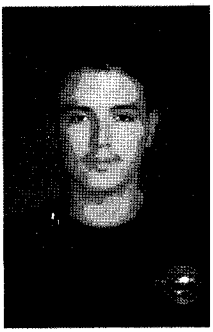
الدكتور علي حسن موسى

بدائع السماء

دمشق ٢٠٠٧م
١٤٢٨هـ

الإهداء



إلى رفيقيَّ:

في ليلي ونهاري

في طعامي وشرابي

في آلامي وسعادتي

في غضبي وهدوئي

في.....

ولديَّ

الحسن والحسين

علي

بسم الله الرحمن الرحيم

بدائع السماء

الكتـــاب: بـدائع الســماء

المـــؤلــف: أ. د. علي حسن موسى

عدد النسخ: ١٠٠٠ نسخة

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

الطبعة الأولى

٢٠٠٧ م - ١٤٢٨ هـ

لا يجوز نقل، أو اقتباس، أو تصوير، أو ترجمة أي جزء من هذا الكتاب بأي وسيلة كانت بدون إذن خطي من المؤلف (٠٩٤٤٣٥٨٠٥٠)

المحتويات

المقدمة ٩

الباب الأول: السماء ١١

الفصل الأول: تحديد السماء ١٣

الفصل الثاني: ألوان السماء ١٩

الفصل الثالث: عدد السموات وأنواعها ٣١

الباب الثاني: النجوم في السماء ٤٣

الفصل الأول: أهمية النجوم في السماء ٤٥

الفصل الثاني: انتظام النجوم في السماء ٦٥

الفصل الثالث: ألوان النجوم ولمعانها وتلألؤها ٧٧

الباب الثالث: الشريط المجري السماوي ٨٥

الفصل الأول: امتداد الشريط المجري واتساعه ٨٧

الفصل الثاني: مناظر الشريط المجري السماوي ٩٥

الباب الرابع: الشمس والكواكب السيارة ٩٩

الفصل الأول: الشمس في السماء ١٠١

الفصل الثاني: الكواكب السيارة السماوية ١١٣

الباب الخامس: القمر في السماء ١٤١

الفصل الأول: أبعاد القمر ومظاهر سطحه ١٤٥

الفصل الثاني: حركات القمر في السماء ١٥٧

الباب السادس: العروض السماوية ١٦٧
الفصل الأول: الشهب والنيازك ١٧١
الفصل الثاني: العروض المذنبية ١٨٣
الفصل الثالث: الشفق القطبي ١٨٩
الفصل الرابع: قوس قزح والهالة ١٩٥
الفصل الخامس: السحب السماوية ٢٠٥
الباب السابع: السماء في الكسوف والخسوف ٢١٩
الفصل الأول: مظاهر خلال الكسوف الشمسي ٢٢٣
الفصل الثاني: مظاهر السماء خلال الخسوف القمري ٢٣١
الفصل الثالث: حوادث شبيهة بالكسوف ٢٣٥
المراجع ٢٤١

المقدمة

ليس هناك منذ بداية الخلق الإنساني ما استوقف الإنسان ولفت ناظريه، أكثر من السماء المحيطة به، التي كانت له صفحة القراءة يوم لم تكن هناك قراءة ولا كتابة. فحاول جاهداً أن يستنطقها فلم يفلح، لما رآه فيها من رهبة واندهاش، وهي بعيدة عن متناول يديه، ولكنها مؤثرة فيه. فهالته الشمس بتوهجها وانتظام وتتابع حركتها، والقمر بضيائه الليلي المتغير من ليلة إلى أخرى، وهو يختفي عنه بقدر ما يظهر له، ولطالما أخطأ فيه وهو يراه أحياناً عند الغروب وكأنه ظهر فجأة فوق الأفق الغربي ليختفي سريعاً دونه، دون إدراك لطبيعة حركته ضمن ثلاثية تضمه والأرض والشمس.

ولطالما توقف ليلاً عند تلك القناديل المضيئة المعلقة في السماء حسب اعتقاد البعض، أو المثبتة فيها حسب اعتقاد آخرين، وهم يظنوها بالثابتة، ليطلقوا عليها تسمية النجوم الثوابت، رغم أنه يشاهدها على مدار سنته وهي تغير مواقعها في السماء، ولكنه تغير نسبي، لإيمانه أن السماء هي من تتحرك، وليست النجوم.

وكم كانت بعض العروض السماوية تريحه وتسعده، وهو يشاهدها ليلاً في تألق مألوف نسبياً بحركة خطية ضوئية. ويستمتع بعروض أخرى نهاراً، وهو مدرك أنها ليست هابطة من أعلى، ولكنها في الأعلى بالنسبة لناظريه، ولم يكن أمامه إلا أن يصفها بالسماوية (سحب سماوية، هالة سماوية، قوس قزح سماوي، شفق سماوي....). غير أن بعض العروض كانت تخيفه وترعبه خشية أن تكون قادمة إليه لتفجر غضبها السماوي عليه (مذنبات، نيازك)، أو

تدعو إلى التشاؤم والخوف مما هو منتظر لمشاهدته إياها في السماء (الكسوف والخوف).

ولتبقى السماء ذات جمال آخاذ، لا يعادله جمال في الكون المنظور. ففي السماء أسرار لا تكشف بالنظر المجرد، ولن نستطيع الغور في مكامنها إلا إذا استخدمنا المناظير المقربة، وارتحلنا بعيداً عن الأرض نحو أعماق الكون الذي لم ولن نصله، وليس له عمق ولا قرار. وفي السماء - بمعناها اللفظي - كنوز. وفي السماء قصص وحكايات قصت وحكيت، وأساطير كتبت، وأشعار قيلت، وأحلام تحققت، وتجارات أثمرت.

وكل ما في السماء بديع وجميل، ولهذا كم هي بدائع السماء كثيرة، وخصَّ لها كتابنا الذي نقدمه للقراء، آملين أن يجدوا فيه المتعة والفائدة.

دمشق

في ٢٣ كانون الثاني ٢٠٠٧م

المؤلف

أ. د. علي حسن موسى

الباب الأول

السمـــاء

الفصل الأول : تحديد السماء

الفصل الثاني : ألوان السماء

الفصل الثالث : عدد السماوات وأنواعها

الفصل الأول

تحديد السماء

أولاً: ما السماء ؟

السماء في اللغة؛ من السمو والعلو، وهي كل ما يعلو رؤوسنا، وما يمتد بعيداً عن سطح أرضنا نحو الأعلى، وما نراه ماثلاً لنا فيها ومتحركاً عبرها من نجوم وكواكب ... وغيرها. أو بمعنى آخر؛ السماء (Sky or Heaven) هي ذلك الإطار العلوي الوهمي المحيط بالأرض ، الذي يبدو مزيناً بالنجوم وتوابعها ... وغير ذلك من الأجرام السماوية الكبرى. وهي عموماً كل ما يعلو رأس الإنسان، وما يراه فيها وما لا يراه. والرؤية هنا مقتصرة على العين المجردة، لأنه باستخدام التلسكوبات الضخمة بقطر مرآة متر فأكثر سنكتشف مجالات رؤية كبيرة جداً، وستتعدى السماء المنظورة إلينا البعد المرئي (البصري) الذي هو بعد غير مقاس، وإنما بعد لا يمكن قياسه بالوحدات المسافية المستخدمة، لكون السماء التي تبدو محيطة بنا نحن سكان الكرة الأرضية على هيئة قبة نصف كرة صغيرة متغيرة محتوياتها بالنسبة لإنسان وهو يدور على الكرة الأرضية ليتم دورة واحدة خلال (٢٤) ساعة.

ثانيا- هل السماء حقيقة واقعية؟

السماء المقصودة والمحددة لنا نحن ساكني سطح الأرض دون أن نتجاوزه علواً لارتفاعات كبيرة عن السطح بأية واسطة، هي التي تبدو لناظرينا بزرقتها نهاراً وبما تتزين به ليلاً من نجوم براقة- كما في قوله تعالى:﴿وزيّنا السماء

الدنيا بمصابيح﴾ [1]، وبما يتراءى لنا فيها من صور نجمية - لما في قوله تعالى: ﴿ولقد جعلنا في السماء بروجاً وزيناها للناظرين﴾ [2]، هي في الحقيقة صور تخيلية وهمية ، رآها البعض زينة للسماء، واستخدمها آخرون في الارتزاق والتعيش. وما ذكرها في القرآن الكريم إلا للتفكير والاعتبار، كيف شاء الله سبحانه وتعالى أن ترتسم تلك الصور للناظرين من سطح الأرض لنجوم لا علاقة فيما بينها ولا رابط يربطها، وتبعد عن بعضها رأسياً أبعاداً كبيرة تتجاوز في بعضها (٥٠٠٠) تريليون كم.

والسماء بالنسبة لأناس نصف كرة أرضية فيما تبدو لهم كقبة تظلهم، تتخذ شكل البناء الكبير لهم، أو البيت لهم جميعاً الذي أرضيته سطح الأرض وسقفه السماء - شكل (١)، كما في قوله تعالى: ﴿الذي جعل لكم الأرض فراشاً والسماء بناءً﴾[3]. وكذلك قوله: ﴿الله الذي جعل لكم الأرض قراراً والسماء بناءً﴾[4].

ولكن هل السماء حقيقة واقعة محددة بأبعاد وامتداد من سطح الأرض، ومحددة بلون واحد غالب عليها هو الذي تبديه لناظرينا. وبنظرة إليها والسحب تعلو رؤوسنا، يخيل إلينا إذا ما كانت لنا معرفة بالسحب وارتفاعها عن سطح الأرض، بأن السماء لا تبعد عن سطح الأرض أكثر من بعد قمة السحب عن الأرض، بل يخيل للبعض أن المسافة بين السحب والسماء أقرب من ذلك بكثير، حتى ليخيل لآخرين لا معرفة لهم بارتفاعات السحب، وكأن السحب

---

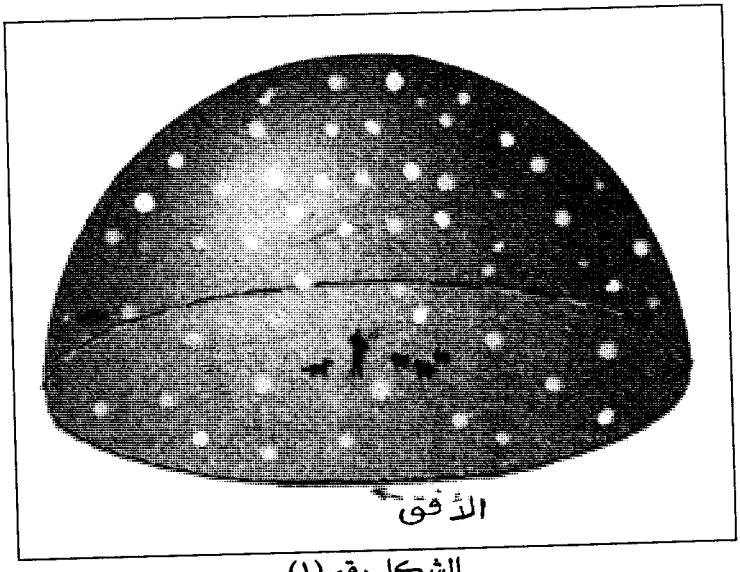
[1] فصلت / ١٢.

[2] الحجر / ١٦.

[3] البقرة /٢٢.

[4] غافر /٦٤.

تجري على صفحة السماء، التي هي في نظرهم صفحة لامعة مصقولة منتظمة، لا تشوبها شائبة، ولا تعرف تشويهاً.



الشكل رقم (١)

القبة السماوية

فالسماء عموماً بالمنظور العلمي ليست حقيقة واقعية، وكياناً ثابتاً، له أبعاد محددة، ومنظراً واحداً؛ وإنما هي صورة لمدى إدراكنا، ولقدرة ناظرينا على الرؤية بألوان مختلفة. وهي كيان تخيلي وافتراضي لا حدود له بالنسبة إلينا، ولا أبعاد له يمكننا الولوج إليها إذا ما أردنا بلوغها. وليس لهذا الكيان غير المادي صورة محددة لجميع سكان الأرض، ولمن يرتادون الفضاء.

ثالثا- هل السماء منتظمة؟

إن الأرض التي تبدو وكأنها تشغل وسط (منتصف) ما يعرف بالكرة السماوية، لها غلافاً جوياً مشدوداً نحوها بجاذبيتها، يعطي البعض سماكة له نحو (١٠٠) ألف كم، وإن السحب تتشكل فقط في الجزء الأدنى منه المحدد

ارتفاعه الوسطي عن سطح الأرض بنحو (١٢) كم، فيما يعرف بجو الأرض التروبوسفيري، وان الشمس واحدة من نجوم السماء المرئية، التي تبعد عن الأرض نحو (١٥٠) مليون كم، وأن نجماً مثل الشعري اليمانية أسطع النجوم المشاهدة يبعد عن الأرض نحو (٨٣) تريليون كم، وإن نجم قلب العقرب هو السادس عشر سطوعاً بين نجوم السماء التي نراها يبعد عن الأرض نحو (٤٠٠٠) تريليون كم، وهناك من النجوم ما يزيد بعده عنا أكثر من ضعف بعد نجم قلب العقرب.

وهذا كله يقدم لنا الدلالة والبرهان على عدم انتظام السماء وملاستها المخيلة لنا، وبأنها أكثر تشويشاً وتبايناً في مكوناتها من أي شيء في الكون، أينما شوهدت هذه السماء، وبأنها في الحقيقة لا تبدو هكذا بما تتضمنه من مكونات مرئية لنا بالعين المجردة ، إلاّ لنا نحن قاطني سطح الأرض. وأننا لو ارتفعنا عن سطح الأرض لتغير كل شيء في السماء (مظهرها، واتساعها، ومكوناتها): فاتساعها يزداد، وتكورها يبقى، وبعدها عنا لن نبلغه مهما بعدنا عن سطح الأرض ظانين إننا نتجه نحوها.

وسيتغير كل شيء، وستبدو السماء فوقنا وعلى جانبينا وخلفنا، وكأننا نحن في مركز الكرة السماوية بدلاً من الأرض. ومظهر السماء سيتغير، والنجوم ستزداد تألقاً إذا كانت وجهتنا نحوها. ولون السماء سيصبح مغايراً، لما هو مرئي من سطح الأرض. فهذه الزرقة المعهودة للسماء كما تشاهد من سطح الأرض، ستتحول عند ارتفاع نحو (١٢) كم إلى لونٍ أسود تسطع من خلالها النجوم بألوانها المعهودة، وستبقى بعدها السماء سوداء، والسماء عموماً ليست في الحقيقة زرقاء، والزرقة ليست لها، وهذا ما سنظهره لاحقاً.

فالسماء كلما ظننت أنك حاولت الاقتراب منها ازدادت اتساعاً - لما في قوله

تعالى: ﴿والسماء بنيناها بأيد وإنا لموسعون﴾ [1]،وازدادت بعداً في الحقيقة، وما الرؤية البعيدة لها من على بعد كبير لها عن أرضنا، إلا كالرؤية البعيدة من على سطح أرضنا. وما ذكر السموات في (١٨١) آية قرآنية، كجمع للسماء، إلا تأكيداً على خيالية السماء، ومن أنها صورة متغيرة لمنظر سماوي مختلف بالابتعاد عن سطح لأرض، ولذكرها بالصورة تلك في آيات القرآن الكريم عِبَرٌ وغاياتٌ وأهدافٌ لا يعرف مرامي معظمها إلا الله سبحانه وتعالى ومن أوكلهم الله في التفسير من عباده المؤمنين.

رابعا- هل للسماء جوٌ ؟

والقول - أحياناً - أن السماء مغطاة بالسحب (الغيوم) ؛ بمعنى انها محجوبة بنجومها ومكوناتها الأخرى عنا بواسطة السحب التي تقف بيننا وبينها، كالقمر الذي يكسف الشمس عندما يقع بيننا وبين الشمس على امتداد واحد ،تأكيد على أن السماء الدنيا - إي السماء الخاصة بسكان الأرض - هي تلك الصورة المرتسمة لهم في الأعالي حيثما يتوجهون بأبصارهم في أجواء صحوة وغير معكرة. وما الجو الأرضي الذي تتشكل فيه السحب مصدر الأمطار والثلوج وما إلى سواهما، إلا جزء من المنظور السماوي الوارد ذكره في القرآن الكريم، لقوله تعالى: ﴿وانزل من السماء ماء فأخرجنا به أزواجاً من نبات شتى﴾[2] وكذلك قوله: ﴿أنزل من السماء ماء فتصبح الأرض مخضرة﴾[3]، وكذلك قوله: ﴿وينزل من السماء من جبال فيها من برد﴾. وما تلك الجبال - المذكورة في الآية السابقة سوى السحب الركامية المزنية (كومولونيمبوس)

---

[1] الطلاق /٦٥.

[2] طه /٥٣.

[3] الحج / ٦٣.

الضخمة الداكنة التي ترتفع علواً من سطح الأرض كالطود الشامخ متجاوزة في ارتفاعها أعلى جبال الأرض، حيث يصل ارتفاع قمتها إلى (١٢) كم فأكثر في العروض المنخفضة من الكرة الأرضية، لكونها هي السحب الوحيدة التي يسقط منها البرد، ويحدث فيها البرق والرعد.

ولكن هل السماء، هي الجو الأرضي؟ وهل للسماء جوٌ خاصٌ بها، لما في قوله تعالى: ﴿ألم يروا إلى الطير مسخرات في جو السماء﴾.[1] واستناداً إلى الآية الكريمة، فإن كل ما دون السماء فهو جو لها، ولكن ليس شرطاً أن يكون جواً للأرض. فالطيور تطير في الجزء الأدنى من الجو الأرضي، بعلو لا يتجاوز (٢٠٠٠م)، والطائرات لا تطير على علو يزيد عن (١٥) كم، والبالونات لا ترتفع في الجو إلى أكثر من (٣٥) كم، ولترتفع الأقمار الصناعية إلى علو نحو (٥٠٠) كم، لتوضع في مدارات تدور فيها حول الأرض. ولتعبر المركبات الفضائية المتجهة نحو القمر ونحو بعض الكواكب، الجو الأرضي والسماء الأرضية، بخروج تلك المركبات من الجو ومن مجال الجاذبية الأرضية.

ونحن في ألفاظنا، نستخدم كثيراً السماء للدلالة على الجو، والعكس. كأن تقول السماء ممطرة، السماء غائمة، السماء عاصفة، كدلالة على الجو باعتبار أن الجو هو ما يعلونا وفيه تتم الحركات الهوائية، وتتشكل السحب التي تدر محتوياتها من مطر وبرد وثلج، وما قصد في الآية السابقة؛ هو الجزء من الجو الأرضي الأدنى الذي يشكل السماء الدنيا التي تسبح فيها السحب، وتطير فيها الطيور، ويمكننا أن نسميها السماء الأرضية، التي قد تتوافق مع طبقة التروبوسفير الجوية الأرضية.

---

[1] النحل/ ٧٩.

الفصل الثاني

ألوان السماء

يختلف لون السماء في النهار عما في الليل، وفيما بينها- أي عند الشروق والغروب .. وهذا يعني أن ليس للسماء التي بمرأى من أعيننا لونٌ واحدٌ، وإنما ذات لون متغير متبدل.

أولاً- السماء في النهار:

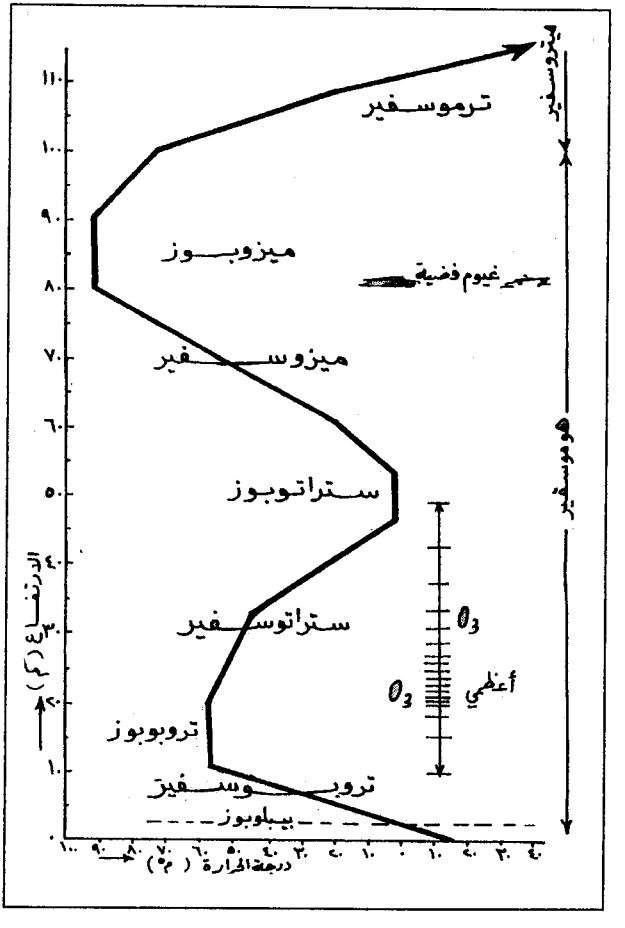
تعودنا على لون السماء الزرقاء في الأجواء الصحوة التي لا سحب فيها، ولا أتربة معلقة بوفرة، وقرص الشمس ساطعاً براقاً يبث أشعته التي يصل جزءٌ منها بشكل مباشر إلى سطح أرضنا، وجزءٌ آخر يصلها بشكل غير مباشر.

إن الذي يمنح السماء لونها النهاري في كافة الظروف، هو وجود الغلاف الهوائي الذي يحيط بالأرض، وهو ما يتراءى وكأنه دون السماء المنظورة، وربما يمتد إلى ما بعدها. ولو انعدم غلاف الأرض الجوي - كما في كوكب عطارد - لكانت سماء النهار سوداء كسواد سماء الليل.

إن ما تقدم ذكره، يقودنا إلى القول إن غلاف الأرض الجوي هو المسؤول في صفائه ونقائه، وتلوثه وغباره عن لون السماء نهاراً. ولذا لا بد من معرفة طبيعة غلاف أرضنا الجوي، الذي يمثل هواءها المحيط بها.

إن الأرض يغلفها غلاف جوي (هوائي) يمتد من سطحها وحتى بعد عنه نحو (١٠٠٠٠) كم كما يرى البعض و (١٠٠) ألف كم كما يرى البعض الآخر، ويتركب من مجموعة من الغازات التي يغلب عليها غاز النتروجين (الآزوت) بصورتيه الجزيئية (في الجزء الأدنى) والذرية (في الجزء الأعلى) بنسبة حجمية

نحو (٧٨,٠٨ ٪)، وغاز الأوكسجين (O_2, O) بنسبة حجمية نحو (٢٠,٩٤٪)، وغازات أخرى (ثاني أوكسيد الكربون CO_2، الهيدروجين H، بخار الماء...إلخ)، ودقائق صلبة مختلفة الأحجام تكثر في أعقاب الثورات البركانية، والعواصف الترابية، وتأتي أيضاً من المصانع والمعامل... وغير ذلك. واستناداً إلى التوزع الغازي، والاختلاف الحراري الشاقولي، فقد قسم غلاف الأرض الجوي إلى عدة طبقات (أغلفة فرعية)، هي بدءاً من مستوى سطح البحر ـ شكل (٢) ـ:



الشكل رقم (٢)

طبقات الغلاف الجوي

١- طبقة التروبوسفير؛ التي تمتد حتى سوية (١٢) كم وسطياً، وتحتوي على نحو (٧٥٪) من إجمالي كتلة الجو، وغالبية أوكسجينه ونتروجينه الجزيئيين. وهي الطبقة التي تتشكل فيها المظاهر المائية كافة، وتضم غالبية الدقائق الصلبة.

٢- طبقة الستراتوسفير: وهي الطبقة التي تمتد من سقف طبقة التروبوسفير المعروف بالتروبوبوز - وهو طبقة انتقالية بين الطبقتين -، وحتى (٥٥) كم. وبالإضافة إلى الأوكسجين والنتروجين، يتركز في هذه الطبقة غاز الأوزون (O_3) الذي ينتشر معظمه بين سويتي (٢٠-٣٥ كم) فيما تدعى تلك الطبقة بطبقة الأوزون (الأوزونوسفير). وفي هذه الطبقة تتزايد درجة الحرارة مع الارتفاع بمعدل نحو (٣° م/كم).

٣- طبقة الميزوسفير: وهي التي تلي الستراتوسفير ممتدة بين سويتي ارتفاع (٥٥- ٨٠) كم، ويفصلهما عن بعضهما طبقة انتقال حرارية تدعى الستراتوبوز. وفي هذه الطبقة تتناقص درجة الحرارة مع الارتفاع (٤° م/كم). ومن أبرز المظاهر السماوية التي تشاهد في هذه الطبقة نذكر نوعين من السحب البديعة المنظر، هما: السحب الفضية، والسحب الصدفية، وسنأتي على ذكرها لاحقاً.

٤- طبقة الترموسفير: وهي التي تعقب الميزوسفير، ممتدة بين سويتي (٨٠- ٥٠٠) كم، وتتميز بتزايد درجة حرارتها مع الارتفاع، ولذا يفصلها عن الطبقة التي دونها (الميزوسفير) طبقة انقلاب حراري رقيقة تدعى الميزوبوز.

