بحوث جغرافية

٢٣

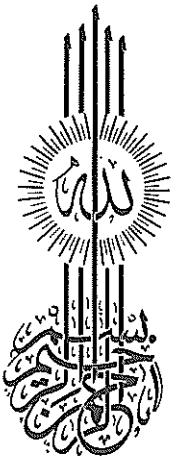
الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية

أ. د. محمد بن عبد الله الجراش

١٤١٦هـ ١٩٩٥م

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

بجامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية


بسم الله الرحمن الرحيم

بحوث جغرافية

٢٣

الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية

أ. د. محمد بن عبد الله الجراش

١٤١٦هـ ١٩٩٥م

سلسلة محكمة غير دورية تصدر عن الجمعية الجغرافية السعودية
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

ISSN 1018 - 1423
Key title = Buhut gugrafiyyat

● مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	رئيس مجلس الإدارة
د. عبدالله بن سليمان الحديثي	نائب رئيس مجلس الإدارة
د. بدر بن عادل الفقير	أمين السر
د. عبدالله بن حمد الصليع	أمين المال
د. عبدالله بن سالم الزهراني	المشرف على وحدة البحوث
د. عبدالله بن ناصر الوليعي	عضو
د. رمزي بن أحمد الزهراني	عضو
د. حسن بن عايل أحمد يحيى	عضو
د. ماجد بن سلطان أبوعشوان	عضو

ⓒ جامعة الملك سعود ـ ١٤١٥هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية

الجراش، محمد بن عبدالله

الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية.

١٠٨ ص؛ ١٧×٢٤سم (إصدارات الجمعية الجغرافية السعودية؛ ٢٣)

ردمك: ٥ ـ ٢٩١ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠

ردمد: ١٤٢٣ ـ ١٠١٨

١ ـ السعودية ـ درجة الحرارة ا ـ العنوان ب ـ السلسلة

ديوي ٥٥١، ٦٥٥٣١ ١٦/١٠٥٧

رقم الإيداع: ١٦/١٠٥٧

ردمك: ٥ ـ ٢٥١ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠

ردمد: ١٤٢٣ ـ ١٠١٨

مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٦هـ

قواعد النشر

١ ـ يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة «بحوث جغرافية» نشرها، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة.

٢ ـ يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألّا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣ ـ ترسل البحوث باسم رئيس هيئة تحرير السلسلة.

٤ ـ تقدم جميع الأصول مكتوبة على الآلة الكاتبة على ورق بحجم A4 ، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر. ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث (٧٥ صفحة)، والحد الأدنى (١٥) صفحة.

٥ ـ يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية.

٦ ـ يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٣×١٨ سم وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلصق على أماكنها.

٧ ـ ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين إثنين ـ في الأقل ـ في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٨ ـ تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ استلام بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها.

٩ ـ يمنح كل باحث أو الباحث الرئيس لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمسًا وعشرين نسخة من البحث المنشور.

١٠ ـ تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقًا للآتي:

يستخدم نظام (اسم/تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعًا برقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر اسم المؤلف ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائيًا حسب نوعية المصدر كالتالي:

الكتـــــب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعًا بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة ـ إن وجد ـ، ثم الناشر، وأخيرًا مدينة النشر.

الدوريـــــات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعًا بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال (ص ص ٥ ـ ١٥).

الكتب المحررة : يذكر اسم عائلة المؤلف، متبوعًا بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعًا بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds)، ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد ، فرقم الطبعة، وأخيرًا الناشر، فمدينة النشر.

الرسائل غير المنشورة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعًا بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

---

* **تعريف بالباحث:**
محمد بن عبدالله الجراش، أستاذ بقسم الجغرافيا ـ كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.

ملخص :

تقدم هذه الدراسة محاولة لتحديد وتحليل التوزيع المكاني لكمية الأشعة الشمسية القصيرة في الحيز الجغرافي للمملكة العربية السعودية . وقد ارتكزت على المتوسطات الشهرية لمقدار الكمية اليومية من الأشعة الشمسية القصيرة المستخلصة من قيم القراءات المفردة ، المقيسة والمقدرة ، للمتوسطات الشهرية لفترة تمتد من ١٩٧٠ الى ١٩٩٢ في تسعة وخمسين موقعا .

و قد تبنى الباحث معادلة أنجستروم لتقدير القراءات الشهرية المقدرة في أربعة عشر موقعا مختارا للدراسة لا تقاس فيه الأشعة الشمسية القصيرة . وبناء على التحديدات المكانية لمستويات المتوسطات الشهرية تم حساب متوسطات الاجماليات الشهرية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة على مجمل سطح الأرض في المملكة العربية السعودية.

و قد أبرزت هذه الدراسة أن النطاقية المتدرجة هي السمة العامة للتوزيع الكمي للأشعة الشمسية القصيرة وأن هناك انكسارات محلية لهذه النطاقية تفرزها الخصائص المحلية للسطح والغلاف . كما أماطت هذه الدراسة اللثام عن أن جملة الاستهلاك السنوي من الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية لا يعدو كونه ٢,٦٥ جزئين وخمسة وستين من المئة من عشرة ملايين جزء من الطاقة الشمسية التي تتجمع على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية .

تمثل الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على سطح الأرض العنصر المناخي الأساس الذي يتحكم في عنفوانية العناصر المناخية الأخرى التي تفرز المناخات السائدة على المكان . ووضعية الانحراف المحوري للأرض في فلكها والعلاقات المسافية بين الشمس والأرض التي يفرضها شكل فلك الأرض حول الشمس جعلت النطاقية هي السمة الشاملة لكمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض . و تظهر هذه النطاقية في نمط متناقص من خط الاستواء حتى القطبين . و قد كشفت قياسات كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض ، في أرجاء متباينة و متباعدة من سطح الكرة الأرضية ، أن تحت مظلة هذه النطاقية تظهر تباينات مكانية في كمية الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على سطح الأرض . و هذه التباينات تفرزها ظواهر غلافية أهمها كثافة الغطاء السحابي ودرجة تركز الغبار الكوني من أغبرة ترابية أو بركانية أو ملوثات دخانية من حراء الحرائق الطبيعية والمصطنعة و احتراق المواد المولدة للطاقة .

وموقع المملكة العربية السعودية بجده ينحصر في عروض جعلت كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض أكبر نسبيا مقارنة بالعروض الأخرى و ذلك للاسباب التالية :

١ – أن حيز المملكة يمتد بين خطي العرض ١٦° و ٣٢° ش ، وهذا معناه أن نصفه الجنوبي الذي يقع جنوب خط العرض ٣٠` ٢٣ ° هو جزء مداري . وهذا بدوره يعني أن النصف الجنوبي تتعامد الأشعة الشمسية القصيرة على كل أرجائه مرة واحدة خلال فصل الصيف وهو وضع يحقق الحد الاقصى من التركز الاشعاعي للوحدة المساحية . وتكفل هذه العروض ، بطبيعة الحال ، أن يكون ميل الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على مدار السنة ، وعلى جميع أرجاء المملكة ، أقل مقارنة بالعروض التي تزيد عن ٣٢° ش .

٢– إن القطاع العرضي من الكرة الأرضية الذي يمتد بين خطي العرض ٢٠° و ٣٠° ش هو قطاع تركز ضغوط مرتفعة للهواء على مدار السنة . وسبب هذا التركز هو ان هذه العروض هي المجال الذي عنده تصل الرياح المتصاعدة والمنسابة شمالا، قادمة من نطاق الحوض الاستوائي الحد الأقصى من ارتفاعها وبرودتها مما يدفعها الي الهبوط في شكل هواء بارد يفرز ضغطا مرتفعا يكفل كبح التصعيد الهوائي . وأحد ارهاصات هذا الوضع يتمثل في سماء قليلة السحب وهذا

بدوره يعني فترات أطول لوصول الأشعة الشمسية القصيرة الى سطح الأرض وبالتالي اجماليات اكبر لمجموع الفترة الزمنية.

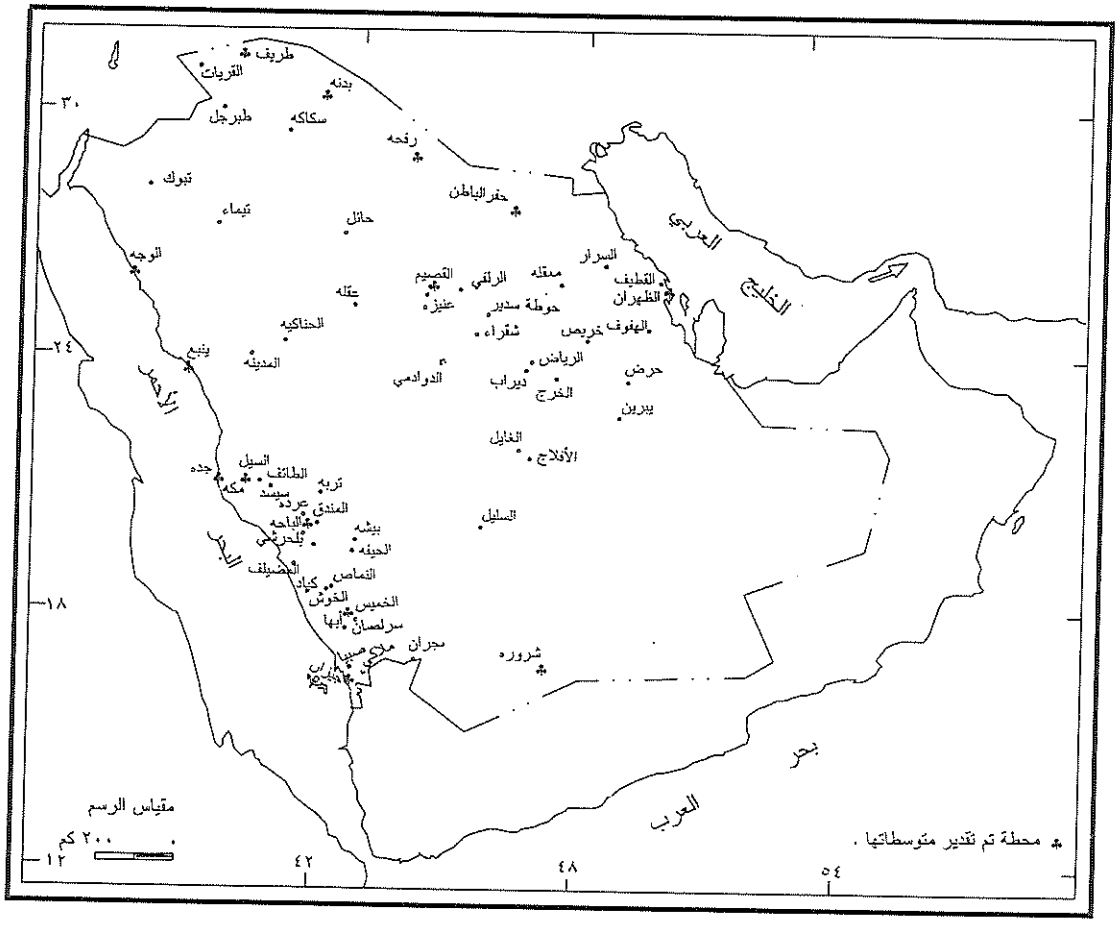
ولتوضيح فعالية هذه المزايا الموضعية لسطح المملكة العربية السعودية كان من المناسب أن نقارن اجمالي الكمية السنوية للاشعة الشمسية القصيرة على المتر المربع من سطح الأرض في مدينة الرياض التي تقع في وسط المملكة ، على خط عرض ٣٤` ٢٤° ، بمثيله في مدينة فيسوكويا دوبرافا في أقصى شمال روسيا على خط عرض ١٣` ٥٧° ش . وسنكتشف بهذه المقارنة أن هناك فرقا قدره ٦ , ٤٦ X ١٠ ٦ و م-٢ س-١ حيث إن متوسط الاجمالي السنوي لمحطة الرياض تم تقديره عن فترة سجلها من ١٩٧٠ الى ١٩٩٢ بمقدار ٥ , ١١٠ X ١٠ ٦ و م-٢ ، في حين تشير سجلات محطة مدينة فيسوكويا دوبرافا ، علي أساس متوسطات الفترة ١٩٤٠ إلى ١٩٦١ التي نشرها بوديكو ، إلى أن اجمالي متوسطها السنوي هو مقدار ٩ , ٦٣ X ١٠ ٦ و م-٢ (**Budyko, M. I. 1974**) .

وهذه الدراسة هي محاولة للكشف عن الحدود النطاقية لكمية الأشعة الشمسية الساقطة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية وتحري مدى التباينات في نطاق التوزيع و ذلك على المستوى الشهري على مدار السنة . ولعله من الملائم أن نشير هنا الى أنه قد أنجزت دراسات سابقة عن الأشعة الشمسية القصيرة في المملكة العربية السعودية و لكنها اقتصرت علي أجزاء محدودة من اجمالي سطح الأرض في المملكة العربية السعودية ، وكانت لفترات قصيرة نسبيا وتلك الدراسات هي :

١- دراسة تفصيلية أنجزها سمث (**Smith, 1986**) عن مركبات الاشعاع الشمسي في مواقع ثلاثة هي نجران و شرورة والطائف وذلك لأيام معدودة من شهر يوليو لسنة ١٩٨١..

٢- دراسة عن الطاقة الممكنة للرياح والأشعة الشمسية في مكة المكرمة قام بها خوجلي وآخرون (**Khogali, 1991**) ونوقش فيها مقدار الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على سطح الأرض في مدينة مكة المكرمة .

٣- دراسة لخصائص الإشعاع الشمسي على المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية أجراها مقاود (مقاود ، ١٤١٣) وهي جزء من دراسته لدرجة الماجستير .



شكل (١) مواقع قياس وتقدير الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض بالمملكة العربية السعودية .

٤- دراسة نشرها البليهد (بليهد , ١٤١٥) عن ملامح الاشعاع الشمسي الحراري في وسط المملكة العربية السعودية والمنحصر بين خطي عرض ١٩ و ٢٨ شمالا وخطي طول ٣٩ و ٤٨ شرقا .

والخرائط التي تقدمها هذه الدراسة ليست هي الأولى لعنصر الأشعة الشمسية القصيرة على مجمل سطح الأرض في المملكة العربية السعودية فقد ظهر قبلها خرائط في أطلسين هما :

أ- " أطلس الأشعة الشمسية في المملكة العربية السعودية "، وقد أنجزه معهد الأرصاد البلجيكي لحساب المركز الوطني للعلوم و التقنية بالرياض ونشر في سنة ١٩٨٣ **(SANCST , 1983)** .

ب- " أطلس المناخ في المملكة العربية السعودية " ، و أنجزته وزارة الزراعة والمياه بالتعاون مع اللجنة السعودية الامريكية المشتركة للتعاون الاقتصادي، و نشر في سنة ١٤٠٩ (**وزارة الزراعة والمياه** ، ١٤٠٩ ، ١٩٨٨) .

وقد استخدم الباحث البرنامج الحاسوبي المعروف باسم "سيرفر Surfer" لتحديد مسارات خطوط تساوي متوسطات الكمية اليومية على خرائط المتوسطات الشهرية للأشعة الشمسية القصيرة **(Golden Software, 1994)** . وتتميز الخرائط التي تقدمها هذه الدراسة عن سابقاتها بما يلي :

أ- أنها تمثل فترة رصد تمتد من ١٩٧٠ الى ١٩٩٢ , وهي فترة زمنية أطول من تلك التي استندت إليها الخرائط السابقة . فخرائط اطلس المركز الوطني للعلوم والتقنية تمثل قياسات الفترة من ١٩٧٠ الي ١٩٨٠ ، في حين خرائط أطلس المناخ تمثل الفترة من ١٩٧٥ إلى ١٩٨٤.

ب- أنها تستند إلى عدد أكبر من المواقع المكانية لمقدار الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض . وقد بلغ عدد هذه المقارنات تسعا و خمسين مقارنة في خمسة وأربعين موقع قياس تديرها وزارة الزراعة والمياه واقتصرت عليها خرائط الأطلسين . و قد أمكن تحقيق هذه الزيادة العددية من خلال توسيع القاعدة الموقعية بتقدير كمية الأشعة الشمسية القصيرة في أربع عشرة محطة أرصاد تديرها مصلحة الأرصاد وحماية البيئة موجودة في مناطق لا يقاس فيها الإشعاع الشمسي مثل الجزء الشمالي من الساحل الغربي وشمال وشمال شرق المملكة (أنظر الجدول " ١ " من الملحق والشكل " ١ ") . وقد أضفت هذه الاضافة وضعا أفضل توازنا للتوزيع المكاني

لمواقع تمثيل قيم الأشعة الشمسية القصيرة التي تسقط على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية .

وقد تبنت هذه الدراسة المعادلة الشائعة التداول لتقدير كمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض التي وضعها عالم الطبيعة السويدي أندرس أنجستروم والتي يمكن أن نكتب صيغتها على النحو التالي (Ängström, 1924 , 1956) :

ش = ش١ (ث١ + (١ – ث٢) س١ / س)

وفيها نجد أن :

ش = كمية الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على السطح .

ش١ = كمية الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على السطح في حالة الصفاء التام للسماء .

ث١ = ثابتاً يمثل نقطة قطع خط اعتمادية نسبة الأشعة الشمسية القصيرة الفعلية من الأشعة الممكنة علي نسبة عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية من الممكنة .

ث٢ = ثابتاً يمثل معامل الزيادة في قيمة الأشعة الشمسية القصيرة مقابل الزيادة في فترة سطوع الشمس .

س١ = العدد الممكن لساعات سطوع الشمس .

س = العدد الفعلي لساعات سطوع الشمس .

وقد واجهت الباحث عدة صعوبات ، عند تطبيق هذه المعادلة هي :

١ – أن المحطات التي تم اختيارها من محطات مصلحة الأرصاد وحماية البيئة لا يتم فيها رصد ساعات سطوع الشمس . و قد تم التغلب على هذا الوضع باستخدام قراءات مقدار صفاء السماء وخلوه من السحب في تقدير العدد الفعلي لساعات سطوع الشمس . ولأن هناك علاقة مباشرة بين المقدار الفعلي لوقت سطوع الشمس على السطح وبين جزئية تغطية السحب لعنان السماء فقد تمت ترجمة هذه العلاقة المباشرة الى علاقة رياضية من خلالها أمكن تقدير العدد الفعلي لساعات سطوع الشمس في محطات مصلحة الأرصاد وحماية البيئة . وهذه العلاقة ترتكز على اعتبار مقدار جزئية التغطية السحابية فوق موقع ما خلال النهار بمثابة مقدار لجزئية الحسم من عدد الساعات الممكنة لسطوع الشمس علي ذات الموقع ، و ما يتبقى يكون مقدارالفترة التي

حدث فيها وصول سطوع الشمس إلى السطح . وهكذا فقد تم تقدير العدد الفعلي لساعات سطوع الشمس للمواقع المختارة بتطبيق المعادلة التالية :

$$س = ((١-(غ/٨)) * س١)$$

وفيها نجد أن :

س = العدد الفعلي لساعات سطوع الشمس .

غ = القيمة الثمنية لتغطية السماء بالسحب .

س١ = العدد الممكن لساعات سطوع الشمس .

٢- يتطلب حساب قيم الثوابت **ث١** و **ث٢** توفر قراءات على المستوى اليومي لكل من عنصري الأشعة الشمسية القصيرة و عدد ساعات سطوع الشمس . ولأن الأشعة الشمسية القصيرة لاتقاس في محطات مصلحة الأرصاد فقد لجأ الباحث الى مبدأ التعويض لقيم هذه الثوابت بقيم محطات أخرى على أساس :

أ - وقوعها على أقرب خط عرض لخط عرض المحطة المختارة .

ب- كونها الأقرب في تشابه خصائص السطح .

وقد أفرز هذان المعياران الاختيارات التالية :

المحطة	المحطة المنتقاة للتعويض
طريف .	القريات .
بدنة .	طبرجل .
رفحة .	سكاكة .
حفر الباطن .	تبوك .
القصيم .	عنيزة .
الظهران .	القطيف .
الوجه .	القطيف
ينبع .	حرض .

جدة .	الطائف .
مكة المكرمة .	الطائف .
الباحة .	بلجرشي .
خميس مشيط .	سر لصان .
شرورة .	نجران .
جيزان .	صبيا .

وبالرجوع الى أطلس الأشعة الشمسية القصيرة في المملكة (**SANCST, 1983**) نجده يحتوي على جداول للمتوسطات الشهرية لمتغيرات عدة من بينها قيم ث١ و ث٢ للمحطات التي تديرها وزارة الزراعة و من بينها المحطات المختارة للتعويض .

وبحل هذين الاشكالين تم استكمال المعالم التي تتطلبها معادلة أنجستروم و ذلك على النحو التالي:

١- تم تقدير العدد الممكن لساعات سطوع الشمس للمحطات المختارة على اساس الجدول (١٧١) من الجداول السمسثونية الارصادية **(List, 1984)** ، وذلك حسب خط عرض كل محطة .

٢- تم تقدير كمية الأشعة الشمسية القصيرة في حالة الصفاء التام للسماء (**ش١**) لكل من المحطات المضافة حسب خط عرضها , وذلك على أساس القيم التي حسبها بوديكو لخطوط عرض الكرة الأرضية **(Budyko, 1974)** . و بانجاز هذه الخطوات تسنى للباحث حساب القيم الشهرية لكل محطة مختارة وكذلك متوسطات فتراتها (أنظر الجدول ٢ في الملحق)،و ذلك من خلال تطبيق سلسلة من برامج الحاسوب التي تنفذها الحزمة الاحصائية المعروفة باسم " ميني تاب " (**Minitab, 1993**) .

تحليل النتائج :

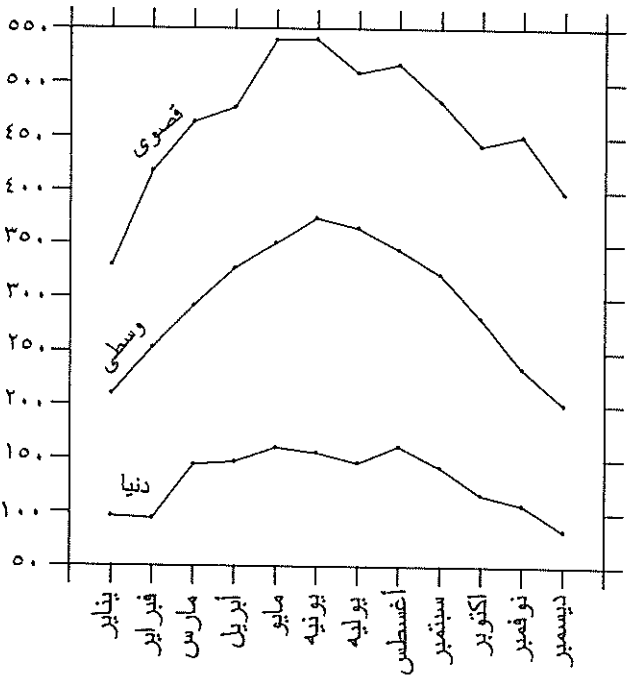
بلغ حجم القالب الإحصائي الذي اعتمدت عليه نتائج هذه الدراسة ٩٩٢٦ قراءة من المتوسطات الشهرية للكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية . وتشير التحليلات الاولية لهذا القالب بأن المتوسط العام لهذه الكمية على

مدار السنة هـو بمقـدار ٢٩٦,٩ x ١٠ ٣ و م-٢ ي -١ * بـانحراف معيـاري قـدره ٨٠,٤ . كما تدلل على أن أعلى متوسط يومي على نطاق المملكـة بلـغ ٥٠٩,٣ x ١٠ ٣ و م-٢ وقـد سجلته محطة عقلة الصقور في شهر يوليه ١٩٧٤ ، وبأن أدنى متوسط يومـي بلـغ ٨٣,٧ x ١٠ ٣ و م-٢ وسجلته محطة المندق في شهر ديسمبر ١٩٨٧ . وهذا المتوسـط اليومي على مـــدار السنة يخفي في طياته كثيرا من الاختلافات مـن شـهر الي شـهر حيـث نجـد أنـه علـى المسـتوى الشهـري يتأرجح بين ٢٠٠,٦ x ١٠ ٣ و م-٢ , بانحراف معياري قدره ٥٠,٥ , في شهـــر ديسمبر و ٣٧٤,٨ x ١٠ ٣ و م-٢ , بانحراف معياري قدره ٥٩,٥, في شهر يونيه . (أنظـر الشكل ٢) .

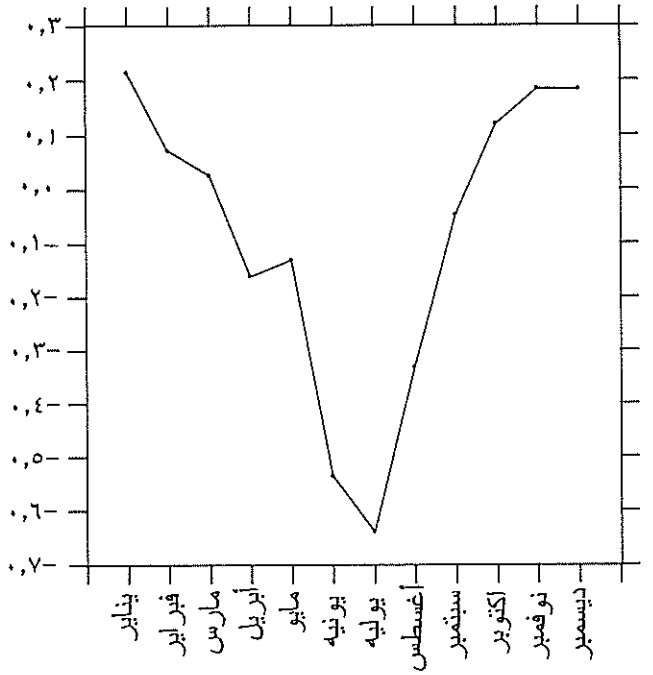
ويشير معلم الالتواء الي أن الفترة الحارة من السنة (أبريل و سبتمبر) تتمـيز بـأن متوسـطاتها الشهرية ذات قيمة التواء سالب , وهذا يعني أن أغلب شهور هذه الفترة تكون ذات متوسـطات أعلي من المتوسط الشهري العام ، ويبلغ هذا الوضع أشـده في شـهري يونيـه و يوليـه. وبالمقـابل نجد أن قيم الالتواء لشهور الفترة الباردة (أكتوبر و مارس) هي قيم موجبة تدلل على أن غالبيـة الأشهر تكون ذات متوسطات أقل من المتوسط الشهري العام ، ويكون شهر يناير أكثرها حـدة (أنظر الشكل ٣) . وهذا يعني ، على أية حال ، أننا يجب أن ننظـر الى متوسـطات شـهورالفترة الحارة على أنها تميل الى تخطي المتوسط العام للشهر نفسه ، و بأن متوسطات الفترة الباردة تميـل الى أن تكون دون المتوسط العام للشهر نفسه .

واذا نظرنا في مسألة تباين المتوسطات الشهرية الممثلة لنقاط القياس والتقدير نجد أن الفترة الحارة من السنة الممتدة من مايو الى سبتمبر تقل فيها حـدة التبـاين بحيـث تـتراوح قيمـة معـامل الاختلاف بـين ١٥,٨٪ و ١٧,١٪ ، مقارنـة بمقـدار ٢١,٨٪ الي ٢٥,١٪ للفـترة الممتـدة مـن نوفمـبر وفبراير ، أي الفترة الأبرد من السنة (شكل ٤) . وهذا مرده إلى أن الفـترة الحـارة مـن

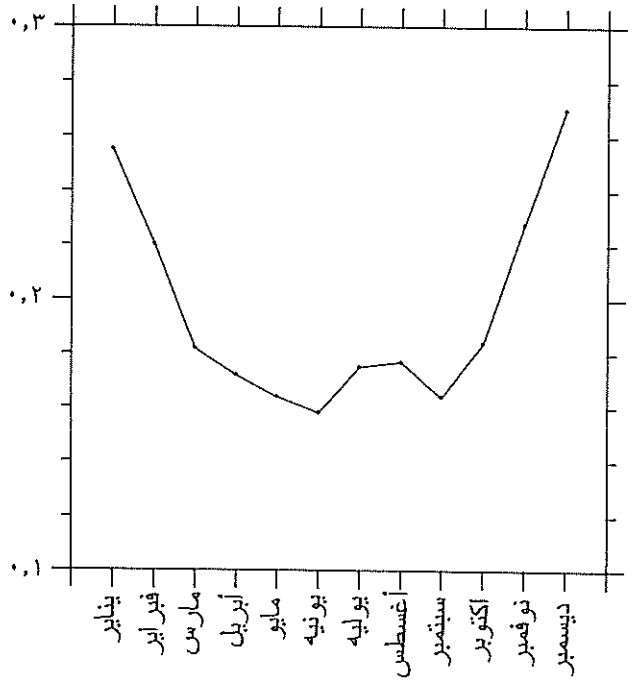
(*) تفسر الرموز المصاحبة لقيم متوسطات كمية الأشعة الشمسية القصيرة في هذه الدراسة على النحوالتالي : و = وات , م-٢ = بالمتر المربع , ي - ١ = في اليوم .



