مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : العـــلوم ، م١٥ ، ص ص ١-٨ (١٤٢٣هـ/ ٢٠٠٣م)

# تقدير دوران الشمس التفاضلي باستخدام أرصاد البقع الشمسية التابعة لجامعة الملك عبد العزيز

**حسن باصره ، ياسين المليكي ، عبد الرحمن ملاوي و عدنان جوهرجي**
*قسم الفلك ، كلية العلوم ، جامعة الملك عبد العزيز*
*جـــــدة - المملكة العربية السعودية*

*المستخلص.* يوضح هذا البحث كيفية تفصيلية للتوصل إلى تقدير السرعات التفاضلية لسطح الشمس حول محورها ، وذلك باستخدام أرصاد البقع الشمسية الخاصة بقسم العلوم الفلكية بجامعة الملك عبدالعزيز والتي يرجع بداية رصدها إلى ١٤٠٥هـ - ١٩٨٥م. وقد كان الاختيار لـ ٣٠٠ بقعة من ٩٥٠ بقعة تم بقائها على الأقل لمدة خمسة أيام متتالية . وكانت نتيجة سرعة دوران الشمس التفاضلي (س) تتبع المعادلة: س = ١٤,١١ - ٣,١٥ جا$^{٢}$ع ، حيث ع خط العرض على قرص الشمس وقيمة س مقدرة بدرجة لكل يوم .

## المقدمـــة

يعتبر رصد البقع الشمسية من أحد أنشطة مرصد جامعة الملك عبد العزيز والتي بدأت عام ١٤٠٥هـ - ١٩٨٥م وهي معتمدة عالميًا لدى المركز الملكي البلجيكي الذي تصب فيه نتائج حوالي مائة مرصد عالمي شهريًا SIDC[١] وقد استخدمت هذه الأرصاد

أيضًا لتقدير فترة النشاط الشمسي رقم ٢٢، ( Basurah مع آخرين[٢]). وفي هذا البحث استخدمت هذه الأرصاد أيضًا لدراسة دوران الشمس غير المتجانس (التفاضلي) حول نفسها وهو من الظواهر التي أشارت إلى الطبيعة الغازية للشمس إذ تختلف سرعة دورانها عند استوائها عنها عند خطوط العرض العليا شمالاً وجنوبًا . ودراستنا هذه تتضمن قياس سرعة الشمس التفاضلية على خطوط العرض المحصورة ما بين ٤٠ درجة شمالاً وجنوبًا لخط الاستواء الشمسي حيث أن البقع الشمسية تتحرك عبر قرص الشمس في اتجاه مواز لاستوائها في منطقة محصورة ما بين خطوط عرض ±٥ درجة إلى ±٣٥ درجة شمالاً وجنوبًا وقليلاً إلى ٤٠ ونادرًا ما بعدها ، وتختلف فترة بقاء البقع من واحدة إلى أخرى فالصغير منها قد لا يستمر لأكثر من يومين بينما الكبير منها قد يستمر لأسابيع . وقد مكنت التقنية الحديثة من دراسة سرعة الدوران على الأطراف البعيدة عن خط الاستواء باستغلال ظواهر طبيعية غير البقع الشمسية . ويعتمد تعيين سرعة دوران الشمس على الارتفاع والعمق في أجوائها مع احتمال وجود علاقة تربط تغيرها مع تغير النشاط الشمسي – كما سنلاحظ من نتائج هذا البحث بعد مقارنته مع نتائج بعض الأبحاث الأخرى – والذي سيكون أحد الفروع المهمة التطبيق في دراسات الفيزياء النجمية وذلك لأن الشمس تعتبر النجم الوحيد الذي يمكننا من دراسة تفاصيل سطحه بسهولة . وقد احتوت الأبحاث : Howard مع آخرين[٣] و Paterno[٤] و Schroter مع آخرين[٥] على معظم الأساسيات والتفاصيل التاريخية لدراسة الدوران التفاضلي للشمس .