وتكون ذرات الأوكسجين والنتروجين في النصف السفلي من هذه الطبقة (١٠٠- ٣٠٠ كم) في حالة تأين (تشرد، تكهرب) لمعظمها لذا عرف هذا الجزء باسم الايونوسفير (الغلاف المتأين). الذي يعمل على عكس الأمواج الراديوية المرسلة من سطح الأرض، ويجعل الاتصالات اللاسلكية بعيدة المدى شيئاً ممكناً بواسطة الأمواج الارتدادية حول الأرض، وعند هذا المستوى تبدأ الشهب بالظهور.

والذي يهمنا سماوياً الجزء من الغلاف الجوي الأقرب إلى سطح الأرض، الممتد بين سطح الأرض وارتفاع نحو (٢٠) كم، والذي يحتوي على نحو (٨٥٪) من كتلة الجو، ولذا فإنه يضم الغالبية العظمى من الجزيئات الناثرة والعاكسة للأشعة الشمسية المسؤولة عن التلون الذي تبدو به الخلفية الانتثارية التي هي ما يطلق عليه السماء النثرية.

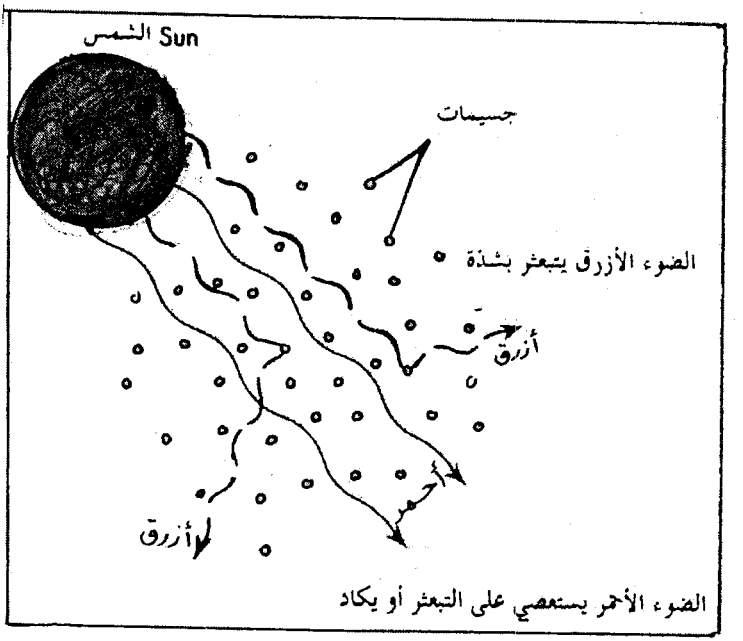
إن الأشعة الشمسية، هي أشعة مركبة من مجموعة متنوعة من الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة، والترددات المتباينة، والنسب المختلفة، هي: أشعة غاما (طولها الموجي دون ٠,٠٠٠٣ ميكرون)، الأشعة السينية (٠,٠٠٠٣ - ٠,٠١ ميكرون)، الأشعة فوق البنفسجية (٠,٠١- ٠,٤ ميكرون)، الأشعة المرئية (٠,٤- ٠,٧٥ ميكرون)، الأشعة تحت الحمراء (٠,٧٥ - ١٠٠ ميكرون)، الأشعة الميكروية - أو ما تعرف بالأشعة دقيقة الموجة - (١٠٠- ١٠ مليون ميكرون)، الأشعة اللاسلكية (أطول من ١٠ مليون ميكرون). وتبلغ نسبة الأشعة المرئية من الأشعة الشمسية نحو (٤١٪)، والأشعة تحت الحمراء (٥٠٪)، والأشعة فوق البنفسجية نحو (٧٪)، والباقي للأشعة الأخرى.

وإذا كانت الأشعة تحت الحمراء مصدر التسخين لسطح أرضنا ولجونا، وكذلك الأشعة فوق البنفسجية، فإن الأشعة المرئية - أو ما تعرف بالضوء أو

النور -، هي التي تنير نهارنا، وتبدد ظلمة لياليا بضوء القمر، وهي ما عرفها الإنسان عموماً بيضاء، ولكنها في الحقيقة ليست كذلك، وإنما مركبة من عدة حزم إشعاعية لونية تمثلها بشكل جلي ألوان قوس قزح، وهي حسب أطوالها الموجية: الأشعة البنفسجية (٠,٤- ٠,٤٥٥ ميكرون)، والأشعة الزرقاء (٠,٤٥٥- ٠,٥٠٥ ميكرون)، والأشعة الخضراء (٠,٥٠٥- ٠,٥٦٥ميكرون)، والأشعة الصفراء (٠,٥٦٥- ٠,٦٢٥ ميكرون)، والأشعة البرتقالية (٠,٦٢٥- ٠,٦٨٥ ميكرون)، وأخيراً الأشعة الحمراء (٠,٦٨٥- ٠,٧٥٠ ميكرون) في نهاية الطيف المرئي من الأشعة المرئية.

وكما هو معروف ومألوف لنا في ساعات النهار وفي الأجواء الصحوة، فإن السماء تبدو بلون أزرق يزداد دكانة كلما اقتربت الشمس من السمت، وتعود زرقة السماء إلى انتشار أو تبعثر حزمة الأشعة الزرقاء من الطيف المرئي في الاتجاهات السماوية كافة عند اصطدامها بجزيئات الهواء الغالبة في الجو الأدنى التي أقطارها أصغر من الطول الموجي للأشعة الزرقاء.

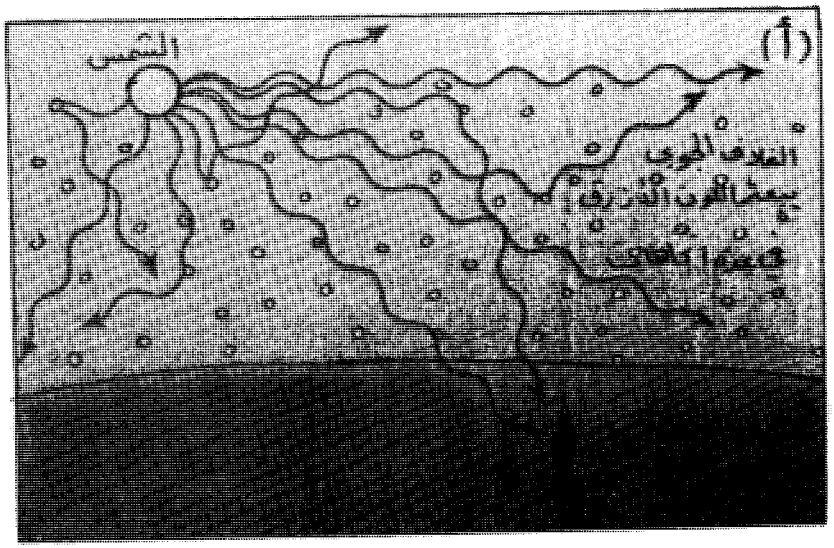
والجسيمات الجوية لا تبعثر ألوان الضوء جميعها بدرجة واحدة؛ فالضوء الأحمر لا يكاد يتأثر على الإطلاق، على حين يتبعثر الضوء الأزرق بشدة، والسبب في ذلك هو أن الجسيمات الصغيرة - كجزيئات النتروجين - تبعثر الأطوال الموجية القصيرة (الضوء الأزرق) بصورة أكثر مما تفعله في الأمواج الأطول - شكل (٣) -.



الشكل رقم (٣)

الضوء الأزرق يتبعثر أكثر من الضوء الأحمر

وإذا كان الضوء الأزرق أشد تبعثراً من الضوء الأحمر، فذلك يستتبع أنه عند انتقال حزمة من الضوء الأبيض منبعثة من الشمس - مثلاً - عبر الهواء، يتبعثر قدر كبير من الضوء الأزرق خارج الحزمة، في حين لا يتبعثر الضوء الأحمر وغيره من الأمواج الطويلة إلا قليلاً. ليغمر الضوء الأزرق المتبعثر السماء في كل الاتجاهات فيكسبها لونها المألوف - شكل (٤ - أ) .. كما أن الضوء الأزرق يغير لون الشمس تغيراً طفيفاً، لكن مقدار الضوء الأزرق المفقود يكون من الصغر بحيث لا نلحظ فقدانه إلا إذا نظرنا إلى الشمس من خلال غلاف جوي كثيف.



الشكل رقم (٤ ـ أ)

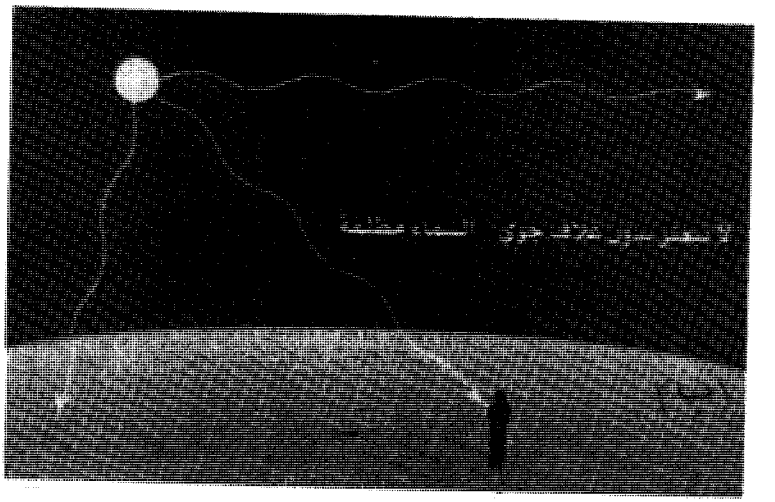
الغلاف الجوي يبعثر الضوء الأزرق في مختلف الاتجاهات فتبدو السماء زرقاء

ثانيا- ما لون السماء نهارا في حال انعدام الغلاف الجوي الأرضي؟

لنتصور للحظة انعدام الغلاف الجوي الأرضي؛ فلو نظرنا، والحالة هذه إلى السماء خلال ساعات النهار لبدت لنا الشمس نوراً باهراً لدخول ضوئها عيوننا مباشرة دون أن يتبعثر، إذ لن يأتي الضوء من اتجاهات أخرى في غياب الجزيئات التي تبعثره، وهذا يقتضي أن تكون السماء سوداء مظلمة ـ شكل (٤ ـ ب) ..

وهذا ما يتأكد أيضاً في الأجزاء الوسطى والعليا من الغلاف الجوي، المنخفضة كثافة هوائه انخفاضاً كبيراً، والصغيرة حجم ذراته، مما لا يتاح لها القدرة على عرقلة الضوء وبعثرته، لتبدو بذلك السماء سوداء. وهذا ما

لاحظه الطيارون بطائراتهم النفاثة التي تطير على علو يزيد عن (١٢) كم، ورواد الفضاء الذي يحلقون بالمركبات الفضائية الدائرة حول الأرض، أو المتجهة نحو القمر أو الزهرة أو المريخ.



الشكل رقم (٤ ـ ب)

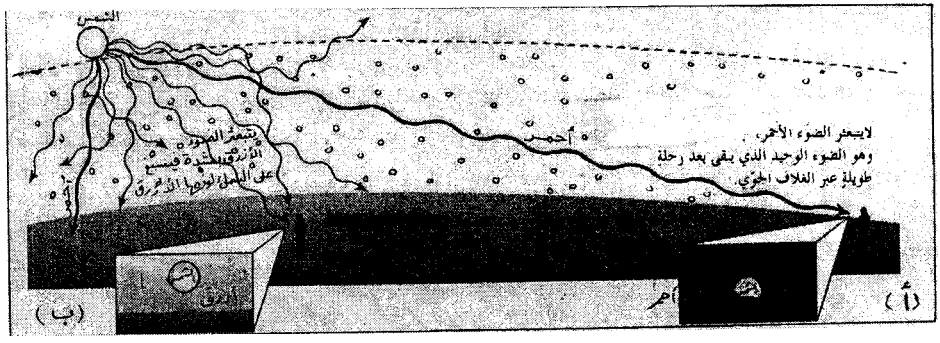
لون السماء في حال انعدام الغلاف الجوي

وسنبقى في مجال جو أرضنا، فبالابتعاد عن سطح أرضنا إلى نحو (١٥- ٢٠) كم، سيتغير لون السماء تغيراً جذرياً نهاراً متحولاً من اللون الأزرق البحري كما يشاهد من على سطح الأرض، إلى الأزرق الكامد عند ارتفاع نحو (١٠) كم، ومن ثم إلى اللون الأسود كسواد سماء الليل عند ارتفاع نحو (١٥) كم.

فالسماء في الحقيقة سوداء، وليست زرقاء. ولو انعدم الغلاف الجوي الأرضي، أو قلت كثافته كثيراً كما في أواسطه وأعاليه، لكانت سماء النهار سوداء كسماء الليل.

ثالثا- لون السماء المائل إلى الحمرة:

عند غروب الشمس وشروقها، يبدو لون السماء مائلاً إلى الحمرة. ذلك أنه عندما تكون الشمس منخفضة في السماء قريبة من الأفق لأصبح طول شعاعها عندئذ (٤٠) ضعفاً مما لو كانت الشمس في كبد السماء، وينزع التبعثر من ضوئها مقداراً كبيراً من اللون الأزرق، الأمر الذي يغير لون الشمس، وباختفاء اللون الأزرق منها تبدو الشمس حمراء - شكل (٥) .. وتتفاوت شدة حمرتها تبعاً لدرجة صفاء الهواء في الجو. ففي أمسية شتوية، وعقب هطول الثلج يغدو الهواء أشد ما يكون نقاء، فلا تكون الشمس حمراء عندئذ إلا بقدر لا يكاد يذكر، خلافاً للونها في يوم صيفي تكون فيه جسيمات الغبار والسديم عالقة في الجو، إذ ينقلب أحمر قانياً. هذا اللون الأحمر يضيء السحب في بعض الأحيان، فيضفي عليها الألوان الأخاذة التي كثيراً ما نراها صباحاً ومساءً.



الشكل رقم (٥)

تبدو الشمس حمراء عندما تكون قريبة من الأفق وحولها السماء كذلك (أ)

لكن زرقة السماء تشتد بابتعاد الشمس عن الأفق (ب)

فبمرور ضوء الشمس البازغة أو الآفلة عبر غلاف الأرض الجوي، يزول معظم اللون الأزرق بفعل التبعثر، وتبقى الألوان الأخرى لاسيما الأحمر والبرتقالي والأصفر، ولذا تبدو الشمس حمراء بوجه عام عندما تكون قريبة من خط الأفق، من خلال لون السماء الدنيا القريبة من خط الأفق التي تمنح لونها الأحمر عندئذ للشمس وللسحب.

ويحدث أحياناً عند الغروب أو الشروق اختفاء تدريجي للألوان تحت الأفق ابتداء من اللون الأحمر. وبعد اختفاء اللون البرتقالي والأصفر، يبقى اللون الأخضر مرئياً لفترة قصيرة جداً، فيظهر بشكل لمعان سريع (وميض) في بعض الأحيان - وبصورة نادرة عموماً - لأقل من ثانية.

رابعا- السماء في الليل:

سماء الليل سوداء. والبرهان على ذلك سهل وبسيط. فاللون الذي نراه يغلفنا نهاراً هو لون مستمد من أشعة الشمس المرئية، التي إما أن تكون بيضاء في العموم (الضوء المرئي)، وإما أن تكون ملونة بأحد ألوان الضوء، وبالأخص اللون الأزرق. والذي يغلفنا ليلاً هو لون السواد، اللون الكوني الأول قبل الانفجار الكوني الأعظم، والذي نجده يعم الكون برمته، وغير ذلك استثناء لما يحدث من تغير في أشعة نجم قريب ينعكس ضوؤه المرئي، أو يتشتت، أو يتفلور إشعاعاً معيناً (الإشعاع فوق البنفسجي) معاداً بثه على صورة أشعة مرئية براقة.

فلون السماء التي حولنا - كما هي مطبوعة في مخيلتنا - ليس لوناً ثابتاً لسطح كروي مصقول يخيم علينا. ولولا نقط النجوم البراقة لما عرفنا سماء الليل، ولما كانت هناك سماء، ولخيم عندها الظلام الداكن علينا بلا امتداد

ملحوظ له، وبلا سقف، بحيث لم يعد هناك ما يشدنا للنظر نحو الأعلى، وسنفتقد عندئذ إلى ما تعرف بسماء الليل.

وعموماً فإن المنابع الضوئية النجومية رغم كثرتها في السماء، لا يمكنها أن تلغي ظلمة الليل، وإن كانت تخفف منها نسبياً. حيث أن ضوء الليل لكل درجة مربعة من القبة السماوية يقارب إضاءة نجمين إلى أربعة نجوم من القدر الخامس. كما أن الغلاف الجوي الأرضي في طبقاته الدنيا، الذي يتسخن نهاراً من الطاقة الشمسية والأرضية، يشع ذاتياً ليلاً إشعاعاً محدداً، وبنسبة قليلة جداً للأشعة المرئية، بحيث لا يحد ذلك من ظلمة الليل. وفي طبقات الجو العليا (فوق ١٠٠ كم) تتأين غازاته نهاراً بواسطة الإشعاع الشمسي، وفي أثناء الليل تتحد الذرات المتأينة والمتفككة ثانية، وتنبعث الطاقة التي تم تخزينها على شكل طاقة تأين وتفكك، ولكن أيضاً بشكل لا يخفف من ظلمة الليل واسوداده، بما يمكن اعتباره.

خامسا- لون السماء الأبيض نهارا:

تبدو السماء في ساعات نهار بعض الأيام بلون أبيض أو أزرق مائل للبياض. وهذا ما يحدث عموماً عندما يكون الجو معكراً مليئاً بالدقائق الغبارية وغيرها من الدقائق الصلبة. وهذا مرده إما إلى الانعكاس الشمولي لحزمة الضوء المرئي (٠,٤- ٠,٧٥ ميكرون) من الأشعة الشمسية، كما يحدث في الأجواء المترية، التي يزيد قطر قطيرات دقائقها الصلبة عن (٠,٧٥) ميكرون - أي أكبر من طول الموجات الإشعاعية الضوئية المصطدمة بها -، مما يعطي للسماء لونها الأبيض، وإما إلى الانعكاس الانتقائي؛ وذلك عندما يكون الجو الأدنى مليئاً بالأغبرة والدقائق والمركبات الغازية مختلفة الأحجام، بعضها قطره دون (٠,٤٥٥) ميكرون في الحزمة الزرقاء من الطيف المرئي، بحيث

تعمل على نثر الأشعة الزرقاء، وبعضه قطره أكبر من (٠,٧٥) ميكرون، مما يجلعها تعمل على عكس الأشعة المرئية دون تحلل لمكوناتها، وذلك بلونها الأبيض الذي يتداخل مع اللون الأزرق، ليضفي على السماء لوناً أبيض مزرقاً، أو أزرق مبيضاً. غير أن ما تم مشاهدته في سماء دمشق نهار يوم السبت (٢٠٠٦/٥/١٣)، وبخاصة فيما بين الساعة الحادية عشرة والثالثة عشرة منظراً مختلفاً ومثيراً وقليلاً ما يشاهد، حيث بدا لون السماء مائلاً للحمرة، وذلك لميل لون الدقائق الغبارية العالقة في الجو والعاكسة للضوء الشمسي إلى ذاك اللون.

الفصل الثالث

عدد السموات وأنواعها

أولاً- عدد السماوات:

إن المنظور لنا، سماء واحدة، غير أننا إذا ما اعتبرنا السماء هي بمثابة الإطار الخارجي المحيط بالأرض والذي تنتظم فيه النجوم وتتحرك عبره الكواكب السيارة، لتعددت عندئذ السموات.

والسماوات بجمعها بمعنى الأكوان؛ الكون المرئي لنا والذي تمثله السماء المرئية من سطح الأرض، والأكوان الأخرى غير المرئية التي تتراءى بصورة مغايرة كلما تم التعمق والإبحار في الأكوان بمحاولة ولوج أعماقها لبلوغ مركزها.

وفي معظم الآيات القرآنية التي ذكرت فيها السماوات، كان ذكر الأرض معها. وما ورد من ذكر للسماوات السبعة، له دلالة مختلفة. فالسماوات من غير تحديد لعددها، لكون عددها لا متناه بدلالة الأكوان ما كان منها مرئياً (السماء المرئية لنا) أو غير مرئي. والسموات بتحديداتها السبعة، هي أفلاك القمر والكواكب المتحيرة التي حددت قديماً (عطارد، الزهرة، الشمس، المريخ، المشتري، زحل) والتي هي في متناول النظر البشري المجرد، والمتطبقة حول بعضها البعض، لما في قوله تعالى: ﴿فسواهن سبع سماوات وهو بكل شيء

عليم﴾[1]، وكذلك قوله ﴿فقضاهن سبع سماوات في يومين﴾[2]، وقوله ﴿الله الذي خلق سبع سماوات ومن الأرض مثلهن﴾[3]، وأيضاً قوله ﴿والذي خلق سبع سماوات طباقاً﴾[4]. وكذلك قوله ﴿ألم تروا كيف خلق الله سبع سماوات طباقاً﴾[5]، وهذه السماوات بمعنى الأفلاك - لا أعمدة ترتكز عليها - وإنما تجعلها في أوضاعها قوة الجاذبية الثقالية المتحكمة في النظام الكوني[6].

ومن المعروف أن القبة السماوية التي نلحظها نحن من فوق سطح أرضنا في أمكنة وجودنا، هي محدودة الأبعاد أفقياً بالنسبة لنا، لأن هذه القبة تتحدد أفقياً بالخط الأفقي المتعامد مع السمت الفلكي، والممتد حتى نقطة تلاقيها بصرياً مع مستوى سطح البحر، أو مكان من سطح الكرة الأرضية، لأن هذه القبة قد تنتهي بالنسبة لنا على سطح من اليابس المكور.

وبما أن السماء المرئية لنا تتحد بمظهرها من خلال ما تحتويه من أجرام سماوية، وحيث أن القبة السماوية الممثلة للسماء المرئية من مكان ما، تتغير بالانتقال على سطح الأرض طولانياً وعرضانياً، لذا فإن السماء لإنسان يعيش في دمشق، ليست هي سماء من يعيش في بكين، أو طوكيو، أو لوس أنجلس،

---

[1] البقرة / ٢٩.

[2] فصلت / ١٢.

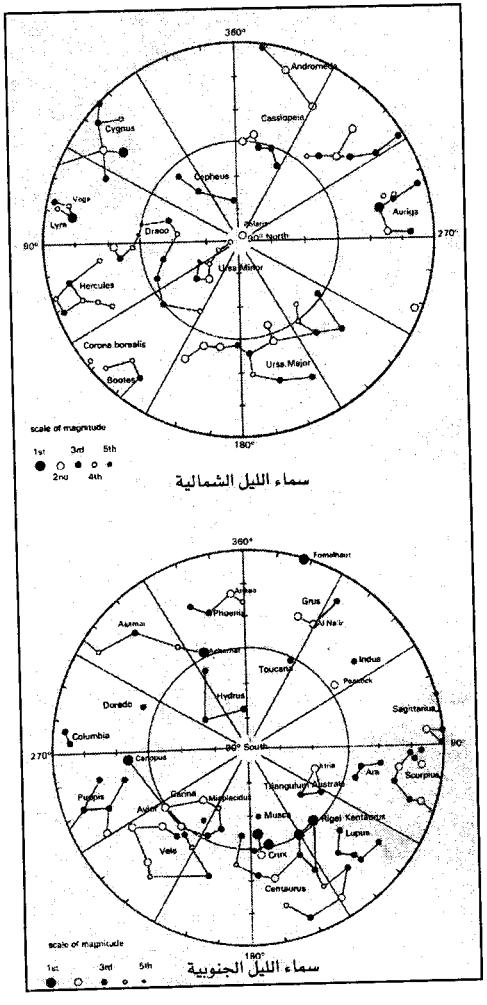
[3] الطلاق / ١٢.

[4] الملك/ ٣.

[5] نوح / ١٥.

[6] ليس الاستشهاد بآيات من القرآن الكريم، هو إقرار وتسليم منا، بأن السماوات السبعة التي ربطها الأقدمون بالأفلاك سابقة الذكر، هي التي تخصها الآيات القرآنية السابقة. ولم يبلغ العلماء حتى يومنا الحالي المستوى العلمي الذي يمكنهم من الإقرار المطلق بماهية السماوات السبعة.

أو نيويورك، أو باريس ولندن، أو جنوب أفريقية. وإذا كان عدد النجوم المرئية بالعين المجردة في ليلة ما من ليالي السنة لإنسان ما يعيش في أي مكان من سطح الأرض، هي بحدود (٢٠٠٠) نجماً، وعلى مدار السنة يرى (٦٠٠٠) نجماً، فإنه بتنقله أفقياً طولانياً أو عرضانياً على الكرة الأرضية ستتغير القبة السماوية بامتدادها ومظهرها، لاختلاف النجوم المرئية في السماء، ومظاهر سماوية أخرى، مما يمكننا من الحديث عن أعداد كبيرة من السماوات ـ شكل (٦) ..

