معدل اشعـاع شمسي يتراوح فقط بين ٢٥١-٢٨٥سعر/ يوم، وذلك فيما يبدو بسبب ارتفاع نسبـة التغيم في شهر ينايـر وانخفاض زوايا الأشعة الشمسيـة إلى حدودها الـدنيا علاوة على انخفاض عدد ساعات سطوع الشمس في تلك االمحطات، إلا أن أثر الموقع الفلكي على كمية الاشعـاع الشمسي قد لا ينطبق كليا في كل المحطات، فمحطـة الدوادمي على سبيل المثال يزيد فيها معدل الاشعاع الشمسي عن محطتي ديراب والخرج اللتان تقعان إلى الجنوب منها وقـد يعزى ذلك إلى ارتفـاع محطة الـدوادمي نسبيـا، ولذا فهي تستقبل جـزءا أكبر مما تستقبلـه المحطات المجاورة لها.

٢- نصف السنة الصيفي:

تسجل محطات الـرصد في المنطقة أعلى معـدلات الاشعاع الشمسي في أشهر السنة (يـونيو، يوليو، أغسطس) وهـذا ما تشير إليـه البيانات الـواردة في الجدول السابق رقم (٨) ومن خـلاله يمكن أن نلاحظ الآتي:

١- ترتفع معدلات الاشعاع الشمسي إلى أعلى مستوياتها لتصل إلى أكثر من ٥٠٠ سعر/ يوم وقد ترتفع إلى مـا يزيد عن ٥٥٠ سعر/ يوم وخاصة في شهر يوليو الذي تسجل فيه جميع محطات المنطقـة وبـدون استثنـاء معـدلات اشعـاع شمسي تفـوق ٥٠٠ سعر/ يوم وتساعد مجموعة من

العوامل في هذه الزيادة لعل أهمها تعامد الشمس في هذا الفصل على مدار السرطان الذي يمر من وسط المنطقة وما يتبع ذلك من ارتفاع في قيم زوايا ارتفاع الشمس التي تتراوح بين ٢٣َ ٨٥ْ في محطة حائل وبين ٦٥َ ٨٩ْ في محطة الأفلاج، بحيث تكون قريبة من العمودية وبالتالي فإن ساعات السطوع تتجه نحو الزيادة حيث يبلغ طول النهار أقصاه بينما تنخفض كميات السحب إلى حدودها الدنيا. إضافة إلى أن المنطقة تصبح مغطاة بهواء مداري قاري جاف حار يصاحبه انخفاض في مقادير الرطوبة النسبية حتى في الطبقات العليا من الغلاف الجوي(١).

٢- تستقبل محطة الأفلاج أكبر كمية من الاشعاع الشمسي مقارنة ببقية المحطات في المنطقة، خاصة في شهري يونيو، يوليو حيث يصل معدل الاشعاع الشمسي فيها ٥٥٤، ٥٦٢ سعر/ يوم على التوالي. أما محطة حائل فتستقبل أدنى معدلات الاشعاع الشمسي بين محطات المنطقة في شهر يوليو بمعدل ٥٣٥ سعر/ يوم وذلك نتيجة لابتعادها نحو الشمال عن مدار السرطان مقارنة بمحطة الأفلاج التي تكون الشمس عمودية عليها في تلك الفترة إذ تصل فيها زاوية ارتفاع الشمس إلى نحو ٦َ .٨٩ْ كأعلى قيمة بين محطات المنطقة لكونها أقرب المحطات من مدار السرطان الذي تتعامد عليه الشمس في تلك الفترة.

٣- في شهر أغسطس يظهر أعلى معدل للاشعاع الشمسي في محطة السليل مقارنة بالأفلاج في شهر يوليو وذلك بسبب ابتعاد الشمس عن مدار السرطان في حركتها الظاهرية نحو الجنوب فتصبح محطة السليل أكثر محطات المنطقة تأثرا بالنظر إلى موقعها جنوب المنطقة.