شكل (٢) المتوسطات الشهرية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة (× ١٠^{٣} و م$^{-٢}$ ي $^{-١}$).



شكل (٣) قيم التواء المتوسطات الشهرية للأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض.

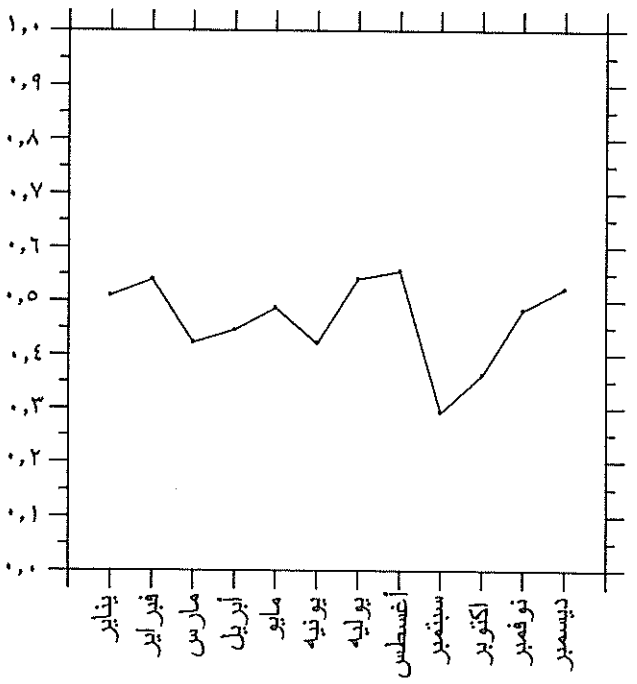


شكل (٤) معامل اختلاف المتوسطات الشهرية للأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض.

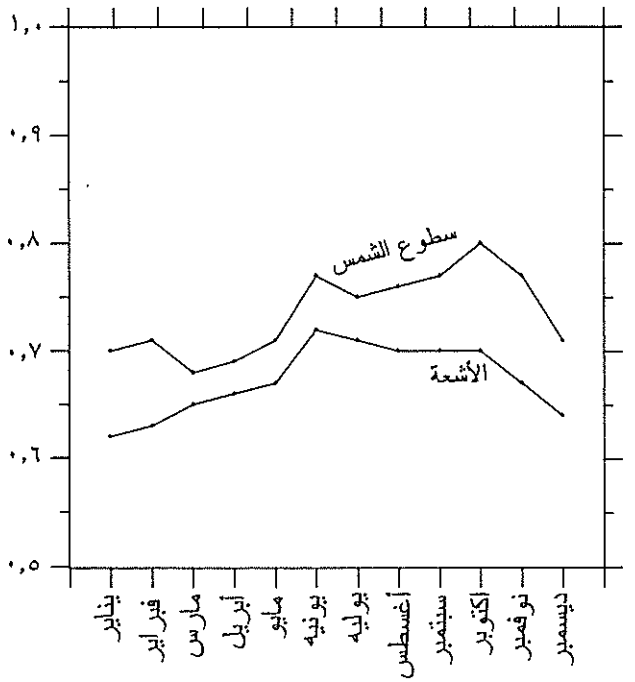
السنة يغلب عليها الاستتباب النسبي في الأحوال السطحية ومن ثم الغلافية المؤثرة في حجم زخم الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض .

واذا بحثنا في مسألة ضوابط الاختلافات المكانية في كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض في المملكة نجد أن فترة سطوع الشمس لا تنفرد بالسيطرة على مستوى كمية الأشعة الشمسية القصيرة . و هذا الاستنتاج يرتكز على أن أعلى معامل ارتباط بين كمية الأشعة الشمسية القصيرة وعدد ساعات سطوع الشمس ، علي مستوى المملكة ، بلغ ٠,٥٥٥ وذلك في شهر أغسطس (أنظر الشكل ٥) . وهذا المستوى المتوسط لأعلى ارتباط بين المتوسطات الشهرية لهذين العنصرين يدلل على أن هناك ظواهر غلافية معينة تساهم في التحكم بكمية الأشعة الشمسية القصيرة في دراستنا هذه . وهذه الظواهر لابد وأن تكون في شكل جزيئات صلدة عالقة بالهواء في الطبقة الطبقية (**Stratosphere**) والطبقة الاضطرابية (**Troposphere**) التي تدنوها وتلامس سطح الأرض ومصدر هذه الجزيئات الصلدة التي تتكون من الأغبرة الترابية والذرات الدخانية التي تنبثق من آليات حرق الطاقة الكربونية بانواعها أو الحرائق ، طبيعية كانت أو بسبب من الإنسان ، أو الأغبرة البركانية . و تعمل هذه الجزيئات الصلبة على خفض شفافية الغلاف الغازي وبالتالي خفض كمية الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض القابع تحته . وتكون النتيجة امتصاص جزء من الأشعة الشمسية الهابطة وتشتيت مسار جزء آخر عن الاتجاه الهابط الى وجهات جانبية مبعثرة وهذا يؤدي الى اقتطاع جزء من الأشعة الشمسية القصيرة متناسب مع كثافة الجزيئات الصلدة العالقة عديدة المصادر .

واذا نظرنا الى المدلول الكمي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة في هذه الدراسة نجد أن نسبة ما يصل فعلا من متوسط الكمية اليومية الى سطح الأرض في المملكة الى ما يمنحه الموقع الفلكي في كل شهر من شهور السنة يتراوح بين ٠,٦٢ في شهر يناير و ٠,٧٢ في شهر يونية. وهذا يعني أن ٢٨٪ الي ٣٢٪ من كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي يفرزها الموقع الفلكي لا تصل الى سطح الأرض في المملكة (أنظر الشكل ٦) . هذا الوضع سببه تذبذب مستوى التغطية السحابية و تأثير كم الجزيئات الصلده و البخرية العالقة في هواء الطبقة الاضطرابية والجزيئات الدخانية في الطبقة الطبقية من الغلاف الغازي. ولو نظرنا الى عنصر عدد ساعات سطوع الشمس من نفس الزاوية نجد أن النسبة المثيلة تتراوح بين ٠,٧٠ في شهر يناير و ٠,٨٠ في شهر اكتوبر. وهنا نجد أن كمية السحب و مدي انتشارها هو العامل المتحكم في هذه التفاوتات بين



شكل (٥) معامل الارتباط (بيرسون) بين المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس وكمية الأشعة الشمسية في اليوم.



شكل (٦) جزئية الأشعة الشمسية القصيرة وعدد ساعات سطوع الشمس من الكم الممكن.

حجمي الفترة الزمنية الفعلية التي يصل فيها ضوء الشمس الى سطح الأرض والفترة الزمنية الممكنة من خلال العلاقات الفلكية لموقع المملكة . ومن مجموعتي هذه النتائج التي يعرضها الشكل (٦) يمكن أن نستخلص أن مقدار التفاوت في كمية الأشعة الشمسية القصيرة المرتبط بالتفاوتات في طول الفترة الزمنية لسطوع الشمس على سطح الأرض يتراوح بين ٣٪ في شهر أبريل و ١٠٪ في شهر أكتوبر . وهذا بدوره يعني أن تأثير كم الجزيئات الصلدة ونوعها في الطبقتين الطبقية والاضطرابية من الغلاف الغازي على نفس كمية الأشعة الشمسية القصيرة يتراوح بين ٣١٪ في شهر أبريل و ٢٠٪ في شهر اكتوبر .

و ما من شك في أن هذه النسب ستتزايد مستقبلا اذا لم تتبلور تطبيقات عملية لكبح التزايد في كم الجزيئات الدخانية والصلدة التي تضخ في الطبقتين الاضطرابية والطبقية سواء كان ذلك على المستوى المحلي للمملكة أوالاقليمي والقاري والكروي . والجزيئات الدخانية والصلدة العالقة لاتعترف بحدود سياسية أو اقليمية بل تتنقل مع اتجاه الرياح السطحية ، ولذا فليس من المستغرب أن نجد بعض الباحثين يربطون التذبذبات الوقتية التي تطرأ على كمية الأشعة الشمسية القصيرة في موقع ما بمرور سحب غبار بركاني مصدرها يبعد آلاف الكيلومترات كما فعل **Aviv** و **Zangvil** في دراستهما التي تربط بين سحب الغبارالبركاني التي أفرزتها انفجارات بركان شيشون ، في جنوب المكسيك ، في مارس و أبريل ١٩٨٢ وبين التذبذبات الوقتية التي طرأت على كمية الأشعة الشمسية القصيرة على صحراء النقب في فلسطين المحتلة في بداية سبتمبر ١٩٨٢ (**Zangvil and Aviv 1985**) .

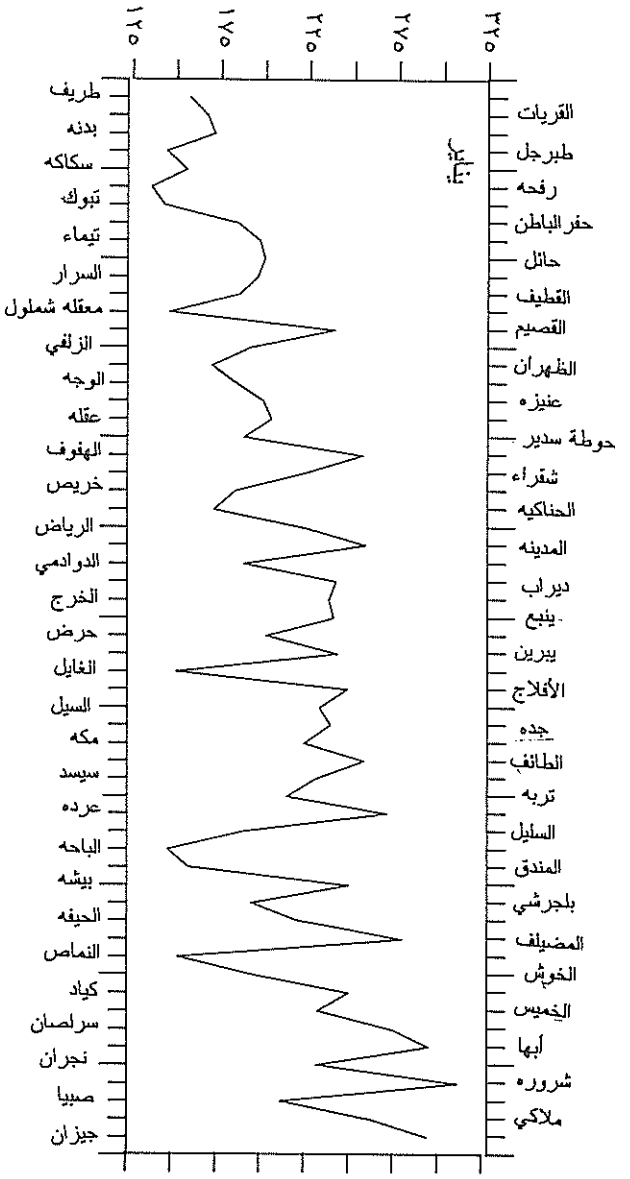
وعلى أية حال فسنتناول فيما يلي مناقشة الأنماط الزمانية والمكانية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل سطح الأرض في المملكة في كل شهر من شهور السنة .

١- شهر يناير :

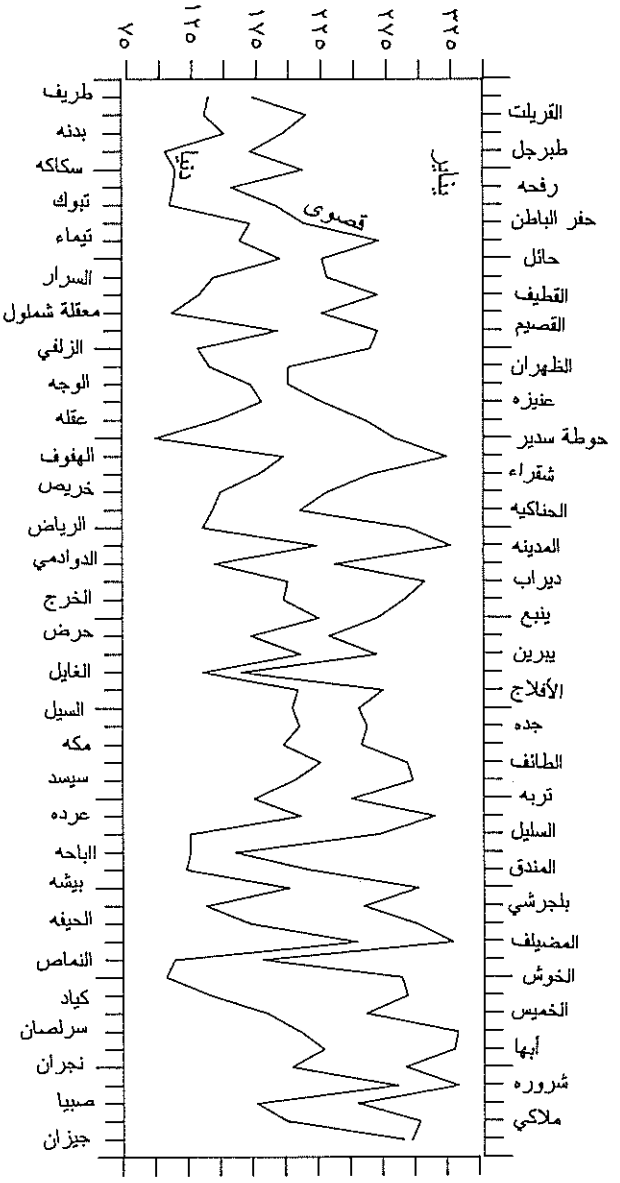
أظهر التحليل المبدئي للقراءات المفردة لشهر يناير في المواقع التي تستند إليها هذه الدراسة أن متوسط كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض على مستوى المملكة هو ٢٠٩,٨ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ و بانحراف معياري قدره ٥١,٦ . ويخفي هذا المتوسط العام فروقاً مكانية كبيرة حيث نجد أن أعلي متوسط في هذا الشهر خلال فترة الدراسة (١٩٧٠-١٩٩٢) كان ٣٦٢,٨ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ في شرورة وذلك في سنة ١٩٨٧ . كما نجد

أن أقل متوسط لشهر يناير بلغ ٩٦,٣ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وكان لحوطة سدير في سنة ١٩٨٥ (شكل ٧ و ٨) .

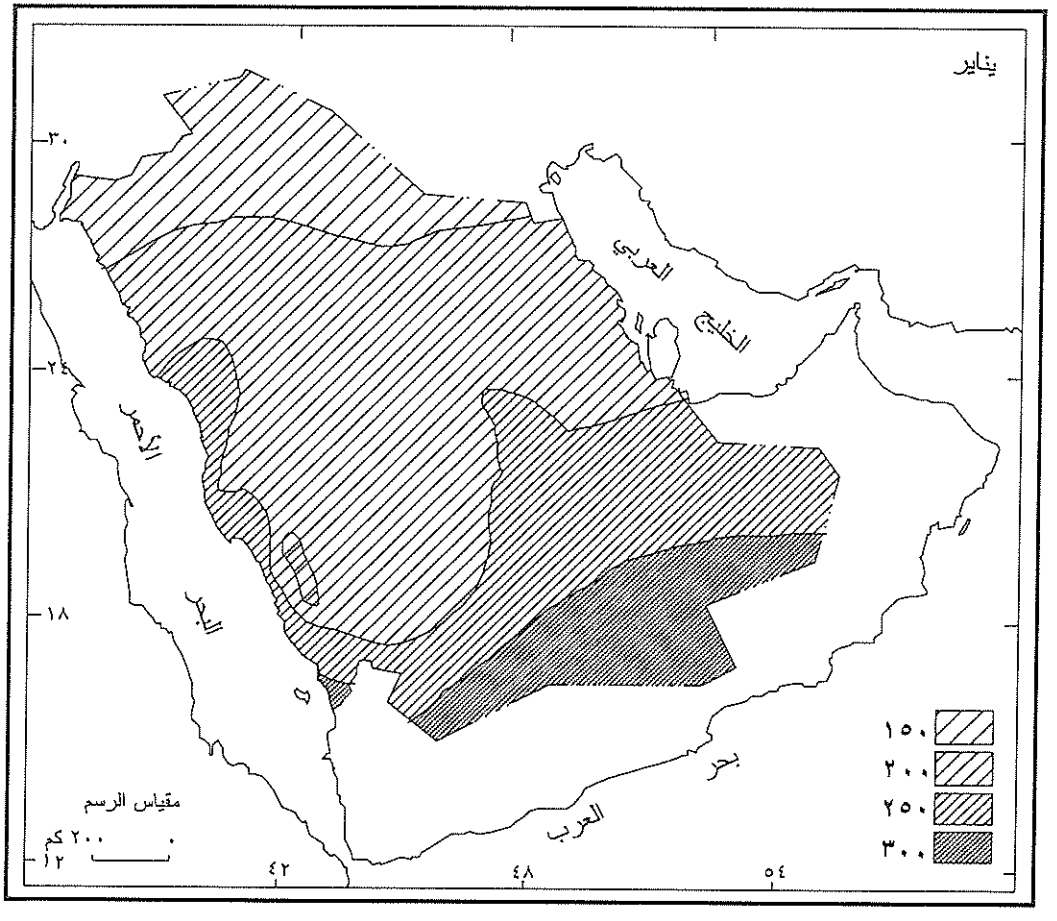
واذا نظرنا في الخريطة التي توضح الأنماط المكانية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض في يناير (شكل ٩) نلاحظ أن هناك نطاقية واضحة في شكل تزايد في كمية الأشعة الشمسية القصيرة كلما اتجهنا جنوبا . وتتجسم هذه النطاقية في أربعة نطاقات متواصلة مكانيا و تتراوح كميات الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة عليها بين ١٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ في النطاق الأول و بين ٣٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ في النطاق الرابع . وعلي أية حال فان التواصل المكاني لهذه النطاقات ينكسر في اقليم المرتفعات الجنوبية الغربية ويمثل انحرافا بالسالب عن المستوى الثاني الذي يسود الأرجاء المحيطة به و المعتقد أن هذا الانكسار مرتبط بظهور الأغطية السحابية وبخار الماء على هذه المرتفعات التي تكاد تكون سمة دائمة على مدار العام تغذيها الرياح الموسمية الجنوبية الغربية في فصل الصيف والرياح الشمالية والشمالية الشرقية في بقية الفصول . ولأن السحب تحجب الأشعة الشمسية القصيرة عن سطح الأرض وذرات البخر المائي في الهواء ترفع حدة الانعكاس التشتتي فان من المنطقي أن نجد تناقصا متدرجا في كمية الأشعة الشمسية القصيرة منسجما مع الارتفاع الذي معه تتناقص الحرارة و ترتفع الرطوبة النسبية وفرص تكثف البخر المائي في الهواء .وبالنظر في خريطة يناير نجد، أيضا، أن طرفي النطاقية المكانية يظهران في أصغر التقسيمات المساحية . فالمستوى الأول (١٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) نجده في أقصى الشمال ، ويغطي ١٩,٤٪ من مساحة المملكة ، في حين أن المستوى الرابع (٣٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) نجده في أقصى الجنوب ، ويستحوذ على ٧,٦٪ من المساحة . كما نلاحظ أن الانتشار المساحي الأكبر هو للمستويين الثاني (٢٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) والثالث (٢٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١)، حيث نجدهما يغطيان ٤٣,٦٪ و ٢٩,٨٪ من المساحة على التوالي في وسط المملكة وشرقيها وقطاعاً كبيراً من جنوبها الغربي شرق المرتفعات وقطاعا من الساحل الغربي بين خطي عرض ٢٤ و ٢٧ ش.



شكل (٧) متوسطات شهر يناير في مواقع القياس والتقدير (١٠ ٣ و م$^{-٢}$ ي $^{-١}$).



شكل (٨) أعلى وأدنى متوسطات شهر يناير في مواقع القياس والتقدير (١٠^{٣} و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٩) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر يناير (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

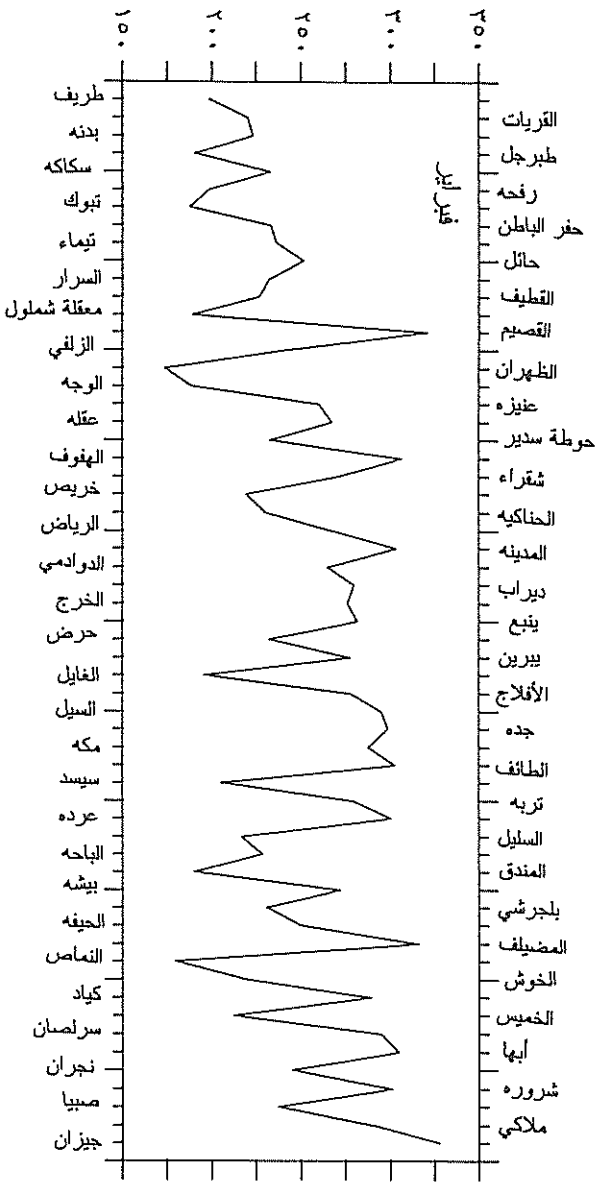
٢- شهر فبراير :

أظهرت قياسات و تقديرات المتوسطات الشهرية للكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الي سطح الأرض بأن المتوسط اليومي لشهر فبراير على مستوى المملكة هو ٢٥٣,٣ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) وبانحراف معياري قدره ٥٥,٦ . كما دللت تلك المعلومات على أن أعلى متوسط لشهر فبراير خلال فترة الدراسة كان ٤١٧,٩ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ و سجلته محطة أبها لعام ١٩٧٣ , وبأن أقل متوسط كان ٩٤,٢ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وظهر في محطة المندق في ١٩٩٠ (شكل ١٠ و ١١).

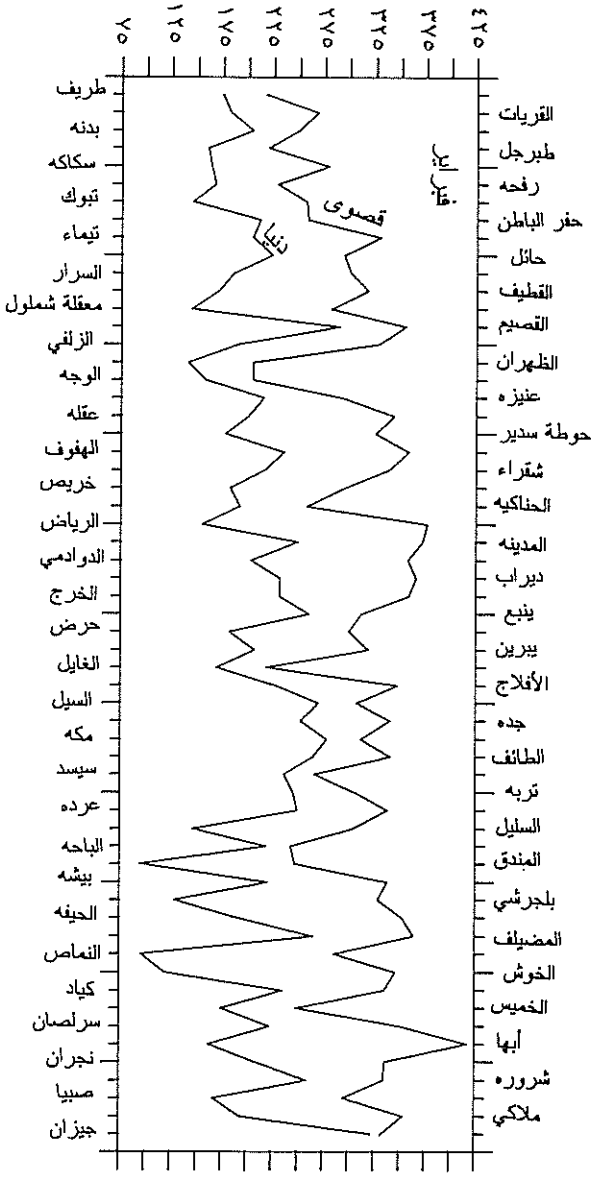
و بتفحص خريطة شهر فبراير (شكل ١٢) نلاحظ أن الفروق المكانية لمتوسط الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في هذا الشهر تتجمع في ثلاث تقسيمات مكانية تأخذ على الخريطة شكل النطاقية المتواصلة التي تتزايد مرتبتها من ٢٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ في الشمال الى ٣٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ في الجنوب وتغطي مساحات متباينة وبنسب هي علي التوالي ١٨,٩٪ , ٥٧٪ , و ٢٤,١٪ . كما نلاحظ في الخريطة أيضا أن هذه النطاقية المتدرجة تنكسر في قطاع واحد فقط الا وهو نطاق المرتفعات الجنوبية الغربية وسفوحها الشرقية . وهنا نجد ثلاث نطاقات تأخذ وضعا منعكسا و تبرز في محيط مساحي من المستوى الثاني في شكل متناقص متناغم مع الارتفاع بدءا بالمستوى الثالث (٣٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١)، وانتهاء بالمستوى الأول (٢٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) الذي يقتصر على المرتفعات الجنوبية الغربية . وهذا الانكسار مرده نفس مرد الانكسار الذي يظهر في شهر يناير ويرتبط بالظهور المتميز للأغطية السحابية التي تحجب الأشعة الشمسية ، و بارتفاع مستوى الرطوبة النسبية و نشاط حركة تكثف بخر الماء في الهواء بفعل نقص حرارة الهواء مع الارتفاع مما يفرز وفرة نسبية في كم الذرات البخرية التي ترفع مستوى حدة الانعكاس التشتتي للأشعة الشمسية القصيرة الهابطة صوب الأرض .

٣- شهر مارس :

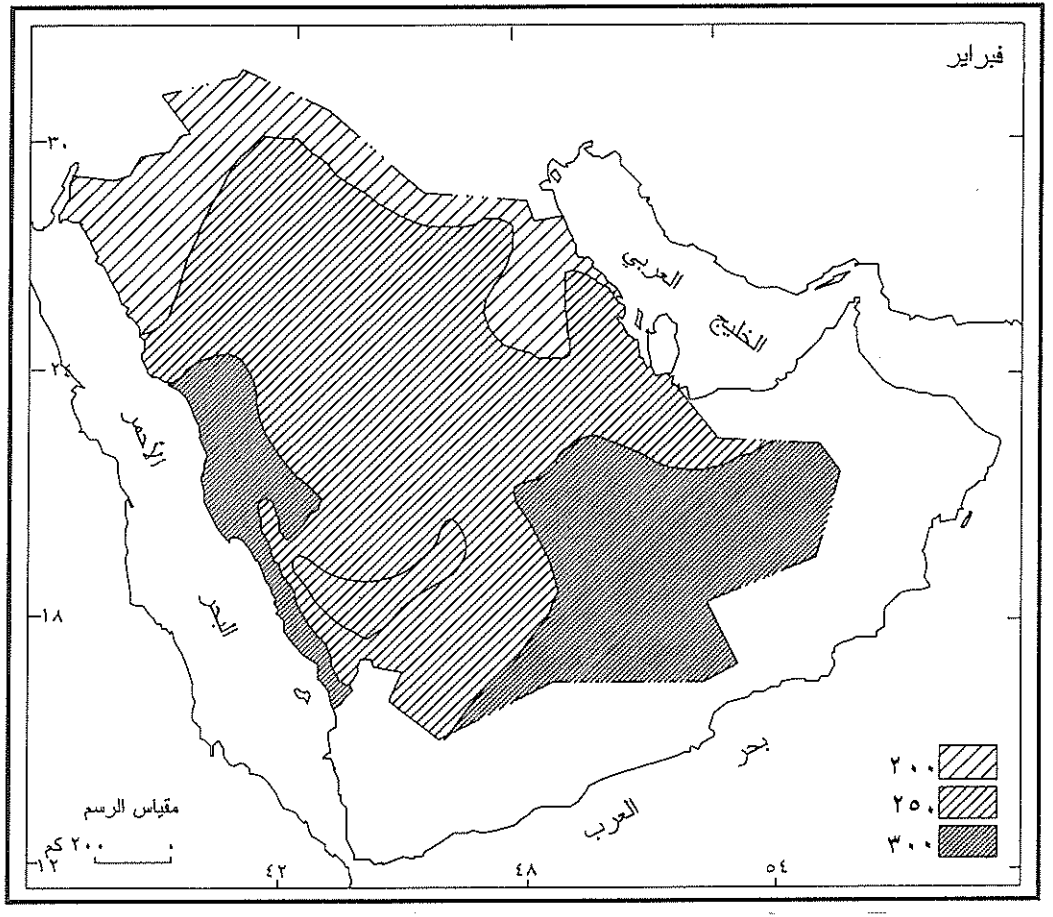
تم تقدير المتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة علي مستوى المملكة لشهر مارس بمقدار ٢٩٢,٤ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وبانحراف معياري قدره ٥٤ . وتكشف القراءات المفرده للمتوسطات الشهرية بأن أعلى متوسط للكمية اليومية في هذا الشهر ، خلال فترة



شكل (١٠) متوسطات شهر فبراير في مواقع القياس والتقدير ($١٠^{٣}$ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (١١) أعلى وأدنى متوسطات شهر فبراير في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).

