

الفصل الثالث

الشمس

الفصل الثالث

الشمس

أقسم الله سبحانه وتعالى بالشمس في قوله عز وجل :
﴿وَالشَّمْسُ وَضُحَاهَا﴾ الشمس (١).

وذلك تنبيهها لمكانة الشمس بالنسبة لحياة الإنسان على سطح كوكب الأرض والحكمة الإلهية في خلقها بصورتها التي هي عليها . فالشمس هي أم المجموعة الشمسية (١)، وتتأثر كواكب هذه المجموعة (بها فيها الأرض) بقوة الجاذبية الشمسية ، فيدور كل كوكب منها في مداره الخاص به حول الشمس من الغرب إلى الشرق . ولولا قوة الجاذبية الشمسية وتأثيرها في هذه الكواكب لانفلتت كواكب المجموعة الشمسية في الفضاء الساوي وسبحت فيه بلا رابط لها بعيدا عن الشمس . وتتولد الحرارة في نجم الشمس ذاتيا وينبعث منه الضوء ، وتسقط الأشعة الشمسية الحرارية والضوئية على كل كواكب المجموعة الشمسية بما فيها الأرض . وبفضل أشعة الشمس الحرارية والضوئية المقدرة تقديرا محكما يعيش الإنسان والحيوان وينمو النبات وتنوع الأقاليم المناخية والنباتية في سهولة ويسر على سطح كوكب الأرض .

ماهية الشمس :

تعد الشمس نجما وسطا بين نجوم الكون ، فهي متوسطة الحجم ؛ ذلك لأنها ليست من النجوم العملاقة كما أنها ليست من النجوم القزمة الحجم كذلك . وهي متوسطة أيضا من حيث مقدار ضوئها وحرارتها ، وتعرف فلكيا بالنجم

(١) كواكب المجموعة الشمسية هي : عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل ، وأورانوس ونبتون وبلوتو.

فوق القزمي G.2^(١). ويبلغ قطر الشمس ١,٣٩٢,٠٠٠ كم (قطر الأرض ١٢٧٥٦ كم)، أي نحو ١٠٩ مثل لقطر الأرض. وتبعد الشمس عن الأرض بنحو ١٥٠ مليون كم وهي تعادل $\frac{1}{8}$ دقيقة ضوئية فقط. في حين أن أقرب نجم إلى الشمس يبعد عنها بنحو أربع سنوات ضوئية. ويعجز الإنسان عن النظر إلى الشمس بالعين المجردة لفترة طويلة فهي تكاد تخطف الأبصار، وينظر علماء الفلك إليها عن طريق استخدام آلات خاصة ومناظير فلكية مطورة.

والله جل وعلا فاطر السماوات والأرض وما بينهما من نجوم وشموس وكواكب وأقمار وغيرها من المخلوقات جعلها جميعا مسخرة لمنفعة الإنسان لتيسير حياته ومعيشته على سطح الأرض. يقول عز وجل :

﴿وسخر لكم الليل والنهار والشمس والقمر والنجوم مسخرات بأمره﴾
النحل (١٢).

﴿والشمس والقمر والنجوم مسخرات بأمره...﴾ الأعراف (٥٤).

وقد انبهر الإنسان بمكانة الشمس وبُهِتَ بأثرها المباشر على حياته ومعيشته على سطح الأرض، فسجد لها وعبدها وأقام لها المعابد والهياكل وقدم لها القرابين وقَدَسَها. وقد كان البابليون والمجوس والفراعنة والهنود القدماء والإغريق يؤلهون عناصر الطبيعة، وخصوصًا السماوية منها كالشمس والقمر. ونشأ نبي الله إبراهيم الخليل عليه السلام في مدينة «أور»، وعاصر أفكار العبرانيين وسكان الرافدين ومفهوماتهم الوثنية، ورد عليها وفندها دون هوادة، ونقل القرآن الكريم مناظرته معهم حول الكواكب، وكيف أبطل ألوهيتها^(٢). ثم جاء الإسلام ليهدي الناس إلى طريق الحق والنور والهداية والرحمة ولينبهم إلى أن السجود لا ينبغي أن يكون إلا للخالق الأحد الصمد الباقي، وليس للمخلوق الفاني. يقول جل وعلا :

(1) Encyclopedia Americana, vol. 7 p. 567.

(2) كاصد الزبيدي : «الطبيعة في القرآن الكريم»، دار الرشيد للنشر - العراق (١٩٨٠م)، ص ١٠٩.

﴿ومن آياته الليل والنهار والشمس والقمر لا تسجدوا للشمس ولا للقمر
واسجدوا لله الذي خلقهن إن كنتم إياه تعبدون﴾ فصلت (٣٧).
﴿فالتقوا الإصباح وجعل الليل سكنا والشمس والقمر حسبانا﴾ الأنعام
(٩٦).

﴿الشمس والقمر بحسبان﴾ الرحمن (٥).

بحسبان : بحساب وأضمر الخبر - والله أعلم - أنه أراد يجريان بحساب .
وتؤكد الآية الكريمة هنا دقة التقدير الإلهي في تنسيق الكون والحركة فيه بما
يملا القلب روعة ودهشة وأن كل شيء في خلق الله سبحانه وتعالى بقدر
وبالحق .