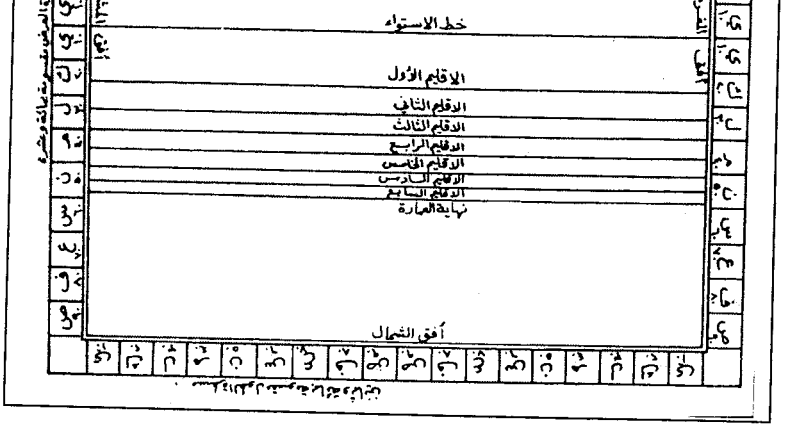


الشكل رقم (٦)

تغير مظهر السماء بالانتقال عبر الكرة الأرضية

وبما أن الجغرافيين قسموا منذ القديم الكرة الأرضية إلى سبعة أقاليم جغرافية - شكل (٧) -، ولكل إقليم جغرافي سماؤه الخاصة به، مما جعل البعض يربط بين السماوات السبع والأقاليم الجغرافية السبع، التي تُرى عند نهايات الأقاليم بتعامدها مع خط سماوي، وكأنها متطبقة بعضها على الآخر. وهذا ما يمكننا من ربطه بالآية الكريمة ﴿الله الذي خلق سبع سماوات ومن الأرض مثلهن﴾، إذا اعتبرنا أن الأرض هي تسمية تخص كوكبنا الذي نعيش فيه، وأن كل إقليم من الأقاليم السبعة السابقة، هو بيئة جغرافية أرضية (أرض) لها خصائصها المميزة، ويعيش فيها الإنسان منذ القديم، وإلا لكانت السماوات السبع عندئذ تخص كواكب سبع أرضية؛ هي أراضٍ كأرضنا.

والسماء - بمفهومها السابق - ليست حكراً على الأرض. فلكل الكواكب والأقمار سماوات خاصة بها. وبما أن الكواكب ليست وقفاً على شمسنا، وإن هناك أعداداً من النجوم لا يمكن إحصاؤها وإعطاؤها رقماً تتبعها كواكب، وللبعض منها عدد من الكواكب يفوق عدد كواكب شمسنا. ولهذا يمكن القول: إن عدد السماوات كبير جداً، أكبر من أن يحصى أو يقدر.



الشكل رقم (٧)

أقاليم الأرض الجغرافية السبعة كما تصورها القدماء

ثانيا- هل للقمر سماء؟

لكل جرم كوني سماء بصرية تحيط به، تكللها مجموعة من النجوم والسدم وبعض الأجرام السيارة حول بعض الشموس. ولكن أبعاد السماء البصرية المخيلة لراصد فوق سطح القمر ليست هي نفسها سماء راصد فوق سطح الأرض، حتى ولو وقع معه على خط طول سماوي واحد.

وبما أن القمر يفتقد إلى غلاف جوي، نتيجة لضعف قوة جاذبيته الثقالية التي تعادل سدس قوة الجاذبية على سطح الأرض، نظراً لانخفاض كتلته (٧٣٥ × ١٠ ^ ٢٠ كغ = $\frac{1}{8}$ كتلة الأرض)، لذا فإن السماء تبدو منه مظلمة ليلاً نهاراً.

يشير ضوء الشمس المنعكس على سطح القمر - الذي يجعله مرئياً لنا - إلى انعدام أي أثر من الغازات حوله. وبانعدام الغلاف الجوي، الذي يمتص الحرارة عادة، فإن درجة الحرارة على سطح القمر ترتفع ارتفاعاً غير عادي أثناء النهار، وتنخفض انخفاضاً شديداً أثناء الليل. وكذلك لا تهب عليه رياح، وهكذا يقبع سطح القمر تحت سماء مظلمة، هادئاً بلا حراك.

غير أن سماء القمر النهارية السوداء، تبدو فيها الشمس ساطعة ترمي بأشعتها المباشرة تجاه سطحه، لينعكس نسبة منها تختلف شدتها حسب المظهر التضاريسي، مما يكسب المظهر دون السماوي لوناً مشوباً بالبياض العاكسي.

ثالثا- سماء الكواكب الأخرى:

لكل كوكب من كواكب المنظومة الشمسية سماءً خاصة به، أو عدة سماوات في حال تغير موقع راصد على سطحه الكروي. إلا أن ألوان السماوات وامتدادتها

البصرية تختلف من كوكب إلى آخر.

١- سماء عطارد:

سماء عطارد كسماء القمر الأرضي، سوداء ليلاً نهاراً، لانعدام الغلاف الجوي لعطارد، نظراً لصغر كتلته وضعف قوة جذبه الثقالية، ولقربه من الشمس الذي نتج عنه قوة ضغط للإشعاع الشمسي وللرياح الشمسية. وكما هو معروف فإن طول نهار عطارد (٨٨) يوماً، وكذلك طول ليله (٨٨ يوماً). ذلك أن عطارد يدور حول نفسه ببطء شديد (دورة حول نفسه تبلغ ٥٨,٦٤١ يوماً)، ولكن دورته حول الشمس سريعة تبلغ مدتها (٨٧,٩٦٩ يوماً)، وهذا يعني أنه يدور ثلاث دورات حول نفسه مقابل دورتين له حول الشمس (٥٨,٦٤١ × ٣ = ٨٧,٩٦٩ × ٢ = ١٧٦ تقريباً).

٢- سماء الزهرة:

قد تختلف سماء الزهرة المرئية من على سطحها، لمن تتاح له الفرصة أن يرصدها منه، وهذا أمر مستحيل نظراً للارتفاع الحراري الكبير (أكثر من ٤٠٠° م)، ولندرة الأوكسجين. فالزهرة يحيط بها غلاف جوي سميك شديد الكثافة، قوامه غاز ثاني أوكسيد الكربون (٩٥٪) والنتروجين (٣٪) وغازات أخرى ذات نسب قليلة (بخار الماء وغازات أخرى).

ونظراً للكثافة العالية للغلاف الجوي، فقد اتخذت أجزاؤه الوسطى (٣٠- ٩٠ كم) بعيداً عن السطح هيئة سحب كثيفة جداً، مكونة من قطيرات من حمض الكبريت الناتج من اتحاد مركبات كبريتية قذفتها البراكين عبر تاريخه القديم، مع آثار من بخار الماء في غلافه الجوي. غير أن الجزء من غلافه الجوي الذي يعلو طبقة السحب يكون قليل الكثافة، يتيح لبعض ضوء الشمس من النفاذ عبره، وعبر طبقة السحب العميقة دونه، غير أن الضوء النافذ يكون لونه برتقالياً نظراً لامتصاص الأطوال الموجية الزرقاء في طبقة السحب العميقة، لذا تكون السماء من على سطح الزهرة ذات لون برتقالي، وهي سماء محدودة العلو، سقفها عند قاعدة السحب السميكة. أما السماء من فوق قمة السحب الكثيفة المجللة سطح الزهرة ذات العاكسية الكبيرة لأشعة الشمس (٧٪)، والتي أيضاً تجللها طبقة هوائية قليلة الكثافة تمتد بعيداً عنها نحو (٩٠٠) كم، مسببة تبعثر نسبة كبيرة من الأشعة الزرقاء، مما يجعل السماء تبدو أثناء النهار بلون مزرق.

٣- سماء المريخ:

عرف المريخ منذ القديم بالكوكب الأحمر، لكون لون سطحه كلون الدم أحمراً، لذا عده الرومان إلها للحرب. ويغلف سطح المريخ غلافٌ جويٌ سميك؛ إلا أنه قليل الكثافة، مكوناً من ثاني أوكسيد الكربون (٩٥٪) وكميات ضئيلة من النتروجين (٣٪)، وبخار الماء والأوكسجين. ولا تزيد كثافة غازات الغلاف الجوي للمريخ عن (١٪) من كثافة الغلاف الجوي الأرضي. وهذا ما أضعف من قوة فعل (CO_2) كعنصر دفيئة. كما أن التبعثر الإشعاعي على جزيئات وذرات غازاته محدوداً، ليغلب الانعكاس الإشعاعي

للأشعة المرئية على سطحه الأحمر، مما يمنح سماءه لوناً أحمر مصفراً نهاراً، وأسود ليلاً.

٤- سماء المشتري:

إن الذي يحدد لون سماء الكوكب، هو طبيعة مكونات غازات غلافه الجوي، وكثافتها. فغلاف المشتري الجوي يتركب من الهيدروجين والهليوم وقليل من غازي الميتان (CH_4)، والنشادر (NH_3)، وبخار الماء، ويمتد بعيداً عن سطحه مئات الكيلومترات، بكثافة متناقصة تدريجياً. وتجلله سحابتان غازيتان سميكتان متطبقتان فوق بعضها البعض، يغلب على السحابة الأخفض قطيرات الماء وبلورات الجليد، وعلى السحابة الأعلى بلورات من غاز النشادر عند درجة حرارة (- ١٧٠°م)، وهذه السحابة من النشادر المتجمد هي التي تشاهد من على سطح الأرض، وغيره من الكواكب، لما تتصف به من عاكسية كبيرة للأشعة الشمسية (٠,٦٧) تجعل اللمعان المنبثق منها كبيراً، وتحول هذه السحابة المتجمدة الكثيفة من رؤية سطح المشتري.

لذا نميز بين سمائين للمشتري؛ السماء دون السحابة الدنيا، والتي قاعدتها البيضاء تمثل السماء الأولى للمشتري، والسماء فوق السحابة العليا التي لا حدود لها، وتتراوح ألوانها من الأزرق الباهت المائل للصفرة بفعل انعكاس الأشعة الشمسية على بلورات غاز النشادر، إلى اللون الأزرق المائل للبنفسجي على ارتفاع بضعة كيلومترات من قمة السحابة، ليتحول إلى لون أسود.

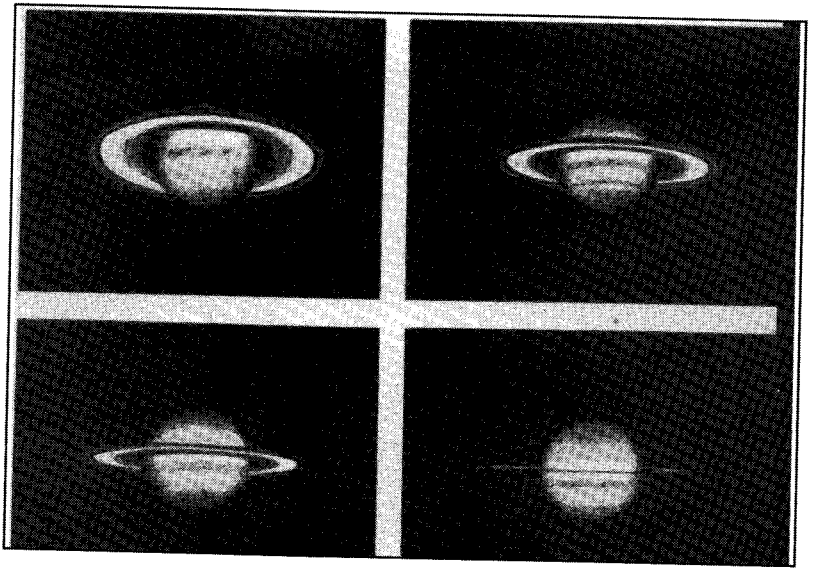
٥- سماء زحل:

يتركب غلاف زحل الجوي من الهيدروجين المكون الرئيسي له، والنشادر والأمونيا، والميتان، ويشكل الجزء العلوي من ذلك الغلاف سحابة من بلورات الأمونيا، ذات عاكسية تصل إلى (٠,٦٩). وتنخفض درجة الحرارة عند سطح زحل إلى نحو (- ١٥٠°م) وسطياً.

ونظراً لأن التركيب الكيميائي لغلاف زحل الجوي، يشبه تركيب غلاف المشتري، مع نسبة أكبر لغاز الميتان في جو زحل، وهذا ما يمنحه وسماءه اللون الأزرق لانتشار الأشعة الشمسية الزرقاء على دقائق غاز الميتان المتجمدة. أما لون سطحه فيبدو أصفر شاحباً.

كما ويتحلق في سمائه حول مستواه الاستوائي أربع حلقات كبرى من الجليد والحبيبات الخشنة الممتدة من مسافة نحو (٣٠) ألف كم فوق قمة الغلاف الجوي لزحل إلى نحو (١٣٥) ألف كم. وهذه الحلقات هي الأبدع والأجمل في سماء زحل، بل وفي سماء الكواكب كافة. شكل (٨).

ومن أقمار زحل هناك قمراً يمتلك غلافاً جوياً هو الوحيد بين أقمار الكواكب، وهو القمر تيتان أكبر أقمار زحل، ذو القطر نحو (٥٠٠٠كم). والذي يتكون غلافه الجوي بشكل رئيسي من الميتان والنتروجين، حيث يتخذ الميتان شكل سحابة كثيفة تحجب سطحه، وتبدو قاعدتها من على سطح تيتان بلون باهت مائل للحمرة. لذا يرى الناظر من تيتان كوكب زحل معلقاً في سماء حمراء، كما قد يشاهد خياله في بحيرة حمراء بين بحيرات تيتان.



الشكل رقم (٨)

منظر كوكب زحل في السماء بحلقاته البديعة

٦- سماء أورانوس:

يتصف غلاف أورانوس الجوي بغناه بغازي الهيدروجين والميتان. ويعمل الميتان على جعل لون أورانوس أزرقاً داكناً. فعندما تسقط أشعة الشمس على الغلاف الجوي لأورانوس، يمتص غاز الميتان الضوء الأحمر وبخاره بشدة، أما الضوء المتبقي الذي أصبح يميل إلى الأخضر فينفذ، فإنه يتبعثر على جسيمات السحب في الغلاف الجوي للكوكب، وينتشر في اتجاهات مختلفة ليبدو سطحه وسمائه نهاراً بلون أخضر، وسماء ليله سوداء كغيره. ويعتقد أن جسيمات السحب التي تسبب التبعثر هي بلورات من الميتان المتجمد، وهذه البلورات يمكن أن تتجمد في الغلاف الجوي لأورانوس لبرودته الشديدة الناجمة عن بعده عن الشمس.

٧- سماء نبتون:

يمتلك نبتون غلافاً جوياً رقيقاً غنياً بالهدروجين ومركباته من هيليوم وميتان الموجودة بوفرة. وتظهر في جوه أحزمة من السحب، وتيارات من الرياح شديدة السرعة ودوامات هوائية تبدو أعظمها بصورة بقعة قاتمة زرقاء داكنة تميل إلى الخضرة.

ونتيجة لبرودة جو نبتون الشديدة، حيث درجة حرارته دون (- ٢٠٠م°) تكثر فيه بلورات الجليد من مكوناته الغازية، وبخاصة بلورات الميتان، وهذا ما يجعل عاكسيتها لأشعة الشمس الساقطة عليه كبيرة تصل إلى (٠,٨٤) مما يترتب عليه وصول نسبة قليلة من الأشعة إلى سطحه الذي درجة حرارته المتوسطة بحدود (- ٢٢٠°م)، كما أن النسبة الكبرى من الضوء الأحمر يمتصه غاز الميتان كما حال أورانوس، ليبدو عندها الكوكب أيضاً ككرة ذات لون مائل للخضرة، تنعكس على سمائه التي تكون بلون أخضر فاتح.

٨- سماء بلوتو:

لبلوتو غلاف جوي رقيق متخلخل من غاز الميتان، الذي يبدو بشكل بلورات في درجات حرارته المنخفضة جداً التي تصل إلى (- ٢٣٠°م)، وهذا ما يجعل نسبة من الأشعة الشمسية نهاراً الواصلة إليه ضعيفة نسبياً تنعكس على تلك البلورات لتمنح سماءه لوناً أسود مشوباً بالاصفرار.

٩- سماء زينا:

لم يتم التأكد فيما إذا كان للكوكب العاشر (زينا) أي غلاف جوي، وإذا ما ثبت وجوده فسيكون أشد تخلخلاً مما في بلوتو، وهذا ما يجعل سماء كوكب زينا لمن ينظر إليها حتى من قمره (جابرييل) الأقرب إليه أسود.

الباب الثاني

النجوم في السماء

الفصل الأول: أهمية النجوم في السماء

الفصل الثاني: انتظام النجوم في السماء

الفصل الثالث: ألوان النجوم ولمعانها وتلألؤها

الفصل الأول

أهمية النجوم في السماء

أولاً- أعداد النجوم المشاهدة في السماء:

هل يمكننا أن نتصور سماءً دون نجوم؟ فأي سماء هذه ستكون؟. وهل سنرى عندئذ سماء؟ أم سنرى سواداً يلف بنا، نعايشه في حياتنا، فهو أشد من ظلام الليل. ولا يشبهه ظلام إلا الظلام الذي نخلقه صناعياً إذا ما وضعنا أنفسنا ضمن غرفة مغلقة لا اتصال لها مع العالم المحيط بنا.

وإذا ما عدنا إلى قبل القرن السابع عشر الميلادي، الذي شهد ثورة في مجال علم الفلك، بما تولد فيه من نظريات وفرضيات على أيدي علماء أوروبيين كبار (كوبرنيكوس، تيكوبراهي، كبلر، نيوتن..) وبما ظهرت فيه من اختراعات، كان في قمتها التلسكوب الذي اخترعه العالم الإيطالي الشهير (غاليلو غاليلي) عام (١٦٠٩م)، ليتطور تطوراً كبيراً في القرون التي تلته، وبخاصة في القرن العشرين، ليس فقط في قطر عدساته، وإنما في طبيعة تلك العدسات واستخداماتها المتنوعة.

ففي حالة عدم توافر التلسكوب، وبالاكتفاء بالنظر إلى السماء في ليلة مظلمة صحوة غير مقمرة، فنشاهد نحو (٢٠٠٠) نجماً في العين المجردة، وقد يزيد العدد عن ذلك لأصحاب النظر الحاد، ولكن هذه النجوم ليست ثابتة في مواقعها بالنسبة إلينا على مدار السنة، وليست هي التي نراها في ليالي السنة فقط، ذلك أن هناك نجوم تظهر فوق الأفق كل ليلة، وتسقط أخرى دون الأفق، بحيث يصل إجمالي عدد النجوم الممكن رؤيتها مباشرة على مدار

السنة في السماء من موقع ثابت على سطح الأرض إلى نحو (٦٠٠٠) نجماً، وفي حال استخدام تلسكوب بقطر نحو (١٠) سم فيمكن عندها رؤية أكثر من (٢) مليون نجم. أما إذا استخدمنا تلسكوباً بقطر نحو (٥م) فسيمكننا عندئذ رؤية ما يزيد عن (١٠٠٠) مليون نجم في السماء.

ولكن هل بمقدورنا تصور كم هو عدد النجوم كبيراً خارج سمائنا المنظورة إلينا بالعين المجردة أو بالتلسكوبات سابقة الذكر. فإذا علمنا أن عدد المجرات المقدرة في الكون بمئات الملايين، وإنه لا يوجد مجرة تحتوي على أقل من (١٠٠) بليون نجم، فإن عدد النجوم في الكون يبلغ نحو (٥×١٠^{٢٠}) نجم، بجانب أعداد كبيرة من السحب السديمية.

ثانيا- المادة النجمية الأولى:

إن من سر الأسرار، ومن بدائع الكون العظمى، وأساس وجوده، ومبعث تنوع مكوناته وتطوره عبر الزمن إلى ما وصلت عليه، هي تلك المادة الخفيفة، بل الأخف بين المواد المعروفة حتى الآن، وهي مادة البناء الكوني الأولى، التي قد لا نصدق أن تكون ذرات الهيدروجين (H)، التي لا يعلم عالم حتى يومنا الحالي مصدرها الأولي؛ من أين أتت؟ ففيها يكمن سر الخلق، الذي يستحيل بلوغه، مهما تقدمنا علمياً وتقنياً.

فالكون الأولي الهيدروجيني الذي تفككت ذراته إلى دقائقها الأصغرية في مرحلة الاندماج الأعظمي فيما عرف باسم البيضة الكونية، مولداً من ذلك درجة حرارة تجاوزت ($١٠^{١٣}$) درجة مطلقة، أدت إلى انقسام ذرات الهيدروجين

إلى كواركات وكواركات مضادة[1]، التي انبثقت من البيضة الكونية أثناء الانفجار الأعظم (الضربة الكبرى) الذي حدث منذ نحو (٢٠- ١٥) بليون سنة، منبثقة بصورة إشعاع ذي طاقة عالية بسرعة تقارب سرعة الضوء. ومع التبرد بالابتعاد عن مركز الضربة الكبرى حدث إفناء لكميات من الكواركات والكواركات المضادة نتيجة اصطدامها مع بعضها، ولتبقى نسبة من الكواركات التي لم تصطدم بمضاداتها لتتحد تلك الكواركات مع بعضها مولدة البروتونات والنترونات بصورة هيدروجين من جديد، ليغمر الكون الحالي. ولولا وجود هذا الفائض من الكواركات لكان الكون من حولنا فراغاً خالياً من أي شكل من أشكال المادة.

ثالثا- أحجام النجوم في السماء وأبعادها:

كم نتخيل أن يكون حجم النجوم صغيراً؟ وهي تبدو كالنقط المضيئة البراقة في السماء التي لا يجاوز حجمها الظاهري حجم برتقالة صغيرة، أو حتى حجم ثمرة مشمش. وكم يخيل إلينا أن هذه النجوم قريبة منا ما دامت معلقة، أو مثبتة في السماء التي تظللنا ونحن في معتقدنا إنها محدودة الأبعاد عنا رأسياً وأفقياً، ولكن هذا من الخيال الجانح.

فالسماء جهاز تصغير وتقريب للنجوم، تجعلنا نراها متقاربة في الأحجام الظاهرية، وفي الأبعاد عنا، مما يضفي على السماء صفة الملاسة، ولكنها شديدة التضرس، بما لا مثيل لها في العوالم الأخرى المنظورة، فأعماقها شديدة

---

[1] الكواركات (quarks): جسيمات دون ذرية من المادة تحمل شحنة كهربائية ضئيلة. ويعتقد أنها الوحدة الأساسية الدنيا للجسيمات الأولية (البروتونات والنترونات).

التباين يدل عليها أبعاد النجوم الظاهرة عنا، التي تتراوح من نحو (٤٠) تريليون كيلومتر إلى أكثر من (١٠,٠٠٠) تريليون كم.

وإذا ما انطلقنا من أحجام نماذج من النجوم المعروفة لنا، والتي تحظى باهتمام الملايين من بني البشر، لكونها تشكل علامات مميزة في البروج التي ينتمون إليها حسب زعم المنجمين، فلنبدأ من نجم قلب العقرب، أسطع نجم في برج العقرب، الذي حجمه أكبر من حجم شمسنا بأكثر من (٢٩٠) مرة، بينما حجم نجم الشعري اليمانية نحو ضعف حجم شمسنا، ونجم ابسيلون في كوكبة ممسك الأعنة، يساوي قطره (٢٧٠٠) مرة قطر الشمس. وهناك من النجوم في الكون غير المرئي لنا بالعين المجردة، قطرها دون (٢٠٠) كم. والنجوم التي هي مرأى العين في السماء المنظورة لا تقل أحجامها عن نصف حجم الشمس، لأننا لو رفعنا الشمس حتى بعد أقرب نجم إلينا وهو نجم قنطورس الأقرب (بروكسيما قنطورس) لأصبحت نجماً بحجم حبة الكرز، ولغدت ذات أضاءة باهتة، ومن القدر نحو (٣,٥).

غير أنه نتيجة للأبعاد الكبيرة للنجوم عنا، المختلفة أبعادها عن بعضها اختلافاً كبيراً، فإن أحجام النجوم تبدو بالنسبة لنا متقاربة ظاهرياً. فنجم سهيل يبعد عنا نحو (٩٨) سنة ضوئية، بينما يبعد نجم قلب العقرب (٤٣٠) سنة ضوئية. أما نجم منكب الجوزاء فيبعد عنا (٥٢٠) سنة ضوئية، وليبلغ بعد نجم رجل الجبار (٩٠٠) سنة ضوئية، في حين يصل بعد نجم ذنب الدجاجة إلى (١٦٠٠) سنة ضوئية. وأقرب نجم إلينا لا يقترب منا إلى أقل من (٤,٣) سنة ضوئية، كما في نجم الفا قنطورس، ليبعد أسطع نجم (٨,٧) سنة ضوئية وهو نجم الشعري اليمانية. هذه نماذج من أبعاد بعض النجوم عنا المرئية بالعين المجردة.

وهكذا نجد من بدائع السماء، كيفية انتظام تلك النجوم المتفاوتة الأبعاد والأحجام على صفحتها المواجهة لنا، وكأنها قناديل مضيئة مثبتة فيها.