## الأرصـــــاد

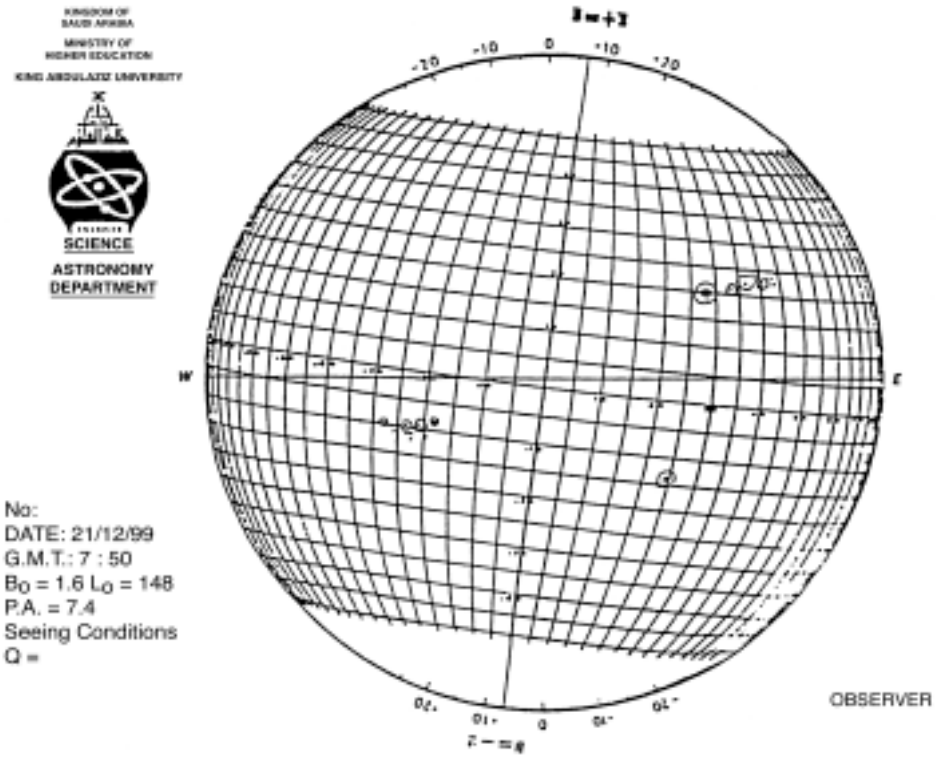
استخدم لرصد البقع الشمسية منظار كوديه كاسر بقطر ١٥سم وذلك بإسقاط صورة للشمس بقطر ٢٥سم على لوح معدني تثبت عليه ورقة بيضاء عليها دائرة بنفس حجم صورة الشمس ، مرسوم عليها خطين متعامدين أحدهما يمثل ا لشمال والجنوب والآخر الشرق والغرب . وبعد إسقاط صورة الشمس على الدائرة توقف حركة المنظار الأوتوماتيكية المتتبعة للشمس ويستخدم المنظم اليدوي لحركة المنظار لتحريك الصورة ووضع أي بقعة على خط الشرق والغرب وجعل حركتها عليه تمامًا وذلك بضبط

الخارطة وإدارتها حول مركزها وهكذا يكون تم تحديد اتجاه الشرق والغرب وبالتالي فإن الخط الآخر سيمثل الشمال والجنوب تمامًا . بعد الانتهاء من ضبط الورقة يتم الاستغناء عن الحركة اليدوية وإعادة حركة المنظار الأوتوماتيكية المتتبعة للشمس ثانية لترجع صورة الشمس فتملأ الدائرة مرة أخرى ، يتم رسم البقع كما تشاهد على الورقة ويسجل التاريخ والوقت وحالة الجو لحظة الرصد ويسمى هذا الرسم بخارطة البقع الشمسية . وقد تجمعت حوالي ٣٥٠٠ خارطة وذلك من عام ١٤٠٥هـ - ١٩٨٥م إلى ١٤٢٠هـ - ١٩٩٩م ، ويوضح البحث Al-Mleaky مع آخرين[٦] مدى توافق أرصادنا مع الأرصاد العالمية .