فالشمس ليست أكبر النجوم حجماً، وذلك لأن الفضاء يتضمن بلايين
النجوم الأخرى الأكبر حجماً من الشمس والأكبر منها التماخا، والأشد منها
حرارة وضوءاً . فنجم الشعرى اليمانية Sirius أثقل من الشمس بعشرين مرة
ومقدار نوره نحو خمسين مثلاً لنور الشمس . ونجم السماك الرامح Arcturus
يبلغ حجمه ثمانين ضعف حجم الشمس ، ونوره نحو ٨٠٠٠ مثل لنورها .
والنجم سهيل Conopus أقوى من الشمس بألفين وخمسمائة مرة . إلا أن الشمس
هي النجم الأم لكل كواكب المجموعة الشمسية ، وحياة الإنسان والحيوان
والنبات مرتبط بحركتها ونظامها وتأثيراتها على كوكب الأرض . وحجم الشمس
بالصورة التي أراد لها الله تبارك وتعالى أن تكون ودرجة طاقتها الحرارية والضوئية
وطول المسافة الفاصلة بينها وبين الأرض ^(١) ، وسرعة حركتها في فلكها وتأثير قوة
جاذبيتها - وكذلك حجم القمر وبعده عن الأرض ودورانه وسرعته - كلها
محسوبة حساباً بقدر في ظل القانون الإلهي الأعظم المطلق للكون .

(١) تتأثر كل كواكب المجموعة الشمسية بجاذبية الشمس التي تمتد لمسافة ستين ضوئيتين ، أي نصف
المسافة بين الشمس ، وأقرب نجم مجاور لها في الفضاء السماوي .

ولو كانت الشمس أقرب مسافة إلى الأرض عما هي عليه في موقعها (تقع على بعد ٩٢, ٥ مليون ميل من الأرض) لاشتدت الأشعة الشمسية على سطح الأرض، ولاحتَرقت الأرض وانصهرت موادها أو استحالت بخاراً لينصاعد في الفضاء. ولو كان موضعها أبعد مسافة عن موقعها الحالي من الأرض لأصاب التجمد كل ما يقع على سطح الأرض. ولو تغير موقع القمر قريباً من الأرض أو بعداً عنها لأثر ذلك في مدى حدوث عمليات المد والجزر في بحار الأرض ومحيطاتها وخلجانها^(١).

الدراسة العلمية للشمس :

ترجع بداية الدراسة العلمية للشمس منذ أن اخترع جاليليو Galileo المنظار الفلكي المكبر، وشاهد به الشمس ودرس القمر ثم أكمل دراساته من بعده كل من جوهان فابريسيوس J. Fabricius وكريستوف شينر C. Scheiner وتوماس هاريوت T. Harriot في القرن السابع عشر الميلادي. وقد رصد هؤلاء العلماء البقع الشمسية Sun Spots التي تُرى في قرص الشمس، واهتموا بدراساتها ومعرفة أسباب حدوثها، وأكد العالم الفلكي صمويل شواب S.H. Schwabe عام ١٨٤٣م أن البقع الشمسية تختلف فيما بينها حجماً وشكلاً خلال دورة يستغرق طولها عشر سنوات، ثم عُدِّل الطول الزمني لهذه الفترة فيما بعد لتصبح كل ١١, ٢ سنة. ولاحظ العلماء أن البقع الشمسية تتمركز عند بداية دورتها على سطح قرص الشمس (الصَّيْخَد) Facula، فيما بين دائرتي عرض الشمس ٣٠° شمالاً وجنوباً، ثم تتجه البقع الشمسية صوب خط الاستواء عند

(١) سيد قطب : «في ظلال القرآن»، ج ٦/ ٣٤٤٨.

نهاية دورتها . وفي بداية القرن التاسع عشر ربط العلماء بين حدوث التغيرات الفجائية في العواصف المغنطيسية Magnetic Storms التي تصيب الأرض وبين دورات حدوث البقع الشمسية .

البقع الشمسية :

بعد اختراع منظار التحليل الطيفي (الاسبكتروسكوب) Spectroscope عام ١٨٧٠م اكتشف العلماء خطوطاً سوداء اللون في الضوء المشع من البقع الشمسية دلالة على وجود مركبات من جزئيات غازية مختلفة . وتبين أن تقطع امتداد هذه الخطوط وعدم استمرار امتدادها إنما يرجع إلى حدوث الثورانات الغازية الشمسية Gaseous Eruptions بالقرب من مركز تجمع البقع السوداء . ونتيجة لحدوث هذه الثورانات تندلع ألسنة نارية متوهجة تخطف البصر Flares في حين أن البقع السوداء نفسها تعد أبرد منها نسبياً . وتنبثق الغازات من المراكز السوداء في البقع الشمسية وتتجه إلى هوامشها وأطرافها بسرعة ٢ كم/ث^(١) . وتتألف البقع الشمسية من قسمين رئيسيين هما الجوف الدخلي لها القاتم اللون dark core ، ويعرف باسم منطقة الظل Umbra ، والجدار الخارجي الغازي المتوهج الذي يحيط هذا الجوف ويعرف باسم منطقة شبه الظل Penumbra .

وتختلف البقع الشمسية فيما بينها حجماً وشكلاً . ولا يحيط الصغير الحجم منها مناطق شبه الظل ، ويبلغ قطرها بضع مئات من الكيلومترات فقط . أما الكبير الحجم منها فله مناطق شبه ظل تحيط بجوفه الداكن ، ويزيد حجمه عن حجم كوكب الأرض بعشرات المرات . وعند تجمع مجموعات البقع الشمسية قد

(1) a - Encyclopedia Americana, vol 7 p. 506.

b - Robert T. Dixon, "Dynamic Astronomy" 5th edi. Practice N.T. (1989) p. 41.

يصل حجمها مجتمعاً إلى أكثر من ٢٠٪ من حجم الشمس نفسها. وفي هذه الحالة يمكن مشاهدة البقع الشمسية وقت الغروب بسهولة وبالعين المجردة. والبقع الشمسية السوداء تعد داكنة اللون بالنسبة لما حوّلها من غازات ساطعة متوهجة في قرص الشمس الضوئي Photosphere ، إلا أنها في الواقع أشد حرارة ولعنا وتوهجاً من التونجستون المنصهر Molten Tungsten ، وتبلغ درجة حرارة البقع الشمسية السوداء نحو ٣٨٠٠ درجة مطلقة K^(١).