رابعا- تغير النجوم لمواقعها:

قد يظن المرء أن النجوم ثابتة في مواقعها التي تبدو فيها من على سطح الأرض، ولو كانت كذلك لانخفضت جاذبية السماء، ولغدت سماء كل ليلة مماثلة تماماً لسماء الأخرى. غير أن الأمر ليس هكذا، فالنجوم ليست ثابتة في مواقعها، فهي متحركة متنقلة، تغير مواقعها في السماء يومياً.

إن نصفاً من قرص الكرة الأرضية يكون باستمرار في مواجهة الشمس ونصفها الآخر يكون في الجهة المعاكسة - أو المقابلة - للشمس، رامية الأرض بظلها في هذا الجزء لبعد عنها يصل إلى نحو (١,٣٦ مليون كم).

ونتيجة لكون محور الأرض الذي تدور حوله الأرض حول نفسها مرة كل (٢٤) ساعة، فيما يعرف باليوم الأرضي، يميل على مستوى دورانها حول الشمس بمقدار (٦٦° و ٣٣') لذا فإن نصف قرص الكرة الأرضية المتلقي للطاقة الشمسية ليس نفسه على مدار السنة بل متغير، ولهذا السبب، نجد أن طول الليل والنهار يختلف بالاتجاه مع محور الأرض.

والأرض في دورتها السنوية في مدارها حول الشمس، ترمي ظلاً عريضاً وطويلاً خلفها، يتناقص اتساعه بالابتعاد عن الأرض، بحيث نجده يأخذ شكل مخروط قاعدته محور الأرض، ورأسه نقطة تجمعه التي تبعد عن الأرض نحو (١,٣٦ مليون كم). وترسم نقطة تجمع الظل على مدى عام كامل دائرة كبيرة، هي ما تعرف بدائرة البروج أو دائرة الكسوف. وبما أن الشمس وظل الأرض متقابلان تماماً في جميع الأوقات، لذا فإن دائرة البروج تحدد أيضاً

المسار السنوي للشمس بالنسبة للنجوم الثابتة ظاهرياً، التي تبدو على شكل نقط مضيئة متناثرة في الخلفية.

وإذا ما توجهنا ببصرنا نحو ظل الأرض في منتصف الليل، ورصدنا نجماً على استقامة رأس الظل، حيث يكون هذا النجم مقابلاً للشمس تماماً. فإذا ما جددنا النظر إلى النجم نفسه في منتصف ليلة تالية (٢٤) ساعة، فلن نرى النجم في مكانه، بمعنى أننا لن نراه على استقامة رأس الظل الذي انتقل شرقاً في السماء بمقدار $\left(\frac{1}{360}\right)$ من الدائرة التي تستغرق الأرض لإكمال دورة عبرها مدة (٣٦٥,٢٥) يوماً، بمعنى أنها انتقلت شرقاً نحو (٠,٩٩) من الدرجة. وعلى ذلك يظهر النجم ذاته إلى يمين ما كان عليه، أي إلى غرب موقعه السابق قليلاً. وفي كل ليلة يظهر هذا النجم وجمع النجوم الأخرى على مسافات أبعد إلى الغرب (نحو ٠,٩٩ درجة قوسية) حتى تعود إلى مواقعها الأصلية بعد دورة عام واحد، بحيث تبدو وكأن كل منها أتم دورة كاملة، ولكن ليست النجوم هي التي تدور هذا الدوران، وإنما الأرض؛ فالدوران السنوي للأرض هو السبب في أننا نرى نجوماً مختلفة في الشهور والفصول المختلفة.

والأرض تدور حول محورها مرة في اليوم، كما أنها تحملنا حول الشمس مرة في كل عام. وإننا إذا راقبنا النجوم الليلية نجد أن الكواكب ومجموعات النجوم تغير كلاً من مواقعها في السماء ومواقعها بالنسبة إلى بعضها البعض. وبالتأكيد تظهر الكواكب في بعض الأحيان متحركة إلى الوراء (نحو الغرب) بالنسبة للنجوم. ولقد كانت هذه الحركة الخلفية الظاهرية أو الحركة القهقرية لغزاً عظيماً بالنسبة للقدماء.

خامسا- مشاهدة النجوم البصرية:

كم هي خداعة تلك التي ندعوها السماء. فهي بحد ذاتها خدعة بل خدع بصرية، وما تحتويه أكبر من خدعة واحدة. فهي كالماء لا لون لها، ولكن الماء مادة محسوسة وملموسة وحقيقية، والسماء لا نحس بها ولا نتلمسها، ولا نعرف حداً لها، وما اللون الذي نسقطه عليها ونقول إنه لونها، فهو ليس لوناً لها إلا بالمجاز والاعتبار والافتراض والتخيل.

ولا نود العودة إلى السماء، ولكننا نود القول بأن ما نشاهده في السماء ليس حقيقة واقعية، فليس هناك سماء مرتصفة النجوم فيها، وليست تلك النجوم التي نراها، هي فعلاً النجوم المرئية لنا في لحظتها الآنية، وإنما في مواقع وأزمنة بعيدة كثيراً عنا.

وإذا ما بدأنا بالشمس الأقرب إلينا والألصق نحن بها، فعندما نراها، لا نراها في لحظة رؤيتنا لها في موقعها الحقيقي، وإنما في موقع أسبق بما يكافئ المدة التي استغرقه ضوءها للوصول إلى أعيننا وتحسسنا إياه، وهي مدة تبلغ ثماني دقائق وثمانية عشرة ثانية (٨,٣١ دقيقة). وهكذا نحن نشاهدها كما كانت عليه منذ (٨,٣١) دقيقة مضت. وهذا هو أيضاً القمر ليلاً، فنحن نراه قبل نحو (١,٢٨) دقيقة، وفي موقع سابق بالمدة نفسها.

وإذا ما استثنينا ليلاً القمر والزهرة، وتوقفنا فقط عند النجوم، لوجدنا أن المكان الذي نشاهد فيه أسطع نجم سماوي من على سطح الأرض وهو نجم الشعري اليمانية، ليس هذا موقعه المشاهد فيه فعلياً، وإنما موقعه الذي كان فيه منذ (٨,٧) سنة مضت، حيث ضوؤه الساطع في السماء الذي هو ما نشاهده، هو ذلك الضوء الذي انطلق منذ مدة (٨,٧) سنة. ومن يدري ماذا حلّ به خلال المدة الزمنية القصيرة تلك، فلا عين رصدته، ولا جهاز التقط منه

شيئاً. وهذا نجم الدبران النجم الأسطع في برج الثور، فماذا حاله، ونحن نشاهده حالياً في موقع كان فيه منذ نحو (٦٨) سنة، فرسالته الضوئية الأسرع في الكون هي تلك الرسالة الذي أرسلها لنا منذ (٦٨) سنة.

وإذا ما انتقلنا إلى نجم قلب العقرب الأسطع في برج العقرب، فأين موقعه اليوم من موقعه الذي نراه فيه الآن وهو الموقع الذي كان فيه منذ نحو (٤٣٠) سنة[1]، وضوؤه الذي ارتحل منه منذ (٤٣٠) سنة، هو الذي وصلنا وجعلنا نراه كبقعة ضوئية حمراء في السماء. وهذا هو نجم ذنب الدجاجة الأسطع في برج الدجاجة، نراه في موقعه السماوي الذي كان فيه منذ نحو (١٦٠٠) سنة، وهي الرسالة الضوئية التي أرسلها من موقعه ذاك منذ (١٦٠٠) سنة مضت، لتصلنا الآن.

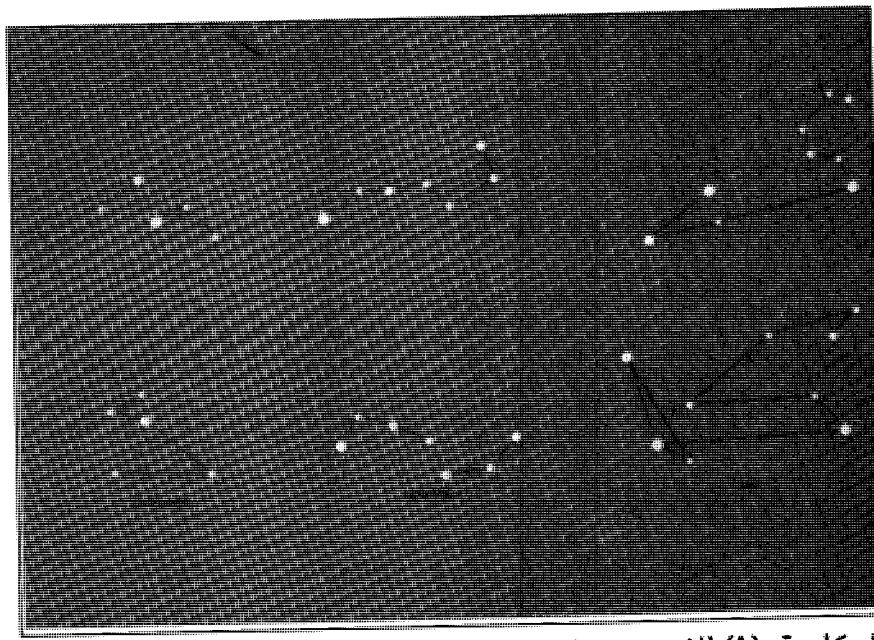
وهل نعلم أن نجمنا القطبي (نجم الشمال، نجم القطب) الذي نستدل به على جهة الشمال الأرضية، والشمال السماوية، في يومنا الحالي، ليس هذا موقعه، وإنما موقعه منذ (٤٧٠) سنة، لكونه يبعد عنا نحو (٤٧٠) سنة ضوئية، وبريقه الذي نشاهده، هو الضوء الذي أرسله منذ (٤٧٠) سنة مضت.

ليس الأمر يتوقف عند مواقع النجوم المرئية التي هي ما كانت عليه منذ سنوات تصل إلى بضعة آلاف السنوات في بعضها، وإنما أيضاً إلى حركاتها المتباينة سرعة واتجاهاً، ولذا فإن المواقع النسبية للنجوم من بعضها، وما يتخذ بعضها من صور تنجيمية، متغيرة ومتبدلة مع الزمن، وصورها في تغير، وأبعادها عنا في اختلاف. وهذا ما يجعل من التنجيم لعبة من لعب النصب

---

[1] بعض المصادر تذكر (٢٣٠) سنة.

والاحتيال، والدجل والشعوذة، الذي لا علاقة للنجوم مطلقاً فيما نفعل. شكل (٩).



الشكل رقم (٩) ثلاث مجموعات شمسية (كوكبات، بروج) اليوم وبعد مئة ألف سنة

سادسا- النجوم في حياة الناس:

لم تكن النجوم يوماً بمنأى عن حياة الناس، وهي التي لا تفارقهم في حياتهم، فأنى توجه الإنسان ليلاً ستكون تحت ناظريه، وأينما تحرك ستكون رفيقته، ولأشد ما كانت دهشته وهو يراها تغير مواقعها على مدار السنة، وليهبط بعضها دون الأفق الغربي تارة، وليراها تارة أخرى وهي تصعد فوق الأفق الشرقي في تواتر زمني دقيق.

وكم كانت تريحه السماء وهو يرى حلتها المتلألئة والمرصعة بتلك الأعداد الكبيرة من النقط البراقة المضيئة، التي كثيراً ما ألهمته لأن يكون أديباً وشاعراً يتغنى ببعضها، ويسطر الحكايات والقصص عن بعضها الآخر فيما

تسعفه مخيلته من الربط بين بعضها بعلاقات، مثلما أسعفته تلك المخيلة أن يجعل من بعضها وحدات بنيوية كانت من إسقاطات أساطير أرضية؛ فزاوج بين نجوم وآخى بين أخرى، وعادى بين بعضها، وقارب بين البعض. واستنطق بعض الصور السماوية النجمية وجعلها تتكلم وتقول ما يريد قوله، لأنه لا قول لها ولا إيحاء لها بقول. قارب بين الشمس وهي تتحرك ظاهرياً حول الأرض بمدار تقطعه خلال (٣٦٥,٢٥) يوماً، وبين النجوم الأخرى، ليجعل من تجمعات بعضها التخيلية بمثابة بروج أو قصور لها، تقضي في كل منها نحو ثلاثين يوماً، والشمس كانت عنده إلهة يعبدها ويقدسها، وهي التي منها الضياء، ومنها الحياة والسكون، وما سواها من رعاياها.

كانت النجوم ملاذه، وهو ينتظرها ليلاً ليبثها شكواه، وآلامه، وليستصرخها الرحمة، وليطلب منها العون والهداية. وعلى ما يبدو أنه وجد فيها ما ابتغى، ليس لأنها كانت تسمعه، لتلبي طلبه، ولتذلل مصاعب حياته، ولكن الصدفة هي من فعلت، فليس من ضائقة إلا وبعدها الفرج، فاستصراخه النجوم وانفراج الهموم، جعله يؤمن بقدرة النجوم على الفعل في حياته، ولتغدو صور منها بأوضاع لها منبع خير، وأخرى منبع شر. وبهذه الصورة تقرر أن تكون النجوم هي الحاكمة فينا والمسيطرة على حركاتنا، والمتحكمة في نشاطنا، والمحددة لمسيرتنا، وليصبغ على مثل تلك القوى والعلاقات صبغة العلم الذي سمي قديماً بعلم أحكام النجوم، وسمي بعد ذلك التنجيم، الذي هو ضربٌ من ضروب الشعوذة والتدجيل، الذي سلك طريقه فئة من المرتزقة، والأدعياء للعلم والمعرفة وهم عن ذلك بعيدون، وفي الجهالة مبحرون، ولهم في ذلك مساندون، ووسطاء ومنتفعون، وزبائنهم من فقراء العقل والدين، ومن اغتنوا بطرائقهم، ووصلوا أعلى المراتب بوسائلهم.

لا تشكل النجوم في حياة الناس حالياً أية قيمة حقيقية، خاصة في المدن والريف المستقرين سكانه، والذين يمتلكون وسائل الحضارة الحديثة في أسفارهم وارتحالهم، خاصة وإن أضواء المدن المبهرة تحد من رؤية معظم نجوم السماء، التي غدا ساكنوها لا يعرفون هذا النجم من ذاك، ولا حتى تلك النجمة - التي هي ليست نجمة - الأشهر لمعاناً التي ترافق القمر بعد المغيب، وعند الفجر، والمعروفة بنجمة الصباح والمساء، وهي ذاك الكوكب المشهور المعروف باسم كوكب الزهرة.

وبعيداً عما إذا كان للنجوم تأثير على الناس، وهذا غير موجود، فإن للنجوم شأناً في حياة الناس، من خلال ما يعرف بالتنجيم، الذي كما أسلفنا القول فيه[1]، لا علاقة له بالعلم، كما أنه لا علاقة مطلقاً للنجوم بحياة الناس وسلوكهم، ما كانت فردية في السماء أو منتظمة في صور أرادها لهم المنجمون، فيما دعيت باسم الأبراج، وبخاصة تلك الأبراج التنجيمية المعروفة لدى المنجمين، ومن يؤمن بشعوذاتهم.

وهناك العديد من المؤشرات عن أباطيل التنجيم وكذب المنجمون وجهالتهم، نذكر منها:

١- إن الصور السماوية (البروج) هي صور تخيلية، وليست حقيقية، أو ممثلة أو مكتسبة لصور أرضية. وليس هناك أية رابطة عضوية بين نجوم أية صورة من الصور، لتفاوت أبعادها عن بعضها بما يتجاوز عشرات تريليونات الكيلومترات، ولتباين حركاتها...إلخ.

---

[1] يمكن الرجوع لمزيد من التفاصيل إلى كتاب (التنجيم في الميزان) للدكتور علي حسن موسى، والذي يعالج فيه بإسهاب أكاذيب المنجمين والمنجمات، وبطلان ما يزعمون، موضحاً ذلك بالدلائل العلمية التي لا ترقى إلى الشك.

٢- الانزياح الدائم للصور السماوية عن مواقعها، بما يكافئ نحو (٠,٠١) من الدرجة كل سنة إلى اليسار (نحو الشرق)، وهذا ما يعادل نحو (٣٠) درجة كل نحو (٢١٧٠) سنة؛ أي اتساع برج من البروج، ولذا فإن تحديدات البروج الزمنية المعمول بها من قبل المنجمين التي تعود إلى نحو (٣٠٠٠) سنة مضت، غير صحيحة مطلقاً.

٣- إنه لا تأثير ثقالي ولا إشعاعي للنجوم على الإنسان، لأبعادها الكبيرة عنا. فنجم مثل قلب العقرب الأسطع في برج العقرب والذي يبعد عنا نحو (٤٣٠) سنة ضوئية، بما يكافئ نحو (٤٠٨٥) تريليون كم، ونحن نرى ذلك الإشعاع الذي أرسله منذ نحو (٤٣٠) سنة، والذي يرينا بقعته الضوئية اللامعة في تشكيلة برج العقرب.

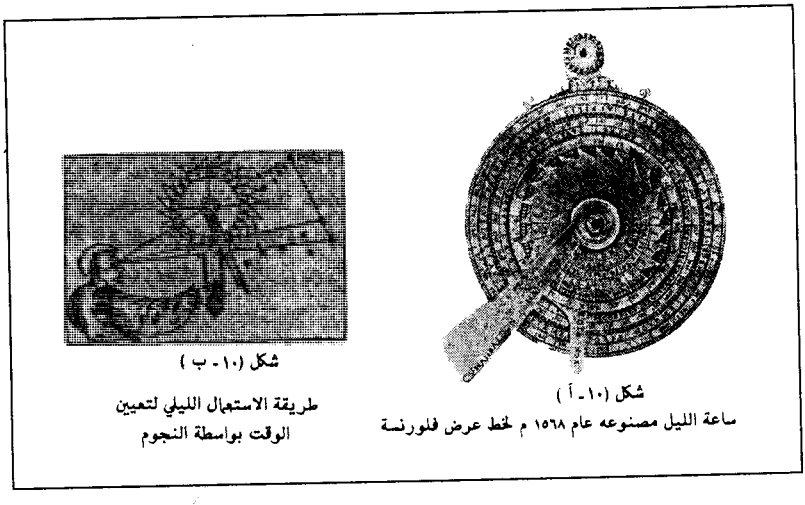
٤- مما يدل على جهالة المنجمين؛ أنهم لا يميزون بين الحركة الفعلية للجرم السماوي، وحركته الظاهرية النسبية. كما أنهم لا يميزون بين النجم والكوكب، ولا بين الفاعل والمفعول، ولا صلة لهم بأبجدية علم الفلك، وهم في جهالتهم مستمرون، ولهم في ذلك المشجعون والمصفقون، والمزايدون والمستفيدون. فليس هناك نجوم نارية وأخرى ترابية، ولا نجوم يابسة وأخرى رطبة، ولا بروج بنجومها عقيمة وأخرى ولودة...إلخ.

النجوم حقيقة واقعية في الكون، بما لا يمكن تقدير أعدادها بالمقاييس الأرضية. ولكن ما يجمع بينها أنها بمثابة كرات غازية متوهجة بدرجات حرارة سطحية تفوق آلاف الدرجات المطلقة، ولتصل في أعماق بعضها إلى عشرات ملايين الدرجات المطلقة. ولقد حمانا ووقانا الله سبحانه وتعالى، منها بأن جعلها بعيدة عنا، وجعلها في أنظمة كونية دقيقة تسبح في الكون الواسع،

وجعل لنا منها - نحن سكان الكوكب الأرضي - واحداً منها معتدلاً - لا في اقتراب ولا ابتعاد، ولا ضخامة أو صغر، ولا في توهج شديد أو بريق ضعيف، ولا في اضطراب شديد أو استقرار مديد -، ليمنحنا الحياة والبقاء، في تتابع وإيقاع نعيشه: من نهار مضيء وليل مظلم، وفصول متعاقبة، وفي تعاقبها استمرارية الحياة الأرضية وتنوعها. وهو النجم الوحيد (الشمس) الذي يؤثر فينا، بل إنه مصدر طاقة أرضنا وأساس الحياة فيها.

سابعا- النجوم والوقت:

إذا قمنا بمراقبة نجم مميز في السماء، فإن دوائره حول القطب السماوي تشبه عقرب الساعة في أية ساعة حائطية. ومن ثم فإن الطريقة البسيطة لقياس الوقت تكون بتوجيه وجه الساعة نحو الأعلى إلى السماء، بحيث يكون مركزها موجهاً نحو نجم القطب، وبتحريك عقرب الساعة وتوجيهه نحو النجم المعين، تتشكل عندئذ آلة بسيطة لقياس الوقت، يقرأ الوقت عليها في الطرف البعيد من الميناء. وقد استعملت مثل هذه الآلة في العصور الوسطى، وكانت تدعى ساعة الليل (مزولة الليل) - شكل (١٠)..



شكل (١٠- أ)
ساعة الليل مصنوعه عام ١٥٦٨ م لخط عرض فلورنسة

شكل (١٠- ب)
طريقة الاستعمال الليلي لتعيين الوقت بواسطة النجوم

الشكل رقم (١٠)
تعيين الوقت ليلاً بواسطة النجوم

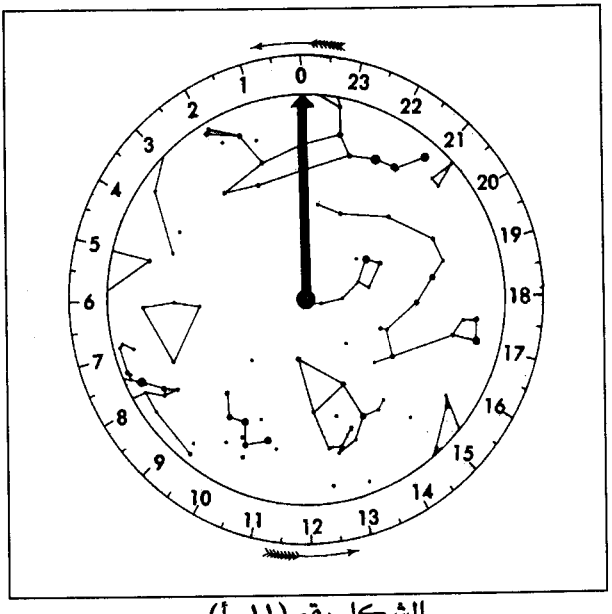
وبصورة عامة، فإن قياس الوقت النجمي أبسط من قياس الوقت الشمسي، بسبب اعتماد الوقت النجمي فقط على دوران الأرض حول محورها، دون اعتماده على حركتها المدارية حول الشمس. فالأيام النجمية، والساعات، والدقائق، والثواني، منتظمة في طولها على مدار السنة. وهناك فرق آخر بين النظامين النجمي والشمسي، ذلك أن اليوم النجمي يتحدد مع بداية الظهر النجمي، بينما يبدأ اليوم الشمسي عند منتصف الليل الشمسي، وكذلك فإن بدايتي السنتين النجمية والشمسية تتحدد مع بداية الاعتدال الربيعي (٢١ آذار)، حين يحدث الظهر النجمي (الساعة صفر توقيت نجمي) عند الظهر الشمسي (الساعة ١٢ وفق الساعة الشمسية).

إن النجوم تقدم ساعة دقيقة يستعملها الفلكيون لقياس الوقت إلى أقرب جزء من ألف من الثانية وأكثر. وتبدو السماء وكأنها تدور مرة واحدة كل (٢٤) ساعة، أو بالأحرى كل (٢٣) ساعة و (٥٦) دقيقة. ومقدار الثلاث دقائق و(٥٦) ثانية على مدار (٣٦٥) يوماً ـ التي تصنع يوماً كاملاً ـ، تكفي لتوضيح حقيقة أن الأرض في دورانها حول الشمس، لها دورة محورية أكبر بالنسبة للنجوم مما إلى الشمس.

ويعبر اليوم النجمي عن المدة الزمنية الفاصلة بين رؤية نجم ثابت مرتين متتاليتين من المكان نفسه على سطح الأرض، ويقل عن اليوم الشمسي بحدود (٣) دقائق و (٥٦) ثانية، وهذا الفرق الزمني سيشكل خلال سنة شمسية مقدار يوم واحد، ليصبح طول السنة النجمية زائداً على طول السنة الشمسية بمقدار يوم واحد.

ويقدم دليلا الدب الأكبر (النجمين: α .β) في نصف الكرة الشمالي ساعة نجمية ممتازة ـ شكل (١١ ـ أ) ـ. فلو تخلينا أن عقرب الساعة يتحرك من نجم

الشمال على طول دليلي الدب الأكبر، وتخلينا أن وجه الساعة متوضعاً حول قطب الشمال، مع مؤشر يتحرك حول ميناء الساعة المدرج بـ (٢٤) رقماً، يشير كل رقم إلى ساعة. فسنشاهد أن هذه الساعة تتحرك باتجاه رجعي (عكسي)، حيث يدور عقرب الساعات باتجاه معاكس للاتجاه المعروف لعقارب الساعات. وعندما يكون دليلا الدب الأكبر على استقامة واحدة، كأن يكونا على خط زوال واحد، فسيكون التوقيت النجمي عندئذ قريباً من الساعة الحادية عشرة (بالضبط، الساعة ١٠ و ٥٦ دقيقة). وخلال السنة القادمة ذات الطول (٣٦٥) يوماً، فإن عقرب الساعات في الساعة النجمية يشير إلى (٣٦٦) دورة كاملة. وهذا معناه أن الساعة النجمية تبدو وكأنها تتحرك بصورة أسرع من الساعة الشمسية بحوالي أربع دقائق في اليوم، كما ذكرنا سابقاً، ويحدث تطابق بين التوقيتين (الشمسي والنجمي) في يوم واحد فقط خلال السنة، هو يوم (٢١) أيلول.