٣- الاعتداليين (الربيع والخريف):

يعد فصل الشتاء وفصل الصيف فترتي التطرف في معدلات الاشعاع الشمسي بالانخفاض في الشتاء والارتفاع في الصيف. أما فصلي الاعتدال فهما الربيع والخريف.

وبدراسة البيانات الواردة في الجدول (١٠) الذي يوضح معدلات الاشعاع الشمسي في فصل الربيع والخريف يمكن أن نستنتج الآتي:

١- تتجه معدلات الاشعاع الشمسي في أشهر الربيع (مارس، أبريل، مايو) في محطات المنطقة نحو التصاعد بدءا من شهر مارس وذلك تبعا لاقتراب الشمس نحو خط الاستواء فتزيد كمية الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض في هذه الأشهر مقارنة بأشهر الشتاء خاصة محطات جنوب المنطقة.

(١) عزيز، مكي محمد، (مرجع سبق ذكره)، ص ٢٦٧.

جدول رقم ١٠

معدل الاشعاع الشمسي (سعر/ يوم) في فصلي الربيع والخريف في محطات الدراسة (١٩٦٤-١٩٨٩م)

الشهر / المحطة	فصل الربيع			المعدل	فصل الخريف			
	مارس	أبريل	مايو		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل
السليل	٤٨٨	٤٦٥	٥٤٢	٤٩٨	٤٩٣	٤٦٦	٣٦٩	٤٤٢
الأفلاج	٤٥٧	٤٩٧	٥٣٠	٤٩٤	٤٧٩	٤٦٧	٣٨١	٤٤٢
الخرج	٤٦٣	٤٦٧	٥١٣	٤٨١	٤٥٦	٤٣٣	٣٥٥	٤١٤
دیراب	٤٣٨	٤٧٣	٤٩٩	٤٧٠	٤٧٠	٤٣٧	٣٥٤	٤٢٠
الدوادمي	٤٣٠	٤٦٤	٥١٥	٤٦٩	٤٧٦	٤٥٤	٣٥٥	٤٢٨
المصانع	٤٢٧	٤٤٥	٥١٣	٤٦١	٤٦١	٤٣١	٣٥١	٤١٤
شقراء	٤٣١	٤٦٧	٥١٦	٤٧١	٤٥٥	٤٢٣	٣٣٥	٤٠٤
حرطة سدير	٤٣٨	٤٥٠	٥١٦	٤٧٦	٤٢٥	٤٢٣	٣٣٧	٣٩٥
عقلة الصقور	٤٣٩	٤٥٧	٥٢٤	٤٧٣	٤٧٣	٣٩٩	٣٩٩	٣٩٠
عنيزة	٤٣٣	٤٤٥	٥٠٤	٤٦٠	٤٢٤	٢٩٧	٣٢٦	٣٨٢
الزلفي	٤٢٤	٤٣٧	٤٩٤	٤٥١	٤٣٣	٣٧٢	٣١٨	٣٧٤
حائل	٤١٩	٤٢٨	٥٨٥	٤٤٤	٤١٥	٣١٣	٣١٠	٣٢٦
المعدل العام	٤٤٠	٤٥٧	٥١٢		٤٥١	٤١٧	٣٤٥	

٢- على العكس من أشهر الربيع تتجه أشهر الخريف (سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر) نحو التناقص بدءا من شهر سبتمبر وحتى شهر نوفمبر حيث تنخفض معدلات الاشعاع الشمسي بشكل ملحوظ وذلك لأن الشمس في تلك الفترة تبدأ بالابتعاد عن مدار السرطان بعد انتهاء فصل الصيف متجهة نحو خط الاستواء وتنخفض تبعا لذلك قيم زوايا ارتفاع الشمس ومن ثم ساعات السطوع وكمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض.