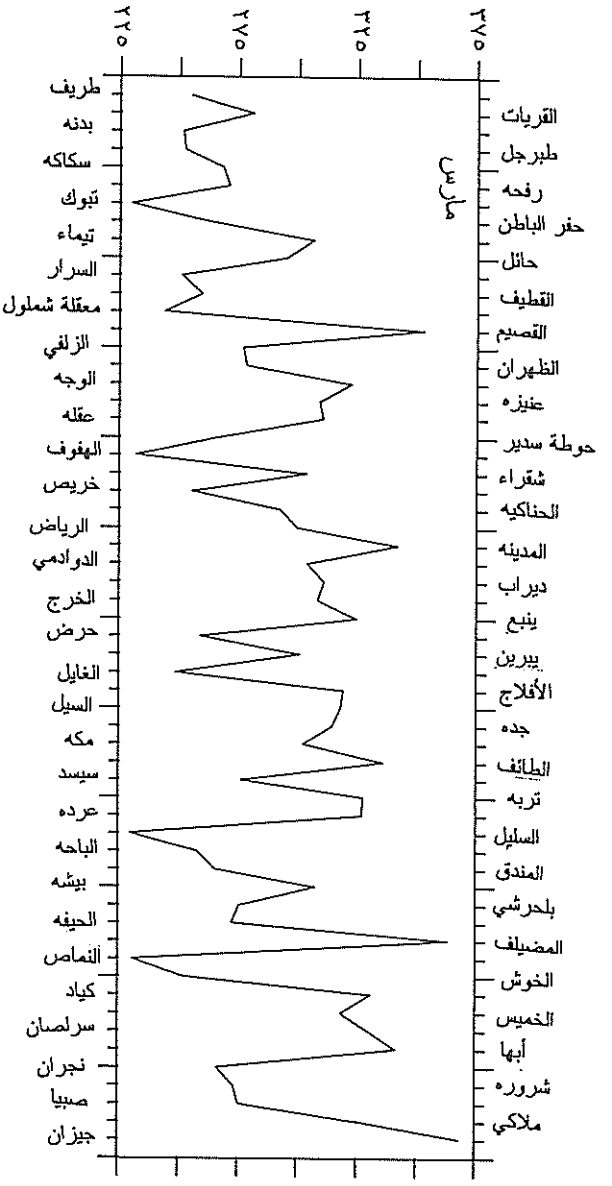


شكل (١٢) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر فبراير (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

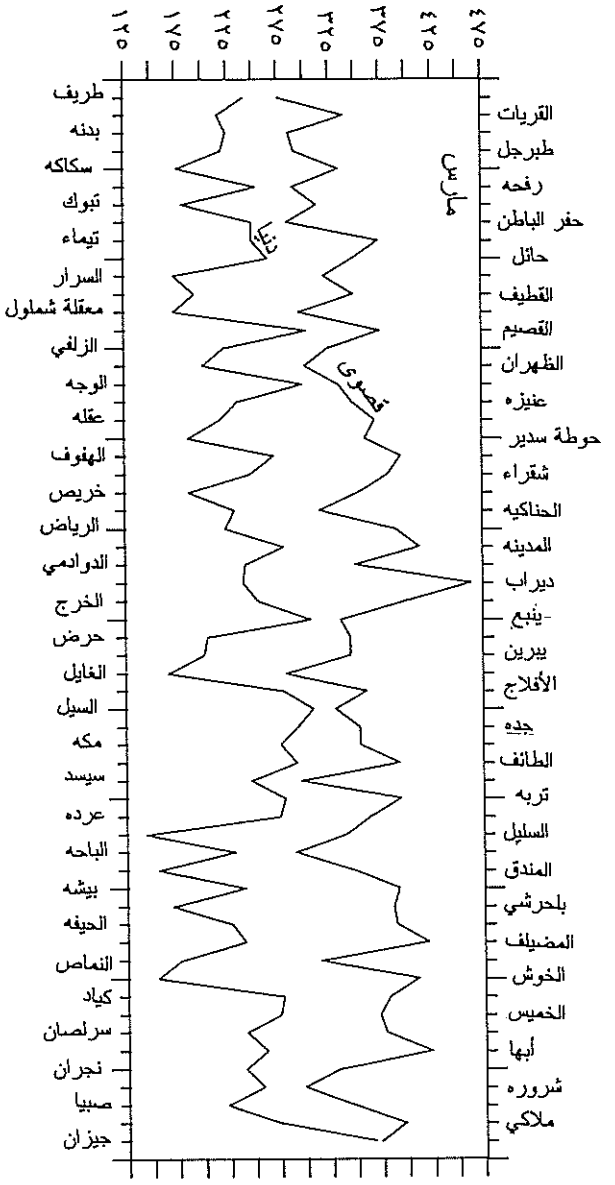
الدراسة ، كان ٤٦٤ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وسجلته محطة ديراب في سنة ١٩٧٨ . كما تكشف تلك القراءات بأن أقل مستوى للمتوسط اليومي كان بمقدار ١٤٣,٧ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وظهر في السليل في سنة ١٩٨٩ (شكل ١٣ و ١٤) .

وبتفحص خريطة شهر مارس (شكل ١٥) نجد أن التفاوتات المكانية لقيم المتوسطات اليومية لهذا الشهر تتبلور في ثلاثة مستويات تميزواحد منها بالتواصل المكاني المنسجم وتراوحت قيم متوسطاتها بين ٢٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ للمستوي الأول الذي يغطي ٢٨,٩٪ من مساحة المملكة في شمال وشرق السفوح الشرقية للمرتفعات الجنوبية الغربية وبين ٣٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ للمستوى الثالث الذي يغطي نطاقا مساحيا يستحوذ على ٢٤,٨٪ من المساحة و يظهر على السهول الساحلية الغربية جنوب خط العرض ٢٥ ش والسهول الرملية الى الشرق من شرورة . ومرة ثالثة نجد أن الانكسار في التواصل المساحي تفرضه المرتفعات الجنوبية الغربية حيث يظهر عليها و على سفوحها الشرقية ومايليها الى الشرق من سهول رملية المستوى الأول (٢٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) . ولعل سبب توغل امتداد هذا المستوى المنخفض القيمة الى السهول الرملية في مناطق شرورة و السليل هو أن مرحلة الاعتدال الربيعي ، التي تبزغ في ٢١ مارس ، يسبقها و يستمر معها نشاط لظاهرة العواصف الغبارية في هذا الجزء من البلاد . وهذا النشاط قديرتبط بحركة مراكز ضغوط الهواء على المجال المساحي للمملكة والبلدان المجاورة . وتدفع العواصف الغبارية كميات هائلة من الجزيئات الترابية الى الغلاف الغازي فتعلق به وتتصاعد الى الأجزاء العليا من الطبقة الاضطرابية وينتج عن هذا نقص في شفافية الغلاف وارتفاع مستوى التشتيت الانعكاسي للأشعة الشمسية القصيرة الهابطة صوب سطح الأرض . وحصيلة كل هذه التداخلات نقص في الكم الاجمالي للأشعة الشمسية القصيرة التي تصل فعلا الي سطح الأرض وهو ما يفسر الوضع الذي نحن بصدده هنا .

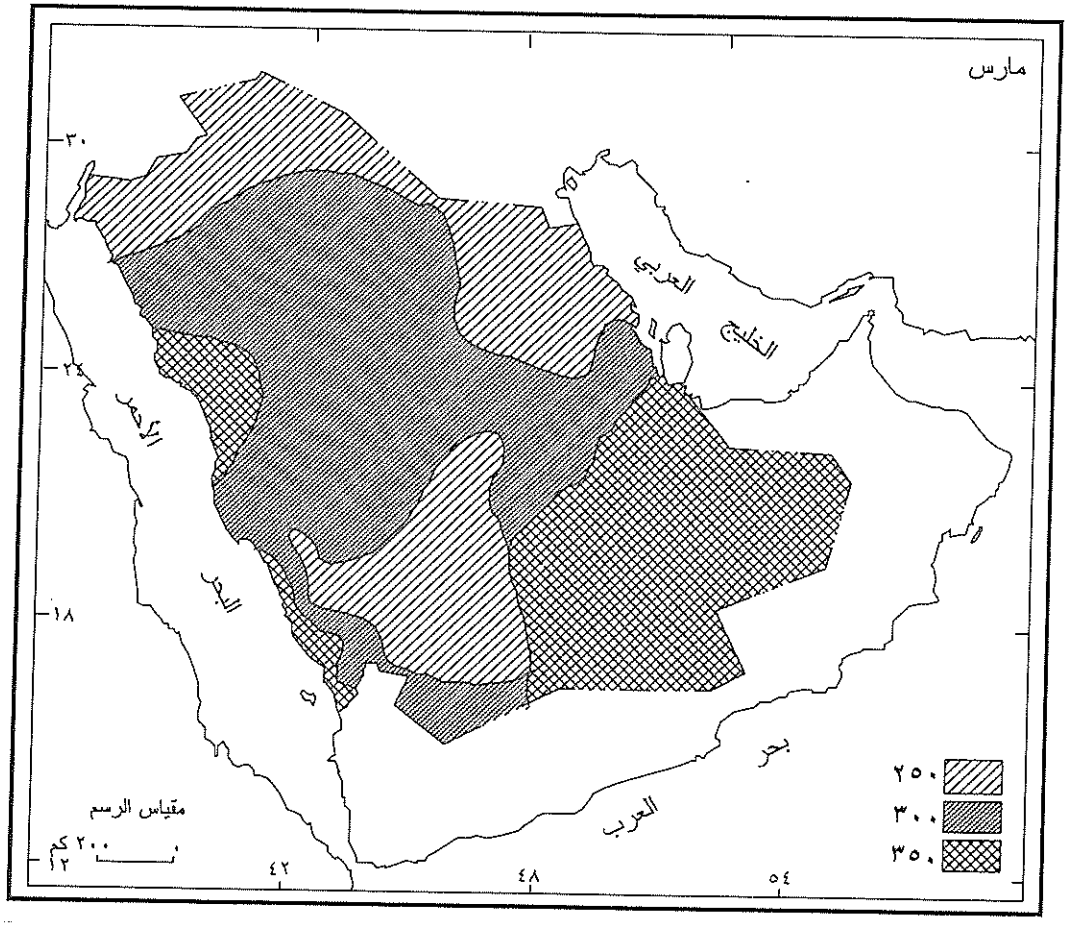
وعلي أية حال ، فاننا نلاحظ في خريطة مارس أن المستوى الثاني ومتوسطه ٣٠٠ x ١٠٣ و م-٢ ي-١ يغطي ٤٦,٣٪، الجزء الأكبر ، من المساحة الاجمالية للمملكة وبالذات وسطها . كما نلاحظ أيضا أن التدرج في الأنماط المكانية يسير في وسط البلاد وغربها على محور شمال شرق و جنوب غرب ، وأن الساحل الغربي يظهرفيه التدرج المتوالي لهذه النطاقات حيث نجد المستوى الأول (٢٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) في أقصي الشمال وتتوالى بعده صوب الجنوب بقية المستويات حتى المستوى الثالث في أقصى الجنوب . ولعل سبب هذا التميز في



شكل (١٣) متوسطات شهر مارس في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (١٤) أعلى وأدنى متوسطات شهر مارس في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



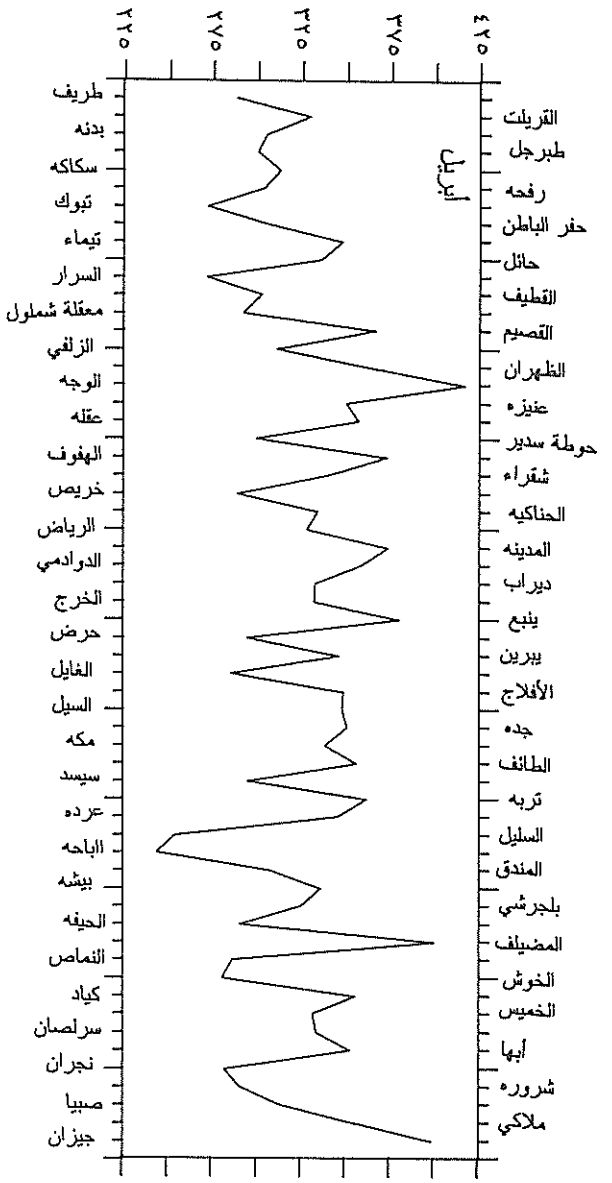
شكل (١٥) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر مارس (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

اكتمال ظهور وتدرج جميع المستويات على الساحل الغربي هو كونه يقع خلف مرتفعات الدرع العربي التي تعمل على حمايته من تأثيرات الحركات الغبارية النشطة في وسط البلاد وجنوبها فجعلت سماءه أكثر شفافية والهواء السائد عليه أقل مواءمة لظهور الغطاءات السحابية.

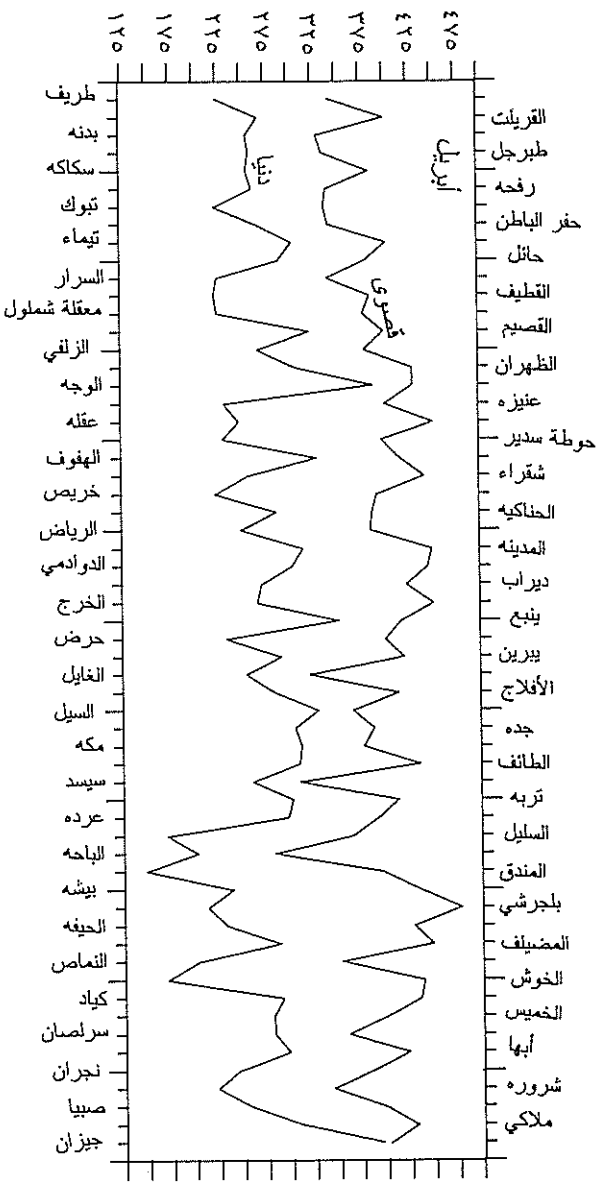
٤- شهر أبريل :

تم تقدير متوسط الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض على مستوى المملكة في شهر أبريل ب ٣٢٧,٦ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ بانحراف معياري قدره ٥٧,٦ . وتكشف قراءات المتوسطات الشهرية بأن أعلى قيمة لها في هذا الشهر بلغت ٤٧٧,٢ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وظهرت في بلجرشي في سنة ١٩٨٢ ، و بأن أقل قيمة كانت ١٤٦,٥ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وسجلتها محطة المندق في سنة ١٩٨٨ (شكل ١٦ و١٧) .

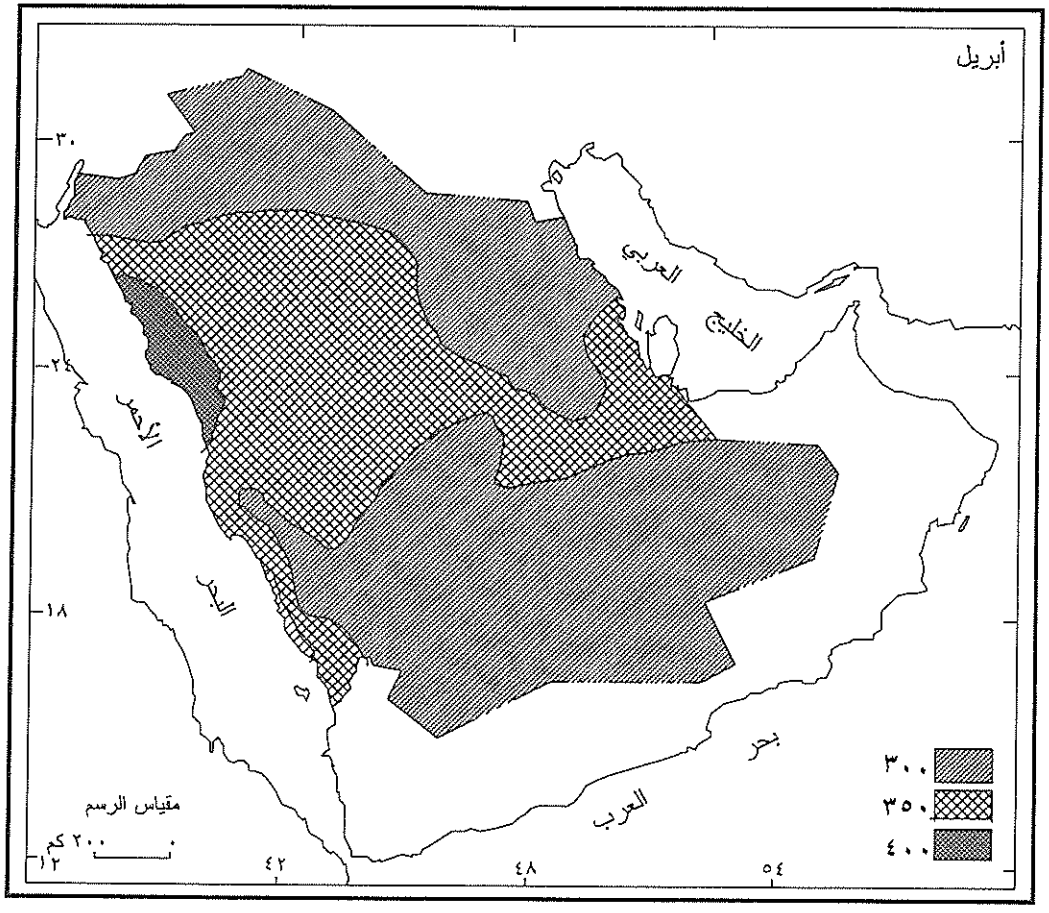
وبتفحص خريطة شهر أبريل (شكل ١٨) , ندرك أن النطاقية المكانية لمتوسط الكمية اليومية للأشعة الشمسية تتمثل في ثلاثة مستويات ذات انكسار مكاني متكرر . وتتدرج هذه المستويات في متوسطاتها من ٣٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ للمستوى الأول ، الذي يسود ٦٠,٨٪ من مساحة المملكة ، الى ٤٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ي-١ للمستوى الثالث الذي يغطي ٣,٢٪ من المساحة فقط . ويظهر انكسار التواصل المكاني في أنماط هذه المستويات الثلاث في المستويين الأول والثالث ، في حين يتسم المستوى الثاني ، ومتوسطه ٣٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ علي ٣٦٪ من مساحة البلاد ، بتواصل مكاني يغطي قطاع وسط يمتد من الشرق الى الغرب ويتمدد الىالمرتفعات الجنوبية الغربية . و يوضح الشكل (١٨) أن المستويين الأول والثاني يظهران بتدرج منعكس على المرتفعات الجنوبية الغربية وسفوحها الشرقية وما يليها الي الشرق من سهول رملية واسعة تمتد الى الشرق من شرورة في أقصى الجنوب الى السليل في شمالها . ويبدو أن المؤثرات التي لاحظناها في شهر مارس و يعتقد أنها تؤدي الي ظهور نمط مثيل تظل مستمرة وتكون نشطة بشكل أكبر يفسر الامتداد صوب الشرق لنطاق الانخفاض النسبي في كمية الأشعة الشمسية القصيرة وذلك مقارنة بالكمية التي تظهر على وسط المملكة وغربها . أما الانكسار في المستوي الثالث الذي يسود على المرتفعات الغربية شمال خط العرض ٢١ ش والسهول الساحلية الغربية الجنوبية فهو انكسار عكسي يمثل ارتفاعاً في الكمية لنطاق محدود يقع



شكل (١٦) متوسطات شهر أبريل في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (١٧) أعلى وأدنى متوسطات شهر أبريل في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-2}$ ي$^{-1}$).

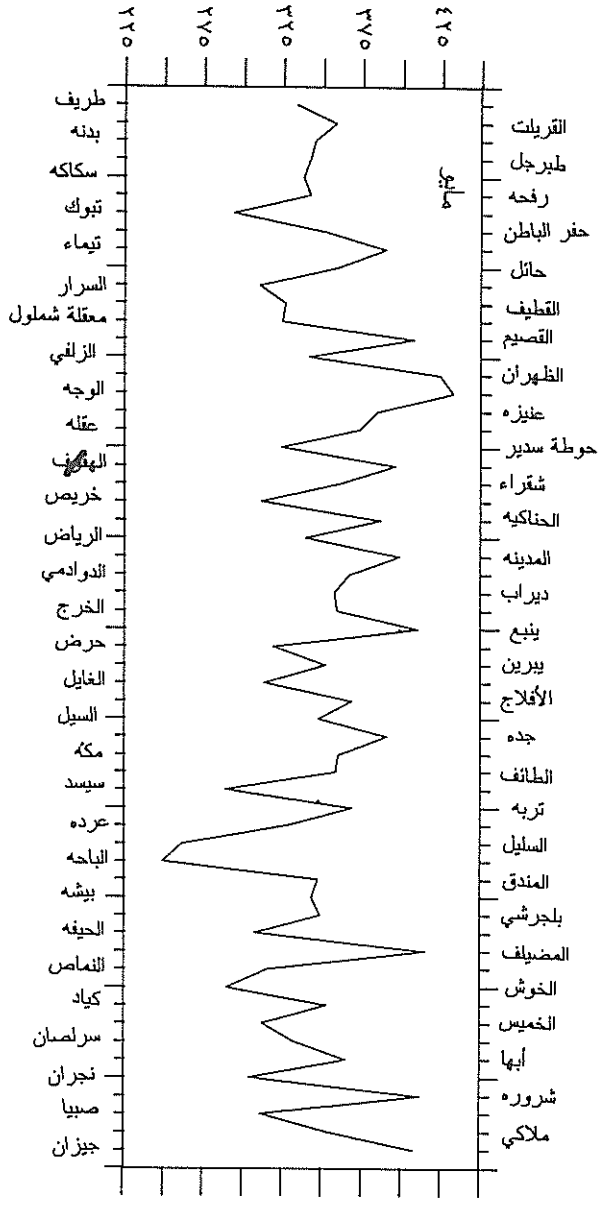


شكل (١٨) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر أبريل (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

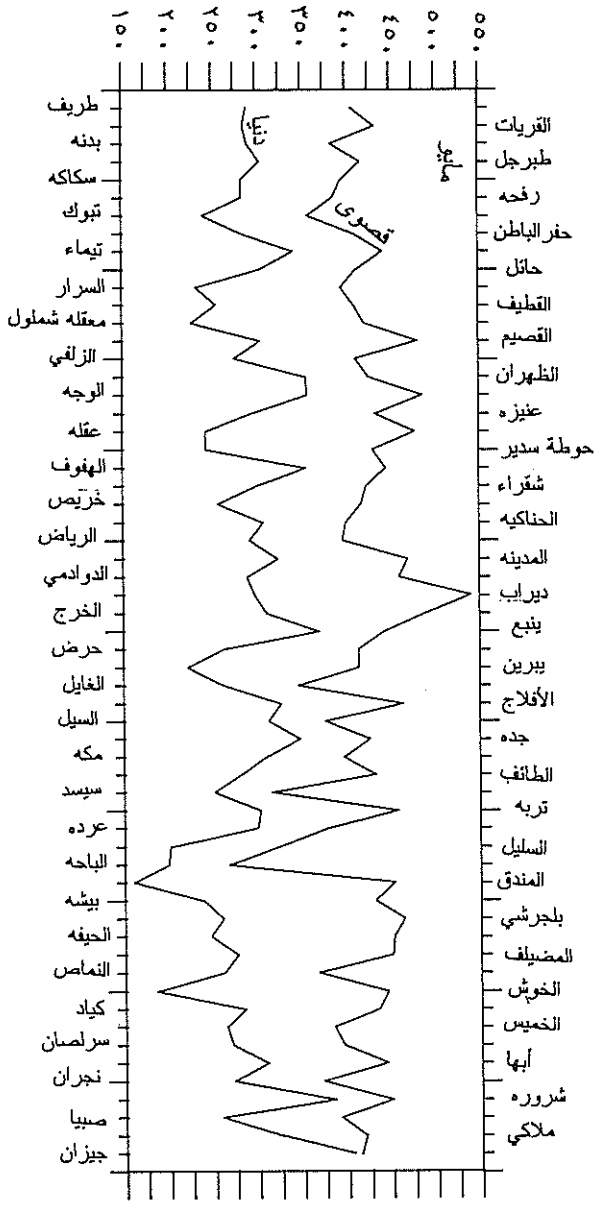
في خضم نطاق مكاني أوسع و لكنه ذو مستوى أقل في كمية الأشعة الساقطة عليه. ولاشك أن هذا الارتفاع النسبي سببه انخفاض في حدة تأثير المؤثرات الغلافية ، وبالذات الذرات الغبارية ، علي تقليص حجم كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الي سطح الأرض . وتكشف لنا الخريطة أيضا أن نمط الانتشار المساحي لمستويات كمية الأشعة الشمسية القصيرة على الساحل الغربي في شهر أبريل هو في شكل توالبات نطاقية ضيقة على الساحل الغربي شمال خط العرض ٢٢ ش . وتظهر هذه النطاقية علي الساحل الشرقي أيضا ولكن بعدد من المستويات أقل حيث يقتصر التدرج على المستويين الأول والثاني فقط .