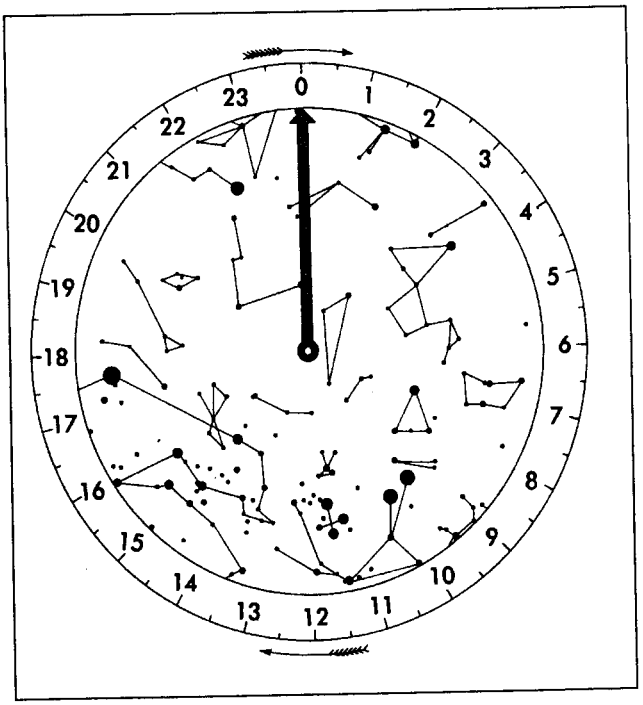


الشكل رقم (١١ ـ أ)

ساعة نجومية شمالية

وعند منتصف ليل (٤) آذار من كل عام، تشير ساعتنا السماوية إلى رقم الصفر (منتصف الليل)، وهذا يعني تطابقاً مع التوقيت العادي. وابتداءً من ذلك الوقت تكسب الساعة باستمرار نحو أربعة دقائق يومياً (ساعة واحدة كل أسبوعين، أو ساعتين كل شهر) زيادة على التوقيت العادي. ومن ثم فإنه في يوم (٢١) آذار، عندما تعطي الساعة النجمية قراءة للوقت الساعة (٢٣)، فيكون التوقيت الشمسي أبكر بحوالي ساعة واحدة، أي تكون الساعة ٢٢ (١٠ مساءً)... وهكذا. وإذا أشار الدليلان إلى الساعة (١٠) و (١٥) دقيقة في اليوم الثاني من تشرين الثاني، فسنقوم عندئذ بطرح (١٤) ساعة من أجل سبعة أشهر (٢١ آذار - ٢١ تشرين الأول)، و (٤٨) دقيقة من أجل الـ (١٢) يوماً الباقية، ليصبح التوقيت الشمسي عندئذ الساعة (١٩) و(٢٧) دقيقة.

أما نصف الكرة الجنوبي، فلا يقدم عقرب ساعات واضح لساعتنا النجمية، وصفر التوقيت النجمي في الشكل (١١ - ب)، يتطابق مع التوقيت الشمسي في (٢١) أيلول. فعقرب الساعات مرسوم باتجاه نجم ألفا اندروميدا، الذي هو عادة نجم مشترك بين كوكبة اندروميدا (المرأة المسلسلة) ومربع الفرس الأعظم. وإذا ما اعتبرنا أن الساعة النجمية في نصف الكرة الشمالي تسجل لنا التوقيت الشمسي، فسنجد أن الساعة الشمسية تخسر يومياً أربع دقائق بدءاً من (٢١) أيلول... وهكذا، وستكون ساعة السماء الجنوبية متحركة وفق حركة عقارب الساعة، وفي ذلك تكسب أربع دقائق قياساً بالتوقيت العادي، بدءاً من التاريخ المذكور.



الشكل رقم (١١ ـ ب)

ساعة نجومية جنوبية

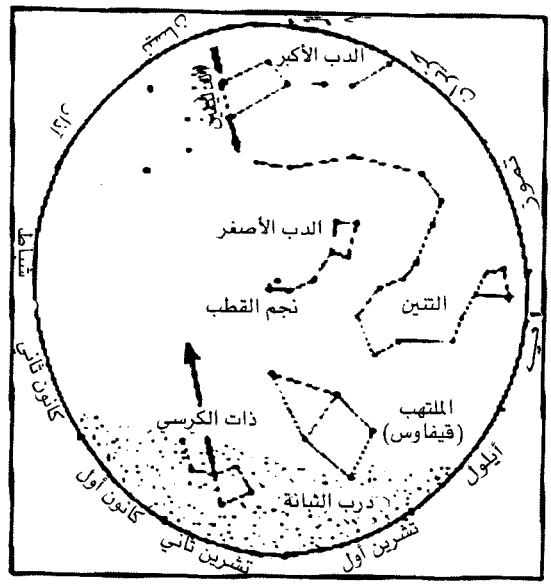
ويمكن في حالات عديدة معرفة الوقت ليلاً بالنجوم، من خلال المتابعة السنوية لها، ومعرفة مواقع بعض النجوم المميزة على مدار السنة.

ثامنا- النجوم وتحديد الجهات:

كانت النجوم الهادي للإنسان في بواديه وصحاريه وريفه، إلى حيثما يريد أن يتجه. فإذا كان قد تمكن ببساطة من معرفة اتجاه الشرق والغرب من وجهة شروق الشمس وغروبها، فكان لا بد له من معرفة اتجاه الشمال ونظيره الجنوب، وبخاصة الشمال، لأنه اتجاه ثابت على مدار السنة، بينما اتجاه الشرق والغرب متغيران على مدار السنة بنحو (٢٣° و ٢٧َ) شمال الشرق والغرب

الحقيقيين في يوم الانقلاب الصيفي الشمالي، و(٢٣° و ٢٧َ) جنوب الشرق والغرب الحقيقيين في يوم الانقلاب الشتوي الشمالي.

ومن أهم النجوم الدالة على الجهات - شكل (١٢) -:



الشكل رقم (١٢)

تحديد الجهات بواسطة النجوم

١- نجم القطب:

نجم القطب هو أحد نجوم كوكبة (برج) الدب الأصغر، ويشكل طرف الذيل في صورته، وهو أحد بنات نعش الصغرى. وهو الذي يعين حالياً جهة الشمال الفلكي، لأنه يكاد ينطبق على قطب السماء الشمالي، إذ لا يبعد عنه سوى (٠,٥٨) درجة، ومن ثم فهو أقرب النجوم المرئية بالعين المجردة إليه. ولذلك فأنى شاهدناه ووجهنا إليه فهو الدال على جهة الشمال وعكسه ومن ثم ظهرنا جهة الجنوب، وعندها يكون يميننا الشرق، ويسارنا الغرب.

وفي بلادنا فإن نجم القطب لا يرى في كل أيام السنة. وفي الفترات التي لا يمكن رؤيتها، فإننا قد نشاهد مجموعة الدب الأكبر النجمية، التي يمكن الاستعانة بها للاستدلال على موقع نجم القطب، ومن ثم على جهة الشمال، فإذا ما مددنا خط من نجم المراق (β) في كوكبة الدب الأكبر (بنات نعش الكبرى) إلى نجم الدبة (α) أو ما يعرف بنجم ظهر الدب الأكبر، واستمرينا بعد ذلك مسافة نحو خمسة أمثال المسافة الظاهرية الفاصلة بين النجمين (β ، α) فسنصل إلى نجم القطب، وبالتالي فإن الخط الواصل بين النجمين يشير تماماً إلى جهة الشمال.

كما يمكن الاهتداء إلى جهة الشمال من خلال مجموعة نجوم كوكبة ذات الكرسي

(W) الذي يدل نجمها الأوسط (γ) إلى جهة الشمال. وبمد خط من أسطع نجومها (نجم الصدر α) إلى نجم تسية (γ) فتكون وجهتنا نحو الشمال.

٢- كوكبة ممسك الأعنة:

إن كوكبة ممسك الأعنة، كوكبة شمالية، تقع إلى الشمال من خط الاستواء السماوي (٢٨- ٥٥ درجة). ويشير الخط الواصل بين نجميها ثيتا (θ) ممسك الأعنة (نجم المعصم الأيمن) وبيتا (β) ممسك الأعنة (منكب ذي الأعنة) إلى جهة الشمال.

٣- كوكبة (برج) العذراء:

كما يمكن استخدام نجمين من برج العذراء للاستدلال على جهة الشمال، وهما: نجم الحمار الجنوبي (δ) ونجم الزبانا الشمالي (ί)؛ فبمد خط مستقيم من النجم (δ) إلى النجم (ί) تكون وجهتنا نحو الشمال، وبالاستمرار

بالخط المستقيم ست أمثال المسافة الفاصلة ظاهرياً بين النجمين نبلغ نجم القطب.

٤- مربع الفرس الأعظم:

إن نجمي كوكبة الفرس الأعظم: نجم الجنب (γ) ونجم سرة الفرس (δ) الذي يشكل نقطة اتصال بين كوكبتي الفرس الأعظم والمرأة المسلسلة، واللذين يعرفان باسم الفرغ المؤخر، يقودان إلى قطب السماء الشمالي. فلو مددنا خطاً من نجم الجنب (خط عرض سماوي شمالي ١٥ درجة) إلى نجمة سرة الفرس (خط عرض سماوي شمالي ٢٨ درجة) مستمراً نحو سبعة أمثال المسافة بين النجمين، فإننا نبلغ قطب السماء الشمالي، وتكون وجهتنا نحو الشمال.

٥- نجمي سهيل والشعرى اليمانية:

نجم سهيل أحد نجوم كوكبة الكلب الأكبر ويقع على خط عرض سماوي جنوبي (١٦ درجة). أما نجم سهيل فهو أحد نجوم كوكبة السفينة (كوكبة الجؤجؤ الفرعية)، ويقع على عرض سماوي جنوبي (٥٢ درجة)، وكان يستعمل قديماً عند العرب في بلاد الشام مؤشراً على القبلة مقابلاً للقطب الجنوبي في طرف السماء الجنوبية.

وبمد خط من نجم الشعرى باتجاه نجم سهيل فإنه هذا يدلنا على اتجاه الجنوب، وعكسه اتجاه الشمال.

الفصل الثاني

انتظام النجوم في السماء

من بدائع الكون توزع النجوم في السماء، كما تتراءى لنا، وهي تعكس في الحقيقة نوعاً من الانتظام والتناسق الكوني، الذي إن دل فهو يدل على وحدة المنشأ والتطور، ويعكس درجة الترابط فيما بين وحدات البناء الكوني المجري الرئيسة، التي تكشف عن أحجام النجوم وكتلتها وقوة جاذبيتها، ومواضعها من مركز المجرة التي تنتمي إليها.

وتبدو النجوم في السماء عبر تشكيلات متنوعة؛ فبعضها نجوم فردية لا ترابط لها مع غيرها من النجوم القريبة منها والبعيدة عنها، وبعضها الآخر يبدو ضمن مركبات نجمية ثنائية أو مضاعفة، والبعض منها ينتظم ضمن تجمعات قبلية يتراوح عددها بين مئات إلى عدة ملايين النجوم. والأبدع من ذلك، هو تلك الصور البصرية لما تبدو فيه بعض النجوم وكأنها في تجمعات نسقية ترابطية انخدع فيها البشر منذ القديم، واتخذ منها المنجمون أدوات ووسائل لهم.

أولاً- النجوم المفردة :

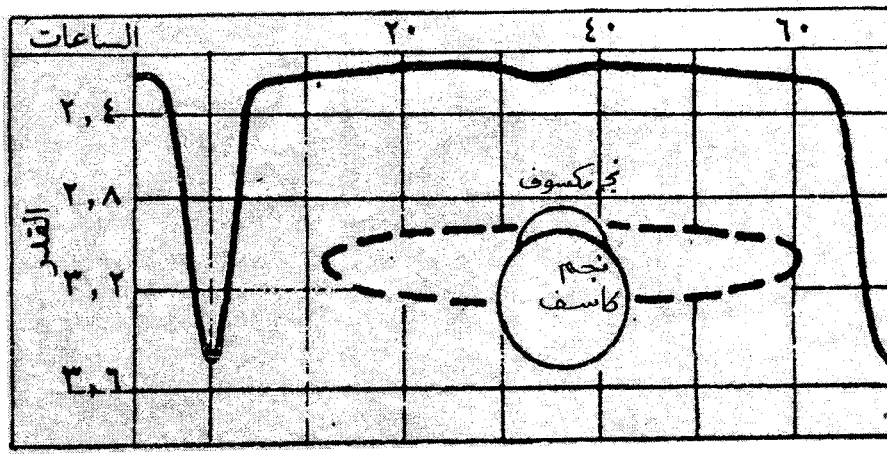
وهي تلك النجوم الأحادية في السماء التي لا ترتبط بأي رابط مع أي نجم أخر، رغم أنها مرتبطة مع النظام النجمي كله في التجمع النجمي الخاص ـ كما في الأذرع النجمية المجرية، أو القرص النجمي في المجرات الحلزونية ـ أو مع التجمع المجري العام. وأكثر من (٥٠٪) من النجوم المرصودة في السماء هي نجوم مفردة؛ نذكر منها : الشمس، السماك الرامح في كوكبة العواء،

النسر الواقع في كوكبة الشلياق، قلب العقرب في كوكبة العقرب، الدبران في كوكبة الثور، نجم الجدي (نجم القطب) في كوكبة الدب الأصغر، نجم الناطح في كوكبة الحمل ، نجوم الدبة والمراق والفخذ والمغرز والحور و القائد في كوكبة الدب الأكبر، ... ونجوم أخرى كثيرة.

ثانيا- النجوم الثنائية :

وهي الأكثر إثارة، والأبرز أهمية، لما تعكسه من علاقات فيما بينها، سواء من حيث المنشأ، كأن يكون النجمان من كتلة واحدة انفصلت قطعة منها لتشكل نجماً صغيراً تابعاً للنجم الأكبر، أو أن يعكسا الحركة لكل منها في النظام الكوني باقتراب أحدهما من الآخر ليتم أسر الكبير للأصغر. وقد لا يكون النجمان اللذان يبدوان وكأنهما ثنائيان لقربهما المنظور لنا من بعضهما، لا من هذا ولا من ذاك، ولا رابط بينهما عندئذ يربطهما ولا علاقة تجمعهما، ولذا توجد في السماء أنواع عديدة من النجوم الثنائية، منها:

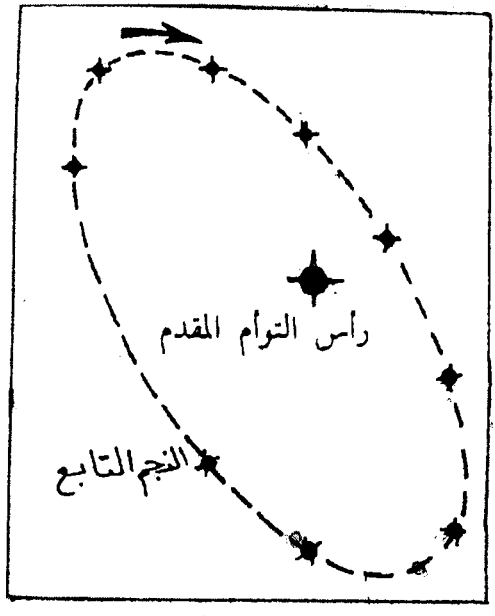
أ- نجوم ثنائية بصرية: وهي بمثابة نجمين يقعان بالنسبة لراصد على سطح الأرض على خط واحد تقريباً - بفاصل أفقي صغير - في الاتجاه نفسه، مما يجعلنا نظن وكأنهما قريبان جداً من بعض، وأنهما بمثابة ثنائي نجمي، وهما في الحقيقة غير ذلك، فالنجمان بعيدان عن بعضهما شعاعياً (عشرات ومئات السنوات الضوئية) ولا رابط بينهما. والأمثلة على ذلك كثيرة وقد نشاهد تماساً بين قرصي النجمين، أو حتى تداخلاً جزئياً بصورة كسوف جزئي أحدهما للآخر، دون أن يكون هناك ترابط بينهما. شكل (١٣)



الشكل رقم (١٣)

ثنائية نجومية كسوفية

ب- الثنائيات الأفقية: وهي ما تدعى بالثنائيات التجاذبية، وكذلك بالثنائيات المرئية (Visual Binaries). وهي بمثابة نجمين يقعان على البعد نفسه تقريباً من الأرض، ويكونان قريبين من بعضهما أفقياً، لارتباط كل منهما بقوة جاذبية الآخر، بحيث يبدو النجمان يدوران حول مركز جاذبية مشترك يقع أكثر ما يكون في النجم الكبير الرئيسي، بحيث يبدو النجم الصغير وكأنه يدور حوله. ومن أبرز الأمثلة عن ذلك نذكر: نجمي العناق والسهى من كوكبة الدب الأكبر، فالسهى النجم الأصغر يقع في مجال جاذبية العناق ويبعد عنه نحو (١٣) ألف وحدة فلكية، ويستغرق السهى نحو مليون سنة لإكمال دورته حول العناق. وكذلك من الثنائيات المرئية نجم رأس التوأم المقدم (Castor) الذي يتبعه نجم يبعد عنه نحو (٧٠) وحدة فلكية، ويدور حوله بمدة نحو (٣٨) سنة ـ شكل (١٤) ..



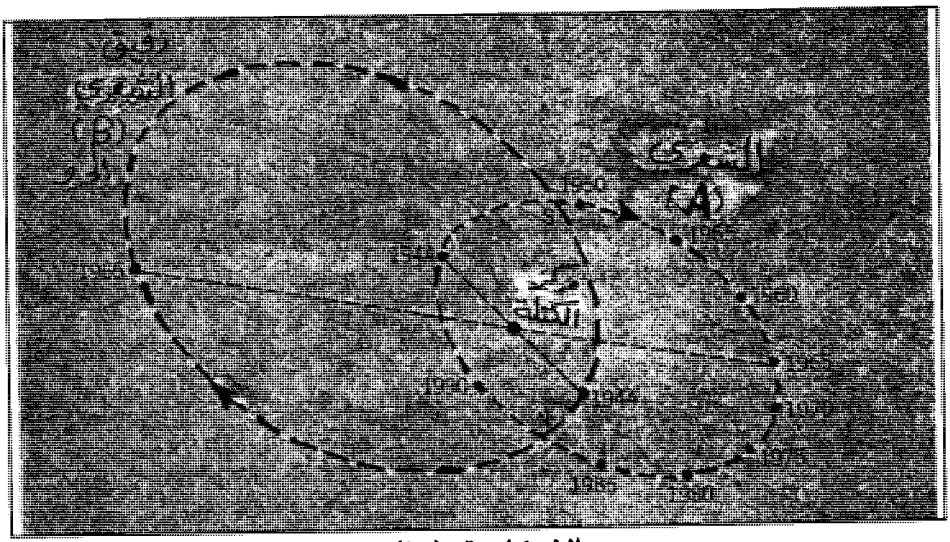
الشكل (١٤)
الثنائي النجمي رأس التوأم المقدم

وعندما يدور نجم حول آخر، فإن أحدهما يتجه في اتجاهنا والآخر يبتعد عنا، وبعد ذلك بقليل تنعكس الأوضاع، فيصبح النجم المقترب مبتعداً، والآخر مقترباً. وإذا ما كان النجمان قريبين جداً من بعض (أقل من عشر ثانية من الدرجة)، فإننا نراهما كنجم واحد، ولكننا عندما نحلل طيف هذا النجم الواحد (الثنائي)، نرى مجموعتين من خطوط فراونهوفر متحركتين كل منهما بالنسبة للآخر بسبب حركة النجمين، ونستنتج عندئذ أننا نشاهد زوجاً ثنائياً، وهو ما يدعى بالثنائي الطيفي، ومن الأمثلة عنها: نجم العناق نفسه فهي ثنائي طيفي، وكذلك نجم السهى فهو ثنائي طيفي. وهكذا فان منظومة العناق والسهى منظومة نجوميه رباعية. والمنظومات من هذا النوع ظاهرة شائعة، وتشكل منظراً جميلاً في السماء.

ويمكن في بعض الحالات دون الرؤية، استنتاج وجود رفيق ثنائي غير مرئي لنجم ما، بواسطة حركة النجوم الملتوية. كما هو الحال في الشعرى اليمانية، الذي لا يرى رفيقه، ولكن حركة الشعرى اليمانية التماوجية دليل على تأثره بجاذبية رفيقه الذي حرف مسار الشعرى عن الخط المستقيم، بزمن دورة نحو

(٤٩٩) سنه ـ شكل (١٥) ـ. ورفيق الشعرى اليمانية (الشعري β) نجم قزم أبيض قطره نحو (٠,٠١) قطر الشمس.

كما أنه في حالات أخرى يتم التعرف على نوع من الثنائيات النجمية المرئية من خلال تغير اللمعان، ذلك أنه بدوران أحد النجمين حول الآخر، ووقوع النجم الدائر بيننا وبين النجم الرئيسي، يحدث عندها هبوط في اللمعان، لكسف النجم التابع للنجم الرئيسي، وعندما يقع النجم التابع في الجهة المعاكسة لنا ـ أي خلف النجم الرئيسي ـ وعلى خط واحد، فان النجم الرئيسي يخسف النجم التابع، ويكون تغيير الإضاءة بسيطاً. ومن الأمثلة عن هذا النوع من الثنائيات الكسوفية نذكر نجم بيتا الغول (β. Persei) في كوكبه الغول.

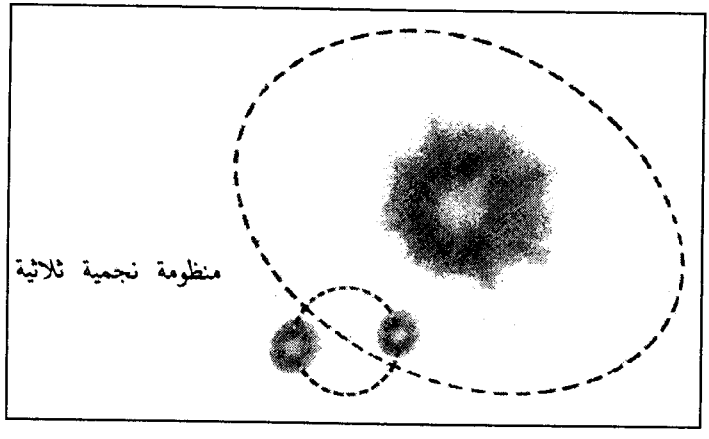


الشكل رقم (١٥)

الشعرى اليماني ورفيقه

ومن المناظر البديعة في السماء؛ الثلاثيات النجومية التي تتألف من زوج نجمي ونجم آخر يدوران في مدار إهليلجي حول مركز الثقل المشترك، كما

في مجموعة النجم ايتا الجبار (n.ori)، ورأس التوأم المقدم الذي تابعه ثنائي نجمي - شكل (١٦) - والرباعيات النجومية، كما في الثنائيان العناق والسهى، والسداسيات النجومية...إلخ.



الشكل رقم (١٦)
ثلاثية نجومية
(رأس التوأم المقدم)

ثالثا- التجمعات النجومية:

من المناظر الخلابة في السماء، التي يمكن للمرء الاستمتاع ببعضها بالعين المجردة، وبعضها الأخر بتلسكوب صغير، هي تلك التجمعات النجومية، المعروفة بالحشود النجمية، التي تقسم إلى نوعين هما:

آ- التجمعات المفتوحة أو المبعثرة : ويضم التجمع الواحد أكثر من (١٠٠) نجم ويصل إلى بضع مئات. وهي تبدو كنجوم محتشدة بفضاء بينها، نتيجة لكون الرباط بين نجومها ليس قوياً. ولقد حدد العلماء نحو (٤٠٠) تجمعاً، من أبرزها وأشهرها:

١- تجمع الثريا؛ الذي يضم أكثر من (١٠٠) نجم، منها ستة أو سبعة ترى بالعين المجردة، وهي ما عرفت باسم الأخوات السبعة. ويقع هذا

التجمع في مجال برج الثور، ويبعد عن سطح الأرض نحو (٤٠٠) سنة ضوئية.

٢- تجمع النثرة؛ وهو تجمع بديع في مجال برج السرطان إلى الشمال الشرقي من نجم الحمار الجنوبي، ويضم نحو (١٠٠) نجماً مضيئاً على بعد نحو (٥٠٠) سنة ضوئية عنا. وفيه نحو (١٧) نجماً تتراوح إضاءتها الفعلية بين (١٠- ٨٠) مرة إضاءة الشمس. إلا أن هذا التجمع ليس فيه لمعان نجوم الثريا السبعة الظاهرة، ولكنه يحتوي على نجوم لمعانها الحقيقي (الفعلي) أكبر من لمعان نجوم الثريا.