ويتبين لنا من خلال قراءة البيانات الواردة في الجدول رقم (١١) الذي يوضح ارتفاع وانخفاض معدلات الاشعاع الشمسي في بعض محطات المنطقة، أن تلك المعدلات تتجه نحو التناقص وبشكل سريع خلال أشهر فصل الخريف مقارنة باتجاهها نحو التزايد نسبيا في فصل الربيع، ففي حال التناقص نجد أن معدل الاشعاع الشمسي ينخفض فيما بين شهري سبتمبر وأكتوبر بمعدل ٣٤ سعر/ يوم بينما يرتفع معدل الاشعاع الشمسي فيما بين شهري مارس وأبريل بمعدل ١٧ سعر/ يوم فقط. وهذا ما يتبين أيضا من الشكل رقم (١٢) حول تصاعد معدل الاشعاع الشمسي فيما بين أشهر الربيع (مارس. أبريل. مايو) وانخفاض معدل الاشعاع الشمسي بين أشهر الخريف (سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر) الجدول رقم(١١).

جدول رقم (١١)

معدلات تصاعد كمية الإشعاع الشمسي ومعدلات انحدارها (سعر/ يوم) في بعض محطات الدراسة (١٩٦٤-١٩٨٩م)

الشهر / المحطة	الربيع		المعدل	الخريف		المعدل
	مارس	أبريل		سبتمبر	أكتوبر	
السليل	٤٤٨	٤٦٥	١٨	٤٩٣	٤٦٦	٢٧
المصانع	٤٢٧	٤٤٥	١٨	٤٦١	٤٣١	٣٠
عنيزة	٤٣٣	٤٤٥	١٢	٤٢٤	٣٩٧	٢٧
حائل	٤١٩	٤٢٧	٩	٤١٥	٣٦٣	٢٥

التباينات الفصلية :

يتضح من دراسة المعدلات الفصلية لكمية الاشعاع الشمسي في جميع محطات المنطقة ارتفاع معدل ما تستقبله المنطقة من الاشعاع الشمسي على وجه العموم، أما إذا ما قارنا ما تستقبله محطات المنطقة من إشعاع شمسي في فصل الشتاء ببقية فصول السنة يبدو أن فصل الشتاء يسجل كمية متدنية مقارنة مع فصل الصيف الذي يسجل كمية مرتفعة الجدول رقم (١٢) ومن البيانات الواردة في هذا الجدول يمكن ملاحظة الآتي :

١- تسجل محطات المنطقة معدلات متدنية في فصل الشتاء خاصة في محطات شمال المنطقة التي تتعرض في ذلك الفصل لهبوب الرياح الرطبة وما تسببه من ارتفاع في كمية السحب، أما محطات جنوب المنطقة فإنها تكون بعيدة نسبيا عن تأثير تلك الرياح فتتمتع في فصل الشتاء بأجواء أكثر استقرارا وبسماء أكثر صحوا فنجدها تسجل معدلات تفوق المعدلات التي تسجل في محطات الشمال.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه حتى وأن ارتفع معدل الاشعاع الشمسي لفصل الشتاء في بعض المحطات إلى أكثر من ٣٠٠ سعر/ يوم فإنه لا يزال متدنيا مقارنة بمعدلات فصل الصيف.

٢- تتميز أشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس) بأنها أكثر شهور السنة ثباتا في أحوالها الجوية حيث ترتفع معدلات الاشعاع الشمسي إلى الحد الأقصى وتنخفض نسبة التغيم إلى حدودها الدنيا وبالتالي فإن جميع محطات المنطقة تسجل في هذا الفصل معدلات مرتفعة بدرجة كبيرة.