## تحليل الأرصاد والنتائج

قبل الشروع في تعيين إحداثيات البقع الشمسية لابد من تحديد محور دوران الشمس على الخارطة وذلك لأنه يميل على جانبي الشمال ويتغير من يوم إلى آخر خلال العام بزاوية (P) أقصاها ±٢٦ درجة فهو موجبًا عندما يكون ناحية الشرق وسالبًا ناحية الغرب. كما أن محور دورانها يميل ناحية الأرض ويبتعد عنها تدريجيًا خلال العام بزاوية ($B_0$) أقصاها يصل إلى ±٧ درجة . وتحتوي الجداول الفلكية السنوية على قيم $B_0$ , P لكل يوم من أيام السنة . ولعمل التصحيح لميل محور الدوران باتجاه الأرض تستخدم ثمان من الألواح الشفافة والمحتوية على دوائر بحجم الخارطة الشمسية وقد رسمت عليها الإحداثيات الكروية بقيم ميل $B_0$ من صفر إلى ٧ درجات وذلك لتغطية نصف عام ثم للنصف الآخر تقلب الخرائط رأسًا على عقب وتستخدم من صفر إلى -٧ درجة .

بعد تعيين قيم $B_0$ , P من الجداول الفلكية لأي يوم يرسم محور دوران الشمس بناء على قيمة P ، ثم يستخدم اللوح الشفاف المطلوب اعتمادًا على قيمة $B_0$ وذلك بوضعه على الخارطة الشمسية وجعل محور الشفافية منطبق على محور دوران الشمس والشكل (١) يمثل أرصاد ليوم ٢١/ ١٢/ ١٩٩٩م حيث كان محور دوران الشمس P مائل ≈ ٧,٤ درجة شرقًا و $B_0$ درجتين في اتجاه الأرض ، ثم تحدد إحداثيات البقع ومساحتها بالنسبة لحجم الصورة .

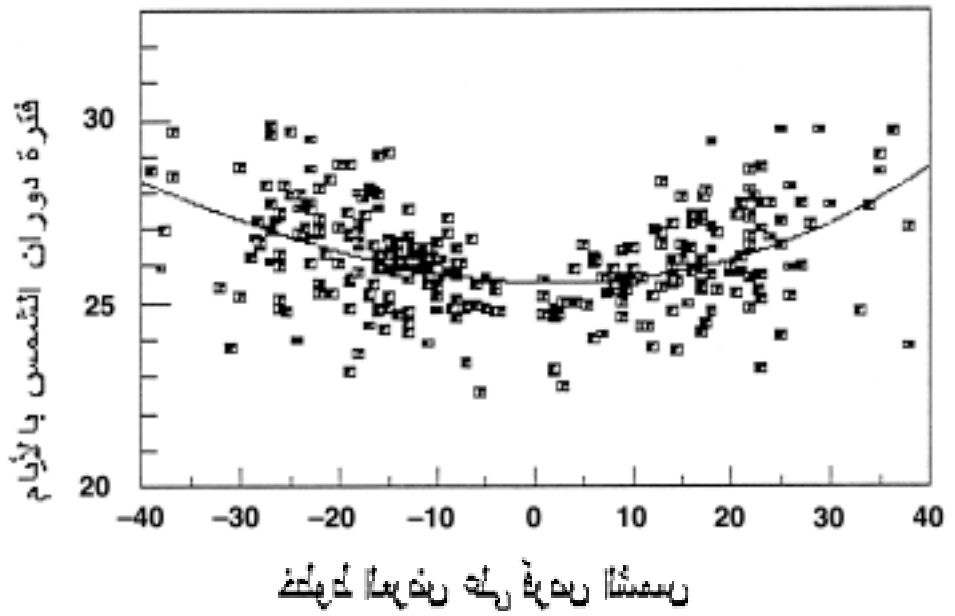



شكل (١). خارطة شمسية ليوم ٢١/ ١٢/ ١٩٩٩م حيث يميل محور دوران الشمس بـ ٤ , ٧ درجة شرقًا ويميل كذلك ناحية الأرض بدرجتين . تظهر البقع الشمسية على الخارطة وقد وضعت لوحة الشفافية المناسبة لهذا اليوم حتى يمكن أخذ إحداثياتها .