٥- شهر مايو :

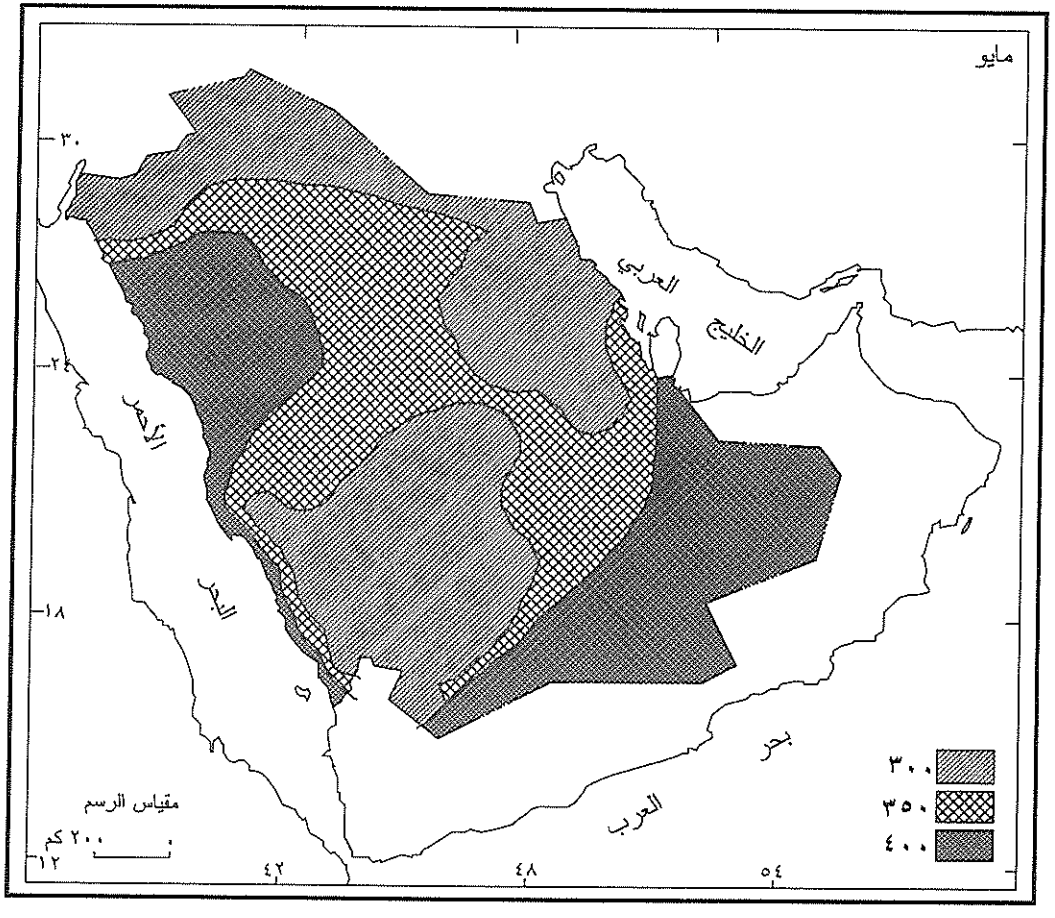
يقدر المتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل سطح الأرض في هذا الشهر ب ٦ر٣٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ بانحراف معياري قدره ٥٨,١ . وبلغ أعلى متوسط لهذا الشهر خلال فترة الدراسه ٥٣٩,٤ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وسجلته محطة ديراب في سنة ١٩٧٦ ، أما أقل متوسط له فكان ١٥٩,٨ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وسجلته المندق في عام ١٩٨٨ (شكل ١٩ و ٢٠). وتظهر خريطة شهر مايو (شكل ٢١) أن التفاوتات المكانية لمتوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة تتوزع في ثلاثة مستويات لايتسم بالتواصل المكاني منها الا المستوى الثاني (٣٥٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) الذي يغطي ٣١,٨٪ من المساحة متمددا في كل أرجاء البلاد باستثناء شمالها. ونلاحظ في هذه الخريطة أن وجهة تدرج التوزيع المكاني لمتوسطات الأشعة الشمسية القصيرة تأخذ اتجاها شرق - غرب في وسط البلاد بدءا بالمستوي الأول على السواحل الشرقية وانتهاء بالمستوى الثالث علي السواحل الغربية . وهذا النمط المتميز لابد وأن يعكس تركز نشاط العوامل المقلصة لكمية الأشعة الشمسية القصيرة علي سطح الأرض في شرق البلاد وتلاشي تأثيرها تدريجيا صوب الغرب . ولعل هذا مرتبط بظواهر غلافية وسطحية على الساحل الشرقي ذات صلة بمرحلة الثلث الأخير من فصل الربيع . و علي أي حال ، يبدو أن خصائص السطح في الجزء الغربي من القطاع الأوسط من المملكة متمثلا في حرات المدينة المنورة والمرتفعات الى الغرب منها ثم السهل الساحلي على البحر الأحمر والذي تحميه تلك المرتفعات أدت الى كون شفافية الطبقة الغلافية أحسن مستوي



شكل (١٩) متوسطات شهر مايو في مواقع القياس والتقدير (١٠^٣ و م^-٢ ي^-١).



شكل (٢٠) أعلى وأدنى متوسطات شهر مايو في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٢١) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر مايو (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

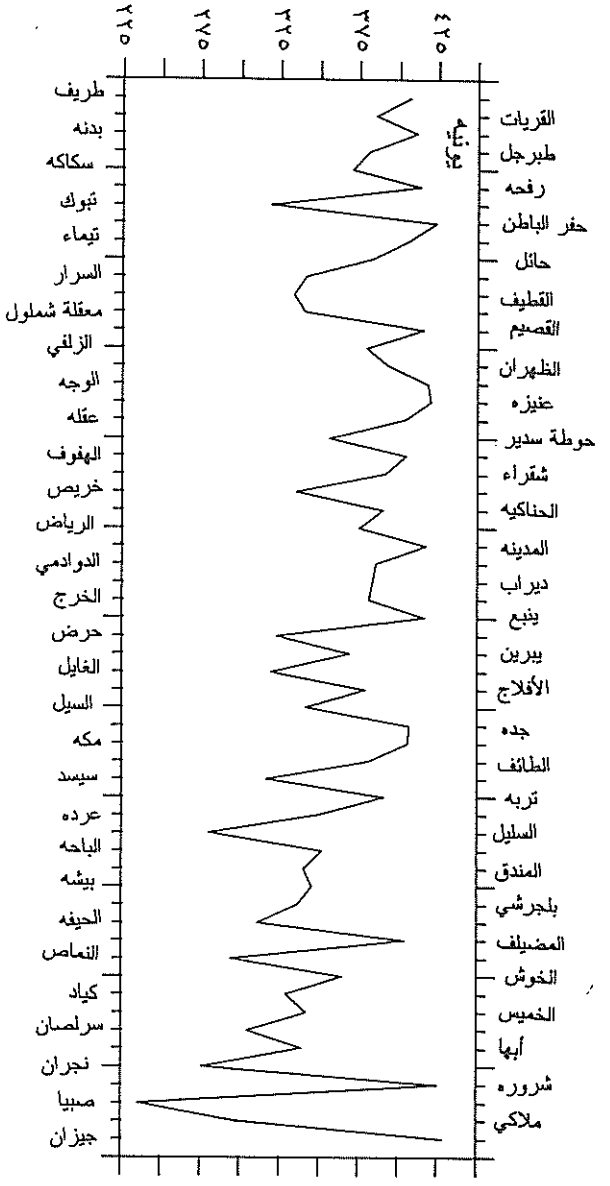
مقارنة بالمناطق التي تقع الى الشرق منها وبالتالي كانت كميات الأشعة الشمسية الساقطة عليها أكبر نسبيا .

ونلاحظ في الخريطة ، أيضا ، أن كل الأجزاء الشمالية يسود عليها المستوى الأول (٣٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) كما يسود على المرتفعات الجنوبية الغربية وسفوحها الشرقية وما يتاخمها من سهول رملية بحيث يغطي ٤٠,٨٪ من المساحة الإجمالية للمملكة . ومرة أخرى نلاحظ انقلاب التدرج على المرتفعات الجنوبية الغربية وما يليها الى الشرق من سهول رملية حتى منطقة الأفلاج ممثلا الانكسار الوحيد في الاتجاه العام لنمط الزيادة .

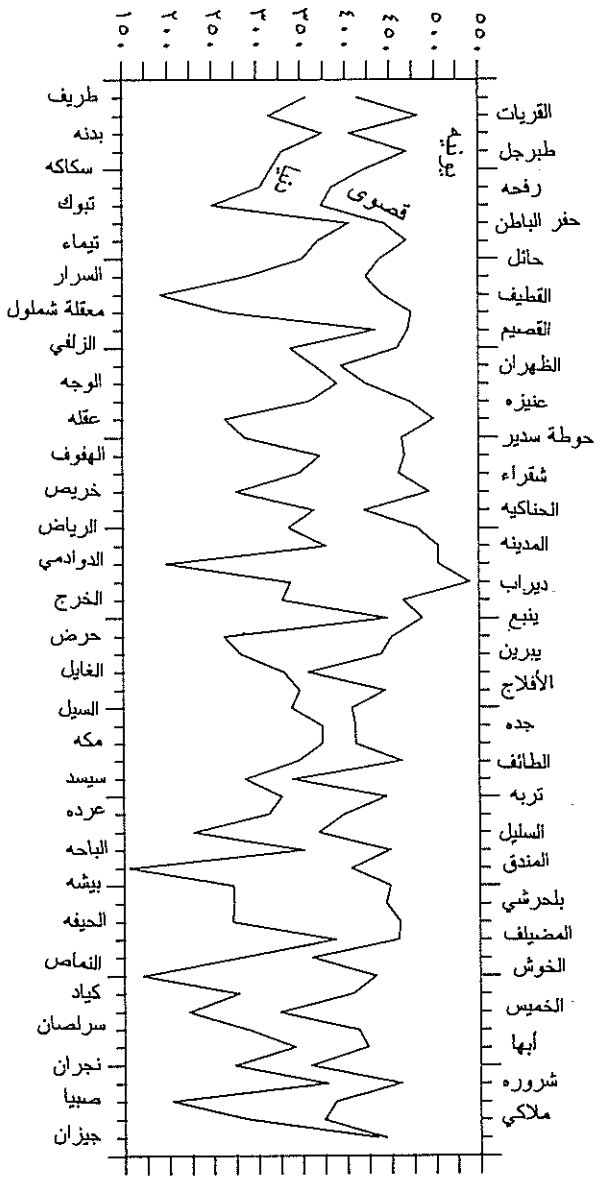
٦- شهر يونيه :

تم تقدير المتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية لشهر يونيه بمقدار ٣٧٤,٦ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ بانحراف معياري ٥٩,٥ . وهذا المتوسط الشهري هو أكبر متوسط خلال السنة عاكسا بذلك الحد الأدنى من انحرافية إسقاط الأشعة الشمسية القصيرة على جميع أرجاء البلاد عن عمودية الإسقاط وبالتالي بلوغ الحد الأقصى في كمية الأشعة الشمسية القصيرة على الوحدة المساحية . وبلغت أقصى كمية سجلت خلال هذا الشهر ٥٤٠,١ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وذلك في سنة ١٩٧٨ في محطة ديراب . أما أدنى متوسط فكان ١٥٤,٩ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ و ظهر في المندق سنة ١٩٨٨ (شكل ٢٢ و ٢٣) .

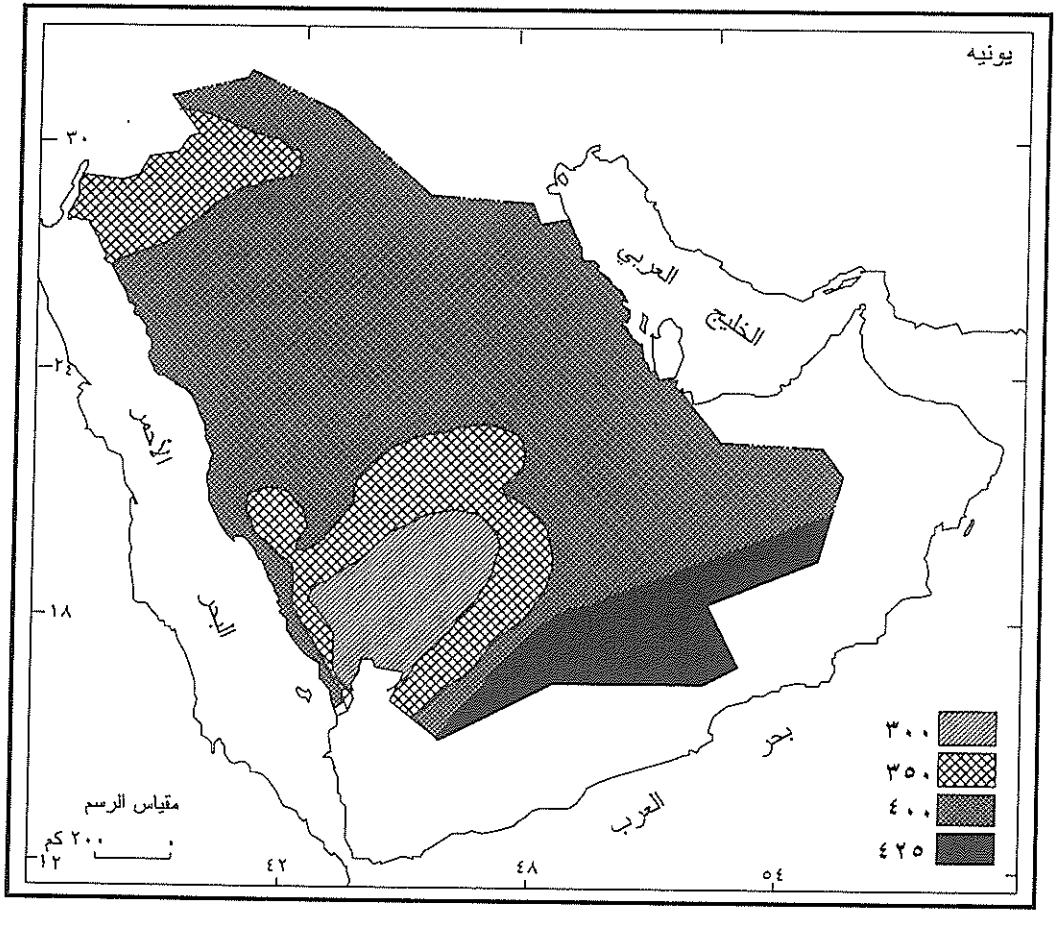
وبتفحص خريطة شهر يونيه (شكل ٢٤) نلاحظ ارتفاع عدد التقسيمات المكانية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة حيث نجدها أربعة تقتسم مساحة البلاد بالنسب التالية ٧,٤٪ ٢٢٪، ٦٤,٧٪ , و ٥,٩٪ علي التوالي من التقسيم الأول حتى الرابع . كما تبرز الخريطة بشكل واضح تأثير الانقلاب الصيفي في نمط التدرج المكاني لكميات الأشعة الشمسية القصيرة، حيث نلاحظ أن قاعدة هذا التدرج ، وهي المستوى الأول (٢٧٥-٣٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) ، تنحصر على المرتفعات الجنوبية الغربية و سفوحها الشرقية بحيث أصبحت بؤرة تتدرج منها المستويات الأعلى في كمية الأشعة الشمسية القصيرة في كل الاتجاهات . هذا الوضع أفرزه كون أن فصل الصيف هو فصل الجفاف الشامل على أرجاء البلاد باستثناء المرتفعات الجنوبية الغربية التي تسود عليها تراكمات السحب التي تجلبها الرياح الموسمية الجنوبية الغربية التي تهب علي



شكل (٢٢) متوسطات شهر يونيو في مواقع القياس والتقدير ($١٠^{٣}$ و $م^{-٢}$ $ي^{-١}$).



شكل (٢٣) أعلى وأدنى متوسطات شهر يونيو في مواقع القياس والتقدير (١٠ ^{٣} و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



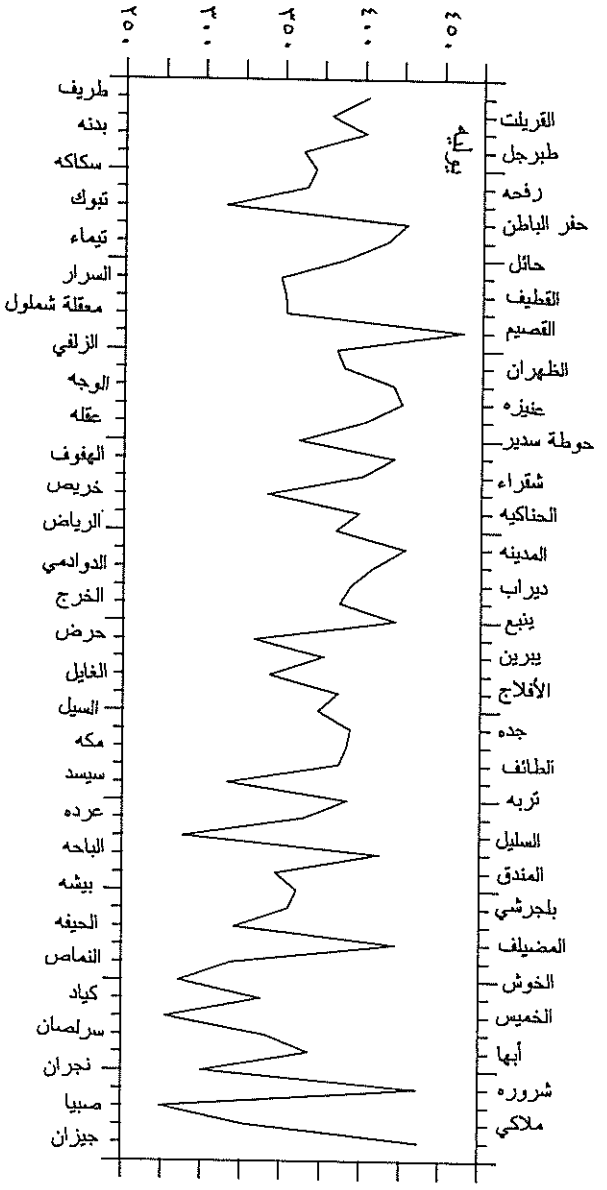
شكل (٢٤) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر يونيو (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

الركن الجنوبي الغربي من الجزيرة العربية . و في هذه الخريطة يبرز وسط المملكة ، من الساحل الشرقي حتى الساحل الغربي ، كحوض واسع التلقي مستويات عالية من كميات الأشعة الشمسية القصيرة في هذا الشهر بمتوسط قدره ٤٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ . ويبدو أن انحسار الاضطرابات الغلافية التي تظهر في فصل الربيع و المصاحبة للحركة النشطة لحويصلات ضغوط الهواء علي الجزيرة العربية و ما يجاورها ، وتبلور الاستقرار النسبي لحركة واتجاهات الهواء السطحي تحت تأثير سيطرة المنخفض الحراري الذي يسود علي معظم أرجاء الجزيرة العربية في فصل الصيف وكون الأشعة الشمسية القصيرة أقرب إلى الوضع المتعامد على السطح في الأجزاء المتاخمة لمدار السرطان (٣٠' ٢٣°) هي التي أدت إلى بلورة هذا الحوض الإشعاعي على معظم أرجاء البلاد في هذا الشهر .

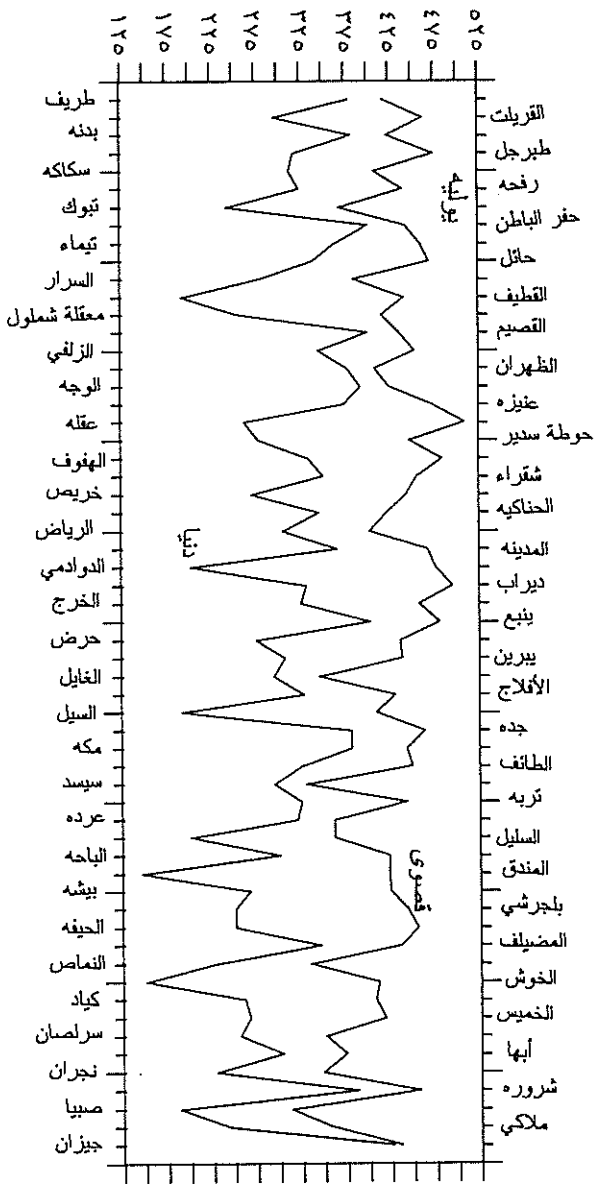
٧- شهر يوليه

يقدر المتوسط الشهري للكمية اليومية للإشعاع الشمسي على سطح الأرض في المملكة في شهر يوليه بمقدار ٣٦٣,٨ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وبانحراف معياري قدره ٦٢,٥ . وهذه القيمة للانحراف المعياري هي أعلى قيمة علي مستوى المملكة ، وهذا يعني أن الفروقات المكانية في كمية الأشعة الشمسية القصيرة تبلغ أشدها في هذا الشهر . وعلى أية حال ، فأعلى كمية يومية في هذا الشهر سجلتها محطة عقلة الصقور وهي ٥٠٩,٣ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وذلك في سنة ١٩٧٤ ، أما أدني كمية يومية فقد سجلتها محطة المندق في سنة ١٩٨٨ وكانت ١٤٥,٨ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ (شكل ٢٥ و ٢٦) .

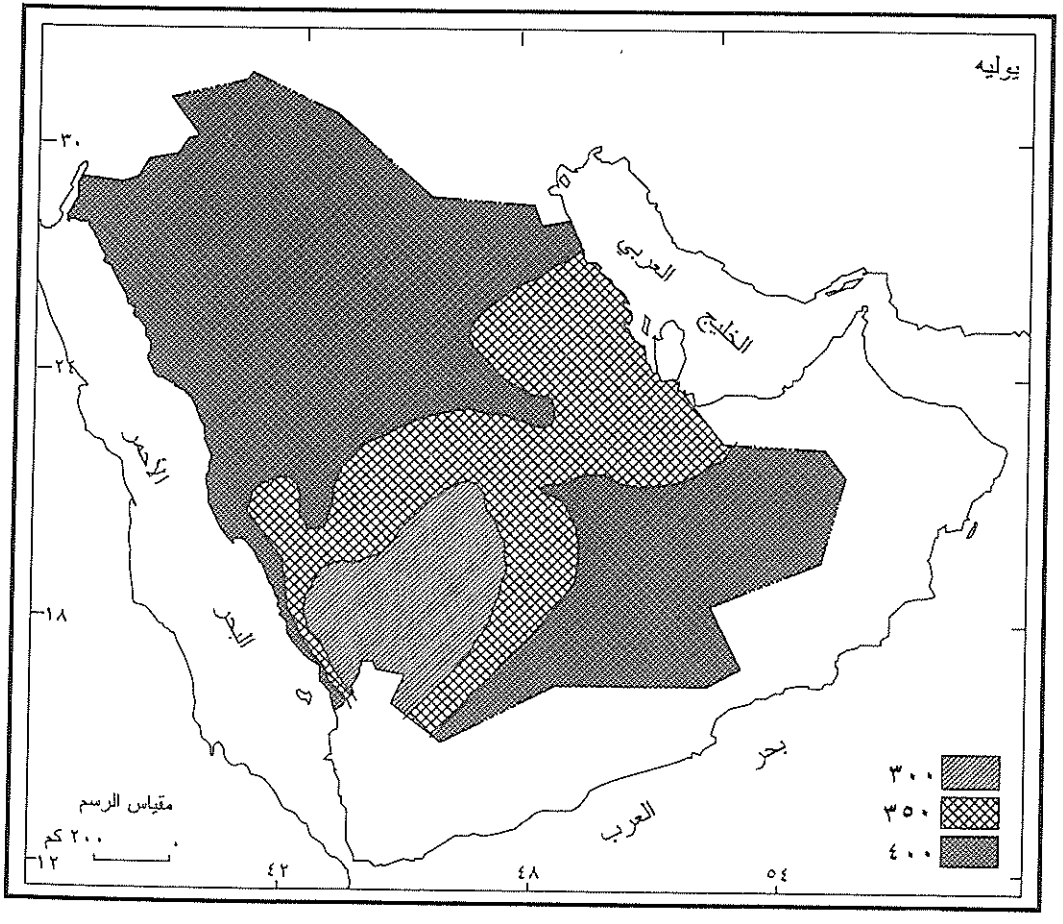
وفي خريطة التوزيعات المكانية للمتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة لشهر يوليه (شكل ٢٧) نلاحظ أن هناك ثلاث مستويات مكانية ينتشر المستوي الأول منها علي ١٠٪ من مساحة المملكة في حين أن المستويين الثاني والثالث يظهران علي ٢٨٪ و ٦٢٪ منها. كما نلاحظ ، علي الخريطة، اكتمال تبلور انعكاس الوجهة التدريجية حيث يظهر التدرج تنازليا من أقصي الشمال ، الذي يسود عليه المستوي الثالث (٤٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) ، إلى المرتفعات الجنوبية الغربية التي عليها تظهر سلسلة متوالية من المستويات الثلاثة . وان اكتمال الانعكاس في تدرج التوزيع المكاني في هذا الشهر يرتبط بظروف التغييم الصيفي على المرتفعات الجنوبية الغربية وبكون الأشعة الشمسية القصيرة هيْ أقرب إلى الوضع المتعامد على سطح



شكل (٢٥) متوسطات شهر يوليو في مواقع القياس والتقدير ($١٠^{٣}$ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٢٦) أعلى وأدنى متوسطات شهر يوليو في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



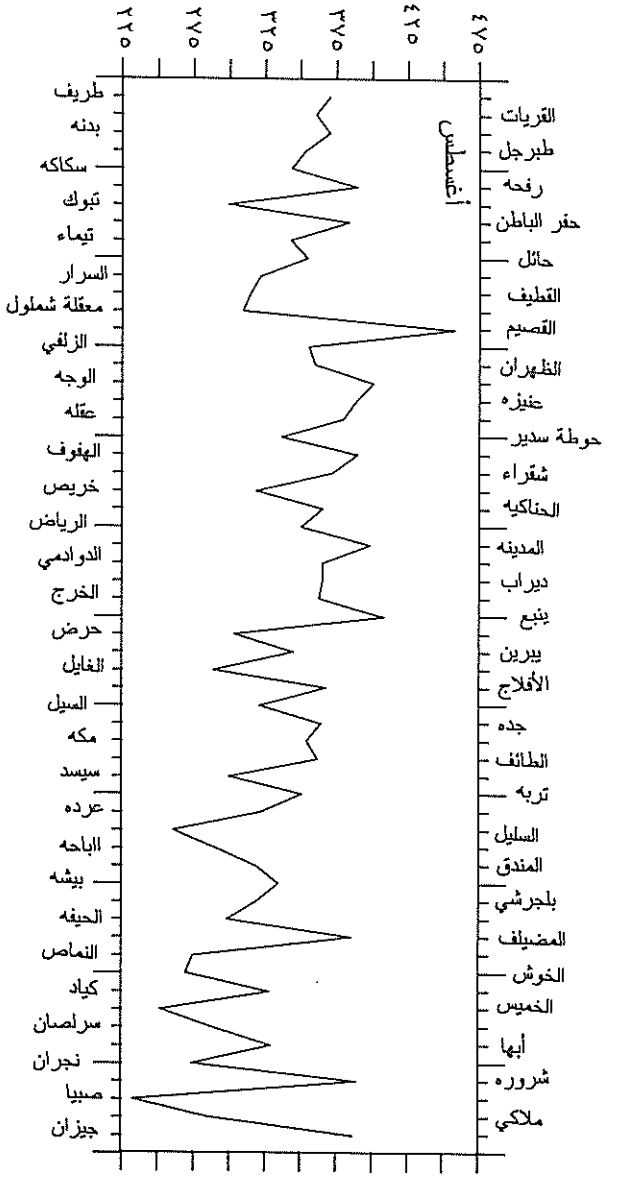
شكل (٢٧) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر يوليو (١٠^٣ و م^-٢)

الأرض في العروض المتاخمة لمدار السرطان الذي يمتد بمثابة حزام في وسط المملكة . ونلاحظ ، أيضا ، في هذه الخريطة أن حوض التركز الإشعاعي تحرك إلى الشمال وأصبح يسود على شمال المملكة ووسطها وغربها شمال خط العرض ٢١ ش . أما شرق المملكة فينفصل عن هذا الحوض المركز حيث تمثله كميات هي للمستوى الثاني ومتوسطتا ٣٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ . وهذا الوضع على الساحل الشرقي وما يتاخمه من سهول رملية إلى الغرب يتكرر في الشهر التالي مما يعني أنه بتوغل فصل الصيف تنشط عوامل كابحة لوصول نفس كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل على نفس خط العرض في وسط وغرب المملكة . وهذا الوضع جعل مستويات الأشعة الشمسية القصيرة تنتشر في أحزمة متوالية من شرق المملكة إلى غربها وبمحور شمال شرق - جنوب غرب ممثلة بذلك قطاعا يفصل المستويات المرتفعة التي تسود في الوسط وأقصى الشمال عن مثيلتها التي تسود على أقصى الجنوب .