جدول رقم (١٢)

معدل الإشعاع (سعر/ يوم) لفصلي الشتاء والصيف في محطات الدراسة (١٩٦٤-١٩٨٩م)

الفصل / المحطة	الشتاء	الصيف
السليل	٣٥٨	٥٥٠
الأفلاج	٣٥١	٥٥٣
الخرج	٣٣٩	٥٤١
ديراب	٣٣٨	٥٣١
الدوادمي	٣٤٥	٥٤٠
المصانع	٣٣٦	٥٣٤
شقراء	٣٣٣	٥٣٥
حوطة سدير	٣٠٨	٥٣٥
عقلة الصقور	٣٠٧	٥٤٠
عنيزة	٣٠١	٥٣٥
الزلفي	٢٩٥	٥٣٥
حائل	٢٨٨	٥٣٥

٣ـ تشير المعدلات الفصلية للاشعاع الشمسي إلى تجانس ملحوظ فيما بين محطات المنطقة لفصل الصيف مقارنة بمعدلاتها في فصل الشتاء وذلك لأن الشمس في فصل الصيف تكون عمودية على مدار السرطان الذي يمر من وسط المنطقة، مما يجعل هذا الفصل أكثر فصول السنة ثباتا في أحواله الجوية العامة وخاصة ندره السحب فيه مما يزيد من فترة سطوع الشمس ومن ثم زيادة كمية الاشعاع الشمسي وبنسب متقاربة بين محطات المنطقة، خلافا لفصل الشتاء الذي تكثر فيه التقلبات الجوية لتأثرها بالكتل الهوائية المجاورة وبمنخفضات البحر المتوسط ومن ثم ارتفاع عدد الأيام الغائمة مما يجعل محطات المنطقة تتفاوت فيما بينها في معدلات الاشعاع الشمسي في فصل الشتاء تبعا لمدى تأثر كل محطة بالعوامل السابقة.

٤- خلافا لفصلي الشتاء والصيف اللذان يعدان فصلا التباين في معدلات الاشعاع الشمسي نحو الانخفاض والارتفاع، يعد فصلا الربيع والخريف فترة الاعتدال حيث لا تسجل فيهما محطات المنطقة قيما عالية أو منخفضة بدرجة ملحوظة.

الخاتمة :

لقد تناول البحث دراسة طبيعية الاشعاع الشمسي وذلك من خلال تحليل خصائصه في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية، سواء على المستوى الشهري أو الفصلي، وتقصى مظاهر التباينات الشهرية والفصلية لهذا العنصر الهام.

فقد تناول البحث عنصر الاشعاع الشمسي بتحليل خصائصه في منطقة الدراسة بالاعتماد على ما توافر من بيانات مناخية لمحطات الرصد في المنطقة.

ومن خلال هذه الدراسة التفصيلية يمكن استنباط النتائج التالية :

— إن تشابه منطقة الدراسة في الظروف المناخية والجغرافية العامة أدى إلى تقليل دور البعد المكاني نسبيا في التأثير على خصائص الاشعاع الشمسي في المنطقة ليبقى دور البعد الزماني موضحا أوجه التباين في تلك الخصائص من شهر لآخر لا من محطة لأخرى.

— على الرغم من أن خط العرض الجغرافي يعد أهم العوامل المؤثرة في كمية الاشعاع الشمسي الواصلة إلى سطح الأرض، إلا أن أثر دائرة العرض الجغرافي لا يشير إلى وجود تباين كبير بين كل محطة وأخرى في منطقة الدراسة، وذلك لأن تلك المنطقة تمتد لما يقرب من ثمان درجات عرضية فقط تتجانس تجانسا ملحوظا في قيم زوايا ارتفاع الشمس فيما بينها، وبالتالي في كمية ما تستقبله كل محطة من محطاتها من الإشعاع الشمسي.

— تعد ساعات السطوح من بين أكثر العوامل تأثيرا على كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض بمحطات المنطقة، فباستخدام الارتباط تبين أن هناك علاقة ارتباطية قوية وطردية بين المعدل السنوي لهذين العنصرين، فكلما زاد معدل عدد ساعات السطوع زاد تبعا له معدل كمية الاشعاع الشمسي اليومي.