تم فرز أفضل الخرائط والتي أخذت في ظروف مناخية جيدة وبلغ عدد البقع المنفردة فيها أكثر من ٩٥٠ بقعة ومنها تم اختيار ٣٠٠ بقعة كان بقائها على الأقل لأكثر من خمسة أيام متتالية ، ومنها ما قد يصل إلى أكثر من عشرة أيام . وبعد تعيين البقع المطلوبة يتم قياس مدى تحركها خلال فترات الرصد وذلك كما يلي : يُرسم خط موازي لمحور دوران الشمس مارًا بمركز البقعة ويُحدد البُعد الزاوي لهذا الخط عن محور الدوران ، هذا لأول رصده لتلك البقعة ثم يكرر هذا العمل لنفس البقعة لليوم التالي ويحدد البعد الزاوي للخط المار بها عن محور الدروان ، والفرق بين البعدين الزاويين يمثل التحرك الزاوي للبقعة Δ هـ (درجات) وبقسمته على الفترة الزمنية بين الرصدتين Δ ز (أيام) يتم الحصول على معدل التحرك (درجة في اليوم) ويكرر هذا العمل لنفس البقعة لكل

الأيام التي أمكن رصدها فيها مع العلم بأن خط عرض البقعة يبقى ثابت خلال أيام الرصد . يتم حساب متوسط معدل الحركة اليومي لهذه البقعة ذات خط العرض المعين ، يكرر هذا العمل لكل البقع على خطوط العرض المختلفة . ولأن اتجاه حركة دوران الشمس حول محورها يكون في نفس اتجاه حركة الأرض حول الشمس فإن معدل الحركة المحسوب هنا منسوبة إلى اليوم الشمسي والذي لابد من تحويلها إلى اليوم النجمي (وهو المعدل الفعلي لدوران الشمس) ويتم ذلك بإزالة تأثير حركة الأرض على مدارها حول الشمس ، كما لابد من الأخذ في الاعتبار تغير سرعة الأرض على مدارها خلال العام . الشكل (٢) يمثل فترة الدوران (باليوم النجمي) لجميع البقع المختارة ، حيث يتضح بالفعل تغير معدل دوران الشمس حول محورها بالنسبة لخطوط العرض المختلفة والمحصورة مابين ±٤٠ درجة .

أما معدل التحرك الزاوي لسطح الشمس ودورانها التفاضلي اعتماداً على نتائج

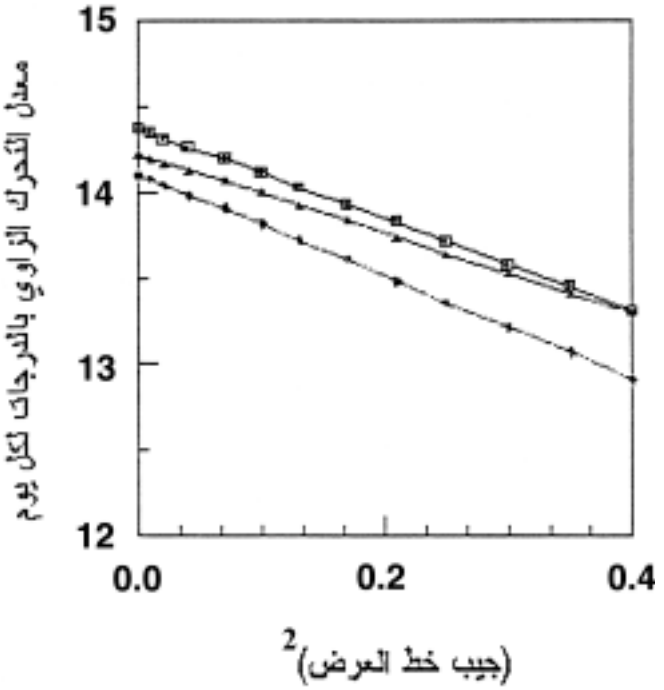



شكل (٢). تتحكم الطبيعة الغازية في دوران الشمس حول نفسها حيث فترة دورانها بالنسبة لخطوط العرض حيث تكون أسرع ما يمكن عند خط استوائها إذ تكمل دورتها عليه في حوالي ٢٥ يوم وتزيد هذه الفترة كلما زاد خط العرض شمالاً أو جنوبًا .