ب- التجمعات الكروية: التي تبدو على شكل كتل مستديرة متراصة من النجوم يتراوح عددها بين بضع ألوف النجوم إلى عدة ملايين نجم في التجمع الواحد. وهي تبدو كبقع لامعة في السماء، منها ما يرى بالعين المجردة، ومنها لا يرى إلا بالتلسكوب. وقد تم رصد ما يقارب من (١٣٠) تجمعاً كروياً، من أشهرها:

- تجمع الجاثي؛ في كوكبة الجاثي (هرقل) الذي يضم أكثر من (٥٠٠٠) نجماً، ويبعد عنا نحو (٢٢) ألف سنة ضوئية، وقدره الظاهري نحو (٤).

- تجمع أوميغا قنطورس (w. Centauri) في كوكبة قنطورس.

- تجمع NGC.5272 (M.3)، ويقع في مجال كوكبة السلوقيان. وقدره الظاهري نحو (٤,٥)، ويبعد عنا بحدود (٣١) ألف سنة ضوئية.

- تجمع طوقاني ٤٧ (47. Tucanae) في كوكبة طوقان بنصف الكرة السماوي الجنوبي.

رابعاً- الصورة النجومية السماوية (Constellations):

إن أكثر ما لفت نظر الإنسان إلى السماء منذ قديم الزمان، وفي أي مكان كان، هي تلك الصور التي تبدو فيها بعض النجوم في السماء، والذي شبهها الإنسان بصور لظواهر أرضية حية وغير حية، وليحوك من خلالها قصصاً وأساطير عن سر اتخاذ تلك النجوم مثل هذه الصور. وليتخذ منها قاعدة أساسية في عملياته التنجيمية التي قربته يوماً من بلاط الحكام والملوك والسلاطين، وغدت مهنة رابحة جداً له في حقبة زمنية يعيش في أوجها، حيث كثر المنجمون والمنجمات، وكلهم في رحاب الدجل والشعوذة ماضون، ولا علم لهم ولا دين، إلا جهالتهم، وجهالة الأجهل منهم الذين رفعوهم إلى مصاف العالمين بالفلك، والفلك منهم براء، والنجوم بعيدة المنال عنهم ولا علاقة لها بما يرددونه عنها، وهي لا تنطق، ولا تفعل، ولا علاقة لها بسعادة أو حزن، بصحة أو مرض، بغنى أو فقر... إلخ.

ولقد عرف الأقدمون من بابليين وسواهم أكثر من (٢٠) صورة سماوية (برجاً، كوكبة)، ليذكر بطليموس (٤٨) صورة سماوية في كتابه (المجسطي) في القرن الأول الميلادي، ويقوم الفلكي العربي (الصوفي) بإظهارها بشكل مميز في كتابه الشهير (صور الكواكب الثمانية والأربعون)، وليضيف عدد من الفلكيين مجموعة أخرى من الكوكبات في القرن السابع عشر والثامن عشر الميلاديين، ليصبح عدد الكوكبات (٨٨) كوكبة هي:

١- الدب الأكبر.
٢- الدب الأصغر.
٣- الزرافة.
٤- ذات الكرسي.
٥- الملتهب.
٦- التنين.
٧- الجبار.
٨- ممسك الأعنة.
٩- الكلب الأكبر.
١٠- الكلب الأصغر.
١١- النهر.
١٢- الجوزاء (التوأمان).
١٣- الأرنب.
١٤- وحيد القرن.
١٥- حامل رأس الغول (برسيوس).
١٦- الثور.
١٧- الكور.
١٨- الحمامة.
١٩- آلة النقاش.
٢٠- الوشق.
٢١- العواء.
٢٢- السرطان.
٢٣- الذؤابة.
٢٤- الإكليل الشمالي.
٢٥- الغراب.
٢٦- الباطئة.
٢٧- الشجاع.
٢٨- الأسد.
٢٩- الأسد الصغير.
٣٠- السدس.
٣١- العذراء.
٣٢- السلوقيان.
٣٣- العقاب.
٣٤- الدجاجة.
٣٥- الدلفين.
٣٦- قطعة الفرس.
٣٧- الجاثي (هرقل).
٣٨- الميزان.
٣٩- الشلياق.
٤٠- الحواء.
٤١- السهم.
٤٢- القوس.
٤٣- العقرب.
٤٤- الترس.
٤٥- الحية (الثعبان).
٤٦- الثعلب الأصغر.
٤٧- العظاية.
٤٨- الدلو.
٤٩- المرأة السلسلة.
٥٠- الحمل.
٥١- الفرس الأعظم (بيغاسوس).
٥٢- الجدي.
٥٣- سبع البحر (قيطس).
٥٤- الحوت.
٥٥- الحوت الجنوبي.
٥٦- النقاش.
٥٧- المثلث الشمالي.
٥٨- طائر الفردوس.
٥٩- الحرباء.
٦٠- أبو سيف.
٦١- الساعة.
٦٢- حية الماء الصغرى.
٦٣- الجبل.
٦٤- الذبابة الجنوبية.
٦٥- الثمن.
٦٦- الشبكة.
٦٧- الجؤجؤ.
٦٨- الكوثل.
٦٩- الشراع.
٧٠- البوصلة.
٧١- مضخة الهواء.
٧٢- المصور (الدهان).
٧٣- السمكة الطائرة.
٧٤- المجمرة.
٧٥- قنطورس.
٧٦- البركار.
٧٧- الإكليل الجنوبي.
٧٨- الصليب الجنوبي.
٧٩- الذئب.
٨٠- المسطرة.
٨١- المثلث الجنوبي.
٨٢- المنظار.

٨٣- الكركي. ٨٦- الطاووس. ٨٨- الطوقان.

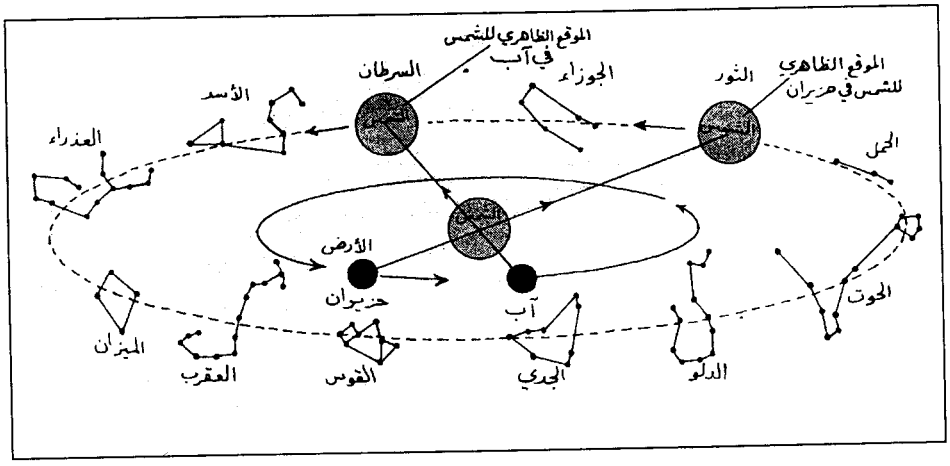
٨٤- الهندي. ٨٧- العنقاء.

٨٥- المجهر.

ومن الصور السابقة فإن (١٢) صورة تقع خلف مسار الشمس الظاهري حول الأرض ـ شكل (١٧) ـ، والذي يعرف بدائرة البروج، أو دائرة الكسوف، أو دائرة فلك الشمس، والتي يبلغ اتساعها عبر الصور التي ترتسم خلفها نحو (١٨) درجة، هي تميل على الدائرة الاستوائية السماوية بزاوية قدرها (٢٣) درجة و (٢٧) دقيقة. وهذه الصور السماوية النجومية المعروفة بالأبراج الشمسية، والتي حددها القدماء ابتداء من نقطة تقاطع الشمس في مسارها الظاهري مع خط الاستواء السماوي، وهي صاعدة نحو نصف الكرة السماوي الشمالي، حيث كانت في السنة (١٠٠٠) ق. م تقريباً تدخل في لحظة التقاطع الذي يتم في (٢١) آذار في برج الحمل، ومن ثم الثور، الجوزاء، السرطان، الأسد، العذراء، الميزان، العقرب، القوس، الجدي، الدلو، وأخيراً الحوت. قاطعة الشمس كل صورة من تلك الصور في نحو (٣٠) أو (٣١) يوماً.

ولا تتطابق هذه الصور السماوية عموماً مع الصورة الأرضية المستمدة منها، خاصة وأن تلك الصور لا تشكل كل واحدة منظومة نجمية مترابطة نجومها فيما بينها بحركاتها، بل نجومها منفصلة عن بعض وتتحرك بصورة مختلفة عن بعض وبسرعات متباينة، مما جعل صورها المحددة منذ القديم قد أصابها التغير.

ولكن تبقى هذه الصور من بدائع السماء التي تشد المرء للاستمتاع بمنظرها، ولاعتبارها في نظر المنجمين وسواهم قوى سماوية ذات تأثير كبير على العالم الأرضي.



الشكل رقم (١٧)

البروج الشمسية

الفصل الثالث

ألوان النجوم ولمعانها وتلألؤها

أولاً- ألوان النجوم:

إن أجمل ما في سماء النجوم، هي ألوانها المتعددة التي تبدو بها لمن يمعن النظر بها في الليالي المظلمة، والتي تعكس بألوانها الاختلاف الكبير في درجات حرارتها السطحية وكتلها ودرجة حرارتها المركزية، ومرحلتها التطورية، وحتى أحجامها.

ولقد صنفت النجوم حسب ألوانها المرتبطة بدرجة حرارتها إلى سبعة أصناف هي:

١- النجوم الزرقاء: ذات درجة الحرارة السطحية التي تزيد عن (٣٠) ألف درجة مطلقة. وكتلتها تبلغ نحو (٤٠) مرة كتلة الشمس فأكثر، كما في نجم العظاية (١٠)، ونجم أويتا الجبار، ونجم سهيل حضر في كوكبة الكوثل.

٢- النجوم البيضاء المزرقة: وهي ذات درجة حرارة بين (١٠,٥٠٠- ٣٠٠٠٠° كل). وكتلتها تزيد عن كتلة الشمس بنحو (١٠) مرات، ومن الأمثلة عنها؛ نجم رجل الجبار، والسماك الأعزل، ورأس الغول، وعقد الثريا.

٣- النجوم البيضاء: ودرجة حرارتها السطحية بين (٧٥٠٠- ١٠٥٠٠° كل)، وكتلتها بين (٣- ٧) مرة كتلة الشمس، ومنها؛ نجم الشعرى اليمانية، والنسر الواقع في كوكبة الشلياق، ونجم العناق.

٤- النجوم البيضاء المصفرة: ودرجة حرارتها السطحية بين (٦٠٠٠-٧٥٠٠° كل)، وكتلتها بين (١,٥ - ٣) كتلة الشمس، ومنها؛ نجم سهيل، الشعرى العبور، ونجم القطب.

٥- النجوم الصفراء: ودرجة حرارتها السطحية بين (٥٠٠٠ - ٦٠٠٠° كل)، وكتلتها تقارب كتلة الشمس، ومنها؛ نجم الشمس، العيوق، العوائد.

٦- النجوم البرتقالية: ودرجة حرارتها السطحية بين (٣٥٠٠- ٥٠٠٠° كل)، وكتلتها نحو (٠,٨) كتلة الشمس، ومنها؛ السماك الرامح، الدبران، رأس التوأم المؤخر، جبهة الأسد.

٧- النجوم الحمراء: ودرجة حرارتها أقل من (٣٥٠٠° كل)، وكتلتها (٠,٢) كتلة الشمس. ومنها؛ منكب الجوزاء، قلب العقرب، برنارد.

ثانيا- اللمعان النجمي:

مما يثير الانتباه أيضاً التباين الكبير في لمعان النجوم السماوية، التي تتفاوت من الشديدة السطوع العالية اللمعان، كالشمس إلى المتوسطة اللمعان كالشعرى اليمانية. إلى الخافتة التي بالكاد ترى بالعين المجردة. وإذا ما استثنينا الشمس وتوقفنا عند نجوم الليل لبدا نجم الشعرى اليمانية الأسطع والأشد لمعاناً، ولتلاه نجم سهيل، وبعده نجم الفا قنطورس، ورابع النجوم لمعاناً نجم السماك الرامح (كوكبة العواء)، ويليه نجم النسر الواقع في كوكبة الشلياق، وبعده نجم العيوق في كوكبة ممسك الأعنة، ثم نجم رجل الجبار في كوكبة الجبار، وثامن النجوم لمعاناً هو نجم الشعرى الشامية في كوكبة الكلب الأصغر، ويليه نجم منكب الجوزاء في كوكبة الجبار، وعاشر

النجوم سطوعاً هو نجم آخر النهر في كوكبة النهر. أما نجم الدبران أسطع نجوم برج الثور فترتيبه (١٣) في اللمعان النجمي، وترتيب نجم قلب العقرب (١٦).

ويتعلق سطوع النجم بكمية الطاقة التي يشعها سطحه في واحدة الزمن، ولقد استخدم العلماء علاقة ستيفان بولتزمان (طق = ثا × ح^{٤}) لحساب كمية الطاقة التي يشعها سطح ما (قرص النجم):

طق = (ثا × ح^{٤}) (٤ π نق^{٢})

حيث:

ثا × ح٤ = قانون ستيفان بولتزمان (ثا = ثابت ٨,١٧ × ١٠$^{-١١}$ حريرة/ سم^{٢}/ دقيقة)، ح = درجة الحرارة بمقياس كلفن.

π = ٣,١٤

نق = نصف قطر النجم.

غير أنه ليس بالضرورة أن تكون تلك النجوم التي تبدو لناظرينا الأسطع والألمع في السماء، هي بالواقع الأكثر بثاً للطاقة والأشد لمعاناً بالفعل. فبينما نجم الشعرى اليماني هو الأكثر لمعاناً ظاهرياً في السماء، فإن نجم سهيل في الحقيقة أكثر سطوعاً منه وبثاً للطاقة بنحو (٩٠) مرة، وقلب العقرب أسطع فعلياً من الشعرى بنحو (١٢٠) مرة، ونجم رجل الجبار أسطع فعلياً من الشعرى بنحو (٦٥٠) مرة. ذلك أن لمعان النجم كما يظهر لنا من على سطح الأرض يرتبط بأمرين، هما: كمية الطاقة التي يشعها النجم، وبعده عنا. ويلعب عامل البعد دوراً كبيراً في ذلك، حيث أن كمية الأشعة التي تتلقاها واحدة المساحة من سطح ما تتناسب عكساً مع مربع بعد السطح عن المنبع الإشعاعي، ذلك أن:

$$ل = \left(\frac{طق}{٤ \pi نق^{٢}} \right)$$

حيث أن:

ل = اللمعان

طق = كمية الطاقة التي يشعها النجم

نق = نصف قطر الجسم المتلق للأشعة الذي يرصد منه النجم

ولقد أوجد القدماء (هيبارخوس الإغريقي في منتصف القرن الثاني قبل الميلاد) طريقة ومقياساً لقياس لمعان النجم الظاهري والفعلي، أطلقوا عليها مقياس القدر (Magnitude)، وقد أخذ بهذا المقياس عالم الفلك الإغريقي الشهير بطليموس، في القرن الثاني الميلادي، وما يزال مستخدماً بين الفلكيين حتى يومنا الحالي. ولقد كان مقياس القدر قديماً مؤلفاً من ست درجات (٠- ١ ، ١- ٢، ٢- ٣، ٣- ٤، ٤- ٥، ٥- ٦)؛ ونجوم القدر الأول (٠- ١) هي الأكثر سطوعاً، بينما نجوم القدر السادس (٥- ٦) هي الأقل سطوعاً، ولا يمكن رؤية نجوم ذات قدر أكبر من (٦) بالعين المجردة.

إن فروق القدر تتناسب مع نسب السطوع؛ بمعنى أننا إذا قسنا سطوع نجم بالقدر (١) وسطوع نجم بالقدر (٦)، فيكون النجم الأول أشد سطوعاً من النجم الآخر مئة مرة. فإذا كان فرق القدر مساوياً (٥) فيقابله نسبة سطوع تساوي (١٠٠)، فنجم أكثر سطوعاً من نجم آخر بـ (٥) أقدار، فهو أشد سطوعاً بـ (١٠٠) مرة. فكل فرق في القدر مقداره الواحد يقابل في السطوع معاملاً يساوي (٢,٥١٢)، أي الجذر الخامس للعدد (١٠٠).

والسطوع (اللمعان) الظاهري للنجم؛ هو لمعانه الذي يبديه للناظر إليه من سطح الأرض، ويتوقف لمعانه هذا على سطوعه وبعده، لأنه قد يبدو عاتماً إما

بسبب ضعف سطوعه (انخفاض كمية الطاقة المتحررة منه)، وإما بسبب بعده الشاسع عنا، فنجم ذنب الدجاجة الذي يبعد عنا نحو (١٦٠٠) سنة ضوئية يبدو ببعده هذا عنا متوسط اللمعان (القدر الظاهري ١,٢٨)، بينما نجم الفا قنطورس الأقرب إلينا (٤,٣ سنة ضوئية) يبدو أشد لمعاناً من نجم ذنب الدجاجة بنحو (٥,٦) مرة، رغم أن السطوع الفعلي لذنب الدجاجة أكبر من القدر الفعلي لألفا قنطورس بنحو (١١٠٠) مرة.

أما سطوع النجم الفعلي، الذي يعبر عنه بمقياس القدر المطلق، فهو سطوعه بغض النظر عن بعده عنا، وذلك على افتراض أن النجوم كلها واقعة على بعد واحد عنا اعتبره العلماء (١٠ بارسك = ٣٢,٦ سنة ضوئية). ولهذا نجد أن نجماً كالشمس قدرها الظاهري (- ٢٦,٧)، بينما لو أبعدت عنا حتى مسافة (٣٢,٦) سنة ضوئية، لخف لمعانها إلى القدر (٤,٩). ونجم قلب العقرب الذي قدره الظاهري (١) ببعده الكبير عنا (١٣٠ فرسخ)، فإذا ما افترضنا أنه على بعد عنا نحو (١٠) فراسخ، فسيزداد لمعانه ليصبح من القدر (- ٤,٥)؛ أي سيزداد لمعانه نحو (١١٠) مرة.

ثالثاً- تلألؤ النجوم:

إذا ما نظرنا إلى السماء في ليلة صافية، وترقبنا النجوم بدقة، لرأينا أن في ضوئها خفقاناً يجعلها تبدي تلألؤاً. ويعزى هذا التلألؤ إلى اضطرابات جوية غير منتظمة ناجمة عن التفاوت في كثافة الهواء مع الارتفاع، والتباينات في درجة الحرارة، مترتباً عليه حدوث انكسار في ضوء النجم. فبمرور الضوء خلال طبقة الاضطرابات الجوية غير المنتظمة، فإن سرعته تتغير قليلاً، ومن ثم ينكسر قليلاً أيضاً تبعاً لذلك. وبوجود الحركات الريحية الشديدة في تلك الأجزاء من الجو التي تعمل على تحريك تلك الاضطرابات الكثافية، فإنها

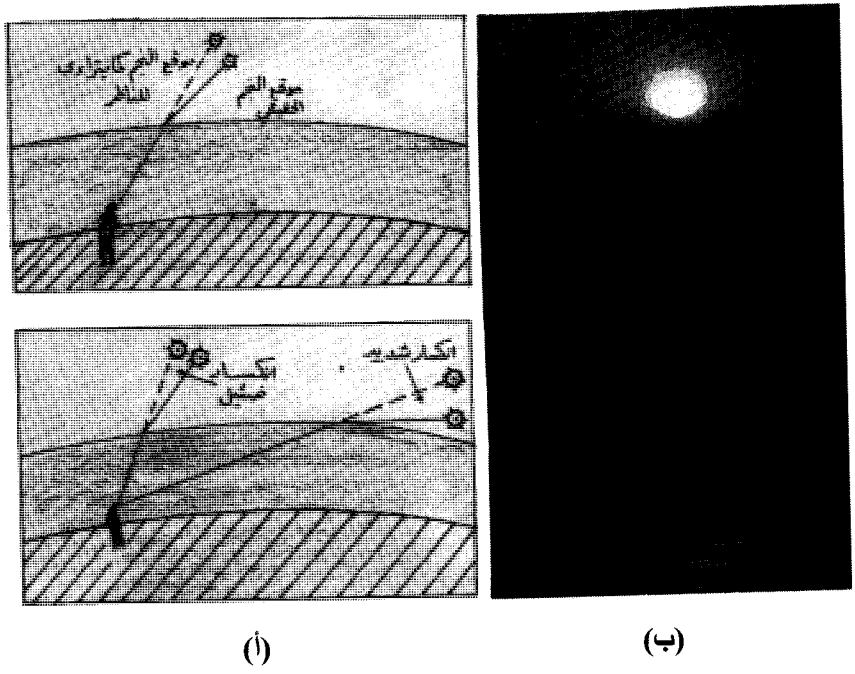
تعمل على كسر الضوء الداخل إلى العين البشرية الراصدة والخارج منها بصورة غير منتظمة أيضاً، مما يؤدي إلى تغير في لمعان النجم.

وهذا التلألؤ الانكساري للضوء النجمي، بما يبعثه في نفس الناظر من سحر وجاذبية، فإنه يعيق قدرة الراصدين من الأرض على رؤية التفاصيل البديعة للأجرام السماوية، لأن مظهر النجم أو الكوكب غير المستقر والمهتز يغشي صورته الحقيقية عند تصويره بآلة تصوير أو نحوها، لهذا يلجأ علماء الفلك إلى تلك الصور الجلية التي يستمدونها مما تقوم به الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية خارج نطاق غلاف الأرض الجوي.

وانكسار الضوء يشوه شكل الشمس عند شروقها وغروبها، فعند دخول ضوء الشمس الغلاف الجوي الأرضي ينكسر قليلاً نحو الأرض، فلو نظرنا خلفنا ونحن على الأرض على مدى شعاع الضوء لتراءى لنا الضوء آتياً من موقع أعلى بقليل من مصدره الحقيقي - شكل (١٨) - ، ذلك أن الانكسار يجعل الأجرام السماوية تبدو أعلى من واقعها الفعلي بقليل. ويكون هذا المظهر في أقصى درجاته عندما تكون الأجرام قريبة من خط الأفق، لأن الضوء عندئذ يخترق سماكة أكبر من الغلاف الجوي، ومن ثم يكون الانكسار أكبر. وينتج عن ذلك أن ضوء الحافة السفلى للشمس يكون أشد انكساراً من ضوء حافتها العليا، الأمر الذي يرفع الحافة السفلى بصرياً أكثر من العليا، ويجعلها تبدو للناظر مفلطحة.

كذلك يغير الانكسار توقيت طلوع الشمس أو غروبها تغيراً طفيفاً، فحينما تكون الشمس عند الأفق فإنها ترتفع بقدر ارتفاع قطرها تقريباً. ومن ثم ففي اللحظة التي نرى فيها الشمس تمس الأفق تكون قد غابت فعلاً، مع أن الانكسار يرفع صورتها فيبقيها مرئية.

ويؤثر الانكسار كذلك في طول ساعات النهار، وذلك بالإبقاء على صورة الشمس فوق الأفق حتى بعد غيابها. وينشأ عن ذلك، أن اليوم من السنة الذي تبقى فيه الشمس فوق الأفق لمدة (١٢) ساعة بالضبط ليس هو الاعتدال نفسه (الربيعي أو الخريفي)، بل ما قبل الاعتدال الربيعي بأيام وبعد الاعتدال الخريفي بأيام. فعند خط عرض (٣٥) شمالاً يكون (١٦) آذار هو الذي تبلغ فيه الفترة بين الشروق والغروب (١٢) ساعة تماماً في الربيع، ويكون (٢٨) أيلول هو الذي تبلغ فيه الفترة بين الشروق والغروب (١٢) ساعة أيضاً في الخريف.



(أ) (ب)

الشكل رقم (١٨)

(أ) الانكسار الجوي للأشعة الشمسية يجعل الشمس أو النجم يبدو أعلى في السماء مما هو عليه في الواقع

(ب) وتبدو في الصورة حافة قرص الشمس السفلى أكثر فلطحة بسبب رفع الانكسار لحافته السفلى أكثر من حافته العليا

الباب الثالث

الشريـط المجـــري

الفصل الأول: امتداد الشريط المجري واتساعه

الفصل الثاني: مناظر الشريط المجري

الفصل الأول

امتداد الشريط المجري واتساعه

أولاً- ما المجرة؟

قد لا يعرف البعض ما هي المجرة، وإن كان ليس هناك إنسان في البادية والريف لم يلحظ في السماء ذلك الشريط الواسع من النجوم الخافتة، والذي عرف في بلادنا باسم درب التبانة. وما درب التبانة هذا سوى مجرة من مجرات الكون التي لم يستطع العلماء إحصاء عددها لعجزهم عن تحديد اتساع الكون ومدى امتداده الحالي، وماذا سيكون عليه بدقة لا بالافتراض والتخمين، في المستقبل، وإن كانوا يقدرون أعدادها بما يزيد عن عشرات البلايين.

والمجرة عموماً، هي بمثابة سحب هائلة من الكتل النجمية الغازية والسدم (غازات وأتربة)، المرتبطة عناصر كل مجرة فيما بينها بقوة الجاذبية. وتفصل المجرات عن بعضها مسافات هائلة تقدر بعشرات ألوف السنوات الضوئية، بل وملايين إن لم يكن في بعضها عشرات ملايين السنين الضوئية. ويتراوح عدد النجوم في كل مجرة بين (١٠٠- ١٠٠٠) بليون نجماً، وأعداد كبيرة من السدم.