وتتألف البقع الشمسية من عدة مركبات كيميائية، فتتركب خطوط الطيف من الكيانوجين Cyanogen وأول أكسيد الكربون، وهيدرات النتروجين، والكربون والأكسجين والمغنسيوم. ونسبة قليلة من الكالسيوم والسليكون وهيدرات الفلورين والتيتانيوم وأكسيد الزركون.

وللبقع الشمسية السوداء حقول مغناطيسية هائلة القوة، وتزداد قوتها مع زيادة حجم البقع الشمسية نفسها. فتبلغ قوة الحقل المغناطيسي لكل من البقع الصغيرة الحجم نحو ٥٠٠ جوس^(٢)، بينما يزيد قوته في كل من البقع الكبيرة، ويصل إلى نحو ٤٠٠٠ جوس.

ومن نتائج تحليل الإشعاع الشمسي طيفياً Spectroheliographically في دراسات العالم الفلكي جورج هال G.H. Hale منذ عام ١٨٩١ م، تمكن العلماء

(١) يعتمد نظام كالفن Kelvin على تحديد الصفر المطلق لدرجة الحرارة المطلقة وهي -٢٧٣°م وهي عبارة عن الدرجة التي تتوقف عندها كل حركة حرارية، ويتلاشى عندها حجم الغاز نظرياً مع ثبات الضغط. ويستخدم هذا النظام عند قياس درجة الحرارة الحركية Kinetic temperature . راجع : أ. د. حسن أبو العينين : «أصول الجغرافيا المناخية»، مؤسسة الثقافة الجامعية الإسكندرية - الطبعة الثامنة (١٩٨٩م) ص ١٠٧ .

(٢) الجوس Gauss هو وحدة قياس الحقل المغناطيسي، وتصل قوة الحقل المغناطيسي للأرض (عند سطحها) أقل من ١ جوس .

من دراسة الأضواء المشعة من تفاعلات الهيدروجين والكالسيوم والأيون ومعرفة الكثير عن الخصائص الفلكية للشمس . وباكتشاف جهاز تسجيل المجال الكهرومغناطيسي الضوئي Photoelectric Magnetograph عام ١٩٤٨ م استطاع العلماء دراسة الحقول المغناطيسية للشمس . ويميز العالم فراونهوفر J.V. Fraunhofer أكثر من ٥٧٤ خطًا من الخطوط السوداء اللون عند تحليله الطيف الشمسي Solar Spectrum . وبعد ذلك استطاع العلماء اكتشاف ٣٩ عنصرًا كيميائيًا تدخل في تركيب نجم الشمس من أهمها الهيليوم Helium والبيريليوم المتحد مع البورون Beryllium jointly with boron ، والكربون والنيتروجين والأكسجين والفلورين والنيون Neon . ولا تتطاير الغازات الشمسية في الفضاء على الرغم من شدة سخونتها وارتفاع درجة حرارتها ، وذلك لأن بلايين بلايين أطنان الغازات التي تتألف منها الشمس تشد بعضها بعضا وتبقى متماسكة ومتلاحمة على شكل كتل غازية ملتهبة ومستديرة الشكل .

وجعل الله جل وعلا الشمس سراجًا ، ويبدو ضوءها وكأن ليس له لون خاص مميز به ، فهو يشرق ساطعًا ناصع البياض في حين أنه يتركب من جميع الألوان الموجودة في قوس قزح .

ويمكن مشاهدة هذه الألوان عند انحلال ضوء الشمس أو اصطدامه بزجاج نافذة أو بمنشور ثلاثي . ففي هذه الحالة يمكن مشاهدة ألوان الطيف السبعة وهي الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي^(١) . ويوضح البيان التالي معلومات عن الشمس وحجمها وسرعتها وطاقتها وكثافتها .

(١) الكون : «الموسوعة العلمية الحديثة» ، بيروت (١٩٨٠م) ، ص ٤٠ .

- طول المسافة بين الشمس والأرض	٩٢,٩٥٧,٠٠٠ ميل (١٤٩,٦٠٠,٠٠٠ كم)
- زاوية ميل قطر الشمس	٥٩, ٣١
- قطر الشمس	٨٦٤,٩٥٠ ميل (١,٣٩٢,٠٠٠ كم)
- مساحة سطح الشمس	٦,٠٨٧ × ١٢١٠ كم ^٢ (٢,٣٥ × ١٢١٠ ميل ^٢) (١٢٠٠٠ مثل لمساحة سطح الأرض)
- حجم الشمس	٣,٣٨٧ × ١٧١٠ ميل ^٣ (١,٤١٢ × ١٨١٠ كم ^٣) (١,٣٠٦,٠٠٠ مثل لحجم الأرض)
- كثافة الشمس	١,٩٩ × ٥٠١٠ كجم (٢,١٩ × ٢٧١٠ طن) (٣٣٣,٤٠٠ مثل لكثافة الأرض)
- سرعة حركة الشمس	٦١٨ كم/ث
- درجة حرارة الشمس	١٤٦١ م° إلى ٢٠ مليون م°
- درجة الحرارة المطلقة	٥°, ٧٣٠ K (كالفين)
- إجمالي الطاقة الشمسية	٣,٨٦ × ٣٣١٠ أرج/ث
- الإشعاع من سطح الشمس	٦,٣٥ × ١٠١٠ أرج/سم ^٢ / ث
- درجة لمعان قرص الشمس	٨,٢٣ × ١٠° لمبرت
- الضوء الشمسي مقيسًا بضوء الشمعة	٣,١٧ × ٢٧١٠ شمعة

الدوران المحوري للشمس :

(أي الوقت الذي تستغرقه الشمس للدوران حول محورها).

- عند خط الاستواء الشمسي	٢٦, ٩ يوما
- عند تمرکز البقع الشمسية (١٦° شمالا وجنوبا)	٢٧, ٣ يوما
- عند القطبين الشمسيين	٣١, ١ يوما

باطن الشمس :

الكثافة	١٥٠ جرام/سم ^٣
الحرارة	١٥٠ مليون درجة مطلقة °K
الضغط	4×10^{17} دايْن/سم ^٢
	(4×10^{11} جو) (١).