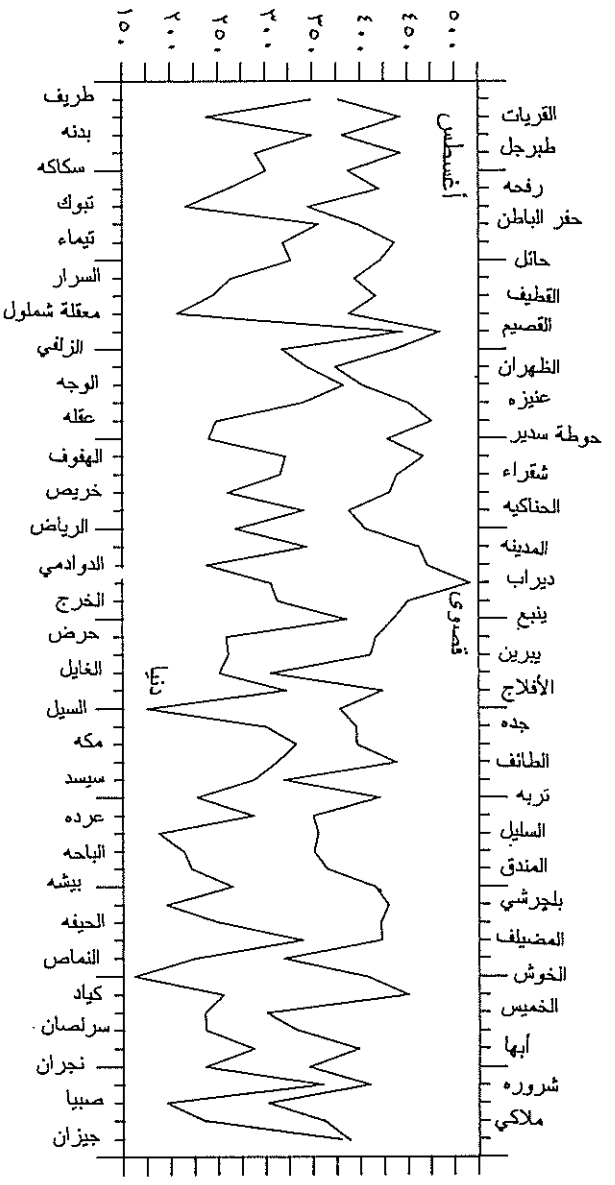
٨- شهر أغسطس

أفرزت حسابات المتوسطات الشهرية للكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة للمحطات المناخية التي تعتمد عليها هذه الدراسة بأن المتوسط العام لهذا الشهر على مستوى المملكة يقدر ب ٣٤٠,٧ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ ، وبانحراف معياري قدره ٥٩,٢ . والقيمة القصوى للمتوسط اليومي في هذا الشهر ، خلال فترة الدراسة ، كانت تلك التي تم تسجيلها في محطة ديراب لسنة ١٩٧٨ و بلغت ٥١٧ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ , أما أقل قيمة فقد كانت من محطة الخدوش و هي ١٦١,١ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وذلك في سنة ١٩٨٧ (شكل ٢٨ و ٢٩) .

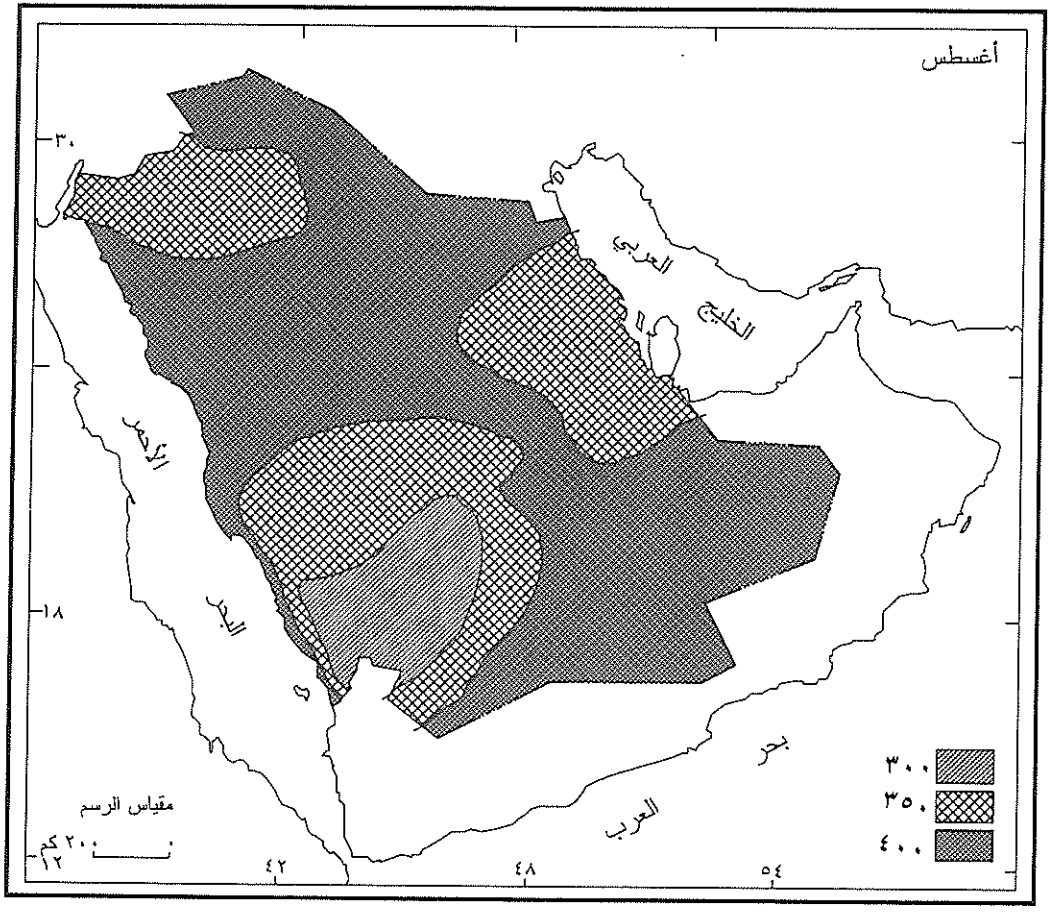
وفي خريطة أغسطس (شكل ٣٠) نلاحظ أن المتوسطات المكانية تتجمع في ثلاث مستويات تحتفظ بنمط توزيعاتها المكانية بنفس الأطر العامة للشهر السابق إلا أن هناك انفصام بين طاقات الساحل الشرقي وتلك التي تسود علي أطراف المرتفعات الجنوبية الغربية بحيث نجد أن المستوي الثالث (٤٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) ، والذي ينتشر علي ٥٨٪ من المساحة ، يفصل بينهما متواصلا في امتداده بين وسط المملكة و جنوبها وشمالها . كما نلاحظ في هذه الخريطة خلخلة في شكلية التدرج التنازلي من الشمال إلى الجنوب حيث نجد أن المستوى الثاني (٣٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) يظهر في الشمال الغربي وسهول الساحل الشرقي و جزء من المرتفعات الجنوبية الغربية وسفوحها الشرقية بحيث يغطي ٣٤٪ من المساحة الإجمالية للمملكة.



شكل (٢٨) متوسطات شهر أغسطس في مواقع القياس والتقدير (١٠^{٣} و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٢٩) أعلى وأدنى متوسطات شهر أغسطس في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



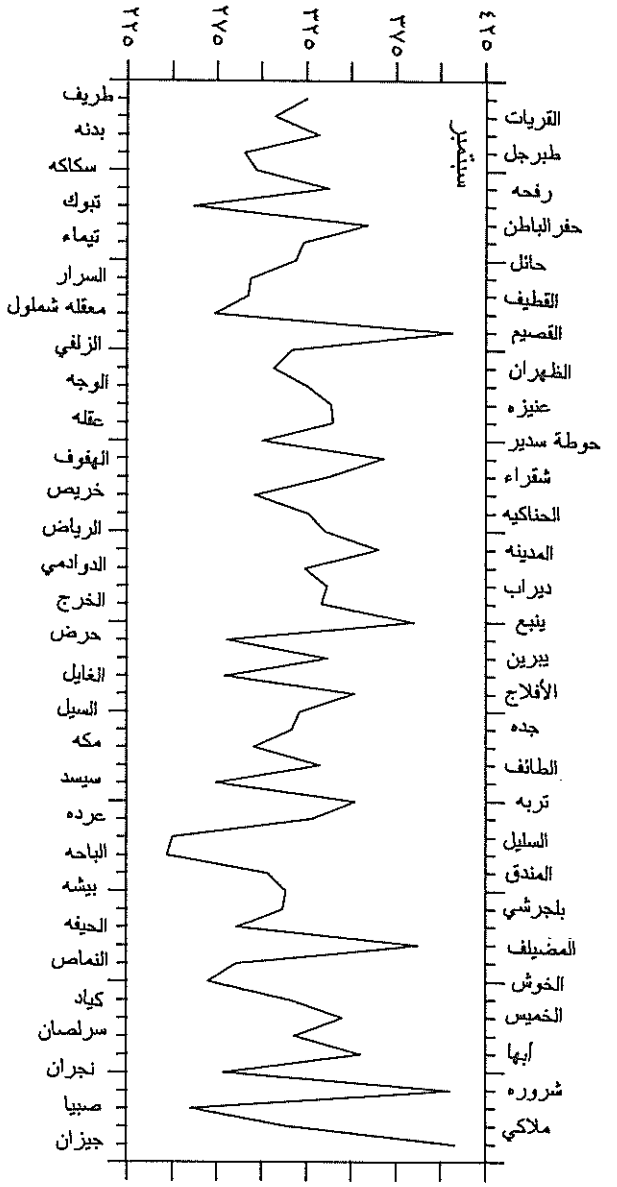
شكل (٣٠) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر أغسطس (٣١٠ و م$^{-٢}$).

وهذه التغيرات النمطية التي برزت في هذا الشهر هي بمثابة تجاوبات طبيعية لدخول فصل الصيف في نصفه الثاني الذي يتميز ببروز بداية الانحسار في مقدار الوحدة التسخينية للوحدة المساحية وما ينبلج عن ذلك من تبدلات على أنماط و نطاقية توزيع العناصر المناخية على السطح . وعلي أية حال ، ففي هذا الشهر يبرز جنوب غرب المملكة كنطاق متميز يتجزأ إلى حلقات متواصلة من النطاقات المتدرجة لكمية الأشعة الشمسية القصيرة في شكل منخفض إشعاعي بؤرته نطاق يمثل أقل مستويات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في هذا الشهر (٣٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) ، ويمتد من ذرى المرتفعات الجنوبية الغربية حتى السليل في السهول الرملية إلى الشرق من السفوح الشرقية لهذه المرتفعات . وتبرز خريطة خطوط تساوي الكمية لهذا الشهر بمثابة تجسيم مكتمل لبروز التفاوتات المكانية الكاسرة للسمة النطاقية الشاملة لنمط توزيع كمية الأشعة الشمسية القصيرة تحت تأثير الخصائص المحلية للأجزاء الدنيا من الطبقة الاضطرابية و خصائص السطح .

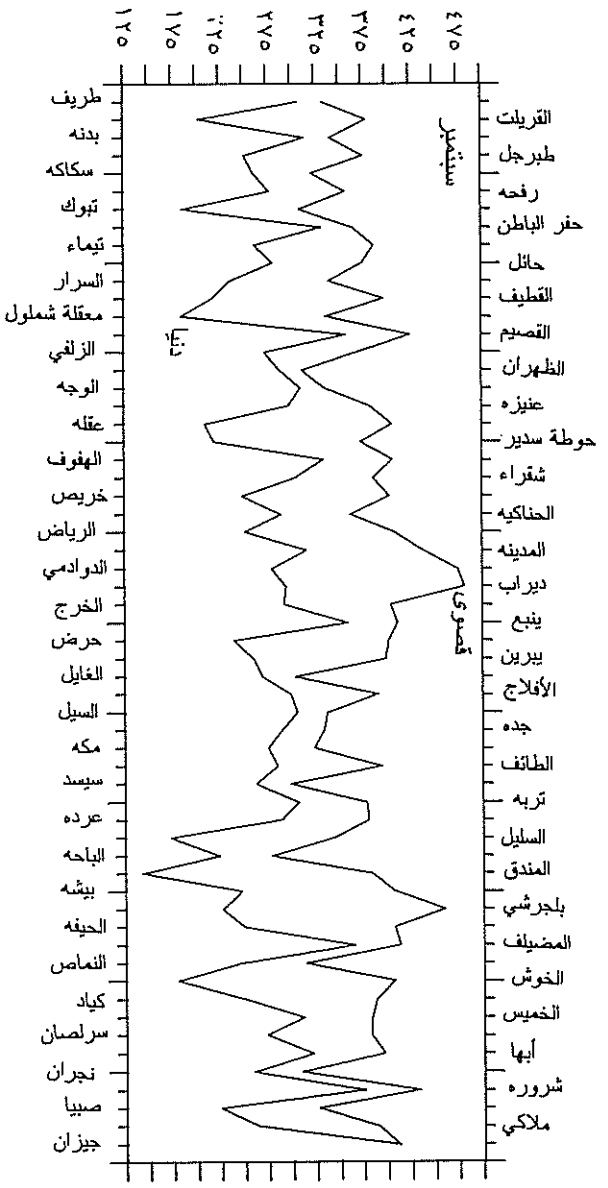
٩- شهر سبتمبر

تكشف القياسات والتقديرات التي اعتمدت عليها هذه الدراسة بأن المتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة في شهر سبتمبر على مستوى المملكة هو ٣٢٠,٧ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ بانحراف معياري قدره ٥٣,٢ . كما تدلل على أن أعلى المتوسطات في هذا الشهر هو ٤٨٢,٨ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وظهر في محطة ديراب سنة ١٩٧٨ ، في حين أن أقل قيمة لهذه المتوسطات كانت للمندق وبمقدار ١٤٢,٣ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وذلك في سنة ١٩٨٨(شكل ٣١ و ٣٢) .

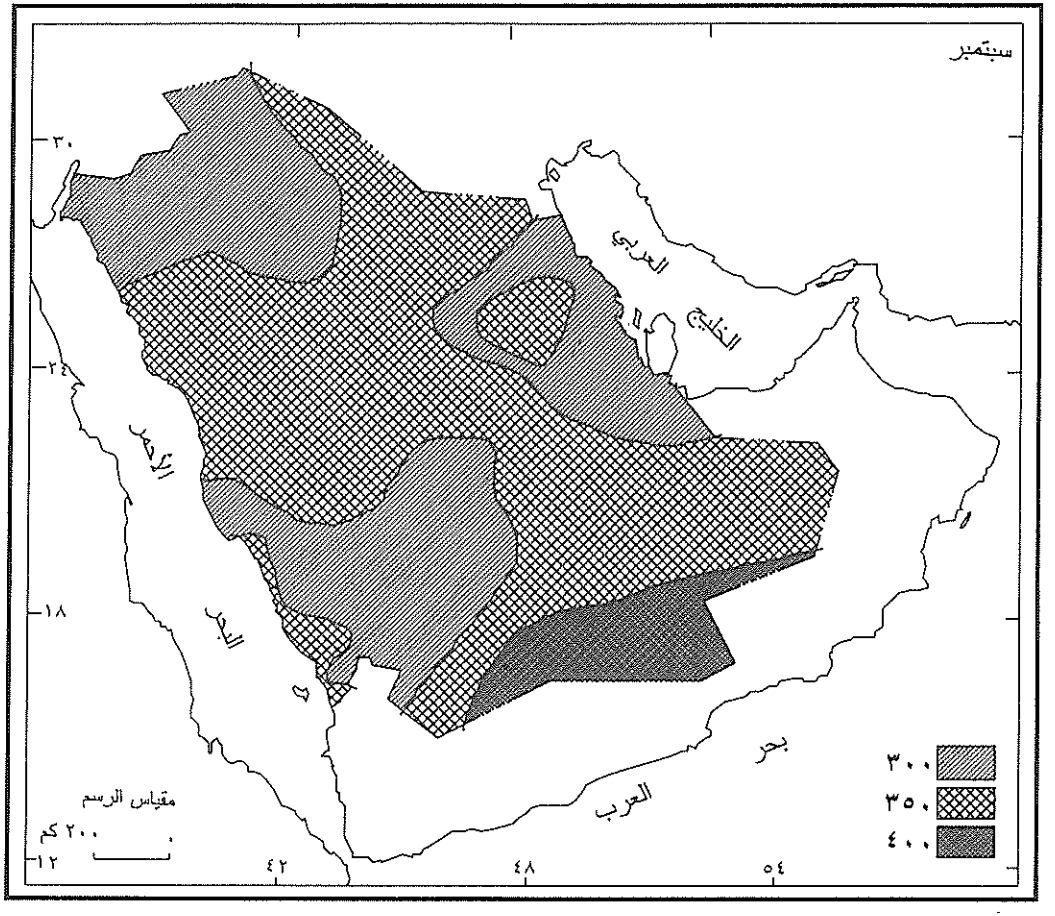
وتوضح خطوط تساوي القيم أن هناك ثلاث مستويات مكانية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل سطح أرض المملكة في شهر سبتمبر، وأن هذه المستويات تقتسم المساحة الإجمالية للمملكة بنسب ٣٨,٤ ، ٥٧,٥ ، و ٤,٤٪ على التوالي (شكل ٣٣) . ولأن عمودية الشمس تكون قد شارفت على خط الاستواء وأصبحت عليه في الثلث الأخير منه (٢١ سبتمبر) فإننا نلاحظ تغيرا في وجهة النطاقية المكانية لكميات الأشعة الشمسية القصيرة عما كان عليه الوضع في الشهور الثلاث السابقة . وهذا التبلور يظهر في شكل الزيادة التصاعدية من الشمال إلى الجنوب عاكسة بذلك تأثير زيادة انحراف الأشعة الشمسية عن الإسقاط المتعامد علي كمية



شكل (٣١) متوسطات شهر سبتمبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٣٢) أعلى وأدنى متوسطات شهر سبتمبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



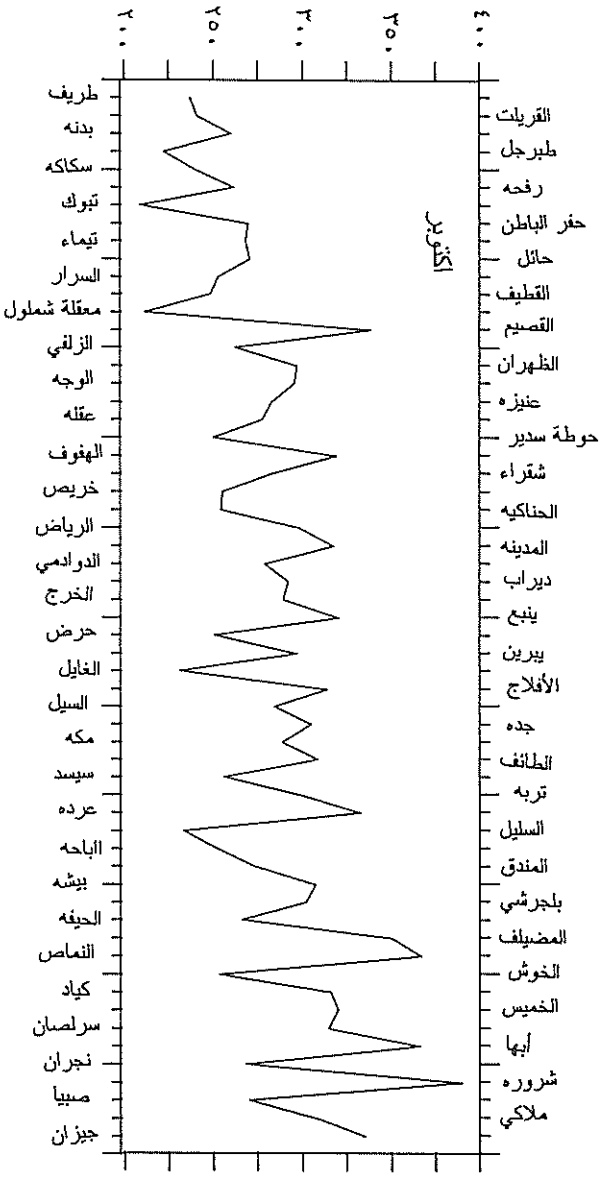
شكل (٣٣) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر سبتمبر (٣١٠ و م$^{-٢}$).

الطاقة الإشعاعية على الوحدة المساحية . و نلاحظ في خريطة سبتمبر ، أيضا ، أن محور التسلسل التصاعدي في الكمية صوب الجنوب يأخذ اتجاها شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا وهو وضع معاكس لوجهة محور التسلسل في شهر مارس وهو شهر بزوغ الاعتدال الآخر ، أي الاعتدال الربيعي . وهذا تدليل على أن هناك تبادل في المواضع المكانية لتركز المؤثرات الغلافية على كمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في فصلي الاعتداليين الربيعي والخريفي . وعلى أية حال ، فان التسلسل المنتظم لمستويات كمية الأشعة الشمسية القصيرة لا نجده مكتملا ، من المستوى الأول (٣٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) إلى المستوي الثالث (٤٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) ، إلا في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة والى جهة الجنوب الشرقي . أما بقية أجزاء المملكة فلا تتخطى مستوياتها المستوى الثاني (٣٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) .

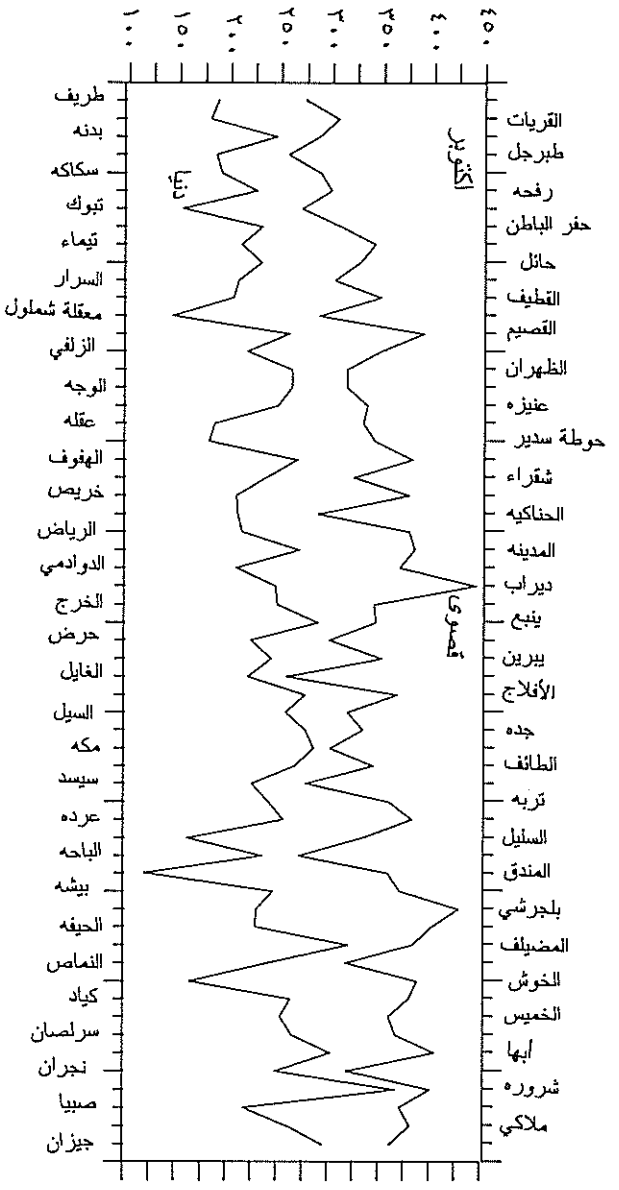
١٠- شهر أكتوبر

تدلل البيانات التي تستند عليها هذه الدراسة بأن المتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل سطح الأرض على مستوى المملكة في هذا الشهر هو بمقدار ٢٨١,٣ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ ، وبانحراف معياري قدره ٥٢,٤ . كما تدلل على أن أقصى متوسط يومي في هذا الشهر وهو ٤٤٢,٤ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ ظهر في ديراب في سنة ١٩٧٨ ، في حين أن أدنى متوسط يومي سجلته محطة المندق و بمقدار ١١٦,٥ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ في سنة ١٩٨٨ (شكل ٣٤ و ٣٥) .

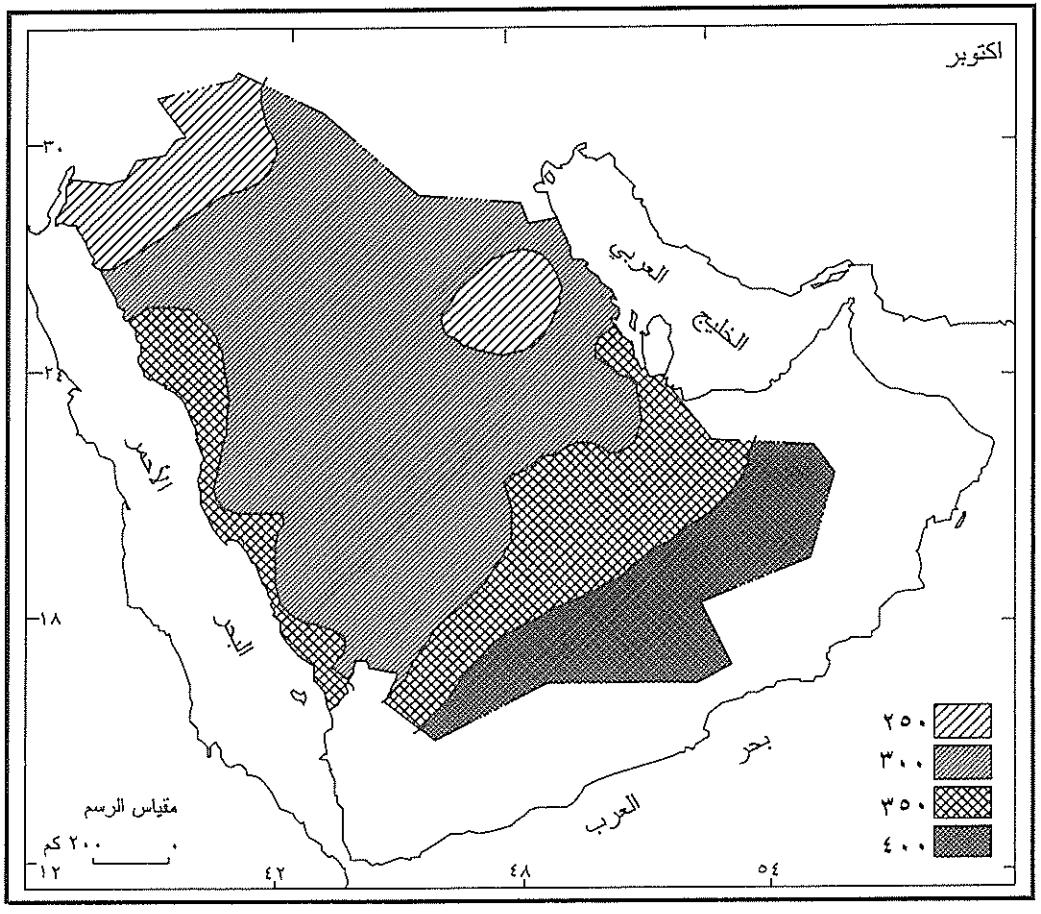
و تظهر خريطة شهر أكتوبر (شكل ٣٦) بأن متوسطات قيم كمية الأشعة الشمسية القصيرة لهذا الشهر تتجسم في أربعة مستويات مكانية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة تقدر النسب المئوية للمساحات التي تسود عليها بمقدار ١٠,٢٪، ٥٩,٢٪ ، ٢٠,٩٪ ، و ٩,٨٪ على التوالي . وهذه الزيادة في عدد المستويات عن الشهر السابق تعود إلى انخفاض قيمة مستوى الحد الأدنى ، أي المستوى الأول ، من ٣٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ إلى ٢٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ مع الاحتفاظ بالحد الأقصى وقدره ٤٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ . هذا الغور في سلم مستويات الكمية مرتبط بتزايد درجة انحراف الأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على سطح الأرض في المملكة عن وضع الإسقاط العامودي وذلك انعكاسا لتوغل مستوى التعامد في إسقاط الأشعة الشمسية في نصف الكرة الجنوبي بعيدا عن خط الاستواء . وعلي أية حال ،



شكل (٣٤) متوسطات شهر أكتوبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٣٥) أعلى وأدنى متوسطات شهر أكتوبر في مواقع القياس والتقدير ($١٠^{٣}$ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٣٦) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر أكتوبر (١٠^{٣} و م$^{-٢}$).

فإننا نلاحظ في خريطة شهر أكتوبر اكتمال تبلور تسلسل نطاقي متصاعد لكمية الأشعة الشمسية القصيرة من الشمال إلى الجنوب ، لا يكسره إلا نطاق صغير نسبيا في شرق المملكة .