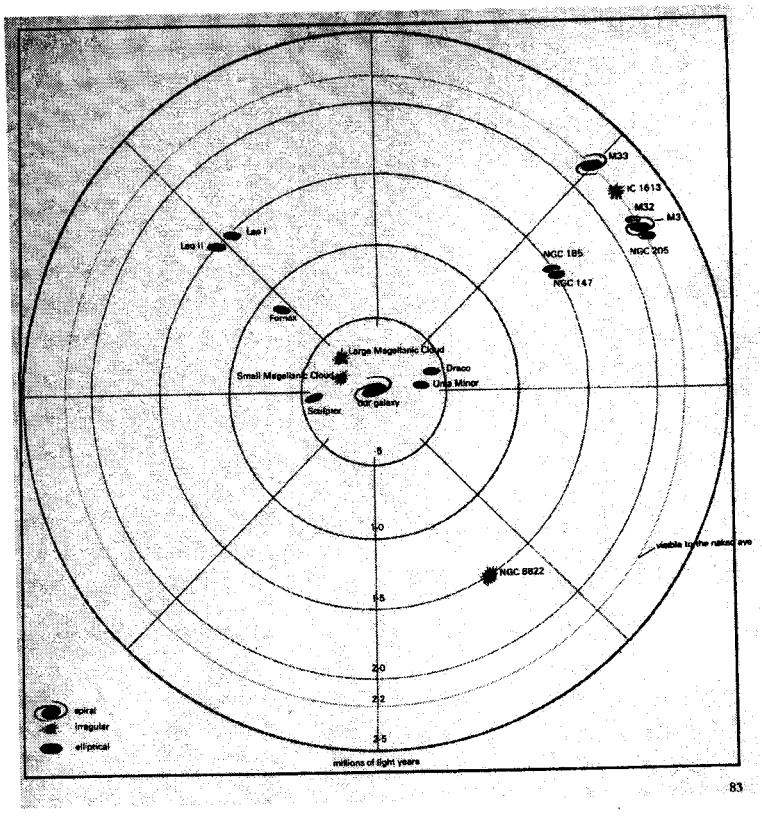
وتتنوع المجرات في الكون بأشكالها (إهليليجية، حلزونية، حلزونية عصوية، غير منتظمة). كما تختلف المجرات في محتواها من النجوم والمواد بين نجمية (سدم)، وفي أحجامها وكتلها. وبينما تحتل المجرات الحلزونية

والعصوية نحو (٨٠٪) من المجرات المكتشفة في الكون، فإن نسبة المجرات الإهليليجية نحو (١٧٪)، وغير المنتظمة (٣٪).

والمجرات؛ هي وحدات البناء الكوني الأولى، التي بدأت بالتشكل بعد الضربة الكبرى (الانفجار الكوني الأعظم) بنحو بليون سنة، حيث بدأت النجوم بالتشكل والسحب المجرية باتخاذ أشكالها. ويبلغ قطر السحابة المجرية عشرات ألوف الفراسخ الفلكية؛ فقط مجرة آندروميدا (المرأة السلسلة) على سبيل المثال نحو (٥٨٥٠٠) فرسخ فلكي، وهذا يكافئ نحو (١٩١) ألف سنة ضوئية.

ويقدر العلماء عدد المجرات في الكون المرئي وغير المرئي بأكثر من تريليون مجرة. ومن خلال تلسكوب هوبل الفضائي، تم إحصاء (٢- ٣) مجرة في الدرجة المربعة الواحدة من السماء، وبما أن مساحة السماء نحو (٤٢) ألف درجة مربعة، لذا فإن الكون المنظور (المرئي) يحتوي على ما لا يقل عن (٨٠) بليون مجرة، تسبح فيه على هيئة جزر من المجرات أو العناقيد المجرية التي يصعب رؤيتها بالعين المجردة. وتكاد أن تكون مجرة آندروميدا (NGC.224, M.31) الوحيدة التي يمكننا مشاهدتها كبقعة ضوئية خافتة في سمائنا الشمالية، لكونها من القدر الظاهري (٥)، وبعدها عنا نحو (٢,٣) مليون سنة ضوئية. وهي أقرب مجرة إلينا - إذا ما استثنينا سحابتي (مجرتي) ماجلان الكبرى والصغرى في السماء الجنوبية المأسورتان بمجرتنا - ، والأشبه بمجرتنا (مجرة حلزونية). وتقع على خط عرض سماوي (٤٠) درجة شمال خط الاستواء السماوي، ومطلعها (صعودها العمودي) الساعة (صفر) و (٤٠) دقيقة، وتشاهد في مجال كوكبة آندروميدا (المرأة المسلسلة). كما يمكن مشاهدة سحابتي ماجلان الكبرى (عرض سماوي ٦٩ جنوباً) والصغرى (عرض سماوي

٧٣ جنوباً) التابعتين لمجرة درب التبانة بالعين المجردة، من نصف الكرة الأرضي الجنوبي، وهما تبعدان عنا نحو (١٥٠٠٠٠) سنة ضوئية ـ شكل (١٩) ..



شكل رقم (١٩)

موقع بعض المجرات وبعدها عنا

ولن نتجاوز المدرك والبديع في الكون العجيب، إلى حيث السر الرهيب، لندخل عندها فيما لا يمكننا وصفه إلا بصفات العجائب والغرائب، مما يحمل في طياته من قدرات وطاقات، وهي تلك المعروفة بالثقوب السوداء ونظائرها الثقوب البيضاء، وهي عوالم غير مدركة، ومن الصعب تخيلها، وهي من أسرار الكون، وليست من بدائع السماء.

ثانيا- ما هي مجرة درب التبانة:

إنها ذلك الشريط العريض الباهت الضوء المرصع بالنجوم، الذي يشاهد ممتداً عبر السماء بشكل واضح في ليلة صافية لا قمر فيها. وهذا الشريط المجري الذي هو جزء من مجرتنا، عرف منذ القديم، فلم يختف عن ناظري الإنسان يوماً، وحكيت حوله العديد من القصص والحكايات والأساطير.

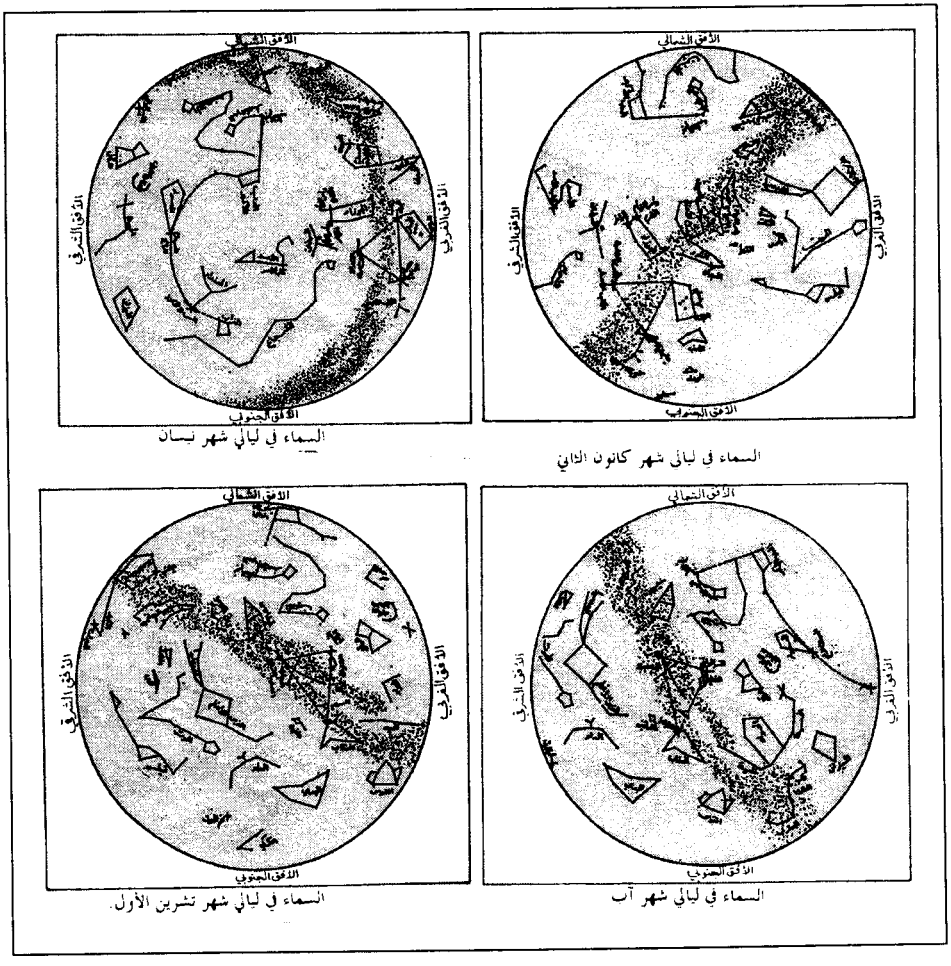
لقد كان الاعتقاد السائد لدى قدماء الهنود أن هذا النهر المتلألئ من الضوء في السماء هو منبع نهر الغانج المقدس. أما قدماء الإغريق فقد بدا لهم هذا الألق السماوي الخافت وكأنه لبن انسكب في السماء، لذا فقد أطلقوا عليه اسم الطريق اللبني (Milky Way).

كما عرف هذا الشريط باسم درب التبانة (درب التبانات) في البلاد العربية، وبخاصة في سورية، تشبهاً له بمنظر التبن الأبيض الذي يتناثر وراء ناقليه ليلاً على ظهورهم وعلى حيواناتهم، من بيادرهم إلى بيوتهم لاختزانه للشتاء لإطعام حيواناتهم منه، وهذا ما كان أيام ما كانت عمليات حصاد القمح والشعير وغيرهما، والنقل والدرس (فصل الحب عن القش الذي يتحول إلى تبن) والتذرية، تتم بوسائل تقليدية قديمة. وهذا ما عهدناه وعايشناه في قرانا في الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين.

وكلمة مجرة (Galaxy) مشتقة من كلمة (Galactos) الإغريقية القديمة التي تعني اللبن. إذاً فدرب التبانة هي اسم لحزمة الضوء الممتدة عبر السماء، وفي الوقت ذاته اسم لمجرتنا.

ثالثا- امتداد الشريط المجري واتساعه:

يبلغ اتساع شريط مجرة درب التبانة في السماء المنظورة لنا نحو (٢٠) درجة. ويختلف امتداده في السماء على مدار السنة، فتارة نجده مقترباً من الأفق، وتارة أخرى مبتعداً عنه ـ شكل (٢٠) ..



الشكل رقم (٢٠)

امتداد الشريط المجري (درب التبانة) في فصول السنة المختلفة.

- في فصل الربيع: يمتد شريط مجرة درب التبانة من الأفق الشمالي إلى الأفق الجنوبي، بتقوس نحو الأفق الغربي بحيث نجده في منتصف المسافة تقريباً بين خط الأفق الشمالي ـ الجنوبي، والأفق الغربي. ليزداد تقوسه في شهر نيسان، وليصبح مسايراً للأفق في شهر أيار.

- وفي فصل الصيف: فإن امتدادها يكون من الشمال إلى الجنوب مع تقوس شديد باتجاه الشرق في شهر حزيران، وتقوس أقل في شهر تموز، ليصبح امتدادها قريباً من وسط السماء وباستقامة في شهر آب، بامتداد لها من الأفق الشمالي الشرقي إلى الأفق الجنوبي الجنوبي الغربي.

- وفي فصل الخريف: فإن شريط المجرة يغير امتداده، ففي شهر أيلول يمتد في منتصف السماء من الأفق الشمالي الشرقي إلى الأفق الجنوبي الشرقي، وكذلك الحال في شهر تشرين الأول. بينما في شهر تشرين الثاني يمتد من الأفق الشرقي إلى الأفق الغربي مع تقوس بسيط باتجاه الشمال.

- وفي فصل الشتاء: يكون امتداداها مستقيماً في شهوره الثلاثة، ممتدة من الأفق الغربي الشمالي الغربي إلى الأفق الشرقي الجنوبي الشرقي.

وتختلف **الصور النجمية (الأبراج) التي يمر فيها الشريط المجري** من فصل إلى آخر:

- ففي شهر آذار؛ يمر الشريط المجري ببروج: الكلب الأكبر، والكلب الأصغر، والجوزاء، والثور، وممسك الأعنة، وبرسيوس، وذات الكرسي، وقيفاوس.

- أما في حزيران؛ فيمر في بروج: العقرب، والقوس، والحية، والسهم، والعقاب، والشلياق، والدجاجة، وقيفاوس، وذات الكرسي.

- وفي شهر أيلول؛ يمر في بروج: برسيوس، ذات الكرسي، قيفاوس، الدجاجة، الصليب الشمالي، ليرا، السهم، العقاب، الحية، القوس، والعقرب.

- وفي كانون الأول؛ يمر ببروج: الدجاجة، والصليب الشمالي، قيفاوس، ذات الكرسي، برسيوس، العقاب، أجزاء من الجوزاء والثور، الكلب الأكبر، الكلب الأصغر، وطرف الجبار.

الفصل الثاني

مناظر الشريط المجري

أولاً- شكل مجرة درب التبانة:

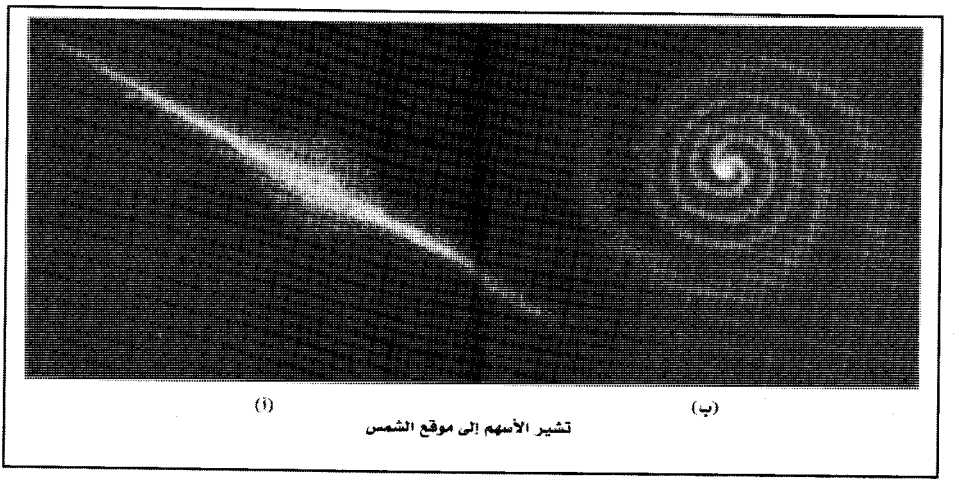
مجرة درب التبانة حلزونية الشكل، ينبثق من مركزها (النواة) المحاط بقرص مجري أربعة أذرع حلزونية، محاطة بهالة من النجوم والسدم، وتقع الشمس على أحد أذرعها بعيدة عن مركزها نحو (٣٠) ألف سنة ضوئية، حيث يبلغ قطر المجرة (اتساعها) نحو (١٠٠) ألف سنة ضوئية، بينما يبلغ سمك قرصها المجري المحيط بنواتها نحو (١٠,٠٠٠) سنة ضوئية. ويبلغ حجمها نحو (٧×١٠^{١١}) فرسخ فلكي مكعب.

ثانيا- محتوى مجرة درب التبانة:

بالإضافة إلى ما تحتويه من نجوم مختلفة الأحجام والكتل والسطوع والعمر، والتي يتجاوز عددها (١٠٠) بليون نجم، فإنها تحتوي أيضاً كميات كبيرة من الغازات والأتربة بين النجمية، وبكثافة منخفضة جداً. وتشغل تلك المكونات بين النجمية الحيز الأكبر من حجم درب التبانة، والتي تبدو نجومها وكأنها مفروشة في تلك السدم السحابية الغازية والغبارية. ومن تلك السدم ما هو كثيف، بحيث يبدو إما ساطعاً أو مظلماً.

ثالثا- مناظر الشريط الجوي:

من مناظر الشريط المجري - شكل (٢١) -:



الشكل رقم (٢١)

صورتان لمجرتا درب التبانة: جانبية (أ) ومن أعلى (ب)

١- النجوم المتلألئة بخفوت نسبي عبر شريطها الكبير.

٢- السدم المظلمة في المجرة التي تدعى بأكياس الفحم، التي تبدو كمناطق مظلمة في المجرة، كما في المنطقة الممتدة من كوكبة الدجاجة حتى كوكبة العقرب في منتصف مجرة درب التبانة في السماء الشمالية. وكذلك المنطقة المظلمة الواقعة قبل انشطار درب التبانة إلى فرعين في كوكبة قنطورس... وغير ذلك. ومن المناظر الجميلة للسدم المظلمة في مجرة درب التبانة، وفي مجال كوكبة الجبار، هو سديم رأس الحصان أسود اللون على خلفية أرضية وجوانب سماوية براقة، ويبعد عنا نحو (٤٦٠) سنة ضوئية.

٣- السدم اللامعة أو المتألقة؛ والتي هي من نوع السدم المنتشرة، ويعزى تألقها؛ إما إلى امتصاص غاز هيدروجينها - إذا ما كانت تتركب من الغازات بنسبة كبيرة هيدروجين، وقليلاً من الأوكسجين والنتروجين.. - للأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن نجم أزرق قريب منها، ومن ثم إصدارها تلك الأشعة بصورة ضوء مرئي، في عملية تدعى باسم التلألؤ. وهذا هو حال سديم الجبار الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة، وهو يشكل جزءاً من سيف الجبار، وتسطع بداخله أربعة نجوم حديثة التشكل. ويبعد هذا السديم عنا نحو (١٦٠٠) سنة ضوئية، وهو من القدر الظاهري (٤,٨). وإما أن يعود التألق إلى انعكاس ضوء نجوم قريبة على سحابة سديمية غبارية، كما في سديم الثريا.

الباب الرابع
الشمس والكواكب السيارة

الفصل الأول: الشمس

الفصل الثاني: الكواكب السيارة

الفصل الأول

الشمـــــس

أولاً- ما الشمس؟

الشمس: نجم، ويماثلها نجوم كثيرة ترى في السماء، ولكن بعدها الكبير عنا يجعلها تبدو أصغر بكثير من الشمس، وأقل منها لمعاناً. فالشمس بمثابة كرة متوهجة من الغازات ذات الحرارة المرتفعة التي تتراوح بين (٦٠٠٠) درجة مطلقة (كل°) في غلافها السطحي (قرص الشمس)، إلى نحو (٢٠) مليون درجة مطلقة في نواتها (لبها). وهي ذات حجم متوسط، إذ يبلغ قطرها نحو (١,٩٤) مليون كيلومتر؛ بما يكافئ نحو (١٥٠) مرة قطر الأرض. وكتلتها أكبر من كتلة الأرض بنحو (٣٠٠٠٠٠) مرة، وهي تمتلك ثقالة هائلة تسحق المواد الموجودة بداخلها. ولكي تحمي الشمس نفسها من الانهيار بفعل قوة ثقالتها الضخمة على مركزها، كان لا بد من أن تتولد بداخلها قوة تعمل خارجاً بعكس قوة الثقالة، وهذا ما تحقق فيها من خلال الارتفاع الحراري الهائل في داخلها الذي وصل إلى (٢٠) مليون درجة مطلقة.

ثانياً- كيف تتشكل الطاقة الشمسية؟

هل يمكننا أن نتصور ما يحدث لغاز الهيدروجين الموجود في النواة الشمسية التي سماكتها نحو (٤٠٠) ألف كم، بتلك الدرجات الحرارية؟ يحدث اندماج لذرات الهيدروجين في عملية تدعى الاندماج النووي (Nuclear Fusion)، وهي عملية تربط نواتين من الهيدروجين أو أكثر لتشكل نواة

واحدة من الهليوم، وذلك يتم عبر ثلاث مراحل في سلسلة تفاعل يطلق عليها تفاعل بروتون - بروتون:

ففي المرحلة الأولى: تندمج نواتا هيدروجين ($_1H$) مع بعضها لتشكلا نظير الهيدروجين ($_2H$) المعروف بالديتريوم، ولينطلق من التفاعل بوزيترون (موجب الشحنة) ونيوترينو (Neutrino) لا علاقة له بتوليد الطاقة الشمسية.

وفي المرحلة الثانية: تندمج نواة ذرة ديتريوم ($_2H$) مع نواة ذرة هيدروجين، لينتج من ذلك ذرة نظير الهليوم (He_3)، ولينطلق من ذلك فوتوناً عالي الطاقة (شعاع غاما)، ويكون الجسيم الناتج من نظير الهليوم، ذو كتلة أصغر من الجسيمات التي تتكون منها، وفارق الكتلة يتحرر بشكل طاقة.

أما في المرحلة الثالثة والأخيرة: فيحدث تفاعل واندماج بين نواتين من ذرات نظير الهليوم، ناتجاً عن ذلك نواة ذرة هليوم (He4) ونواتان من الهيدروجين، وطاقة تتحرر من فارق الكتل.

ويمكن معرفة كمية الطاقة المتحررة من التفاعلات ذات المراحل الثلاث، بمقارنة الكتل الأولية لذرات الهيدروجين الأربعة التي اشتركت في التفاعل مع الكتلة النهائية لذرة الهليوم، وتطبيق علاقة اينشتاين في حساب كمية الطاقة المتحررة (طق): [طق = فارق الكتلة × مربع سرعة الضوء]

فكتلة نواة هيدروجين وحيدة تساوي (١,٦٧٣ × ١٠$^{-٢٧}$ كغ)، وكتلة نواة الهليوم تساوي (٦,٦٤٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كغ).

وهكذا يكون:

كتلة أربع ذرات هيدروجين = ٦,٦٩٣ × ١٠$^{-٢٧}$ كغ

كتلة ذرة هليوم = ٦,٦٤٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كغ

وفارق الكتلة بينهما = ٠,٠٤٨ × ١٠^-٢٧

وهي الكتلة المفقودة التي تحولت إلى طاقة قيمتها بالنسبة لذرة هليوم واحدة تساوي (٠,٠٤٨ × ١٠^-٢٧ × (٣ × ١٠^٨)^٢ = ٤,٣ × ١٠^-١٢ جول

وقد يبدو هذا الرقم الصغير جداً غير ذي قيمة، لكن يمكن إدراك قيمته الفعلية عندما نعلم كم من ذرات الهيدروجين تتعرض للاندماج في نواة الشمس في الثانية. ففي كل ثانية يحترق نحو (٦٥٠) مليون طن من الهيدروجين متحولاً إلى هليوم، ومنتجاً خلال نبضة قلب واحدة طاقة تعادل الطاقة التدميرية لمئة مليون قنبلة نووية، إذ تكون الطاقة الكلية المتحررة مكافئة لانفجار (١٠٠) مليون ميغا طن من القنابل الهيدروجينية في الثانية الواحدة.

وهكذا فإن الطاقة الشمسية الإشعاعية الأولية تتكون في النواة الشمسية، ثم تنطلق خارجها باتجاه سطحها، ومن ثم إلى عالمها القريب منها والبعيد عنها من كواكب وسواها. ويقدر أن الزمن الذي تستغرقه الطاقة الشمسية بمكونات طيفها الإشعاعي المختلفة من لحظة تشكلها في النواة وحتى بلوغها سطح الشمس ومن ثم تلقي أرضنا إياها نحو مليون سنة. وهذا يعني أن أشعة الشمس التي نتلقاها اليوم قد ولدت قبل ولادة الحضارة الإنسانية. ويعزى ذلك إلى عمليتين تحدان من سرعة انتقال الفوتونات؛ إحداهما في طبقة الإشعاع - وهي الطبقة التي تلي النواة بسماكة نحو ٣٢٥ ألف كم - التي تتشكل فيها كافة أنواع الطيف الإشعاعي الشمسي (أشعة غاما - الأشعة اللاسلكية)، فبما أن الغاز كثيف جداً في تلك المنطقة، فإن الفوتون لا يكاد يقطع مسافة سنتمتر حتى تمتصه ذرة غازية ويتوقف، ثم يعاد إصداره من جديد، إلا أن يتم امتصاصه ثانية... وهكذا، وبتوالي عملية امتصاص الفوتون وإصداره الجديد، فإن حركة الفوتونات لا تكون متواصلة، رغم أنها تتحرك بسرعة الضوء بين حادثتي امتصاص.