هذه حقيقة وليس توقع أن الإشعاع الشمسي العنصر المناخي الأكثر فاعلية وتأثيرا على المسار السنوي لحرارة الهواء بمنطقة الدراسة، حيث أن المعدلات الحرارية تتأثر مباشرة بمعدلات الاشعاع الشمسي، بحيث يتفق توقيت أكثر الشهور حرارة بالمنطقة مع أعلى الشهور بمعدلات الاشعات الشمسي (يوليو) بينما يتفق توقيت أقل الشهور برودة بالمنطقة مع أقل الشهور بمعدلات الاشعاع الشمسي (يناير). وقد تبين لنا من خلال نتائج معامل الارتباط بين المعدل السنوي لحرارة الهواء والمعدل السنوي لكمية الاشعاع الشمسي أن هناك علاقة طردية بينهما.

— لا يفضل الاعتماد كليا على نتائج تطبيق المعادلات الاحصائية في تقرير كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض. خاصة في الدراسة التحليلية التفصيلية، وذلك لكون

نتائج تطبيق تلك المعادلات — كما في معادلة إنجستروم المستخدمة في هذا البحث — تعطي تقديرات لفترات طويلة نسبيا يمكن أن تفيد في المناطق التي تواجه نقصا واضحا في عدد المحطات التي تهتم برصد الاشعاع الشمسي، كما لا يمكنها أن تفيد في الدراسات التحليلية التفصيلية كما في الدراسة.

واستنادا على ما تقدم في هذه الدراسة يوصي الباحث بالآتي:

— حث الباحثين على الاهتمام بدراسة عنصر الاشعاع الشمسي على وجه الخصوص الذي لم تولـه الدراسات المناخية التي أجريت عن المملكة الاهتمام المطلوب، وذلك لكونه من أهم العناصر المناخية للاستفادة منه في تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة في المملكة العربية السعودية.

— توجيه الباحثين وحثهم على إجراء دراسات مناخية مقارنة بين أجزاء المملكة العربية السعودية، فيما يتعلق بعنصر الاشعاع الشمسي، لتوضيح مدى تباين أجزاء المملكة في معدلات هذا العنصر ومن ثم معرفة تأثيره في بقية العناصر المناخية الأخرى.

— الاهتمام بعمل أبحاث تطبيقية للتعرف على مدى أثر عنصر الاشعاع الشمسي على حياة الانسان ونشاطاته الاقتصادية المختلفة في المملكة العربية السعودية، . وذلك حتى تكون الدراسات المناخية ذات قيمة علمية وتطبيقية تتعلق بحياة المواطن، ونشاطه في مجالات التنمية الاقتصادية والاجتماعية في البلاد.

وأخيرا وليس آخرا يرجو الباحث أن يكون هذا الجهد المتواضع قد حقق أهدافه، وأن يكون إسهاما جديدا يستفاد منه في دراسات مناخية.

المراجع:

أولا: المراجع العربية:

١- أبو العلا، محمود طه، جغرافية شبه جزيرة العرب، الجزء الأول، الطبعة الثانية، القاهرة، الانجلو المصرية، ١٩٧٧م.

٢- أبو العنين، حسن سيد أحمد، أصول الجغرافيا المناخية، بيروت، الدار الجامعية، ١٩٨١م.

٣- أبو عياش، عبد الاله، الاحصاء والكمبيوتر في مجال البيانات مع تطبيقات جغرافية، الكويت، وكالة المطبوعات، ١٩٧٨م.

٤- البنا، علي، الجغرافية المناخية والنباتية، بيروت، دار النهضة العربية، ١٩٧٠م.

٥- التوم، مهدي أمين، مبادىء الجغرافيا المناخية، الخرطوم، جامعة الخرطوم، ١٩٨٦م.

٦- جودة، جودة حسنين، الأساليب الكمية في الجغرافيا، الاسكندرية، دار المعرفة الجامعية، ١٩٨٣م.

٧- حميدة، عبد الرحمن، علم المناخ، دمشق، ١٩٦٨م.

٨- شحادة، نعمان، علم المناخ، عمان، النموذجية للنشر، ١٩٨٣.

٩- شحادة، نعمان، المناخ العملي، عمان، النموذجية للنشر ١٩٨٣م.