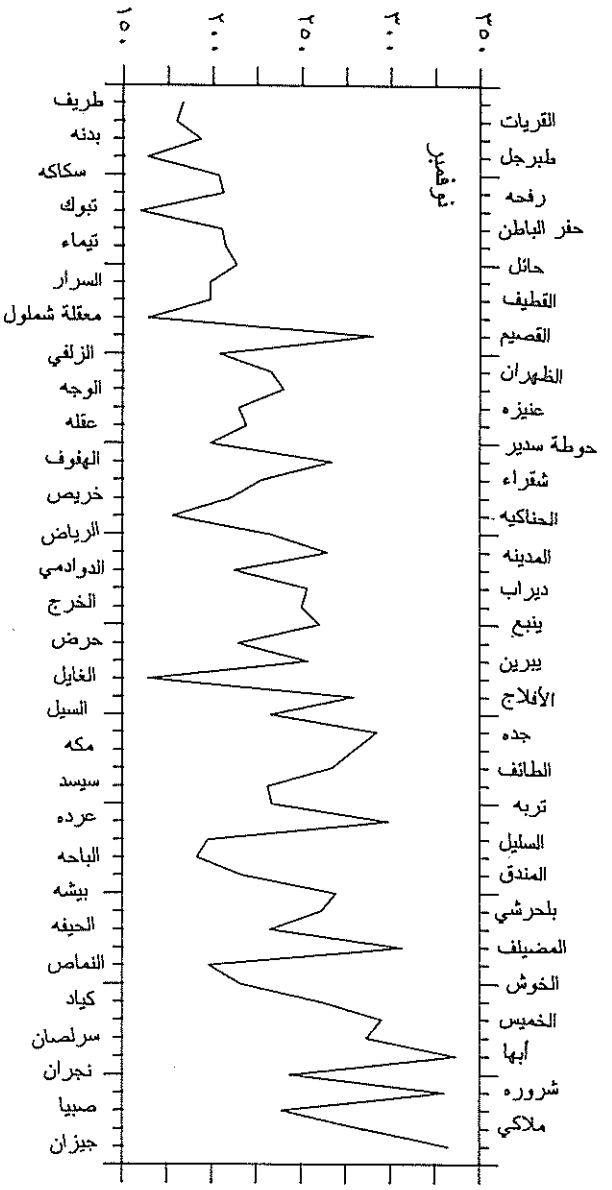
و يبدو أن ظاهرة التغييم الخريفي على هذا النطاق في شهر أكتوبر هي السبب في انكسار التسلسل النطاقي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة .

١١-شهر نوفمبر

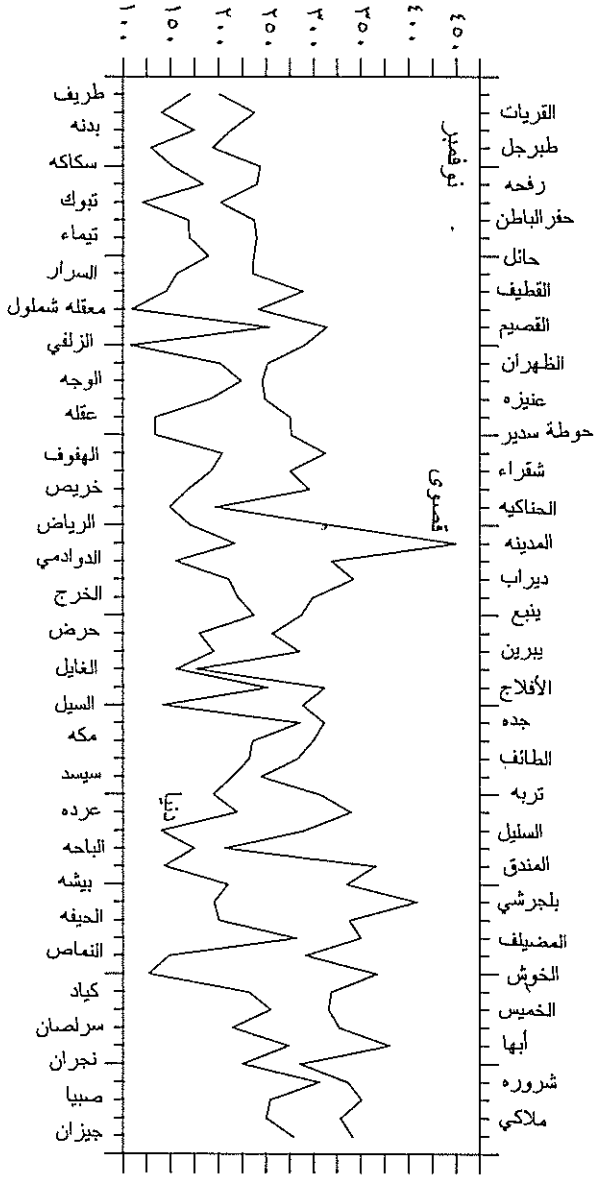
يقدر المتوسط العام للكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة التي تصل إلى سطح الأرض في المملكة في شهر نوفمبر بمقدار ٢٣٣,٧ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وبانحراف معياري قدره ٥٣,٤.

وتدلل قراءات المتوسطات الشهرية لنقاط القياس والتقدير التي تعتمد عليها هذه الدراسة بأن أعلى متوسط شهري خلال فترة الدراسة بلغ ٤٥٠,٧ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وسجلته محطة المدينة المنورة في سنة ١٩٧٦ ، في حين أن أقل متوسط شهري كان ١٠٧,٤ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ سجلته محطة الزلفي في سنة ١٩٨٩ (شكل ٣٧ و ٣٨) .

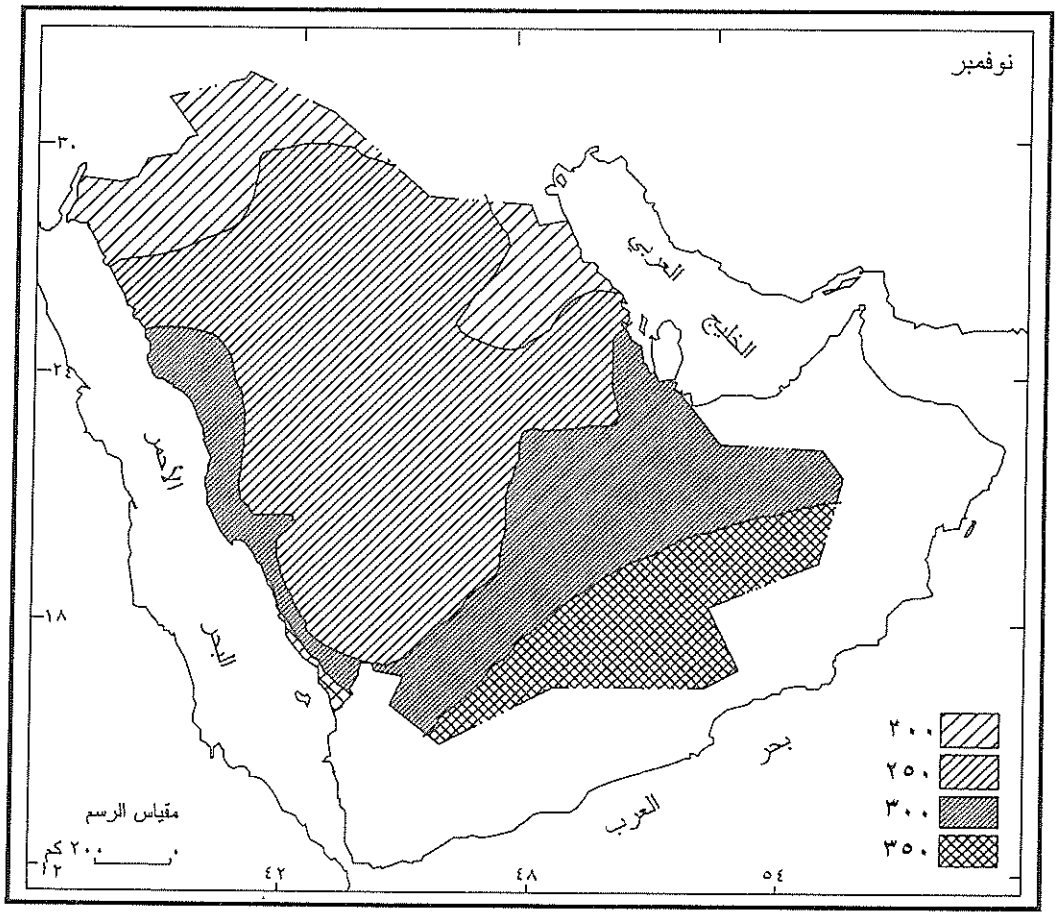
وتوضح خريطة نوفمبر (شكل ٣٩) أن هناك أربعة مستويات مكانية لمتوسط كمية الأشعة الشمسية القصيرة في هذا الشهر تتقاسم المساحة الإجمالية للمملكة بدءا بالمستوى الأول حتى الرابع بالنسب المئوية ١٣,٢٪ ، ٥١,٨٪ ، ٢٥,٢٪ و ٩,٦٣٪ . كما توضح هذه الخريطة اكتمال تبلور انقلاب الوجهة التدريجية في نطاقية كمية الأشعة الشمسية القصيرة وذلك في شكل تصاعدي من أقصى الشمال إلى أقصي الجنوب حيث نجد المستوى الأول (٢٠٠ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١) يسود على شمال غرب المملكة وذلك في منطقتي طبرجل وتبوك ، والمستوى الرابع (٣٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) على منطقة شروره في أقصى الجنوب. وهذا التسلسل التدرجي يتميز بتواصل مكاني لكل المستويات . وعلي أيةحال ، فان المستوى الثاني يغطي اكبر جزء من مساحة المملكة ، (٥١,٨٪) ، حيث نجده يغطي وسط المملكة و جزء من شمالها حتى سكاكه وجنوبها حتى السليل إضافة إلى امتدادات إلى ساحل الخليج العربي والى ساحل البحر الأحمر شمال الوجه . والنمط العام لخريطة توزيع متوسط شهر نوفمبر ، الذي يتسم بالنطاقين المتدرجة كما والمتواصلة مكانا ، يعكس انحسارا نسبيا للمؤثرات الغلافية عليه . وهذا الوضع يجعلنا نستنتج ركودا نسبيا و تناغما في التغيرات الغلافية التي تؤثر على كمية الأشعة الشمسية



شكل (٣٧) متوسطات شهر نوفمبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م ي$^{-1}$).



شكل (٣٨) أعلى وأدنى متوسطات شهر نوفمبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-2}$ ي$^{-1}$).



شكل (٣٩) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر نوفمبر (١٠^٣ و م^-٢).

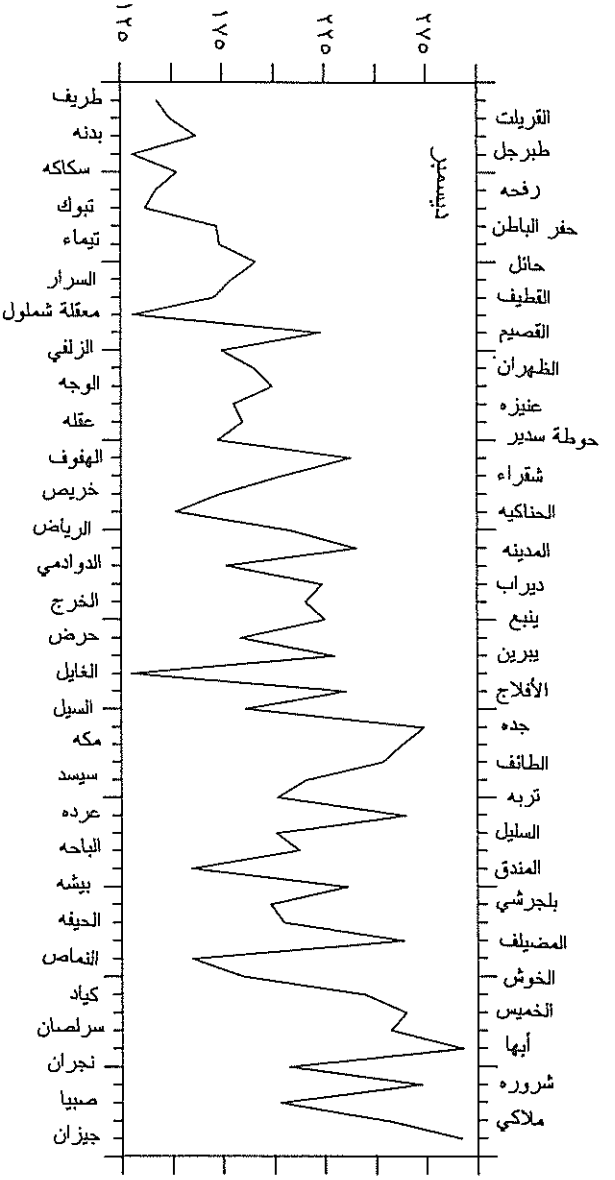
القصيرة التي تصل إلى سطح الأرض في المكان ، وبذا فان درجة ميل إسقاط الأشعة الشمسية تكون العامل الذي يستفرد في تحديد كمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة في فترة منتصف فصل الخريف .

١٢- شهر ديسمبر

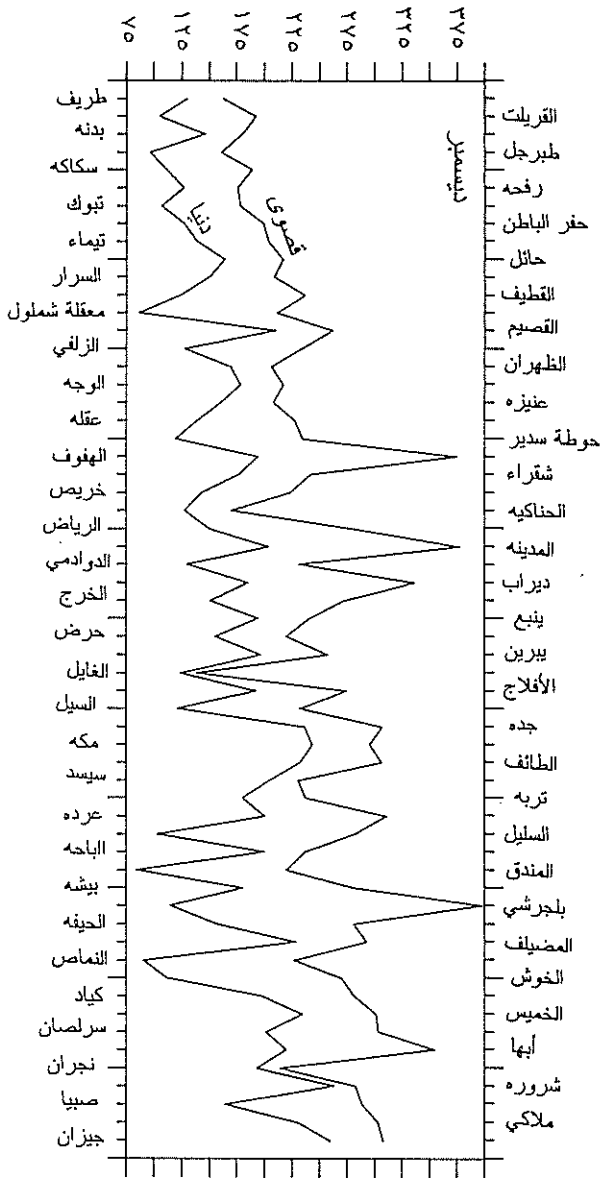
أظهرت حسابات المتوسط اليومي لكمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة في هذا الشهر بأن المتوسط العام له على مستوى المملكة هو بمقدار ٢٠٠,٦ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ ، وهو أقل المتوسطات الشهرية علي مدار السنة , وبانحراف معياري قدره ٥٠,٥ .

كما تدلل قراءات المتوسطات الشهرية في نقاط قياس وتقدير كمية الأشعة الشمسية القصيرة في ديسمبر بأن أعلى متوسط خلال فترة الدراسة بلغ ٣٩٨,٤ x ١٠ ٣ و م-٢ ي-١ وظهر في بلجرشي في سنة ١٩٨١ ، وأن أقل متوسط ظهر في المندق وبلغ ٨٣,٧ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ وكان ذلك في سنة ١٩٨٨ (الشكل ٤٠ و ٤١) .

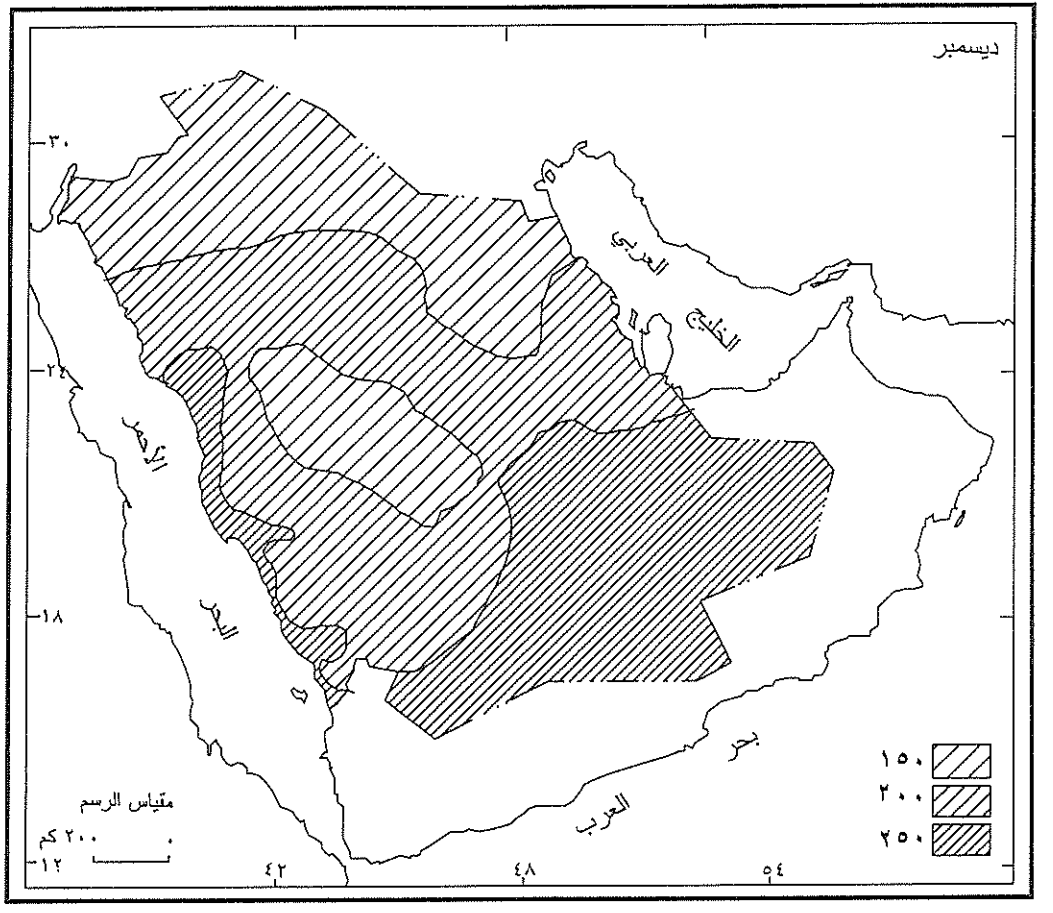
وإذا نظرنا الى خريطة نطاقات المتوسط الشهري لهذا الشهر (شكل ٤٢) نلاحظ انحسارا في عدد المستويات المكانية التي يتفاوت فيها ، حيث نجدها ثلاث مستويات مقارنة بأربعة مستويات في الشهرين السابقين . كما نلاحظ أن الامتداد المساحي لهذه المستويات ، الأول الى الثالث ، يتبلور بنسب مئوية هي ٢٩,٣٪ ، ٤٤,٧٪، و٢٦٪ على التوالي. والتقلص العددي هو نتيجة لتقلص الحدود القصوى لمتوسط كمية الأشعة الشمسية في اليوم من ٣٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ في الشهر السابق الي ٢٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ ، وتمدد الحدود الدنيا من ٢٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ في شهر نوفمبر الي ١٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١ في هذا الشهر. وعلى أية حال ، يظل جزء من المرتفعات الجنوبية الغربية والغربية يمثل استمرارا لكونها نطاق انكسار انخفاضي في نمط توزيع المتوسطات بفعل تأثير التغييم الذي يستمر على ذرى هذه المرتفعات في هذا الشهر الذي تمثل بدايته نهايات فصل الخريف ونهايته بدايات فصل الشتاء . ولعل أهم تطور في نمط التوزيع المكاني لكمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة الذي تظهره خريطة ديسمبر هو بروز بؤرة انخفاض اشعاعي ، في شكل قطاع مستطيل يغطي الجزء الأوسط من البلاد ممتد من الحناكيه في الشمال الغربي إلى الغايل في الجنوب



شكل (٤٠) متوسطات شهر ديسمبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-٢}$ ي$^{-١}$).



شكل (٤١) أعلى وأدنى متوسطات شهر ديسمبر في مواقع القياس والتقدير (٣١٠ و م$^{-2}$ ي$^{-1}$).

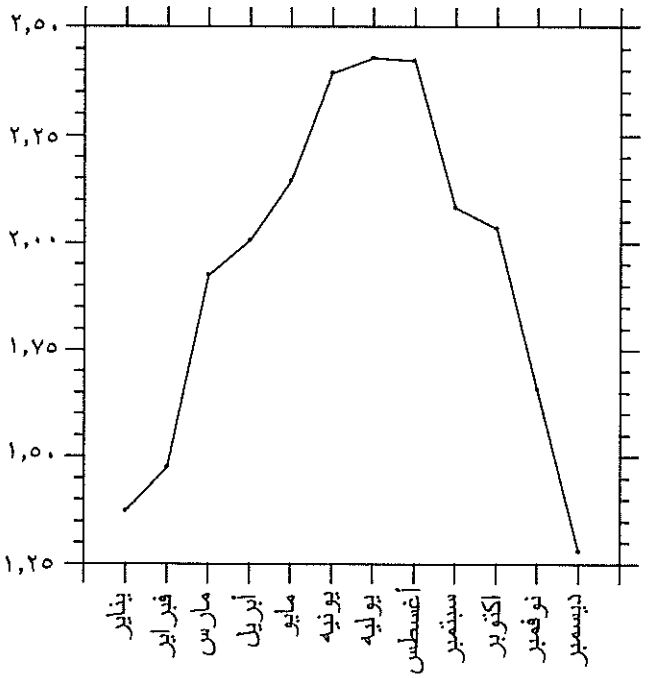


شكل (٤٢) متوسطات الكمية اليومية للأشعة الشمسية القصيرة في شهر ديسمبر (١٠ ^{٣} و م$^{-٢}$).

الشرقي . وهذا المنخفض الاشعاعي تتبع كميته المستوى الأول (١٥٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) في وسط النطاق الأساسي للمستوي الثاني (٢٠٠ x ١٠ ٣ وم-٢ ي-١) الذي تحيط به قطاعات المستوى الأعلى من كل الجوانب باستثناء الشمال . وما من شك في أن الظروف الغلافية السائدة على مكان هذا الجزء الأوسط من البلاد تكون نشطة نسبيا في تأثيرها على تقليص كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل الى سطح الأرض . ويبدو أن التغييم الجزئي لقبة السماء الذي يظهر من حين الي آخر ، مع الحركة النشطة للرياح الشمالية و الشمالية الشرقية في نهاية فصل الخريف و بداية فصل الشتاء ، علي وسط المملكة تكون كثافته المساحية أو فترته الزمنية أعلى نسبيا علي هذا الجزء الأوسط من وسط البلاد .

وباستكمال استعراض المتوسطات الشهرية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة في اليوم والأنماط المكانية لمستوياتها ندرك بجلاء أن النطاقية المتدرجة هي الإطار الشامل لنمط التوزيع الجغرافي ، لهذا العنصر المناخي الفائق الأهمية ، الذي يأخذ مسارا ووجهة متناغمة مع حركة الأرض حول الشمس . كما ندرك أنه في اطار هذه النطاقية الشاملة هناك انكسارات محلية تفرزها الخصائص الغلافية والسطحية للمكان . وهذه الانكسارات هي ، في الحقيقة ، سمة عامة لنطاقية توزيع الأشعة الشمسية القصيرة علي سطح الأرض ،حول الكرة الأرضية ، كما أوضح بيرلاند **(Berland , 1962)** في دراسته عن " الأسس الجغرافية لنظم الأشعة الشمسية القصيرة " . هنا نجد أن المرتفعات الجنوبية الغربية تبرز علي مدار خمسة أشهر متواصلة ، من مايو الى سبتمبر ، في شكل منخفض اشعاعي مستتب . ويبدو أن مولد هذا المنخفض الإشعاعي على هذا الجزء من البلاد يكمن في خصائص السطح لهذه المرتفعات ومعطيات وضعها الجغرافي التي جعلتها طرفا موجبا في رقعة هبوب الرياح الجنوبية الغربية الصيفية الرطبة. وهذه الرياح تفرزأغطية سحبية كثيفة تحجب جزءا من الأشعة الشمسية القصيرة عن الوصول الى سطح الأرض ، وتضخ بخرا مائيا في الهواء يرفع من كثافة الجزيئات البخرية العالقة التي تفعل فعلها في تشتيت و امتصاص جزء من الأشعة الهابطة صوب سطح الأرض . وهذا الوضع الحجابي النشط على المرتفعات الجنوبية الغربية وسفوحها يقابله في نفس الفترة الزمنية ، من مايو الي سبتمبر ، وضع معاكس علي بقية أرجاء المملكة حيث يسود الجفاف التام ، أي انعدام التغطية السحابية و انخفاض محتوى الهواء من الرطوبة مما يجعل مجموعة المؤثرات الغبارية من السطح و في الغلاف هي المجموعة الوحيدة المؤثرة علي كمية الأشعة الشمسية القصيرة التي تصل إلى سطح الأرض .

ولعله من الملائم أن نختتم هذه الدراسة بالتعرض لطرف تطبيقي لها ألا وهو تقدير الكم الاجمالي للأشعة الشمسية القصيرة الساقطة على مجمل مساحة المملكة العربية السعودية في كل شهر من شهور السنة . و يلخص الشكل (٤٣) تقديرات متوسطات الكمية الإجمالية الشهرية للأشعة الشمسية القصيرة في المملكة كما يحتوي الجدول (٣) من الملحق على تفصيلات هذه التقديرات . ومن هذا الشكل يتضح لنا أن متوسط الكم الاجمالي للأشعة الشمسية القصيرة لايقل عن ١ x ١٠ ١٩ وات في أي شهر من شهور السنة ، وفي الفترة من أبريل الى أكتوبر يتخطى مستوى ٢ x ١٠ ١٩ وات . وعلى أية حال ، فان الاجمالي السنوي للمتوسطات الشهرية سيعطينا متوسطا للاجمالي السنوي قدره ٢,٨٢٣ x ١٠ ٢٠ وات . و هذا الكم الكبير هو ،في الحقيقة ، طاقة حرارية هائلة للغاية بمقياس الاستهلاك البشري . وسندرك بجلاء دلالة هذا الكم السنوي الهائل من الطاقة الحرارية الشمسية عند مقارنته بالاجمالي السنوي للطاقة الكهربائية المستهلكة في المملكة العربية السعودية . و يشير الكتاب الاحصائي السنوي لسنة ١٤١٣ (١٩٩٣) إلى أن اجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في المملكة في سنة ١٤١٣ كان ٦,١٧١٣ x ١٠ ١٣ وات . واذا ربطنا هذا الكم السنوي المستهلك من الكهرباء بوحدة الوات بالكم السنوي المتاح من الطاقة الشمسية بنفس الوحدة فاننا نجد أنه يمثل جزئين وخمسة وستين في المئة من عشرة ملايين . وهذه الضآلة المفرطة تجعل الأشعة الشمسية القصيرة مصدرا مستقبليا بالغ الأهمية للطاقة مهما بلغت حدة التغيرات الغلافية والسطحية التي قد تطرأ على هذا الجزء من كوكب الأرض وتكبح زخم الأشعة الشمسية التي تصل السطح .



شكل (٤٣) متوسطات الإجماليات الشهرية لكمية الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية (× ١٠^١٩ وات).

مصادر البيانات المستخدمة في الدراسة :

أولا : مصادر قيم متوسطات الكمية المقيسة للأشعة الشمسية القصيرة :

- متوسطات سنة ١٩٧٠ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٤٥ .
- متوسطات سنة ١٩٧١، النشرة الهيدروليجية رقم ٥٣ .
- متوسطات سنة ١٩٧٢ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٦١ .
- متوسطات سنة ١٩٧٣ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٧٤ .
- متوسطات سنة ١٩٧٤ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٨٢ .
- متوسطات سنة ١٩٧٥ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٨٩ .
- متوسطات سنة ١٩٧٦ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٩٠ .
- متوسطات سنة ١٩٧٧ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٩١ .
- متوسطات سنة ١٩٧٨ ،النشرة الهيدروليجية رقم ٩٢ .
- متوسطات سنة ١٩٧٩ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٩٤ .
- متوسطات سنة ١٩٨٠ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٩٦ .
- متوسطات سنة ١٩٨١ ، النشرة الهيدروليجية رقم ٩٩ .
- متوسطات سنة ١٩٨٢ ، النشرة الهيدروليجية رقم ١٠٢ .
- متوسطات سنة ١٩٨٣ ، النشرة الهيدروليجية رقم ١٠٧ .
- متوسطات سنة ١٩٨٤ ، النشرة الهيدروليجية رقم ١١٠ .

أما بالنسبة لقيم المتوسطات الشهرية للفترة ١٩٨٥-١٩٩٢ فقد تم استخلاصها مباشرة من ملفات المحطات الهيدروليجية التي يحتفظ بها قسم الهيدرولوجيا ، بادارة تنمية المياه في المقر الرئيسي لوزارة الزراعة والمياه في مدينة الرياض .