دراسة البقع المنفردة والتي تم اختيارها أعلاه فتمثله المعادلة التالية :

$$س = ١١,١٤ - ١٥,٣ \text{ جا}^{٢}ع$$

حيث ع خط العرض على قرص الشمس وقيمة س مقدرة بدرجة لكل يوم . والشكل (٣) يوضح نتائجنا الممثلة في المعادلة أعلاه مقارنة مع بعض النتائج العالمية لأرصاد Newton مع آخرين[٧] (لفترة من ١٨٧٨ إلى ١٩٤٤م) و Lustig مع أخرين[٨] (لفترة من ١٩٤٨ إلى ١٩٧٦م) ، حيث يلاحظ التغير في المستوى العام لسرعة الدوران التفاضلي والذي قد يعزى إلى التغير في مدى النشاط العام للشمس إذ لوحظ وباستخدام هذه الأرصاد أن فترة النشاط الشمسي للدورة رقم ٢٢ الماضية أقل من المتوسط المعروف لفترات النشاط الشمسي إذ قُدرت بحوالي ٩,٥ سنة Basurah وآخرين[٢] .




شكل (٣). معدل سرعة دوران الشمس حول محورها بالدرجات لكل يوم مقابل مربع جيب خطوط العرض المحصورة من خط الاستواء إلى ٤٠ درجة ، وذلك لدراستنا ◊ ولبعض الأبحاث الأخرى [٧]□ (١٩٥١م) و Δ [٨] (١٩٨٤م). يتضح تمامًا التدني التدريجي لسرعة الدوران وخاصة عند خط الاستواء من ١٤,٣٨ إلى ١٤,١١ درجة لكل يوم .

## المـــراجـــــع


**SIDC (Sunspot Index Data Center),** *NEWS,* No. **8** (1992). [١]

**Basurah, H.M., Al-Mealky, Y.M.** and **Malawi, A.A.,** *Astrophysics and Space Science,* **215:** 131 (1994). [٢]

**Howard, R.P., Gilman, A.** and **Gilman, P.I.,** *Astrophysical J.* **283:** 373 (1984). [٣]

**Paterno, L.,** *Proc. Workshop on Solar Rotation, Publ. Catania,* No. **162:** 11 (1978). [٤]

**Schroter, E.H.** and **Wohl, H.,** *Solar Rotation, Publ Catania,* No. **162:** 35 (1978). [٥]

**Al-Mleaky, Y.M., Basurah, H.M.** and **Malawi, A.A.,** *Astrophysics and Space Science J.,* **222:** 227 (1994). [٦]

**Newton, H.W.** and **Nnuu, M.L.,** *Monthly Notes of Royal Astronomical Society J.,* **111:** 413 (1951). [٧]

**Lustig, G.** and **Dvorak, R.,** *Astronomy and Astrophysics J.,* **141:** 105 (1984). [٨]

# Estimation of the Solar Differential Rotation using Sunspots Observations of King Abdulaziz University Solar Observatory

H. M. BASURAH, Y.M. ALMLEAKY, A.A. MALAWI and A.A. GOHARJI
*Astronomy Department, Faculty of Science,*
*King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia*

ABSTRACT. Here we describe in detail the way to estimate the differential solar rotation rate using sunspots observations. Measurements of sunspots (position and area) have been started at King Abdulaziz University Solar Observatory (KAAUSO) since 1985. We used signal spots which have lived for more than five days, so 300 single spots have been selected out of 950. Based on these measurements the differential solar rotation rate for all sunspots for the whole interval, 1985-1999, have been determined to be $\Omega = 14.11 - 3.15 \sin^2 \phi$ (deg/day), where $\phi$ is the latitude on the solar surface.