الشمس هي مصدر الحرارة والضوء على سطح الأرض :

نتيجة للتفاعلات النووية في باطن الشمس بفعل اشتقاق ذرات الهليوم من ذرات الأيدروجين تتولد الأشعة الحرارية والضوئية الشمسية التي يصيب سطح الأرض جزء منها. وحيث إن كل إشعاع للطاقة لا بد أن يصحبه تناقص في كتلة الجسم المشع، فمن السهل إذن حساب ما ينقص من الكتلة في مقابل إشعاع معلوم من الطاقة. ورجح الفلكيون أن كتلة الشمس في تناقص تدريجي مستمر يقدر بنحو أربعة ملايين طن من غازات الأيدروجين في الدقيقة الواحدة. وقد يهولنا هذا المقدار حين نقيمه بمعايرنا الأرضية، ولكن تبين أن جسم الشمس لم يتأثر كثيراً بهذا التناقص الذي قدرت نسبته إلى جملة كتلة الشمس بنحو ١ : ١٠,٠٠٠ متر بداية ميلاد كوكب الأرض حتى اليوم (٢).

وإن شمسنا يمكن لها أن تحتفظ بصورتها الحالية دون تغيير ملحوظ في حجمها العام لمدة طويلة من الزمن تصل إلى نحو ٣٠ بليون سنة. وتظهر الطاقة الشمسية على هيئة إلكترون موجب (بوزترون)، ويتكون أثناء التفاعلات النووية التي تحدث في باطن الشمس. ولولا حدوث هذه العمليات وتكوين

(١) Encyclopedia Americana, vol. 7 p. 508.

(٢) د. حسن أبو العينين : «كوكب الأرض»، الإسكندرية - الطبعة العاشرة (١٩٨٨م)، ص ٢.

الطاقة الهائلة المنبعثة من تحويل الأيدروجين إلى هليوم لفقدت الشمس قوتها وسر جاذبيتها ، ولصارت الشمس نجماً خامداً منذ عدة آلاف من ملايين السنين .

وقد أشارت الآيات الكونية في القرآن الكريم إلى النجوم التي يشع منها الضوء والحرارة في الفضاء السماوي وإلى الكواكب والأقمار المعتمدة التي يعكس سطحها الأشعة الضوئية الساقطة عليه فتبدو منيرة في السماء . يقول المولى عز وجل :

﴿الَّذِينَ تَرَوُا كَيْفَ خَلَقَ اللَّهُ سَبْعَ سَمَوَاتٍ طِبَاقًا * وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا﴾ نوح (١٥ - ١٦) .

﴿تَبَارَكَ الَّذِي جَعَلَ فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَاجًا وَقَمَرًا مُنِيرًا﴾ الفرقان (٦١) .

﴿هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ﴾ يونس (٥) .

والبروج هي منازل الكواكب السيارة ومداراتها الفلكية الهائلة - كما سبقت الإشارة من قبل - وفي هذه البروج تنزل الشمس وسميت سراجا لما تبعث به من ضوء إلى الأرض وإلى غيرها من كواكب المجموعة الشمسية . والقمر هو الذي يعكس سطحه الأشعة الضوئية الساقطة عليه ، فيبعث بنوره الهادئ اللطيف إلى الأرض وينير سماء الأرض ليلاً . وتنبهنا هذه الآيات القرآنية الكريمة أن الله جل وعلا جعل الشمس ضياءً ونعمة وجعل القمر نوراً ورحمة ، وهو علامة لمعرفة الأيام وآية لحساب الأزمان لوقوعه في منازل متباعدة في أوقات مختلفة (١) . وأوضح الرازي (٢) أن هذه الآية الكريمة تتضمن دلائل على تأكيد الإلهية وعلى إثبات التوحيد .

(١) كاصد الزبيدي : «الطبيعة في القرآن الكريم» ، دار الرشيد - العراق (١٩٨٠م) ، ص ٢٤٩ - ٢٥٢ .

(٢) الرازي : «مفاتيح الغيب» ج ٤ / ٥٣٩ .

والشمس قرص غازي هائل الحجم مضيء وتتولد الحرارة فيه ذاتيا، وتنبعث منه الأشعة الحرارية والضوئية في الفضاء السماوي. وظهرت أولى محاولات الإنسان لتسجيل درجة حرارة الشمس في دراسات عالم الفلك جون J. Herschel هرشل عام ١٨٣٧ م. وقد تبين له أنه عند سقوط الأشعة العمودية على طبقة من المياه سمكها ٨, ١ سم فإن درجة حرارة المياه ترتفع ١° م كل دقيقة واحدة. وهناك كذلك عوامل كثيرة تؤثر في ارتفاع درجة حرارة المياه أو انخفاضها إلى جانب تأثير الأشعة الشمسية الحرارية. وعلى أي حال تمكن العلماء بعد ذلك من تقدير حرارة الشمس بحساب الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى وحدة المساحات من سطح الأرض خلال الدقيقة الواحدة، ويمكن قياسها عملياً^(١). فإذا اعتبرنا أن الشمس جسم أسود نصف قطره «نق» فإن الطاقة الإشعاعية التي تنبعث من الشمس في الثانية الواحدة = $\sigma \times r^2 \times 4 \pi \text{ نق}^2$ وإذا ما اعتبرنا أن المسافة بين الشمس والأرض تساوي ف، فإن هذه الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى ١ سم^٢ من سطح الأرض في الثانية الواحدة تساوي :

$$= \frac{\sigma \times r^2 \times 4 \pi \text{ نق}^2}{4 \pi \text{ ف}^2} \times \text{ش} =$$

$$= \frac{\text{نق}^2}{\text{ف}^2} \times \sigma \times r^2 \times \text{ش}$$

(١) أ- د. حسن أبو العينين : «أصول الجغرافيا المناخية» - الإسكندرية - الطبعة الثامنة، (١٩٨٩م)، ص ٧٣-٧٦.