ثانيا : مصادر قراءات المتوسطات الشهرية لجزئية التغطيـة السـحابية المسـتخدمة في حسـاب القيم المقدرة للمتوسطات الشهرية :

- متوسطات الفتره ١٩٧٠-١٩٧٦ ، التقرير السنوي .
- متوسطات الفترة ١٩٧٧-١٩٨٥ ، التقرير البيئي السنوي (ملحق أ) .

أما بالنسبة للقيم الممثلة للفترة ١٩٨٦-١٩٩٢ فقد تم اسـخلاصها مـن ملفـات المحطـات المناخية التي يحتفظ بها قسم الرصد والأساليب بمصلحة الأرصاد و حماية البيئة بمدينة جدة .

المراجع :

أ- المراجع العربية

١- بليهد (ال) ، ع . س . " ملامح ظاهرة الاشعاع الشمسي الحراري في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية " ، *مجلة دراسات الخليج و الجزيرة العربية* ، عدد ٧٥ ، السنة الثامنة عشرة ، ١٤١٥ ، ١٩٩٤، ص ص ٦٣-١١٦ .

٢- مصلحة الاحصاءات العامة، *الكتاب الإحصائي السنوي*، ١٤١٣ - ١٩٩٣ ، العدد التاسع والعشرون ، جدول ٧-١ ، ص ٢٨٧ ، وزارة المالية والاقتصاد الوطني ، الرياض .

٢- مقاود (أل) ، ف ، خ . ، *خصائص الاشعاع الشمسي و حرارة الهواء في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية - دراسة في الجغرافية المناخية*، ١٤١٣ ، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا ، جامعة الملك سعود ، الرياض .

٣-وزارة الزراعة والمياه ، *أطلس المناخ في المملكة العربية السعودية* ، ١٤٠٩ - ١٩٨٨ ، الرياض .

ب- المراجع غير العربية :

1- Ängström, A.,1924, " Solar and terrestrial radiation " , *QJRMS* , Vol. 50 , pp 121-125 .

2- Ängström, A.,1956, " On the computation of global radiation from records of sunshine " , *Arkiv fur Geofysik* , Band 2 , nr. 22 , pp 471-479

3- Berland, J G.,1961, " Geographical principles of the solar radiation regime ", *Proc. All Union Sci., Meteo. Conf.* , Vol. IV , Chapter 5.

4- Budyko, M. I.,1974, *Climate and life* , Academic Press , Inter. Geophys. Series Vol. 18 , Londom , Table 14, P.143 .

5- Golden Software,1994, " *Surfer for Windows : Contouring and 3D Surface Mapping* " , Golden Software, Inc. , Colorado , U.S.A.

6- Khogali, A. Albar, O. F. Yousif, B.,1991, " Wind and solar energy potential in Makkah (Saudi Arabia) - Comparison with Red Sea coastal sites " , *Renewable Energy* , Vol. 1 , pp 435-440 .

7- List , R. J.,1984," *Smithsonian Meteorological Tables* " , Smithsonian Miscellanous Collections , Vol. 114 , Smithsonian Institute Press , Washington , PP 507-508 .

8- Minitab Inc.,1993, "*Minitab Statistical Software : Release 9 for Windows* " , Minitab Inc. , State College , PA , U.S.A.

9- SANCST ,1983, *Saudi Arabian Solar Radiation Atlas* , The Saudi Arabian National Center for Science & Technology , Riyadh , Saudi Arabian .

10- Smith, E.,1986, " The Structure of the Arabian Heat Low . Part I: Surface Energy Budget " , *Mon. Weather Rev.* Vol. 114 , pp. 1067-1083 .

11- Zangvil , A. Aviv, O. E.,1985, " Time Variation in Solar Radiation in the Negev , Israel , and its Possible Relation to the El Chichon Volcanic Dust Cloud " , *J. of Climatology* , Vol. 5 ,pp. 363-368 .

ملحق الجداول

جدول (١) المعلومات الأساسية لنقاط القياس والتقدير المستخدمة في الدراسة

الرقم	المحطة	خط العرض		خط الطول		الارتفاع	سنة الأساس والادارة
		دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	(م)	
١	طريف	٤١	٣١	٤٠	٣٨	٨١٨	١٩٧٧ص
٢	القريات	٢٥	٣١	١٦	٣٧	٥٤٩	١٩٧٢ز
٣	بدنة	٥٤	٣٠	٨٠	٤١	٥٢٥	١٩٧٧ص
٤	طبرجل	٣١	٣٠	١٧	٣٨	٥٦٦	١٩٧٠ز
٥	سكاكة	٥٨	٢٩	١٢	٤٠	٥٧٤	١٩٧٢ز
٦	رفحة	٣٨	٢٩	٢٩	٤٣	٤٤٧	١٩٧٧ص
٧	تبوك	٢٢	٢٨	٣٥	٣٦	٧٧١	١٩٧٢ز
٨	حفر الباطن	٢٠	٢٨	٠٧	٤٦	٣٥٦	١٩٧٧ص
٩	تيماء	٣٨	٢٧	٢٩	٣٨	٨٢٠	١٩٧٢ز
١٠	حايل	٣١	٢٧	٤٤	٤١	٩٨٨	١٩٧١ز
١١	السرار	٥٩	٢٦	٢٣	٤٨	٧٥	١٩٧١ز
١٢	القطيف	٣٠	٢٦	٠٠	٥٠	٥	١٩٧٢ز
١٣	معقلة شملول	٢٢	٢٦	٢٢	٤٧	٤٥٠	١٩٧١ز
١٤	القصيم	١٨	٢٦	٥٨	٤٣	٦٤٨	١٩٧٧ص
١٥	الزلفي	١٨	٢٦	٤٨	٤٤	٦٠٥	١٩٧٢ز
١٦	الظهران	١٦	٢٦	١٠	٥٠	١٧	١٩٧٧ص
١٧	الوجه	١٤	٢٦	٢٦	٣٦	٢١	١٩٧٧ص
١٨	عنيزة	٤٠	٢٦	٥٩	٤٣	٧٤٢	١٩٧٢ز
١٩	عقلة الصقور	٥٠	٢٥	١١	٤٢	٧٤٠	١٩٧٤ز
٢٠	حوطة سدير	٣٢	٢٥	٣٧	٤٥	٦٦٥	١٩٧٦ز
٢١	الهفوف	٣٠	٢٥	١٤	٤٩	١٦٠	١٩٧٠ز

تابع جدول (١) - ١

الرقم	المحطة	خط العرض		خط الطول		الارتفاع	سنة الاساس والادارة
		دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	(م)	
٢٢	شقراء	١٥	٢٥	١٥	٤٥	٧٣٠	١٩٧٦ز
٢٣	خريص	٠٥	٢٥	٠٨	٤٨	٤٣٠	١٩٧٠ز
٢٤	الحناكية	٥٠	٢٤	٣١	٤٠	٨٤٩	١٩٨٣ز
٢٥	الرياض	٣٤	٢٤	٤٣	٤٦	٥٦٤	١٩٧٠ز
٢٦	المدينة المنورة	٣١	٢٤	٣٥	٣٩	٥٩٠	١٩٧١ز
٢٧	الدوادمي	٢٩	٢٤	٢٢	٤٤	٩٤٠	١٩٧٤ز
٢٨	ديراب	٢٥	٢٤	٣٤	٤٦	٦٠٠	١٩٧٥ز
٢٩	الخرج	١٠	٢٤	٢٤	٤٧	٤٣٠	١٩٧٣ز
٣٠	ينبع	٠٧	٢٤	٣٠	٣٨	٦	١٩٧٧ص
٣١	حرض	٤٠	٢٤	١٠	٤٩	٣٠٠	١٩٧٠ز
٣٢	يبرين	١٩	٢٤	٥٧	٤٨	٢٠٠	١٩٧٢ز
٣٣	الغايل	٣٣	٢٢	٢٨	٤٦	٥٥٠	١٩٨٣ز
٣٤	الافلاج	١٧	٢٢	٤٤	٤٦	٥٣٩	١٩٧٥ز
٣٥	السيل الكبير	٣٧	٢١	٢٥	٤٠	١٢٣٠	١٩٨٣ز
٣٦	جدة	٣٠	٢١	١٢	٣٩	١٧	١٩٧٧ص
٣٧	مكة المكرمة	٢٩	٢١	٥٠	٣٩	٣١٠	١٩٨٦ص
٣٨	الطائف	٢٤	٢١	٢٧	٤٠	١٥٣٠	١٩٧٠ز
٣٩	حمي سيسد	١٨	٢١	٣٠	٤٠	١٥٠٠	١٩٨١ز
٤٠	تربة	١١	٢١	٤٠	٤١	١١٢٦	١٩٧٣ز
٤١	وادى عردة	٣٧	٢٠	١٧	٤١	١٤٥٠	١٩٨٢ز
٤٢	السليل	٤٥	٢٨	٣٤	٤٥	٦٠٠	١٩٧٠ز

تابع جدول (١) - ٢

الرقم	المحطة	خط العرض		خط الطول		الارتفاع	سنة الاساس
		دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	(م)	والادارة
٤٣	الباحة	١٨	٢٠	٣٨	٤١	١٦٦٢	١٠٨٦ص
٤٤	المندق	٠٦	٢٠	١٧	٤١	٢٤٠٠	١٩٧٥ز
٤٥	بيشة	١٠	٢٠	٣٦	٤٢	١٠٢٠	١٩٧٠ز
٤٦	بلحرشي	٥٢	١٩	٣٣	٤١	٢٤٠٠	١٩٧٢ز
٤٧	الحيفة	٥٢	١٩	٣٢	٤٢	١٠٩٠	١٩٧٤ز
٤٨	المضيلف	٣٢	١٩	٣٠	٤١	٣٢	١٩٧١ز
٤٩	النماص	٠٦	١٩	٠٩	٤٢	٢٦٠٠	١٩٧٢ز
٥٠	الخوش	٠٠	١٩	٥٢	٤١	٣٥٠	١٩٧٠ز
٥١	كياد	٤٤	١٨	٤٢	٤١	٢٠	١٩٧٠ز
٥٢	خميس مشيط	١٨	١٨	٤٨	٤٢	٢٠٦٠	١٩٧٧ص
٥٣	سر لصان	١٥	١٨	٣٦	٤٢	٢١٠٠	١٩٧٥ز
٥٤	أبها	١٢	١٨	٢٩	٤٢	٢١٩٠	١٩٧٥ز
٥٥	نجران	٣٧	١٧	٢٦	٤٤	١٢١٠	١٩٨٤ز
٥٦	شرورة	٢٨	١٧	٠٧	٤٧	٧٢٢	١٩٨٦ص
٥٧	صبيا	١٠	١٧	٣٧	٤٢	٤٠	١٩٧٣ز
٥٨	ملاكي	٢٠	١٧	٥٧	٤٢	١٩٠	١٩٧٢ز
٥٩	جيزان	٥٢	١٦	٣٥	٤٢	٥	١٩٧٧ص

ز = وزارة الزراعة والمياه . ص= مصلحة الأرصاد والبيئة .

جدول (٢) المتوسطات الشهرسة للقيم المقاسة والمقدرة لكمية الأشعة الشمسية القصيرة علي سطح الأرض في المملكة العربية السعودية (X ١٠ ٣ و م-٢ ي-١)

المحطـــــة	يناير		فبراير		مارس	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
طريف *	١٥٧,٢	١٢,٩	١٩٨,٨	١٨,٢	٢٥٤,٨	١٣,٨
القريات	١٦٧,٠	٢٥,٦	٢٢٠,٢	٣٣,٣	٢٨١,٠	٣٨,٤
بدنة *	١٧١,١	١٤,١	٢٢٣,٣	١٣,٨	٢٥١,٤	٢٠,٥
طبرجل	١٤٤,٣	٢٠,٤	١٩٠,٧	٢٠,٨	٢٥٢,٣	١٥,٧
سكاكة	١٥٥,٦	٣٠,٣	٢٣٣,١	٣٣,٩	٢٦٨,٣	٤٤,١
رفحة *	١٣٥,٣	١١,١	١٩٨,٨	١٦,٢	٢٧٠,٨	١٤,٤
تبوك	١٤٣,١	٣١,٢	١٨٧,٩	٣٩,٨	٢٢٩,٩	٤٠,٨
حفر الباطن*	١٨٤,٢	١٣,٢	٢٣٣,٠	١٥,٦	٢٦٢,١	١٣,٨
تيماء	١٩٦,٧	٣٢,٣	٢٣٦,٣	٦٨,٤	٣٠٦,٤	٤٥,٠
حائل	١٩٩,٢	١٥,٨	٢٥١,٦	٢٢,٦	٢٩٤,٨	٢٢,١
السرار	١٩٥,٥	٢٨,٨	٢٣٢,٤	٣٧,٨	٢٥٠,٨	٤١,٠
القطيف	١٨٥,٠	٤٣,٤	٢٢٦,٩	٤٦,٦	٢٥٩,٦	٥٠,٣
شملول	١٤٥,٥	٣٠,٩	١٨٩,٢	٥٤,٧	٢٤٣,٧	٤٠,١
القصيم *	٢٣٨,٦	٢٤,٧	٣٢١,٠	٢٣,١	٣٥٢,٧	٢٤,٠
الزلفي	١٩١,٩	٣٦,٠	٢٤١,٧	٣٤,٩	٢٧٦,٩	٣٢,٨
الظهران *	١٦٩,٩	١٩,٦	١٧٣,٧	١٨,٩	٢٧٨,٤	٢٧,٧
الوجه *	١٨٣,٧	١٠,٩	١٨٨,٧	١٤,٧	٣٢٢,٥	١٦,١
عنيزة	١٩٨,٣	١٥,٤	٢٥٩,٨	١٨,٩	٣٠٩,١	٢٥,٧
عقلة الصقور	٢٠٣,٣	٣٠,٠	٢٦٧,٣	٣٩,٧	٣١٠,٥	٤٠,٠

تابع جدول (٢) - ١

المحطـــــة	يناير		فبراير		مارس	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
حوطة سدير	١٨٧,٧	٥١,٤	٢٣٢,٩	٤٥,١	٢٦٦,٢	٥١,٦
الهفوف	٢٥٤,٩	٣٦,٠	٣٠٦,٣	٣٦,٩	٣٣١,٩	٣٤,٢
شقراء	٢٢٢,١	٢٦,٦	٢٧٠,٨	٣٢,٣	٣٠٣,٨	٤٠,٥
خريص	١٨٣,٣	٢٢,٩	٢١٩,٥	٣٦,٤	٢٥٥,٤	٤٨,٦
الحناكية	١٧٠,٨	٢٠,٥	٢٢٩,٩	١٩,٨	٢٩٢,٤	٢٧,٢
الرياض	٢٢٠,٦	٣٨,٤	٢٦٨,٣	٥٠,٣	٣٠٠,١	٤٦,٥
المدينةالمنور	٢٥٦,٣	٣٤,٥	٣٠٣,٤	٤٤,٧	٣٤٢,٢	٤٢,٧
الدوادمي	١٨٧,٤	٣١,٨	٢٦٤,٨	٤٧,٧	٣٠٤,١	٣٥,٨
ديراب	٢٣٩,٥	٣٢,٠	٢٧٩,٧	٤٠,٦	٣١١,٠	٥٦,٤
الخرج	٢٣٥,٥	٢٥,٨	٢٧٦,٢	٣٨,٠	٣٠٨,٣	٤٦,٥
ينبع *	٢٣٨,٢	١٣,٤	٢٨١,٦	١٥,٥	٣٢٥,١	١٢,٨
حرض	٢٠٠,٥	٢٠,٢	٢٣١,٩	٣٢,٣	٢٥٩,٢	٤٤,٣
يبرين	٢٤٠,٨	١٨,٦	٢٧٧,٧	٣٠,٣	٣٠١,١	٣٣,٩
الغايل	١٤٩,٥	٩,٧	١٩٥,٨	١٦,٤	٢٤٨,٦	٣٦,٢
الأفلاج	٢٤٦,٢	١٩,٩	٢٧٧,٧	٣٦,٧	٣١٩,٤	٢١,٤
السيل الكبير	٢٣٠,٥	٢٥,٨	٢٩٥,١	١٣,٠	٣١٨,١	٩,٣
جدة *	٢٣٦,٦	١٦,٨	٢٩٨,٦	٢١,١	٣١٤,٧	٢٠,٩
مكة لمكرمة*	٢٢١,٨	١٨,٨	٢٨٧,٧	١٠,٥	٣٠٢,٤	٢٥,٣
الطائف	٢٥٥,٨	١٣,٩	٣٠٢,٤	١٨,٠	٣٣٦,١	٢٨,٧
حمى سيسد	٢٢٩,٠	٢٨,٩	٢٠٥,٤	١١,٧	٢٧٦,٦	١٦,٣

تابع جدول (٢) -٢

المحطـــــــة	يناير		فبراير		مارس	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
تربة	٢١١,٧	٢٦,٥	٢٧٨,٧	٢٢,٠	٣٢٧,٧	٣٤,٤
وادي عردة	٢٦٨,٣	٣٧,٤	٣٠٠,٥	٣٥,٧	٣٢٧,٥	٣٦,٢
السليل	١٨٧,٩	٤٦,٥	٢١٦,٥	٥٥,٨	٢٢٩,٩	٥٩,٨
الباحة *	١٤٤,٨	١٢,٥	٢٢٨,٦	٩,٦	٢٥٧,٨	٢٤,٣
المندق	١٥٦,٦	٢٧,٢	١٩٠,٣	٤٢,٥	٢٦٧,٦	٥٧,٧
بيشة	٢٤٧,٠	٣٢,٧	٢٧٢,٠	٧١,٥	٣٠٧,٩	٥٤,٠
بلجرشي	١٩٢,٠	٣٣,٤	٢٣١,٠	٥٤,٢	٢٧٥,٩	٥٦,١
الحيفة	٢١٨,٠	٣٧,٦	٢٥٠,٠	٥٧,٨	٢٧٢,٥	٥٤,٠
المضيلف	٢٧٦,٨	٢٠,٢	٣١٦,٢	٣٠,٥	٣٦٣,٦	٥١,٧
النماص	١٥٠,٦	٢١,٩	١٧٩,٧	٥٢,٩	٢٣٠,٨	٣٥,٥
الخوش	١٩٢,١	٦٢,٨	٢٢٠,٠	٧٨,٥	٢٥٢,٢	٧٩,٩
كياد	٢٤٦,٩	٤٠,١	٢٨٩,٧	٣٠,٠	٣٣١,٣	٣٢,٥
خميس مشيط	٢٢٩,٤	٢٥,٤	٢١٢,٢	١٨,١	٣١٨,٤	٢٦,٣
سر لصان	٢٧١,٠	٣٩,٤	٢٩٤,٩	٣٨,٢	٣٢٩,٩	٣٦,٠
أبها	٢٩١,٧	٣٠,٦	٣٠٤,٨	٧١,١	٣٤١,٧	٤٩,٢
نجران	٢٢٨,٦	٣٠,٧	٢٤٥,١	٤٦,٠	٢٦٦,٥	٣٧,٢
شرورة *	٣٠٨,٢	١٩,٣	٣٠١,٣	٢٣,٥	٢٧٣,٦	١٥,٠
صبيا	٢٠٨,٤	٢٥,٤	٢٣٧,٤	٣٨,٥	٢٧٥,٧	٣٧,٤
ملاكي	٢٥٨,٠	٣٢,١	٢٩٠,٦	٤٦,١	٣٢٥,٧	٣٧,٤
جيزان *	٢٩٠,٤	٢,٠	٣٢٧,٢	٣,٦	٣٦٨,٢	٢,٣

تابع جدول (٢)-٣

المحطة	أبريل		مايو		يونية	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
طريف *	٢٨٧,٩	٣٠,١	٣٣٣,١	٣٤,٤	٤٠٢,٠	١٨,٠
القريات	٣٢٩,٤	٢٩,٩	٣٥٨,٠	٤٥,٧	٣٧٩,٣	٤٩,٨
بدنة *	٣٠٤,٧	٢٠,٢	٣٤٤,٧	٢٦,٥	٤٠١,١	٨,٧
طبرجل	٢٩٩,٨	١٩,٣	٣٤١,٩	٢٥,٦	٣٦١,٤	٣٤,٨
سكاكة	٣١٢,٣	٣٦,٩	٣٣٧,٤	٣٤,٢	٣٦٩,٤	٣٢,٧
رفحة *	٣٠٣,٤	٢٥,٥	٣٤١,٧	٣٥,٣	٣٦٤,١	٢٧,٠
تبوك	٢٧١,٣	٣٨,٣	٢٩٣,٤	٤٧,٢	٣١٣,٠	٤٣,٩
حفر الباطن*	٣٠٤,٦	٢٣,٧	٣٥١,١	٤٠,٣	٤٢٧,١	١٦,٨
تيماء	٣٤٧,٥	٣٥,٦	٣٨٩,٧	٣٥,٢	٤١٤,٥	٣٣,٦
حائل	٣٣٥,٠	٢٨,٨	٣٥٨,٩	٣٢,٤	٣٨٧,٨	٢٣,٧
السرار	٢٧٠,٨	٣٢,٧	٣٠٩,٨	٥٠,٥	٣٤٧,٥	٤٨,٣
القطيف	٣٠١,٩	٤٥,٠	٣٢٦,١	٥٣,٥	٣٥٠,٩	٦٨,٢
شملول	٢٩١,٤	٤٣,٨	٣٢٤,٢	٥٠,١	٣٥١,٤	٦٠,٤
القصيم *	٣٦٦,٠	٢٧,٣	٤٠٧,٢	٥١,٨	٤٦٣,٢	١٥,١
الزلفي	٣١٠,٤	٣٦,٢	٣٤١,٠	٣٧,٢	٣٨٣,٤	٣٢,٥
الظهران *	٣٦١,٦	٣٢,٥	٤٢٣,٧	٢٢,٣	٣٨٨,٣	١٠,٥
الوجه *	٤١٦,٣	١٨,٧	٤٣٢,٢	٣٢,٤	٤١٩،٤	٩,٢
عنيزة	٣٤٩,٣	٣٧,٦	٣٨٤,١	٣٧,٣	٤٢٤,٥	٢٨,١
عقلة الصقور	٣٥٦,٢	٥٤,٢	٣٧٣,٢	٧٠,٨	٤٠١,٣	٦٤,٧
حوطة سدير	٢٩٩,٠	٥٧,٤	٣٢٣,٦	٦٦,٠	٣٥٩,٥	٦٠,٦
الهفوف	٣٧٢,٤	٢٤,٠	٣٩٥,٨	٢٠,٩	٤٢٠,١	٢٥,٠

تابع جدول (٢) -٤

المحطـــــة	أبريل		مايو		يونية	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
شقراء	٣٣٩,٠	٥٣,٧	٣٦٠,٤	٣٥,٧	٣٩٩,٧	٢٧,٦
خريص	٢٨٨,١	٥٤,٥	٣١٠,٩	٥٠,٣	٣٤٠,١	٦٠,١
الحناكية	٣٣٣,٤	٣٦,٠	٣٨٦,٧	٦٩,٥	٣٩٧,٦	١٦,٦
الرياض	٣٢٧,١	٤٠,١	٣٣٩,٢	٣١,٧	٣٨٣,٣	٣٧,٦
المدينةالمنور	٣٧٢,٩	٤٣,٦	٣٩٨,٣	٤٨,٠	٤٢٦,٩	٤٠,٦
الدوادمي	٣٥٧,٤	٤٦,٣	٣٦٧,١	٥٨,٠	٤٠٧,٥	٨٣,٨
ديراب	٣٣٢,٠	٤٨,٣	٣٥٧,٣	٦٦,٠	٣٩٣,٠	٥٣,١
الخرج	٣٣١,٤	١٦,١	٣٥٩,٢	٤٩,٣	٣٨٥,٧	٤٠,٠
ينبع *	٣٧٩,٨	٤٨,١	٤١٠,٠	٢٤,٣	٤٢١,٤	١١,٩
حرض	٢٩٣,٧	٢٩,٢	٣١٨,٨	٤٩,٦	٣٣٢,١	٥٨,٠
يبرين	٣٤٥,٦	٢٣,٣	٣٥١,٨	٤٧,٠	٣٧٥,٩	٤٩,١
الغايل	٢٨٤,٧	٣٥,٢	٣١٢,٨	٢٦,٧	٣٤١,٩	١٠,٣
ألافلاج	٣٤٨,٢	١٢,٧	٣٦٨,٢	٣٤,٦	٣٨٥,٣	٢٤,١
السيل الكبير	٣٤٧,٥	١٩,٧	٣٤٦,٩	٢٢,٨	٣٧٢,٤	٢٧,١
جدة *	٣٤٩,٩	٢٣,٠	٣٩٠,٤	٢٢,٨	٣٩٢,٩	١٦,٣
مكة لمكرمة*	٣٣٧,٣	٣٧,٢	٣٥٩,٩	٣٠,٧	٣٩٠,٦	١٥,٤
الطائف	٣٥٥,٥	١٥,٤	٣٥٨,٤	٣٧,٠	٣٨٦,١	٣٥,١
حمى سيسد	٢٩٤,١	٣٢,٥	٢٨٨,٦	٢٢,٢	٣١٥,٨	١٨,٨
تربه	٣٦١,١	٣٢,٧	٣٦٨,٨	٤٦,٩	٣٩١,٤	٣٦,٧
وادي عردة	٣٤٤,٧	٦٠,٧	٣٢٧,١	٢٩,٥	٣٦٤,١	٣٥,٣

تابع جدول (٢) - ٥

المحطـــــة	أبريل		مايو		يونية	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
السليل	٢٥٣,٧	٢٣,٥	٢٦١,٦	٥٨,٢	٢٨٧,٧	٤٨,٣
الباحة *	٢٤٢,٩	٧١,٠	٢٤٨,٩	٢١,٢	٤١١,٦	٣٧,٧
المندق	٣٠٦,٤	٦٧,٦	٣٤٧,٠	٧٠,١	٣٤٦,٣	٦٤,٤
بيشة	٣٣٥,٥	٧٣,٠	٣٤٣,٠	٦١,٨	٣٥٩,٨	٦٥,٨
بلجرشي	٣٢٤,١	٦٤,٨	٣٤٨,٣	٥٧,٢	٣٥٤,٤	٥٢,٧
الحيفة	٢٩٠,٠	٥١,٠	٣٠٧,١	٦٣,٢	٣٢٠,٣	٦٥,٧
المضيلف	٣٩٩,٤	٥٢,٧	٤١٤,٨	٤٥,٨	٤٢٢,٢	٢٠,٧
النماص	٢٨٦,٠	٨٩,٧	٣١٥,٦	٣٠,٧	٣١٨,٧	٢٦,٦
الخوش	٢٧٩,٨	٤٤,٢	٢٨٩,٢	٨٣,٥	٢٨٥,٧	٨٦,٨
كياد	٣٥٤,٩	٤٤,٣	٣٥٢,٨	٤٢,٥	٣٣٧,٥	٤٦,٣
خميس مشيط	٣٣٠,٦	٢٩,٧	٣١٢,١	٣٨,٥	٢٧٧,٣	٣٢,٠
سر لصان	٣٣٢,٩	٢٠,٩	٣٣٢,٢	٣٦,٤	٣٣٩,٥	٣٤,٠
أبها	٣٥١,٩	٣٦,٠	٣٦٤,٨	٣٣,٦	٣٦٧,٨	٢٣,٢
نجران	٢٨١,٢	٥٧,٥	٣٠٣,٨	٣٩,٦	٢٩٩,٩	٣٦,٠
شرورة *	٢٩٠,٠	٤٠,٩	٤١١,٧	١٩,٨	٤٣٥,٨	٢٨,٤
صبيا	٣١٢,٥	٤٤,٧	٣١١,٠	٤٣,٤	٢٧٤,٠	٤٩,١
ملاكي	٣٥٤,٣	٣٩,٩	٣٥٤,٨	٢٨,٤	٣٢٩,١	٣٢,٣
جيزان *	٣٩٧,٥	٢,٧	٤٠٦,٩	٢,٩	٤٣٦,٥	٢,٤