١٠- شرف، عبد العزيز طريح، مناخ الكويت، الاسكندرية، مؤسسة الثقافة الجامعية، ١٩٨٠م.

١١- شرف، عبد العزيز طريح، الجغرافيا المناخية والنباتية، القاهرة، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٨م.

١٢- الشريف، عبدالرحمن صادق، جغرافية المملكةالعربية السعودية، الطبعة الثالثة، الرياض، دار المريخ للنشر، ١٩٨٧م.

١٣- الصنيع، عبد الله علي، المدخل إلى البحث العلمي الجغرافي المعاصر، مكة نادى مكة الأدبي، ١٩٨٤م.

١٤- عياش، سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، الكويت، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، ١٩٨١م.

١٥- غلاب، محمد السيد، مبادىء الجغرافيا لطبيعية، القاهرة، الانجلو المصرية، ١٩٦٩م.

١٦- فايد، يوسف عبد المجيد، مدخل إلى دراسة المناخ التفصيلي، القاهرة، جامعة القاهرة، ١٩٧٦م.

١٧- الفرا، محمد علي، مناهج البحث في الجغرافيا بالوسائل الكمية، الكويت، وكالة المطبوعات، ١٩٨٣م.

١٨- الفندي، محمد جمال الدين، الطبيعة الجوية، الكويت، مكتبة الفلاح ١٩٧٧م.

١٩- كريل، عبد الاله رزقي وآخرون، الطقس والمناخ، جامعة البصرة، ١٩٧٨م.

٢٠- ملر، أوستن، علم المناخ، ترجمة محمد متولي، القاهرة، ١٩٧٢م.

٢١- الوكيل، شفق العوضي، المناخ وعمارة المناطق الحارة، القاهرة، عالم الكتب، ١٩٨٩م.

ثانيا: البحوث والمقالات:

١- بابكر. أحمد عبد الله (الشعور بالضيق بسبب الحرارة والرطوبة في الدوحة). مجلة جامعة دمشق، المجلد ٢١، عدد٣، عام ١٩٨٥م.

٢- أبو غريس، صالح محمد، (هندسة الاشعاع الشمسي). مجلة الطاقة الشمسية في الوطن العربي، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ص: ٣-٤٥، عام ١٩٨٨م.

٣- أمين، عبد الرحمن، (تحليل العوامل الجوية بالمملكة العربية السعودية من الوجهة الزراعية) الموسم الثقافي، اللجنة الثقافية والفنية العامة، جامعة الرياض، السنة الثانية، ص: ١٠٢-٢٢٤، عام ١٩٧٤م.

٤- بخرجي، فوزية عمر حسين (أثر الظروف المناخية على سكان المملكة العربية السعودية)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، عام ١٩٨٩م.

٥- حداد، ميشيل، (توزيع الاشعاع الشمسي في سوريا)، مجلة جامعة دمشق، مجلد ٢، عام ١٩٨٦م.

٦- حمادة، ايميلي محمد، (المناخ والزراعة في منطقة القصيم)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك السعود، الرياض، عام ١٩٨٨م.

٧- الشريف، عبد الرحمن صادق، (الأحول المناخية في مدينة الرياض). كلية الآداب، جامعة الرياض، المجلد الثالث، السنة الثالثة، ص: ٢٧٣-٣١٧، عام ١٩٧٣م.

٨- شحادة، نعمان (الاتجاهات العامة والحديثة للحرارة في بلاد الشام). مجلة دراسات العلوم الانسانية، المجلد الخامس، العدد الثاني، ص: ٤١-٧٤، عام ١٩٧٨م.

٩- شحادة، نعمان، (أنماط المناخ الفسيولوجي في الأردن) مجلة دراسات ا لعلوم الطبيعية المجلد الثاني، العدد الثاني، ص: ٥١-٨٨، عام ١٩٨٥م.

١٠- الصائغ، علي محمد، (طبيعة الاشعاع الشمسي)، مجلة الطاقة الشمسية في الوطن العربي، منظمة الأقطار المصدرة للبترول، الكويت، عدد١٩، ص: ٥٥-١٠١، عام ١٩٨٨م.