ب- د. محمد عبد الوهاب، د. الوهيدي فراج : «مبادئ البصريات الطبيعية والضوئيات والحرارة»، كلية العلوم - جامعة الإسكندرية - مذكرة جامعية (١٩٧٩م)، ص ٦٠.

علماً بأن :

ش = معامل انبعاث الإشعاع للسطح .

ر = درجة الحرارة المطلقة .

$$\sigma = \text{ثابت ويساوي } ١,٣٧ \times ١٢١٠ \text{ سعر/سم}^2 \text{/ث/درجة}^4.$$

وتسمى هذه الكمية بالثابت الشمسي Solar Constant ، ويمكن قياسه بتجميع أشعة الشمس داخل غلاف أسود من خلال ثقب فيه ، ثم قياس كمية الحرارة المكتسبة بوضع هذا الغلاف في مسعر له المكافئ المائي . وقد تبين أن متوسط قيمة الثابت الشمسي تساوي ٩٣٧ ، ١ سعر/سم^٢/الدقيقة .

وفي حالة اعتبار معامل انبعاث الإشعاع للسطح ش = ١ فإن :

$$\text{نق} = ٦,٩٧ \times ١٠^٥ \text{ كم}$$

$$\text{ف} = ١,٤٩ \times ١٠^٨ \text{ كم}$$

$$= \frac{١,٩٣٧}{٦٠} = \frac{٢(٥١٠ \times ٦,٩٧)}{٢(٨١٠ \times ١,٤٩)} \text{ ر}^4$$

ومنها تحصل على أن «ر» درجة الحرارة المطلقة تساوي ٥٧٣٠° مطلقة تقريباً .
وقد تبين أن نصيب سطح الأرض من الطاقة الشمسية يبلغ نحو ١ : ٢٠٠٠ بليون من جملة طاقة الشمس .

وينبعث من الشمس ثلاثة أنواع من الأشعة هي :

أ- الأشعة الحرارية : Thermal rays

وتعرف كذلك باسم الأشعة تحت الحمراء Infra-red rays وهي أشعة غير مرئية للطيف الكهرومغناطيسي . وتنتمي لمجموعة الأشعة ذات الموجات الطويلة

Longer waves، حيث يتراوح طول موجاتها من ٠,٧٥ إلى ٠,٤ ميكرون^(١)، وتقدر نسبتها بنحو ٤٦٪ من جملة الإشعاع الشمسي.

ب- الأشعة الضوئية : Sun-light rays

وهي أشعة مرئية وتقدر نسبتها بنحو ٤٥٪ من جملة الإشعاع الشمسي، ويتراوح طول موجاتها من ٠,٤٠ إلى ٠,٧٤ ميكرون^(٢).

جـ - الأشعة البنفسجية وفوق البنفسجية : Violet and ultra violet rays
وتعرف أحيانا باسم الأشعة الحيوية ولا تزيد نسبتها عن ٩٪ من جملة الإشعاع الشمسي، ويتراوح طول موجاتها من ٠,١٧ إلى ٠,٤٠ ميكرون.

مورفولوجية الشمس وخصائصها العامة :

أسهمت الدراسات الفلكية الحديثة باستخدام المراقب الفلكية المطورة ومراقب التحليل الطيفي وتسجيل المجالات الكهرومغناطيسية الضوئية في معرفة الكثير عن الخصائص العامة لنجم الشمس ومورفولوجيته . ويقسم علماء الفلك الشمس ومجالاتها إلى الآتي :

(١) قرص الشمس المضيء : الفوتوسفير Photosphere

ويقصد بذلك قرص الشمس نفسه الذي يسطع في السماء، ويبلغ نصف قطره حوالي ٧٠٠,٠٠٠ كم . وقد وصف بالمضيئ أو السراج ذلك لأنه عبارة عن

(١) د. حسن أبو العينين : «المرجع السابق»، ص ٧٦.

والميكرون هو وحدة قياس موجات الضوء $\frac{1}{1000}$ من المليمتر.

(2) a - Howard J. Critchfield, "General Climatology", Prentice Hall - N.J. (1966) p. 14.

b - Conrad, V. "Fundamental of physical climatology" Harvard Univ. Mass. (1942)

p. 4.

المنطقة التي يأتي منها معظم ضوء الشمس ، والتي تحدث فيها التفاعلات النووية بين غازات الشمس ليبقى لحيها مستمراً إلى يوم الدين ولتنير الشمس نفسها بنفسها بمشيئة الله عز وجل ، وليشع الضوء منها ويسقط على أسطح الكواكب التي تقع في فلكها وتحت تأثير جاذبيتها ، إلا أن الشمس لا ينتهي مجالها عند قرص الشمس نفسه ، بل يمتد لمسافات بعيدة جداً عن قرص الشمس ، ويشغل نطاقين يعرفان باسم الغلاف الغازي الشمسي Chromosphere والإكليل الشمسي Corona .

وعند فحص قرص الشمس بالمراقب الفلكية يتبين أنه سطح خشن ، وكأنه مكون من بلايين من الحبيبات الدقيقة الحجم التي تشبه حبات الأرز المجاورة لبعضها البعض . وتميز هذه الحبيبات سطح قرص الشمس بالتبرغل أو بالتحبب Granulation ، وذلك لأن بعض أقسام الغاز في قرص الشمس أشد حرارة من الأقسام الأخرى^(١) . ويقدر عدد الحبيبات البارزة في سطح قرص الشمس بأكثر من ٤ بليون حبيبة ، وتمثل كل منها سحابة غازية ساخنة ، ويمكن تصويرها بآلات خاصة من سطح الأرض ، حيث يتراوح حجم كل منها من ٣٠٠ إلى ١٤٥٠ كم^٣ . وقد تبين أن معظم هذه الحبيبات مضلعة الشكل Polygonal ، ويبدو النوع المثالي منها ساطعاً bright granule ، ولا يزيد قطره على ١٥٠٠ كم . ومع مرور الوقت تنقسم الحبة إلى حبيبات أصغر حجماً ، ثم تتلاشى بعد ذلك ليتكون غيرها من الحبيبات الغازية من جديد مع استمرار حدوث التفاعلات النووية في باطن قرص الشمس . وتندفع هذه الحبيبات الغازية الساخنة إلى أعلى بمعدل $\frac{1}{4}$ كم/ الثانية مع انبعاث الطاقة الشمسية ،

(1) a - Encyclopedia Americana, vol. 7 p. 510.

b - Colin Ronan, "The Universe" Oxford Lib. (1980) p. 111.