تابع جدول (٢) -٦

المحطـــــة	يولية		أغسطس		سبتمبر	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
طريف *	٤٠٧،٠	١٢,٩	٣٦٩,٩	١٣,٢	٣٢٥,١	١٢,٥
القريات	٣٨٥,١	٥٠,٧	٣٦٠,٩	٦٠,٠	٣٠٧,٢	٤٩,٢
بدنة *	٤١١,٤	١٢,٧	٣٧٠,٧	١٤,٤	٣٣٢,٢	١١,٩
طبرجل	٣٨١,٢	٣٨,٧	٣٥٣,٢	٣٥,٠	٢٩٠,٢	٢٥,٨
سكاكة	٣٧٠,٢	٢٤,٥	٣٤٣,٦	٢٧,٧	٢٩٧,٠	١٨,٣
رفحة *	٤١٣,٥	٤٥,٩	٣٨٩,٧	٥٠,٧	٣٣٧,٥	٣٠,٢
تبوك	٣١٨,٦	٤٢,٢	٢٩٩,٠	٤١,٥	٢٦٢,٠	٣٦,٠
حفر الباطن*	٤٢٣,٧	١٦,٩	٣٨٣,٩	١٢,٥	٣٥٩,٤	٨,٣
تيماء	٤٠٥,٤	٣٦,٧	٣٤٣,١	٣٤,٣	٣٢٣,٤	٤٣,٢
حائل	٣٨٢,٨	٣١,٥	٣٥٥,٠	٢٣,٥	٣١٩,٢	٢٤,٣
السرار	٣٤١,٥	٤٤,١	٣٢١,٧	٤٣,٤	٢٩٤,١	٤٠,٦
القطيف	٣٣٣,٣	٧٠,١	٣١٥,١	٦١,٥	٢٩٢,٩	٦١,٨
شملول	٣٤٠,٢	٤٤,٨	٣٠٩,٦	٥٧,٢	٢٧٣,٩	٤٩,٦
القصيم *	٤١٥,٨	١٧,٣	٤٥٨,٠	١٨,٩	٤٠٧,٠	٢٢,٦
الزلفي	٣٧٩,٣	٣٠,٠	٣٥٦,٠	٣٨,٠	٣١٧,٠	٣٠,٠
الظهران *	٣٩٣,٠	١٤,٢	٣٦٠,١	١٣,٤	٣٠٧,١	٨,٥
الوجه *	٤١٨,٤	١١,٩	٤٠٠,٩	٥,٧	٣٢٥,٧	١٢,١
عنيزة	٤٢٠,٤	٢٦,٦	٣٨٩,٠	٢٨,٢	٣٣٨,٧	٢٤,٨
عقلة الصقور	٤٠٣,٦	٦٦,٧	٣٨٠,٠	٦٧,٥	٣٤٠,١	٥٦,٨
حوطة سدير	٣٥٦,١	٦٠,٠	٣٣٦,٤	٦٠,٧	٣٠٠,٧	٥٠,٧
الهفوف	٤٠٤,٧	٢٩,٩	٣٩٠,٤	٣١,٧	٣٦٨,٥	١٩,٦

تابع جدول (٢) - ٧

المحطة	يولية		أغسطس		سبتمبر	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
شقراء	٣٩١,٦	٣٢,٧	٣٧٢,١	٣٢,٠	٣٣٦,٩	٢٤,٣
خريص	٣٣٤,٩	٥٥,٣	٣١٨،٩	٥٠,٣	٢٩٦,٢	٤٨,٤
الحناكية	٣٩٠,٠	٢٧,٦	٣٦٥،٥	١٧,١	٣٢٦,٧	٢٣,٤
الرياض	٣٧٥,١	٢٧,٥	٣٥٠،١	٣٤,٨	٣٣٥,٧	٣٧,٠
المدينةالمنورة	٤١٧,٦	٣٧,٦	٣٩٩،٢	٤١,١	٣٦٥,٧	٣٨,٣
الدوادمي	٣٨٥,٨	٧٧,٨	٣٦٥،٧	٥٩,١	٣٢٤,١	٦٧,٠
ديراب	٣٨٣,٥	٥١,٣	٣٦٥،٧	٥٨,١	٣٣٦,٩	٤٨,٤
الخرج	٣٨١,٣	٤٢,١	٣٦٣،٠	٤٥,٠	٣٣٣,٦	٣١,٨
ينبع *	٤١٦,٩	٢٣,٦	٤٠٩،٢	١٦,٨	٣٨٥,٣	١٦,٢
حرض	٣٢٢,٧	٥٥,٢	٣٠٣،٦	٤٥,٥	٢٨٠,٩	٤٠,٦
يبرين	٣٦٩,١	٤٢,٢	٣٤٥،٣	٤١,٧	٣٣٧,٣	٣٤,٨
الغايل	٣١٩,٠	١٧,١	٢٨٨،٦	١٨,٨	٢٧٩,٨	١٢,٤
ألافلاج	٣٧٩,١	٢٨,٨	٣٦٨،٦	٢٤,٩	٣٥٢,٣	٢٤,٨
السيل الكبير	٣٤١,٥	٧٨,٦	٣٢١،٥	٧٣,٩	٣٢١,٦	١٤,٨
جدة *	٤٠٧,١	٢١,٤	٣٦٤،٦	٢٤,٤	٣١٧,٠	١٣,٧
مكة لمكرمة*	٤٠٥,٩	٢٢,٦	٣٥٤،٤	٢٤,٩	٢٩٥,٧	١٩,٢
الطائف	٣٨١,٢	٣٦,٠	٣٦٢،٠	٣٤,٥	٣٣٣,٠	٢٤,٣
حمى سيسد	٣١٦,٥	١١,٥	٢٩٩,٨	١١,٧	٢٧٤,٦	١١,٧
تربه	٣٩٠,٩	٣٣,٠	٣٥١،٤	٤٨,٢	٣٥٢,٨	٢٢,٧
وادي عردة	٣٤٧,٨	١٣,٣	٣٢١,٦	٢١,٤	٣٢٧,٦	٢٦,٤

تابع جدول (٢) – ٨

المحطـــــة	يولية		أغسطس		سبتمبر	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
السليل	٢٧٩,٦	٤٨,٦	٢٦٠,٧	٥٤,٤	٢٥٠,٤	٥٤,٦
الباحة *	٣٥٢,١	٤٢,٢	٢٩١,٥	٤١,٢	٢٤٧,٣	١٧,٣
المندق	٣٣٩,٩	٧٢,٠	٣١٩,٥	٤٠,٥	٣٠٣,٦	٥٩,٧
بيشة	٣٤٦,١	٥٩,٥	٣٣٥,١	٥٦,٤	٣١٤,٠	٨١,٤
بلجرشي	٣٣٦,٥	٥٩,٠	٣١٨,٨	٦٤,١	٣١٢,٠	٥٨,٢
الحيفة	٣١٠,٤	٦٧,١	٢٩٨,٤	٥٩,٨	٢٨٦,٦	٥٤,٣
المضيلف	٤٠٤,٣	٢٧,٠	٣٨٦,٣	٢٦,٧	٣٨٧,٦	١٦,٤
النماص	٢٩٣,٧	٣٣,٥	٢٧٥,١	٢٦,٠	٢٨٦,٥	٢٢,٦
الخوش	٣٦٤,٨	٨٦,٩	٢٦٩,٥	٨١,٩	٢٧٠,٣	٧٧,٣
كياد	٣٢٨,٨	٤٨,٦	٣٢٨,٥	٥٥,٨	٣١٥,٨	٤٩,٦
خميس مشيط	٣٤٢,٤	٤٦,٤	٢٥١,٨	٢١,٤	٣٤٥,٦	١٩,٢
سر لصان	٣٠٤,٦	٣٣,٠	٢٨٨,٤	٣١,٢	٣١٨,٥	٣٤,٨
أبها	٣٣٩,٠	٢٩,٦	٣٣٠,١	٣٠,٧	٣٥٥,٨	٢٤,٢
نجران	٢٧٥,٧	٤٣,٨	٢٧٤,٠	٥٠,٥	٢٧٨,٨	١٩,٤
شرورة *	٤٢٥,٣	٢٨,٦	٣٩٠,٠	٢٠,٢	٤٠٥,٧	١٨,٦
صبيا	٢٣٥,٢	٣٢,٨	٢٣٢,٧	٣٠,٨	٢٦٠,٩	٣١,٠
ملاكي	٢٩٧,٤	٣٨,٠	٢٨٦,٢	٤٥,٠	٣١٤,٩	٣٩,٩
جيزان *	٤٢٧,٧	٢,٩	٣٨٦,٧	٢,٩	٤٠٧,٨	٠,٩

تابع جدول (٢) -٩

المحطـــــــة	اكتوبر		نوفمبر		ديسمبر	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
طريف *	٢٣٧,٣	١٩,٩	١٨٣,٢	١٠,٨	١٤٢,٦	١١,٨
القريات	٢٤٠,٩	٣٧,٨	١٧٩,٦	٣٣,٣	١٤٩,١	٢٦,٢
بدنة *	٢٦٠,٣	١٣,٨	١٩٣,٥	١٠,٦	١٦٢,٠	١١,٢
طبرجل	٢٢٢,١	٢٥,٣	١٦٣,٦	٢٥,١	١٣٠,٨	٢٢,٥
سكاكة	٢٤٠,٤	٢٦,٦	٢٠٣,٢	٢٩,٦	١٥٢,٨	٢٦,٧
رفحة *	٢٦١,٨	١٩,٦	٢٠٦,٢	١٩,٢	١٤٢,٣	١٤,٣
تبوك	٢٠٨,٧	٣٨,٠	١٥٩,٧	٢٩,٢	١٣٧,٠	٢٦,٠
حفر الباطن*	٢٦٩,٧	٢٨,٠	٢٠٥,٢	١٩,٧	١٧٢,١	١٨,٤
تيماء	٢٦٨,٣	٤٣,٦	٢٠٧,٢	٢٢,٧	١٧٣,٦	٢٠,٢
حائل	٢٧٠,٧	٢٧,٢	٢١٣,٦	١٥,٤	١٩١,٤	١٤,٨
السرار	٢٥٢,٧	٣٦,٩	١٩٨,٦	٣٠,٤	١٧٩,٨	٢٢,٩
القطيف	٢٤٨,٥	٥٣,٠	١٩٨،٨	٥٣,٣	١٧٠,٨	٤٣,٤
شملول	٢١١,٥	٤٢,٩	١٦٤,١	٤٢,٤	١٣٠,٧	٣٠,٤
القصيم *	٣٣٨,٨	٤٠,١	٢٨٩,٨	١٨,٩	٢٢٣,٣	١٨,٣
الزلفي	٢٦٢,٥	٣٤,٢	٢٠٣,٩	٤٣,٠	١٧٤,٧	٣٣,٥
الظهران *	٢٩٧,١	١٦,٥	٢٣٢,٩	١٨,١	١٩٠,٢	١١,٧
الوجه *	٢٩٥,٧	١٥,٠	٢٣٩,٩	٩,٤	١٩٩,٢	١٠,٧
عنيزة	٢٨٢,٧	٢٦,٤	٢١٤,٧	١٦,٠	١٨٠,٣	١٤,١
عقلة الصقور	٢٧٧,٦	٤٣,١	٢١٩,٠	٤٤,٨	١٨٤,٩	٣٤,٣
حوطة سدير	٢٥٠,٢	٤٨,٤	١٩٩,٠	٤٦,٧	١٧٢,٥	٤٣,٢
الهفوف	٣١٩,٣	٢٦,٧	٢٦٧,٠	٣٢,٥	٢٣٧,٩	٣٨,٧

تابع جدول (٢) - ١٠

المحطـــــة	أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
شقراء	٢٨٢,٨	٢١,١	٢٢٧,٩	٢٢,٠	٢٠٤,٤	٢١,١
خريص	٢٥٥,٣	٤٣,٣	٢٠٩,٩	٣٤,٨	١٧٣,٩	٢٠,٨
الحناكية	٢٥٤,٣	٢٧,٥	١٧٧,٦	١٥,٩	١٥١,٧	١٤,٠
الرياض	٢٩٨,٢	٤٠,٨	٢٣٢,١	٥٩,٥	٢٠٧,٦	٣٨,٤
المدينة المنورة	٣١٧,٩	٣٩,٨	٢٦٤,٦	٥٣,٣	٢٤٠,٦	٤٦,٥
الدوادمي	٢٧٨,٧	٤٧,٣	٢١٢,٢	٤٨,٥	١٧٦,٥	٣٥,٠
ديراب	٢٩٢,٤	٤٤,٦	٢٥٣,٣	٣٦,١	٢٢٤,٠	٣٧,١
الخرج	٢٨٩,٧	٢٣,٥	٢٥٠,٠	٢٣,٢	٢١٥،٦	٢٣,٩
ينبع*	٣٢٠,٧	١٦,٠	٢٥٩,٩	١٣,٧	٢٢٥,٣	١٤,١
حرض	٢٥١,٠	٢٨,٧	٢١٤,٥	٢٣,٨	١٨٣,٥	١٦,٣
يبرين	٢٩٧,٣	٣٣,٧	٢٥٣,٨	٢٥,٠	٢٢٩,٧	١٥,٨
الغايل	٢٣١,٤	١١,٩	١٦٤,٠	٧,٠	١٢٩,٧	٦,٢
الأفلاج	٣١٤,٣	٢٤,١	٢٧٩,٥	١٥,٩	٢٣٥,٥	٢٤,٠
السيل الكبير	٢٨٤,٢	٢٣,٩	٢٣٢,٩	٤٨,٥	١٨٥,٩	٣٨,٠
جدة *	٣٠٥,٤	١٥,٧	٢٩٢,٣	١٠,٤	٢٧٣,٨	١٩,١
مكة المكرمة *	٢٨٨,٦	٥,٣	٢٧٩,٣	٢٠,٣	٢٦٣,١	١٧,٩
الطائف	٣٠٨,٩	٢٣,١	٢٦٧,٣	١٦,٩	٢٥٣,٤	١٦,٣
حمي سيسد	٢٥٥,٩	١٨,١	٢٣١,٣	١١,٠	٢١٥,٨	٩,٧
تربة	٢٩٩,٠	٤٢,٠	٢٣٣,٦	٣١,٨	٢٠١,٦	١٦,٨
وادي عردة	٣٣٢,٩	٣٨,٧	٢٩٨,٨	٣٦,٠	٢٦٥,٠	٣٣,٧

تابع جدول (٢) - ١١

المحطـــــــة	اكتوبر		نوفمبر		ديسمبر	
	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري	متوسط	انحراف معياري
السليل	٢٣٣,٢	٥٩,٤	١٩٧,٦	٥٦,٥	٢٠١,١	٤٨,٦
الباحة *	٢٥٢,٣	١٤,٥	١٩١,٦	١٣,٧	٢١٢,٦	١٥,٤
المندق	٢٧٢,٨	٦٧,٠	٢١٧,٢	٤٨,٨	١٥٩,٣	٣٧,٤
بيشة	٣٠٧,٦	٤٥,٧	٢٦٩,٣	٣٩,٢	٢٣٦،٤	٣١,٠
بلجرشي	٣٠٢,٢	٥٦,٦	٢٦٠,٩	٥٢,٩	١٩٨,٢	٦١,٢
الحيفة	٢٦٥,٨	٥٦,٦	٢٣٢,٤	٤٤,٢	٢٠٤،٨	٣٥,٦
المضيلف	٣٥٠,٢	١٧,٢	٣٠٦,٦	٢١,٨	٢٦٣،٩	١٦,٥
النماص	٢٦٧,١	٢٥,٥	١٩٨,١	٣٥,٥	١٥٩،٨	٣٧,١
الخوش	٢٥٣,١	٧٨,٩	٢١٦,٣	٦٩,٥	١٨٤,٩	٥٦,١
كياد	٣١٦,١	٣٦,٧	٢٦٠,٧	٢٦,٥	٢٤٤,١	٢٦,٩
خميس مشيط	٣٢٠,٣	٣١,٨	٢٩٥,١	٢١,١	٢٦٤,٨	٢٢,٤
سر لصان	٣١٤,٩	٣٤,٢	٢٨٦,٥	٣٧,٢	٢٥٧,٢	٣٧,٥
أبها	٣٦٦,٢	٢٧,٦	٣٣٦,٨	٢٦,٨	٢٩٣,٢	٤٠,٦
نجران	٢٦٨,٢	٢٧,٣	٢٤٣,٣	٢٤,٠	٢٠٧,٢	٩,٧
شرورة *	٣٩٠,٠	١٢,٦	٣٣٠,١	١٠,٧	٢٧٢,٦	٩,٨
صبيا	٢٧٠,٤	٤٣,٣	٢٣٨,٦	٤٥,٧	٢٠٢,٧	٣٤,٦
ملاكي	٣٠٨,٠	٣٦,٧	٢٨٤,٨	٣٠,٢	٢٥٥,٢	٢٧,٧
جيزان *	٣٣٤,٨	٢١,٣	٣٣١,٩	١٨,٨	٢٨١,٩	١٥,٦

(*) محطة تم تقدير متوسطاتها الشهرية بتطبيق معادلة أنجستروم .

جدول (٣) تقديرات متوسطات اجمالي كمية ألأشعة الشمسية القصيرة علي سطح المملكة العربية السعودية خلال شهور السنة .

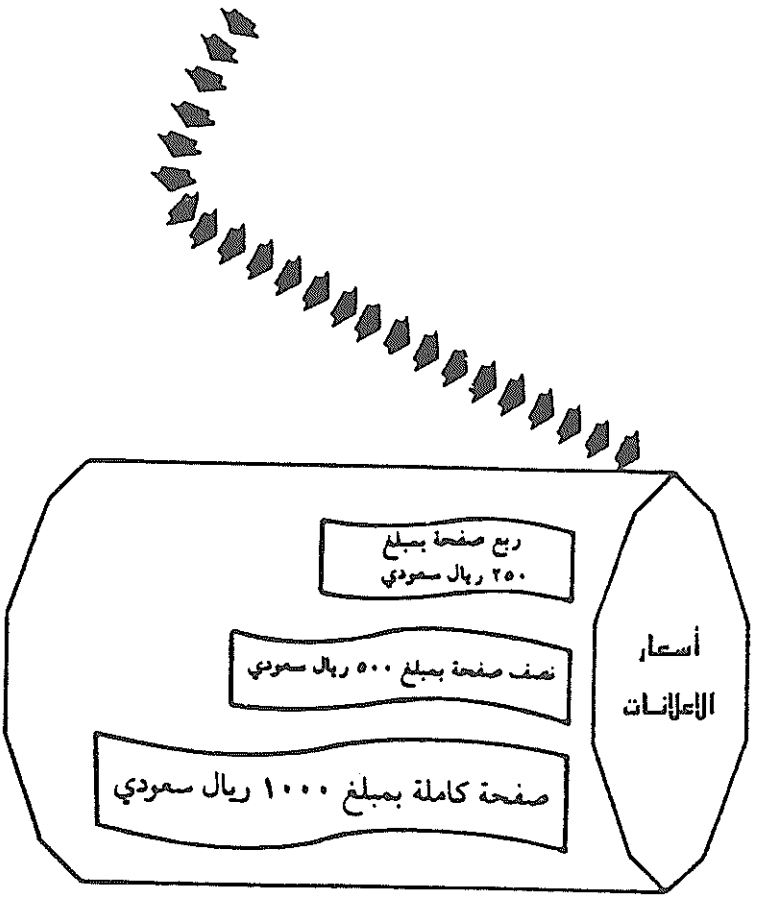
الشهر	القطاع علي الخريطة	المساحة (م ٢) (١١ ١٠ x)	متوسط الاجمالي الشهري للأشعة الشمسية القصيرة "و" (١٨ ١٠ x)	متوسط ألاجمالي الشهري للمملكة "و" (١٩ ١٠ x)
يناير	١٥٠	٤,٠٣٨٢٥	١,٨٧٧٧٩	
	٢٠٠	٩,٠٨٤٢٩	٥,٦٣٢٢٦	
	٢٥٠	٦,١١٧٧٠	٤,٧٤١٢٢	
	٣٠٠	١,٥٨٩٧٥	١,٤٧٨٤٧	١,٣٧٢٩٧
فبراير	٢٠٠	٣,٩٢٨٥٠	٢,١٩٩٩٦	
	٢٥٠	١١,١٨٨٢٠	٨,٣١٧٨١	
	٣٠٠	٥,٠١٨٩٢	٤,٢١٥٨٩	١,٤٧٣٣٧
مارس	٢٥٠	٦,٠٠٣٥٠	٤,٦٥٢٧١	
	٣٠٠	٩,٦٥٦١٩	٨,٩٨٠٢٦	
	٣٥٠	٥,١٧٠٣٠	٥,٦٠٩٤٨	١,٩٢٤٢٨
أبريل	٣٠٠	١٢,٦٧٦١٠	١١,٤٠٨٥٠	
	٣٥٠	٧,٥٠٣٤٥	٧,٨٧٨٦٢	
	٤٠٠	٠,٦٥٠٤٥	٠,٧٨٠٥٤٤	٢,٠٠٦٧٧
مايو	٣٠٠	٨,٥٠٥٥٢	٧,٦٥٤٩٧	
	٣٥٠	٦,٦٣٠٩٠	٦,٩٦٢٤٤	
	٤٠٠	٥,٦٩٣٥٨	٦,٨٣٢٣٠	٢,١٤٤٩٧
يونيه	٣٠٠	١,٥٤٢٩٦	١,٣٨٨٦٧	
	٣٥٠	٤,٥٧٦٩٦	٤,٨٠٥٨١	
	٤٠٠	١٣,٤٨٦١٠	١٦,١٨٣٣٠	
	٤٢٥	١,٢٢٣٩٩	١,٥٦٠٥٨	٢,٣٩٣٨٤

تابع جدول (٣) - ١

الشهر	القطاع	المساحة (م ٢) (١١ ١٠ x)	متوسط الاجمالي الشهري للأشعة الشمسية القصيرة "و" (١٨ ١٠ x)	متوسط ألاجمالي الشهري للمملكة "و" (١٩ ١٠ x)
يوليه	٣٠٠	٢,٠٨٧٧٤	١,٩٤١٦٠	
	٣٥٠	٥,٨٢٨٢٩	٦,٣٢٣٦٩	
	٤٠٠	١٢,٩١٤٠٠	١٦,٠١٣٣٠	٢,٤٢٧٨٦
أغسطس	٣٠٠	١,٦٤٨٠٢	١,٥٣٢٦٦	
	٣٥٠	٧,٠٧٥٣٩	٧,٦٧٦٧٩	
	٤٠٠	١٢,١٠٦٦٠	١٥,٠١٢٢٠	٢,٤٢٢١٦
سبتمبر	٣٠٠	٧,٩٤٥٣٠	٧,١٥٠٧٧	
	٣٥٠	١١,٩٨٤٥٠	١٢,٥٨٣٧٠	
	٤٠٠	٠,٩٠٠٢	١,٠٨٠٢٥	٢,٠٨١٤٧
أكتوبر	٢٥٠	٢,١١٦٢٦	١,٦٤٠١٠	
	٣٠٠	١٢,٣٤٢٣٠	١١,٤٧٨٣٠	
	٣٥٠	٤,٣٣٨٣٢	٤,٧٠٧٠٨	
	٤٠٠	٢,٠٣٣١٢	٢,٥٢١٠٦	٢,٠٣٤٦٦
نوفمبر	٢٠٠	٢,٧٩٠٧٧	١,٦٧٤٤٦	
	٢٥٠	١٠,٧٩١٠٠	٨,٠٩٣٢٣	
	٣٠٠	٥,٢٥٥٩٥	٤,٧٣٠٣٦	
	٣٥٠	١,٩٩٢٣٠	٢,٠٩١٩١	١,٦٥٩٠٠
ديسمبر	١٥٠	٦,١٠٥٢٢	٢,٨٣٨٩٣	
	٢٠٠	٩,٣٠٥٩٥	٥,٧٦٩٦٩	
	٢٥٠	٥,٤١٨٨٣	٤,١٩٩٦٠	١,٢٨٠٨٢

صفحة الإعلانات

عزيزي الباحث وصاحب العمل والمؤسسة تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف بإنتاجك العلمي وأجهزتك التي يمكن أن تخدم الجغرافيين والجغرافيا بأسعار رمزية .



الإصدارات السابقة

١ ـ نموذج لتوقيع الكتابة العربية على الرموز في الخرائط العامة والطبوغرافية	د. ناصر بن محمد عبدالله سلمي
٢ ـ تقدير عدد سكان المدن السعودية الصغيرة باستخدام الصور الجوية	د. خالد بن محمد العنقري
٣ ـ الحرارة وتكاليف تمديد موسم إنتاج الطماطم في البيوت المحمية المكيفة في واحة الأحساء	د. عبدالله أحمد سعد الطاهر
٤ ـ The Utility of Sand grain size in distinguishing Between various stnemnorivne lanoitisoped	د. عبدالحفيظ بن محمد سعيد سقا
٥ ـ خصائص ومشكلات إنتاج الخضراوات بالبيوت المحمية من وجهة نظر المزارعين في منطقة الرياض الإدراية	د. عبدالله بن سليمان الحديثي
٦ ـ الصناعات الغذائية في مدينة الرياض خصائصها الجغرافية ومستقبلها	عبدالعزيز إبراهيم الحرة
٧ ـ خدمات هواتف العملة في مدينة الرياض دراسة جغرافية في الخصائص والتوزيع	د. صبحي بن أحمد قاسم السعيد
٨ ـ نمط توزيع محطات وقود السيارات في مدينة الرياض، عام١٤٠٩هـ/١٩٨٨م	د. عبدالرحمن بن صادق الشريف
٩ ـ تحلية مياه البحر في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية: دراسة جغرافية تحليلية	د. خالد بن ناصر المديهيم
١٠ ـ نوايا الهجرة والمفاضلات السكانية لطلبة الجامعة السعوديين	د. محمد بن عبدالعزيز القباني
١١ ـ التحليل المكاني للخدمات التنموية في وادي تندحة ـ منطقة عسير	د. محمد بن مفرح بن شبلي القحطاني د. حسين سناف رياوي
١٢ ـ تعرج الأنهار والأودية: دراسة جيمورفولوجية تطبيقية لبعض الأودية الجافة في المملكة العربية السعودية.	د. عبدالله بن ناصر الوليعي
١٣ ـ الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية: تطبيق مقارن للتحليل التجمعي	أ.د. محمد بن عبدالله الجراش
١٤ ـ دراسة التوسع العمراني في مدينة الرياض باستخدام الصور الجوية والمناظر الفضائية (١٩٥٠ ـ ١٩٨٩م)	د. عيسى بن موسى الشاعر د. عبدالحفيظ بن عبدالحكيم سمرقندي
١٥ ـ الاستخدام الرأسي للأرض في المنطقة المركزية بمدينةةدج.	
١٦ ـ Regional Evaluation of Food Systems in the Third World with special referene to Arab ountries	د. صلاح الدين قريشي
١٧ ـ التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية	د. محمد بن عبدالله الصالح
١٨ ـ نوعية وكفاءة مياه الري وأثرها في الأراضي الزراعية في واحة يبرين بالمملكة العربية السعودية	د. عبدالله بن أحمد الطاهر
١٩ ـ جيومورفولوجية مملحة القصب بالمملكة العربية السعودية	د. جودة بن فتحي التركماني
٢٠ ـ الانتقال السكني في مدينة الرياض: دراسة في الاتجاهات والأسباب والخصائص	د. رشود بن محمد الخريف
٢١ ـ احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية	د. عبدالملك بن قسم السيد
٢٢ ـ نحو منهج موحد في الجغرافيا التطبيقية «تصور مقترح»	د. يحيى بن محمد شيخ أبوالخير

أسعـــار البيـــع Price Listing Per Copy

- سعر النسخة الواحدة للأفراد: ١٠ ريالات سعودية — Individuals 10.00 S.R.
- سعر النسخة الواحدة للمؤسسات: ١٥ ريالاً سعوديًا — Institutions 15:00 S.R.
- تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد — Handling & Mailing Charges are added on the above listing

Short-wave Solar Radiation at the Ground Surface in Saudi Arabia

Prof . Mohammad A. AL-Jerash ,
Dep. of Geography ,
King Abdulaziz University, Jeddah .

Abstract :

This study presents an attempt to describe and analyse the areal distribution of the amount of short-wave solar radiation that reaches the ground surface within the area of Saudi Arabia . It is based on the monthly averages of dialy totals that are derived from the individual monthly readings at fifty nine localities for the period of 1970-1992 .
The well established and widely used Ängström equation for the estimation of the amount of short-wave radiation was used for the inclusion of locations that lack direct measurements .
On the bases of the areal extent of the monthly averages , the avrage total monthly amount of short-wave solar radiation for the total area of Saudi Arabia was calculated . The study , nevertheless , reveals that the stepwise zonal distribution of the short-wave solar radiation is the prevailing distribution chcaracteristic . Moreover , local deviations from this zonality are present and are produced by local surface and atmospheric characteristics .
Finally , the study shows that the total yearly consumption of electricity in Saudi Arabia represents only 2.65 parts per ten million parts of the total yearly solar energy that reaches the ground surface of Saudi Arabia.

ISSN 1018-1423

ADMINISTRATIVE BOARD OF THE SAUDI GEOGRAPHIC SOCIETY

Mohammed S. Makki	(Ph.D.) Board Chairman
Abdullah S. Al-Hudaithy	(Ph.D.) Vice-Chairman
Bader A. Al Fakir	(Ph.D.) Secretary General
Abdullah H. Al-Solai	(Ph.D.) Treasurer
Abdullah S. Al-Zahrani	(Ph.D.) Research Unit Supervisor
Abdullah N. Alwelaie	(Ph.D.) Member
Ramzi A. Al-Zahrani	(Ph.D.) Member
Hasan Ayel A. Yahya	(Ph.D.) Member
Majed S.S. Abu Ashwan	(Ph.D.) Member

King Saud University Press – A.H. 1416

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

23

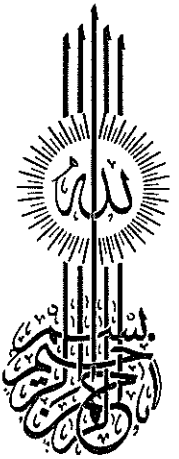
SHORT-WAVE SOLAR RADIATION AT THE GROUND SURFACE IN SAUDI ARABIA

Prof. Mohammad A. Al-Jerash

1416 A.H. 1995 A.D.

ردمك: ٥ ـ ٢٩١ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠

OCCASIONAL PAPERS PUBLISHED BY THE SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY
KING SAUD UNIVERSITY–RIYADH
KINGDOM OF SAUDI ARABIA


بسم الله الرحمن الرحيم