١١- طعمة، مأمون، (علاقة تجريبية بين الاشعاع الشمسي ومدة سطوع الشمس)، مجلة الكهرباء، العدد ٧، ص: ١٠٣-١٠٧، عام ١٩٧٩م.

١٢- عباس، علي، (الاشعاع الشمسي وعناصرة)، مجلة الكهرباء، العدد ٧٠٦ ص ١٨-١١٠ عام ١٩٧٩م

١٣- عزيز، مكي، (الأمطار في المملكة العربية السعودية)، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض، المجلد الثاني، ص ٢٣٩-٢٨٨-١٩٧١م.

١٤- عقراوي، أسعد عبدالرحيم، (معادلة تجريبية لحساب الاشعاع الشمسي المتناثرة بالاعتماد على العوامل الجوية لمدينة بغداد، مجلة بحوث الطاقة الشمسية، مركز بحث الطاقة الشمسيه، بغداد، المجلد الثاني، العدد الثاني، ص ١٥-٢٦، عام ١٩٨٤م.

١٥- علي، عبد القادر عبد العزيز، (العلاقة بين درجات الحرارة والروطوبة النسبية وكمية المياة المستهلكة). كلية البنات، جدة ص: ١-٧١، عام ١٩٨٧م.

١٦- عياش، سعود، (مستقبل الطاقة الشمسية في دول الخليج العربي)، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد: ٢٦. ص: ١٠٥-١٢٥، عام ١٩٨١م.

١٧- عياش، سعود، (الاشعاع الشمسي في الكويت)، ندوة العزل الحراري في دول الخليج العربي، الكويت، عام ١٩٧٩م.

١٨- الغشيان، هيفاء، (التبخر والميزانية المائية في المملكة)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، االرياض، عام ١٩٩٠م.

١٩- فايد، يوسف عبد المجيد، (مناخ مدينة جدة)، مجلة كلية الآداب، جامعة الملك عبد العزيز، المجلد الثاني، ص: ٢٠١-٢٢٧، عام ١٩٨٢م.

٢٠- محمدين، محمد محمود، (مناخ نجد بين أنواء العرب وأسجاعهم والدراسات المناخية الحديثة)، كلية التربية، جامعة الرياض، العدد الثاني، السنة الثانية، ص: ٢٥٧-٢٧٥، عام ١٩٧٨م.

٢١ـ المولد، فرج (مناخ غرب المملكة العربية السعودية)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، عام ١٩٨٣م

٢٢ـ النص، عزت (المزاج الطبيعي لمنطقة نجد)، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض، العدد الأول، ص ٩ ـ ٢٣، عام ١٩٧٠م

ثالثا: المطبوعات الحكومية والأطالس والخرائط:

١- وزارة الزراعة والمياه، ادارة تنمية الموارد والمياة قسم الهيدرولوجيا، البيانات المناخية للفترة من ١٩٦٤-١٩٨٩م، أربع عشرة محطة.

٢- وزارة الدفاع والطيران، مصلحة الارصاد وحماية البيئة، المركز الوطني، إدارة المناخ، البيانات المناخية للفترة من ١٩٦١-١٩٨٩م، أربع محطات.

٣- وزارة المالية والاقتصاد الوطني، مصلحة الاحصاءات العامة، نشره تقدير السكان خلال الفترة من ١٤٠٣-١٤١٢هـ، معلومات غير منشورة.

٤- أطلس المناخ، وزارة الزراعة والمياه، إدارة تنمية الموارد والمياه، قسم الهيدرولوجيا، عام ١٩٨٨م.

٥- أطلس الاشعاع في المملكة العربية السعودية، اعداد المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا بالتعاون مع وزارة الزراعة والمياه، الرياض، ١٩٨١م.