ثم تقل سرعتها وتبرد الغازات فيها نسبياً عند وصولها إلى هوامش نطاق الحبيبات التي تشكل هنا بخطوط داكنة غير منتظمة الشكل . وتقل درجة حرارة محيط قرص الشمس عن جوفه ، ويطلق على الحواف الخارجية لقرص الشمس الأبرد نسبياً تعبير الطَّنْفُ القاتم Limb Darkening ، وهي خاصية يتكرر حدوثها بالنسبة لكل الشموس الأخرى المنتشرة في الفضاء السماوي مما يدل على ارتفاع درجة حرارة جوف النجوم عن درجة حرارة أسطحها وحوافها .

(٢) الغلاف الغازي الشمسي : Chromosphere

يمثل نطاق الغلاف الغازي الشمسي طبقة شفافة نسبياً تمتد من الحواف الخارجية لقرص الشمس المضيء حتى الحواف الداخلية لنطاق الإكليل الشمسي Corona لمسافة تتراوح من ٧٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ كم . وترتفع درجة حرارة الغلاف الغازي الشمسي من أسفل إلى أعلى (أي من هوامش قرص الشمس المضيء إلى أعلى في الفضاء) ، حيث تتراوح من ٤٥٠٠ درجة مطلقة °K إلى ١ مليون درجة مطلقة °K . كما تختلف كثافة الغازات في هذا الغلاف من قسم إلى آخر، حيث تبلغ الكثافة عند قاعدة الغلاف الغازي الشمسي نحو ١٢١٠ جزء/سم^٣ في حين تصل إلى نحو ٩١٠ جزء/سم^٣ عند أعاليه ، أي تتناقص الكثافة كلما اتجهنا إلى أعلى بعيداً عن قرص الشمس المضيء . ويلاحظ أن هناك توافقاً عسكياً بين مقدار كثافة الغازات الشمسية ودرجة حرارتها . فكلما انخفضت الكثافة ترتفع درجة الحرارة . وعند ارتفاع ٣٠٠٠ كم فوق قرص الشمس المضيئ (في الغلاف الغازي الشمسي) تبلغ درجة الحرارة نحو ٧٠٠٠°م وعلى ارتفاع ٤٠٠٠ كم ترتفع إلى ٢٠,٠٠٠°م . وعند أعالي الغلاف الغازي الشمسي على ارتفاع ١٠٠٠٠ كم من قرص الشمس المضيء ترتفع درجة الحرارة ارتفاعاً سريعاً إلى نحو ١٠٠,٠٠٠°م ، ويستمر ارتفاع درجة الحرارة مع الصعود

إلى أعلى في الفضاء السماوي بالجو المحيط بالشمس . ففي الإكليل الشمسي على ارتفاع ١٠٠,٠٠٠ كم من قرص الشمس تقترب درجة الحرارة من مليون درجة مئوية . (تبلغ في باطن قرص الشمس نحو ٢٠ مليون م°) . ويلاحظ أن المقصود بدرجة الحرارة هنا هو متوسط حركة الجسيمات . ومن ثم يطلق البعض عليها تعبير «درجة الحرارة الحركية Kinetic Temperature» ، حيث تزداد سرعة حركة الجسيمات مع زيادة الارتفاع في الغلاف الغازي الشمسي . أما درجة الحرارة في باطن قرص الشمس فيقصد بها «درجة الحرارة الغازية» . إذ لو كانت درجة حرارة الغازات في الغلاف الغازي الشمسي ليست درجة حركية وإنما درجات فعلية تصل إلى مليون م° لكان الجو أشد لمعانا بكثير عما هو في قرص الشمس نفسه ، بل وكان الإشعاع الصادر من الغلاف الشمسي من القوة والشدة بحيث يكون كافيًا لصهر الكواكب . ومن ثم فإن حرارة الغلاف الغازي الشمسي من النوع الحركي لاستمرار الحياة على سطح كوكب الأرض (١) .

وجعل الله سبحانه وتعالى الشمس سراجًا ومسخرة بأمره وتجري لأجل مسمى . ويتميز الغلاف الغازي الشمسي بشدة نشاطه ، وتنبعث منه عند حدوث كسوف الشمس توهجات الطيف «أو طيف الوميض» - Flash Spectrum . وينبثق من الغازات الساخنة في القسم الأسفل منه نافورات غازية هائلة الحجم تعرف باسم التيارات البراقة Spicules ويبلغ قطر الواحدة منها نحو ٥٠٠ كم ، وتندفع نيرانها إلى أعلى بسرعة تتراوح من ٢٠ إلى ٣٠ كم/ الثانية ، ولا يزيد طول فترة اندفاع الواحدة منها على بضعة دقائق ، ويصل درجة حرارة العمود أو التيار الغازي إلى ١٠,٠٠٠ درجة مطلقة K° في جوفه وإلى نحو ٥٠,٠٠٠ درجة مطلقة K° عند سطحه .

(١) فرد هويل : «مشارف علم الفلك» ، ترجمة إسماعيل حقي - مجموعة الألف كتاب ، رقم ٤٦٣ - دار الكرنك - القاهرة (١٩٦٣م) ، ص ١٣٨ - ١٤٠ .

(٣) الإكليل الشمسي : Corona

يمتد نطاق الإكليل الشمسي فوق طبقة الغلاف الغازي الشمسي الداخلي أو القرمزي ، وهذا النطاق يحيط بالشمس كأنه إكليل لها لمسافات هائلة يصعب تحديدها ، وإن كان يتضمن كل نطاق كواكب المجموعة الشمسية والتي تسقط الشمس عليها أشعتها الحرارية والضوئية . ويتألف الإكليل الشمسي من غازات نقية وشديدة التوهج ومرتفعة الحرارة وتقدر درجة توهجها بنحو ١ : ١ مليون من مقدار توهج قرص الشمس المضيء نفسه . وتقل درجة اللمعان والتوهج كلما بعدنا عن قرص الشمس . وتبلغ درجة الحرارة الحركية لغازات الإكليل الشمسي نحو ٢ مليون درجة مطلقة $^{\circ}K$. وتتبخر الغازات في هذا النطاق بسرعة شديدة وينتج عن ذلك اندفاع الجزيئات الغازية المشحونة كهربائياً إلى أعلى ويطلق عليها تعبير الرياح الشمسية Solar Winds . وقد يمتد نطاقها إلى قرب موقع كوكب الأرض . وتبلغ كثافة الغازات في الإكليل الشمسي العالي التآين نحو 5×10^8 ذرة/سم^٣ ، وتتراوح درجة حرارته الحركية من ١,٥ إلى ٢,٥ مليون درجة مطلقة . ويستمد الإكليل الشمسي حرارته من اندفاعات الحبيبات الشمسية عند قرص الشمس المضيء ومن اندفاع نافورات التيارات البراقة في الغلاف الغازي الشمسي القرمزي .

ويفسر العلماء ارتفاع درجة الحرارة الحركية في الإكليل الشمسي إلى خصائص التموجات الصوتية وإلى المجالات المغنطيسية فيه . ويتأثر كل هواء وغازات الإكليل الشمسي بالمجالات المغنطيسية لقرص الشمس المضيء كذلك ، والتي أظهرها وأشدّها قوة تلك التي تتمثل في البقع الشمسية . وعلى ذلك تناسب الطاقة من باطن قرص الشمس عن طريق الإشعاع وفي الثلث الأعلى منه تناسب الطاقة عن طريق الحمل نتيجة لتقلب الغازات الشمسية وغليانها ، أما

عند سطح قرص الشمس نفسه فتساب الطاقة مرة أخرى عن طريق الإشعاع^(١).

وعلى ذلك تتدفق الطاقة من الشمس بصورة مستمرة عبر ملايين السنين دون أن تتعرض للفناء ، وذلك لتعرض ذرات الغازات فيها للإثارة ، بحيث ينبثق منها طاقة على شكل موجات إشعاعية وحرارية وضوئية وفوق الضوئية وأشعة إكس وأشعة جاما . وفي باطن قرص الشمس تكون الذرات كلها متراسة تراصًا شديدًا بفعل انضغاط ملايين الذرات ووقوع بعضها فوق البعض الآخر . وعندما تنقسم نواة الذرة إلى قسمين يتحولان بدورهما إلى نواتين لذرتين بسيطتين ، بينما يتحول قسم صغير من النواة إلى كمية هائلة من الضوء والحرارة أو إلى أي نوع آخر من الطاقة^(٢).

حركة الشمس :

تبدو البقع الشمسية أو ما يسمى بكلف الشمس للناظر إليها وكأنها تتحرك على سطح الشمس يوميًا بعد يوم ، ولكن تبين للعلماء أن هذه البقع لا تتحرك بالصورة التي يراها الناظر إليها ، وإنما الشمس نفسها هي التي تدور حول محورها . وتوصل العلماء إلى أن الشمس تتحرك في دورة محورية خلال ٢٥ يومًا (بينما تدور الأرض دورة كاملة حول محورها كل ٢٤ ساعة) . ويلاحظ أن حركة الشمس في دورانها حول محورها أسرع بكثير جدًا من سرعة دوران الأرض حول

(١) فردهويل : «مشارف علم الفلك» ، ترجمة إسماعيل حقي - دار الكرنك - القاهرة (١٩٦٣م) ، ص ١٤٣ .

(٢) أ - المرجع السابق ، ص ١٤٤ .

ب - الكون : «الموسوعة العلمية الحديثة» ، تأليف : كوليس رونان - بيروت (١٩٨٠م) ، ص ٢٥ - ٢٦ .

محورها، حيث تبلغ نحو ٦١٨ كم/ الثانية، ولكن الشمس تستغرق وقتاً طويلاً حتى تتم دورة محورية كاملة، وذلك تبعاً لكبر حجمها الذي يبلغ نحو ٣٠٠ ألف مثل لحجم كوكب الأرض^(١).

ولما كان نجم الشمس وكواكب المجموعة الشمسية يمثلون جميعاً قسماً ضئيلاً الحجم جداً بالنسبة لمجرة درب التبانة التي يبلغ سمك قرصها نحو عشرة آلاف سنة ضوئية، فإن الشمس وكواكبها لها دورة انتقالية حول مركز هذه المجرة، ولكن يصعب على العلماء تحديدها بدقة تبعاً للحجم الهائل للمجرة. كما أن المجرة نفسها لها حركة محورية حول نفسها هي الأخرى وتسبح بسرعة تصل إلى ٥١٥ كم/ الثانية. يقول تبارك وتعالى :

﴿والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم﴾ يس (٣٨).

﴿وسخر الشمس والقمر كلٌّ يجري لأجل مسمى...﴾ الرعد (٢).

﴿... وسخر الشمس والقمر كلٌّ يجري إلى أجل مسمى﴾ لقمان (٢٩).

﴿الشمس والقمر بحسبان﴾ سورة الرحمن (٥).

﴿وهو الذي خلق الليل والنهار والشمس والقمر كلٌّ في فلك يسبحون﴾ الأنبياء (٣٣).