٦- مصلحة المساحة والجيولوجيا الأمريكية وشركة الزيت العربية الأمريكية، خريطة المملكة العربية السعودية، الطبعة الثانية، ١٩٨١م، مقياس رسم ١٠٠٠٠٠٠٠ : ١.

رابعا : المراجع الأجنبية :

1. Anderson, S.R. 1965, Hundrex Calculation, Canada Atmospheric Environment Service. Canada
2. Andrew Goudie and John Wilkinson, 1977, The Warm Desert Environment, Univ. of Cambridge.
3. Bailey, H.P, 1962, (Toward A Unifid Concept of Temperature) Climate geographic, Review, Vol. 52, pp. pp 510-515 .
4. Berry, F.A. Bollay, E. and Beers N.R., 1973, Hand Book of Meteorology McGraw Hill.
5. Black, J.N., Bonython, C.W. And Prescott, J.A. 1954, Solar Radiation And The Duration of Sunshine. Quarterly Journal of The Royal Meterological Society, London.
6. Budyko, F. I, 1974, Climate And Life, Academic Press, New York.
7. Cole, J.P. King C.A.M. 1969, Quantitative Geography Techniques And Theories In Geography, Glasgo University Press.
8. Conrad, V, And Pollack, L.W. 1962, Methods in Climatology, Harvard University.
9. Giger, V. and Pollack, L.W. 1962, Methods in Climatology, Harvard University.
9. Giger, R. 1965, The Climate Near The Ground, Harvard University.
10. Gregory, S. 1962, Statistical Methods and The Geographer Third Edition, London.
11. Gregor Czuk, M. and Cena, K. 1967, Distribution Of Effective Temperature over The Surface of Earth. International Journal of Biomererology.
12. Haring, L. Lioyd, Lioyd, Liunsbury, John. F. 1975, Introduction To Scientific Geographic Research, W.M.C. Brown Company Publishers, U.S.A.
13. Hammond, R. McCullagh, P. 1982. Quantitative Techniques In Geography, Oxford University Press.
14. Howard, J. Critchfield, General Climatology, Prentice Hall, New Jersey, 1966.
15. Kopal, Z. 1972, The Solar System, Oxford University Press, London, U.K.
16. Keith, F. and Kreider, J.F. Principles of Solar Engineering, Hemisphere Publishing Corp, N.Y. U.S.A.
17. Landsberg, H. 1968, Physical Climatology, Gray Printing Co.
18. Masterton, I.M. and Richardson, F.A. 1979, Humidex, A Method of Quantitiative Human Discomfort Due to Excessive Heat and Humidity, Report No. Cli, Atmosphereic Environment Service, Canada.
19. Mateer, C.L. 1955, A Preliminary Estimat of The Average Insolation In Canada. Occasional.
20. Sellers, W.D.1965. Physical Chimslology, The Univ. of Chicago press.

مجلة الشريعة والدراسات الإسلامية

علمية محكمة تعنى بالبحوث والدراسات الإسلامية
تصدر عن مجلس النشر العلمي في جامعة الكويت كل أربعة أشهر

رئيس التحرير الاستاذ الدكتور عجيل جاسم النشمي

تشتمل على:

- ★ بحوث في مختلف العلوم الإسلامية.
- ★ دراسات قضايا إسلامية معاصرة.
- ★ مراجعات كتب شرعية معاصرة.
- ★ فتاوى شرعية.
- ★ تقارير وتعليقات على قضايا علمية.

الاشتراكات:
للأفراد ٣ دنانير داخل الكويت - ١٠ دولارات أمريكية خارج الكويت
للمؤسسات والشركات ١٣ دينارا داخل الكويت
٤٥ دولارا أمريكيا خارج الكويت

جميع المراسلات توجه باسم رئيس التحرير
ص.ب: ١٧٤٣٣ - الرمز البريدي: 72455 الخالدية
الكويت هاتف: ٤٨١٢٥٠٤ - فاكس: ٤٨١٢٥٠٤
بدالة: ٤٨٤٦٨٤٣ - ٤٨٤٢٢٤٣ : ٤٧٢٣ داخلي