كما توضح هذه الآيات الكريمة مشهد دخول الليل في النهار، ودخول النهار في الليل وتناقصهما وامتدادهما عند اختلاف الفصول، وعلاقة ذلك بالشمس والقمر وجريانهما المنتظم. وقد سخر الله جل وعلا الشمس والقمر لمنفعة الإنسان وتيسير معيشتة على سطح الأرض، وما يقدر على هذا التسخير إلا الله

(١) أ- د. حسن أبو العنين : «كوكب الأرض»، الإسكندرية - الطبعة العاشرة (١٩٨٨م)، ص ٧.

ب- الكون - مرجع سابق - بيروت (١٩٨٠م)، ص ٢٢.

فاطر السماوات والأرض وما بينهما وهو الذي يُقدر ويعلم أمد جريان كل من الشمس والقمر وحركة كل ما في الكون إلى الوقت المعلوم^(١).

وتدل هذه الآيات الكريبات على أن جميع عناصر الكون مسخرة بأمر الله عز وجل . والتسخير في اللغة «سياقة إلى الغرض المختص قهراً . . . فالمسخر هو المقيض للفعل ، والسُخري هو الذي يقهر فيتسخر بإرادته»^(٢) . وإذا كان شيء مسخرًا فهو مخلوق حتمًا ؛ لأن صفة القهر وتنفيذ الإرادة تلازم المخلوقين . وقد اقترن تسخير الشمس والقمر بالجري في ضوء الآية الثانية من سورة الرعد الذي هو تعبير عن الحركة بسرعة ، بل وبسرعة غير محسوسة من بني البشر ، ومن ثم اقترن التسخير في آيات أخرى بالسباحة . وواضح أن ذلك فيه استدامة لهذا لتسخير حين يكون الفعل مضارعًا^(٣) . والمسخر إذا كان مسرعًا فيما سُخر له كان فعله أدل على التعبير عن قهره وعبوديته .

وحركة النجوم والكواكب هي إذن حركة سريعة جدًا ، ولكنها تتم في سهولة ويسر دون شعور الإنسان بها ، فهي «جري» و«سباحة» . والفلك كحديدة لرحى أو كفلكة المغزل لا يدور المغزل إلا بها ولا تدور إلا به^(٤) . والفلك هو المسار الذي تجري فيه الكواكب سباحة ولا تحيد أبدًا عن هذا المدار الذي حددها بأمر فاطرها جل وعلا . ومعنى ذلك أن حركة النجوم والكواكب على الرغم

(١) سيد قطب : «في ظلال القرآن الكريم» ، ج ٥ / ص ٢٧٩٦ ، دار الشروق ، الطبعة الثانية عشرة (١٩٨٦م) .

(٢) الراغب الأصفهاني : «مفردات القرآن» - سخر .

(٣) كاصد الزبيدي : «الطبيعة في القرآن الكريم» ، دار الرشيد للنشر - العراق - (١٩٨٠م) ، ص ٥٧ - ٦٠ .

(٤) ابن كثير : «مختصر تفسير ابن كثير» ، اختصار وتحقيق محمد علي الصابوني - دار القرآن الكريم ، الطبعة الخامسة (١٤٠٠هـ) بيروت - ج ٢ / ٥٩٨ .

من كثرتها لا تعد حركة تلقائية ذاتية أو حركة عشوائية أو هي وليدة الصدفة ، بل إنها حركة منتظمة مقننة بمشيئة الله عز وجل تخضع للقانون الإلهي الأعظم المطلق للكون الذي سخر الله سبحانه وتعالى به كل الكون وعناصره . يقول تبارك وتعالى :

﴿ لا الشمس ينبغي لها أن تدرك القمر ولا الليل سابق النهار وكل في فلك يسبحون ﴾ يس (٤٠) .

وقد اختلف المفسرون في تفسير كلمة «المستقر» في الآية (٣٨) من سورة يس ، وتساءل البعض : ما هو الموقع الذي تستقر فيه الشمس بعد جريانها وسباحتها في الفضاء ؟ وأجمع المفسرون على أن حركة الشمس وجميع النجوم والكواكب والمجرات والكون كله هي حركة مستمرة Constant motion ومنتظمة ، ورغم مرور بلايين السنين منذ نشوء الكون لم تتغير سرعة أي منها ، وذلك لأنها مقدرة تقديراً إلهياً محكماً وبالحق الذي لا يأتيه الباطل من بين يديه ولا من خلفه .

ولن يكون للشمس مستقر إلا بقضاء الله عز وجل لها بذلك ، وهذا سيكون يوم الساعة ، الذي تستقر فيه جميع حركة الكون وعناصره ويوم يطوي الله سبحانه وتعالى السماء بيمينه كما تطوى صفحات الكتاب .

يقول تبارك وتعالى في الآية الثانية من سورة الرعد .

﴿ الله الذي رَفَعَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ثُمَّ اسْتَوَى عَلَى الْعَرْشِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُّسَمًّى يُدَبِّرُ الْأَمْرَ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ بِلِقَاءِ رَبِّكُمْ تُوقِنُونَ ﴾ الرعد (٢) .

وتؤكد هذه الآية الكريمة هنا على نفس المعنى في الآية (٢٩) من سورة لقمان بأن الشمس مسخرة بأمر الله عز وجل لمنفعة الإنسان ، ولأجل مسمى يعلمه الله سبحانه وتعالى .

فالشمس هي إذن أم الأرض وكل بقية كواكب المجموعة الشمسية التي تتأثر جميعا بجاذبيتها وتدور حولها في حركة انتقالية وفي مدارات إهليلجية الشكل . وسخر الله حركة الشمس المحورية لاستمرار تجمع غازاتها في باطنها ولحدوث التفاعلات النووية بينها لتتوالد فيها الطاقة الحرارية الهائلة لتصبح الشمس سراجاً وهاجاً مضيئاً في الفضاء إلى يوم الساعة .