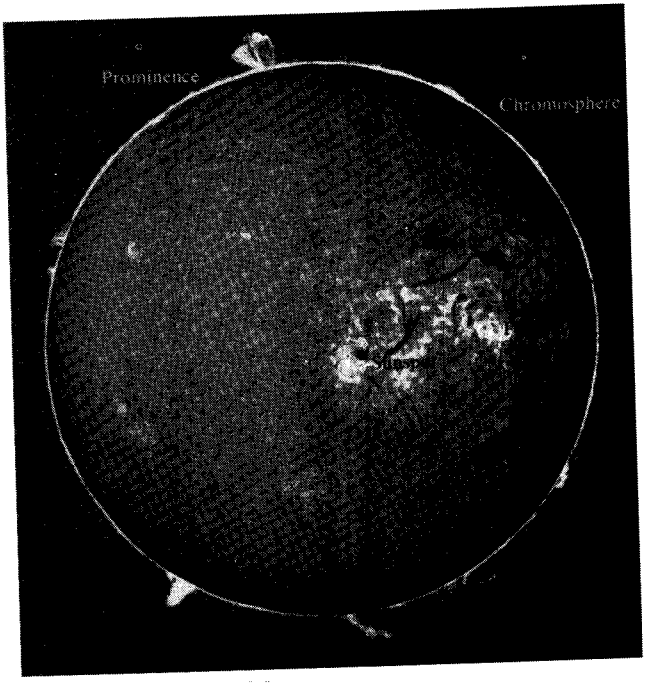
والتباطؤ الآخر في حركة تدفق الطاقة الشمسية باتجاه سطح الشمس، تتم في طبقة الحملان (سماكتها ١٥٠ ألف كم) التي تقع دون سطح الشمس مباشرة، وتلي طبقة الإشعاع، حيث تكون الفوتونات أقل فاعلية في نقل الطاقة، لتقوم تيارات الحمل بذلك وبسرعة تصل إلى مئات الكيلومترات في الثانية.

ولا بد من التساؤل عما نشاهده يحيط بقرص الشمس عند كسوفها كلياً - وهو ما يبدو عموماً يحيط بقرص القمر من الشمس -، من طبقة رقيقة حمراء اللون في بداية الكسوف ونهايته، وهي الجزء الأدنى مما يعرف باسم الجو الشمسي المعروفة باسم الطبقة الملونة (الكروموسفير)، والتي تبلغ سماكتها نحو (٣- ٥) آلاف كيلومتر، وفيها تنخفض درجة الحرارة في منتصفها إلى نحو (٤٠٠٠° كل)، ولتتزايد بسرعة بعد ذلك لتصل إلى نحو مليون درجة مطلقة عند سقفها، الذي يشكل بداية للطبقة الجوية الشمسية الخارجية المعروفة بطبقة الإكليل الشمسي، أو التاج الشمسي (الكورونا)، التي تمتد بعيداً عن قرص الشمس عدة ملايين الكيلومترات، والتي تستمر الحرارة فيها مرتفعة (مليون درجة مطلقة). وتكون الغازات فيها بحالة تأين (تشرد)، تنطلق حزم منها بسرعة نحو (٥٠٠ كم/ثا) بصورة ما يعرف باسم الرياح الشمسية، التي تصل إلى الأرض، والكواكب الأخرى، وهي المسؤولة عن تشكل ما يعرف بالشفق القطبي. ويمكن رؤية الإكليل الشمسي، خلال فترة الكسوف الكلي للشمس.

ثالثا- منظر قرص الشمس:

قد يظن المرء للوهلة الأولى، وهو حتماً لا يستطيع النظر بشكل مباشر إلى قرص الشمس المتوهج عند الظهيرة في يوم صاحٍ، أن هذا القرص أملس لا تشوبه شائبة، ولكنه لو نُظر إليه من خلال غطاء سحابي رقيق (سحب

سيروستراتوس) أو قريباً من الغروب وعند الشروق، أو استخدم في نظره إلى الشمس تلسكوباً، لاتضح له أن هذا القرص ذو بنية حبيبية، بعيداً عن التجانس والانتظام. وإنه لو تمت مراقبة الشمس لسنوات، للوحظ على قرصها بقع سوداء مختلفة الأحجام، هي ما تعرف باسم البقع الشمسية أو الكلف الشمسي (SUNSPOTS)، التي درجة حرارتها أقل من حرارة قرص الشمس الطبيعية بنحو (١٥٠٠- ٢٠٠٠° كل)، وتتبع دورة في تطورها عدداً وحجماً مدتها (١١) سنة، ولشوهدت أيضاً فورانات كبيرة من الطاقة بجوار البقع الشمسية الكبرى، وكأنها أوهاج نارية تدفع بكميات من الجسيمات والأشعة باتجاه الكواكب، ومنها الأرض، تعمل على تعطيل الاتصالات الراديوية، وتخلق سجوفاً مضيئة من الشفق عند عروض منخفضة - شكل (٢٢)..



الشكل رقم (٢٢)

قرص الشمس، ومظاهر النشاط الشمسي

والمنظر الأجمل مما تقدم، هي تلك العروات (الحلقات المتطاولة) الحمراء اللون التي تبدو منطلقة من الطبقة الملونة عبر الطبقة التاجية من الغلاف الشمسي حتى مسافة نحو (٥٠٠) ألف كم من سطح الشمس، وعائدة نحو قرص الشمس، والتي تعرف باسم الشواظ الشمسي (Prominence) الذي لا يمكن رؤيته بالعين المجردة أثناء الكسوف الكلي للشمس.

رابعا- الحركات الشمسية السماوية:

إن من أبدع وأهم الحركات السماوية، هي الحركة التي تبديها لنا الشمس ظاهرياً وهي كل يوم تعلو فوق أفقنا لساعات تطول صيفاً وتقصر شتاءً، وتهبط دون أفقنا لساعات تقصر صيفاً وتطول شتاءً. ليس هذا فحسب، بل إن صعود الشمس في السماء متغير على مدار السنة لمن يرقب ذلك، ويتغير معه اتجاه شروقها وغروبها.

فالشمس كما يخيل لنا، إنها هي التي تتحرك حول الأرض، لما نراه بأعيننا من حركتين واضحتين ولكنهما غير حقيقتين؛ الأولى حركة ظاهرية يومية وهي التي تتم حول الأرض كل (٢٤) ساعة، وفي الحقيقة فليست هي التي تدور، وإنما الأرض هي التي تدور حول محورها دورة كل (٢٤) ساعة، منتجة بذلك الليل والنهار بتتابعهما المنتظم، الذي حار العلماء فيهما، أيهما أسبق من الآخر (الليل أم النهار) ولتبقى الإجابة عند خالق الكون، لقوله تعالى: ﴿لا الليل سابق النهار ولا النهار سابق الليل...﴾.

والثانية الحركة الشمسية السماوية السنوية بالنسبة إلى الأرض؛ التي تبدو أنها تتحرك عبر السماء فيما بين خطي عرض سماويين (٢٣° و ٢٧َ) جنوبي خط الاستواء السماوي وشماليه، والتي عبر رحلتها السنوية تلك ترسم دائرة هي ما تدعى دائرة البروج أو دائرة الكسوف. ومن المفترض أن يكون بعد هذه الدائرة عنا ما بين (١٤٧) مليون كم في (٣) كانون الثاني عندما تكون

الشمس أقرب ما يكون إلى الأرض (الحضيض) و (١٥٢ مليون كم) في (٤) تموز عندما تكون الشمس أبعد ما يكون عن الأرض (الأوج). ومن هذه الحركة تتولد فصول السنة الأربعة (الربيع والصيف والخريف والشتاء).

ولكن في الحقيقة ليس ما سبق حركات شمسية فعلية، فللشمس حركاتها الفعلية؛ فهي تملك خطاً استوائياً، ومحوراً قطبياً متعامداً معه، تدور حوله بسرعات تفاضلية تبلغ أقصاها عند خط الاستواء، وتقل بالاتجاه نحو القطبين، وهذا ما يدل عليه أن مدة دورتها عند خط استوائها تبلغ نحو (٢٥) يوماً، وعند عرض (٤٠) نحو (٢٨) يوماً، وعند القطبين (٣٤) يوماً. وهذه الحركة التفاضلية لسطح الشمسي، يقابلها أيضاً حركة تفاضلية من السطح وحتى مركز الشمس، حيث تزداد سرعة أجزاء الشمس بالاقتراب من مركزها. ويستدل على الحركة التفاضلية السطحية، من اختلاف مواقع البقع الشمسية على سطحها ما بين منطقتها الاستوائية ومناطقها الأخرى.

ليس هذا فحسب، بل إن الشمس ـ ومنظومتها معها ـ تتحرك حول مركز مجرة درب التبانة التي تبعد عنه نحو (٣٠) ألف سنة ضوئية، في مسار إهليليجي بسرعة تقارب من (٢٢٠) كم/ثا، مستغرقة مدة نحو (٢٥٠) سنة لإتمام دورة واحدة.

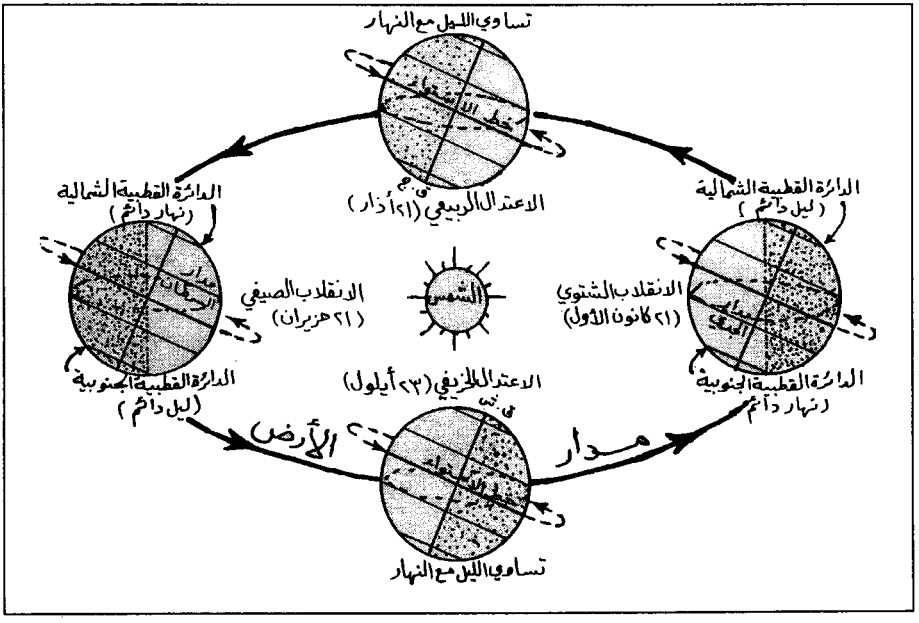
ومن أبدع ما تمنحه السماء للإنسان ـ وللأحياء الأرضية كافة ـ ذلك التتابع الإيقاعي لفصول السنة في مناطق الأرض المتباينة بعداً عن خط الاستواء الأرضي، والمقترن مع ذلك تبايناً في طول الليل والنهار خلال السنة، لقصر في المسار الشمسي الظاهري فوق الأفق خلال فصل (الشتاء) وطول للمسار في فصل آخر (الصيف)، وفيما بينهما في الفصلين الآخرين (الربيع والخريف).

فكم يستمتع المرء بالربيع وهو يقود إلى الصيف بدفئه وطول نهاره، وسهولة الحركة والتحرك فيه؟ وكم ينقبض الإنسان لانتهاء الصيف وحلول

الخريف كتوطئة للشتاء ببرده ورياحه وزوابعه وأمطاره وثلوجه، وقصر نهاره المقيد للحركة، وطول لياليه التي تحمل في طياتها الكينونة والسبات. ومع ذلك فكل فصل هو ضرورة للآخر؛ فليس هناك ربيع بلا شتاء، ولا صيف بلا ربيع، ولا خريف دون صيف.

فإذا كنا نعشق الربيع بخضرته، والصيف بطول نهاره وتنوع حاصلاته وثماره، فلا مناص لنا من أن نهوى الشتاء لأمطار منبتة الزرع ومحيية الضرع، ومجددة الحياة والأمل، ولسلمنا بالخريف وهو يرمي ما أورثه الربيع عبر الصيف، ليعطي لما بعده من جديد طاقة التجديد والخير والبركة.

وسبب ما تقدم ذكره في أرضنا، هو ميل محورها على مستوى مدارها حول الشمس بنحو (٦٦° و ٣٣´)، ذلك الميل الذي خلق الفصول، وجعل مناطق من الأرض (خلف الدائرة القطبية ذات العرض ٦٦° و ٣٣´) في وضعية الضياء الطويل لمدة تزيد عن يوم ولتصل إلى ستة أشهر، أو الظلام الطويل للمدة نفسها - شكل (٢٣) .. . ولأدركنا أيضاً أنه بدوران الأرض حول محورها- الذي يميل نحو (٢٣°و ٢٧´) عن الوضع العمودي على مستوى مدارها حول الشمس - مستغرقة مدة (٢٤) لإتمام دورة واحدة؛ أن طول النهار في فصل الصيف الشمالي يتزايد من خط الاستواء باتجاه القطب الشمالي، مقابل تناقص فيه في نصف الكرة الجنوبي باتجاه القطب الجنوبي، وأن طول الليل خلال فصل الشتاء الشمالي يتزايد من خط الاستواء باتجاه القطب الشمالي، مقابل تناقص في طوله لصالح النهار في نصف الكرة الجنوبي باتجاه القطب الجنوبي. حيث تتعاكس فصول السنة بين نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي.



الشكل رقم (٢٣)

أوضاع الأرض في مدارها حول الشمس

خامساً- تغير مواقع شروق الشمس وغروبها:

كثيراً ما تساءلنا ونحن نراقب قرص الشمس، ودخول أشعة الشمس إلى منازلنا، عن سبب تغير مواقع شروق الشمس وغروبها خلال السنة، ولم نكن نعثر على إجابة، غير أن هذا من تنظيم القادر المقتدر الله سبحانه وتعالى. ولكن مع تقدم معارفنا عن الأرض والشمس، وغير ذلك من نظامنا الشمسي والكوني، أدركنا سبب ذلك، وأصبحنا نخطط منازلنا على ضوء تلك التغيرات بحيث يتم الاستفادة بالقدر الأكبر من أشعة الشمس بدخولها إلى منازلنا؛ لما في ذلك من صحة بعدم إتاحتها للجراثيم والميكروبات من النمو، ولازدياد تعرضنا المباشر لتلك الأشعة، وكذلك لإسهامها في التدفئة والإضاءة بما في ذلك من اقتصاد.

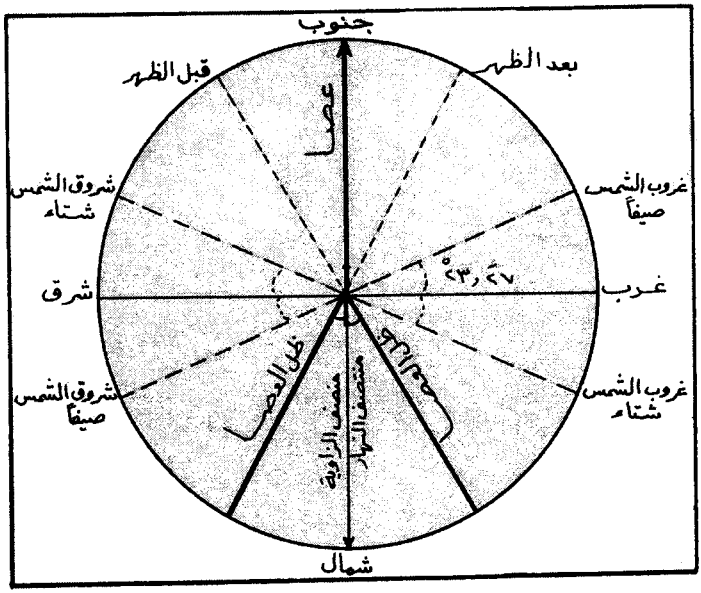
ونحن نعلم أن محوري الأرض الرئيسيين، هما محورها الاستوائي الذي يمثل دائرة عظمى تمر بمركز الأرض بامتداد وجهتي شروق الشمس وغروبها في يومي الاعتدال الربيعي والخريفي، ومحورها القطبي المتعامد مع محورها الاستوائي.

ولقد بات التمييز ضرورياً بين جهتي الشرق والغرب الأساسيتين (القياسيتين، المعياريتين) اللتين تتوافقان مع امتداد خط الاستواء الأرضي وتقاطعه مع القبة السماوية، وتغير وجهات شروق الشمس وغروبها قياساً بهاتين الجهتين.

إن اتجاه شروق الشمس وغروبها يتغير طوال العام ـ شكل (٢٤) ـ؛ فعند الاعتداليين (٢١ آذار، ٢٣ أيلول) تكون جهتا بزوغها وغروبها هما جهتي الشرق والغرب الحقيقيتين، ويتحول اتجاه شروق الشمس ببطء نحو الشمال الشرقي اعتباراً من (٢١) آذار وحتى يوم الانقلاب الصيفي (٢١ حزيران) حيث تكون الشمس في حركتها السنوية الظاهرية حول الأرض، قد بلغت أقصى امتداد لها شمالاً في نصف الكرة السماوي الشمالي وهو خط عرض سماوي (٢٣° و ٢٧´)، ولذا فإن شروق الشمس في هذا التاريخ (٢١ حزيران) يكون إلى شمال الشرق الحقيقي (الشمال الشرقي) بنحو (٢٣° و ٢٧´)، حيث يكون انتقال الشروق باتجاه الشمال بمعدل نحو (٠,٢٥٢) درجة يومياً.

وينعكس اتجاه شروق الشمس بعد (٢١) حزيران مرتداً نحو الجنوب ـ وهو في الشمال الشرقي ـ بمعدل (٠,٢٥٢) درجة يومياً، ليبلغ الشرق الحقيقي في يوم الاعتدال الخريفي (٢٣ أيلول)، ويواصل اتجاه الشروق الحركة إلى الجنوب من الشرق الحقيقي (الجنوب الشرقي) بمعدل (٠,٢٦١) درجة يومياً، حتى خط عرض سماوي جنوبي (٢٣ درجة و ٢٧ دقيقة) متحققاً ذلك يوم (٢١) كانون الأول، حيث تكون الشمس عندئذ تشرق من جهة الجنوب الشرقي بزاوية

(٢٣° و ٢٧´) لمن يكون موجوداً عند خط الاستواء، بينما لساكن في دمشق (خط عرض نحو ٣٥)، فإن الشمس في (٢١) كانون الأول تكون وجهة شروقها بزاوية قدرها نحو (٥٨,٥) درجة.



الشكل رقم (٢٤)

تغير وجهة شروق الشمس وغروبها على مدار السنة

ويتحول اتجاه الغرب بصورة مماثلة ومناظرة تماماً لجهة الشرق؛ إلى شمال غرب جهة الغروب الحقيقية خلال الفترة (٢١ آذار - ٢٣ أيلول)، وإلى جنوب غرب جهة الغروب الحقيقية خلال الفترة (٢٣ أيلول - ٢١ آذار).

الفصل الثاني

الكواكب السيارة

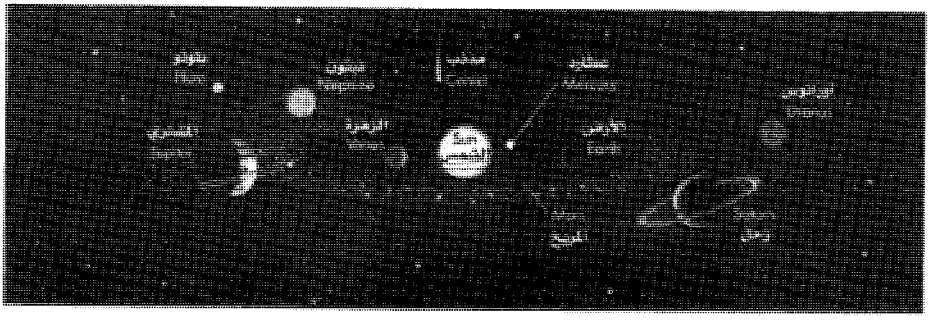
إن من أبدع ما يكون في سمائنا، ومن أهم ما يكون بالنسبة إلينا، تلك الأجرام التي كان الأقدمون يظنون بأنها تدور حولنا - أي حول الأرض التي نقطن عليها -، وليطلقوا عليها تسمية الكواكب السيارة، أو الكواكب المتحيرة كما سماها البعض ممن اعتقدوا بوجود حركات تقدمية وتراجعية وصعودية وهبوطية في مساراتها حول الأرض مما شكل أرضية المنجمين وسواهم، إلى أن أطل عصر البعث الفلكي في مطلع القرن السادس عشر الميلادي، مبتدئاً بعالم الفلك البولندي الشهير كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣م)، الذي رفض رفضاً مطلقاً مركزية الأرض للكون، وللمجموعة الشمسية، مؤكداً على أن الأرض كوكب سيار كسائر الكواكب الأخرى التي تدور حول الشمس مركزها، ابتداءً من عطارد أقرب الكواكب إلى الشمس ومن ثم الزهرة، فالأرض....إلخ. وليأتي العالم الألماني (جوهانس كبلر) الذي عاش خلال الفترة (١٥٧١- ١٦٣٠م)، والذي وضع قوانينه الحركية الثلاثة (١٦١٨- ١٦٢٠م) نافياً أن يكون لأي كوكب في مداره حول الشمس أية حركة تراجعية، بل إن الحركات الكوكبية حول الشمس هي حركات تقدمية في مداراتها الإهليليجية من الغرب إلى الشرق.

وإذا كان ضوء الشمس الباهر نهاراً يعيق من إمكانية رؤيتنا للكواكب وأقمار بعضها وهي تقدم عروضها السماوية المتحركة بانتظام بديع من الأشكال لبعضها (القمر، الزهرة...)، فإن الليل بظلمته حيث تغيب الشمس، يصبح مسرحاً للكواكب التي ببريق لمعانها الممثل بضوء الشمس المنعكس

على أسطحها، تضفي على السماء بديع منظرها، لكونها بحركتها السريعة نسبياً قياساً بالنجوم الثوابت نظرياً، تقدم لنا عروضاً ضوئية متحركة عبر السماء.

أولاً- ما الكواكب السيارة السماوية؟ وما هي خصائصها؟

هي ما كانت تعرف قديماً بالكواكب المتحيرة، عندما كانت فكرة مركزية الأرض للكون هي السائدة، وكانت عندها الكواكب السيارة، تشمل: الشمس وعطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل، وهي التي كانت ترى بالعين المجردة. أما بعد إثبات عدم صحة فكرة مركزية الأرض، وإن الأرض ما هي سوى كوكب من الكواكب التي يتبعها القمر المعروف، وإن الشمس هي مركز المجموعة الشمسية التي تنتمي إليها - قبل اكتشاف الكواكب التي كانت مجهولة له وغير المرئية بالعين المجردة - كواكب: عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ، والمشتري، وزحل، وباكتشاف أورانوس عام (١٧٨١م)، ونبتون عام (١٨٤٥م)، وبلوتو عام (١٩٣٠م)، غدا عدد الكواكب السيارة حول الشمس تسعة كواكب، وليكتشف العلماء - كما تردد ذلك في شهر تموز عام (٢٠٠٥م) - الكوكب العاشر، الأبعد من بلوتو - شكل (٢٥) -.



الشكل رقم (٢٥)

مدارات الكواكب

وتتراءى الكواكب المنظورة بالعين المجردة نقطاً من الضوء تتغير مواضعها ببطء من ليلة إلى أخرى. غير أن رصد تلك الكواكب بالتلسكوبات الأرضية أولاً ثم بواسطة المركبات الفضائية المسيرة عن بعد، تمكن الإنسان من الجزم بأن تلك الكواكب هي عوالم أخرى حقيقية.

ويعد الإغريق أول من أطلق على الكواكب السيارة اسم (Planetai) أي الطوافات. ومنها اشتقت كلمة (Planet) المستعملة اليوم بمعنى كوكب سيار. وتبدو الكواكب وكأنها تتحرك خلال نجوم الخلفية السماوية، بسبب دورانها حول الشمس من جهة، وكذلك دوران الأرض في فلكها حول الشمس من جهة أخرى. كما تبدو وكأنها جميعها تدور في نطاق ضيق من الكرة السماوية، هو ما يدعى بنطاق أو دائرة البروج. وتعزى حركة الكواكب ضمن هذا النطاق الضيق إلى وقوع مداراتها - بما في ذلك مدار الأرض - جميعاً في مستوٍ واحد تقريباً.

وبالإمكان رؤية حركة الكواكب على طول دائرة البروج بسهولة، وذلك بتحديد موقع كوكب على الكرة السماوية ومراقبته لفترة أسبوع أو نحو ذلك. وسيلاحظ الراصد أن الكواكب تتحرك عادة نحو الشرق خلال النجوم، نتيجة لحركتها المدارية حول الشمس، غير أن هذه الحركة الظاهرية للكواكب من الغرب إلى الشرق من خلال النجوم، لا تعني أن الكوكب يبزغ من الغرب ويسقط (يغيب) في الشرق. فالكواكب، كما ترى من الأرض، تبزغ دوماً من الشرق وتغيب في الغرب، لأنها تساق عبر الفضاء بفعل دوران الأرض، شأنها شأن النجوم تماماً. على أن حركة الكواكب أبطأ عادة من حركة النجوم، لأن حركتها المدارية تعادل إلى حد ما دوران الأرض المسبب للحركة الظاهرية للنجوم. وعليه، فإذا بزغ نجم وكوكب معاً في وقت واحد، فسترى في وقت لاحق أن الكوكب قد بَعُدَ عن

الأفق بمسافة أقل من بعد النجم عنه، إذاً فقد تحرك الكوكب - ظاهرياً - شرقاً بالنسبة إلى النجوم بفعل حركته المدارية حول الشمس.

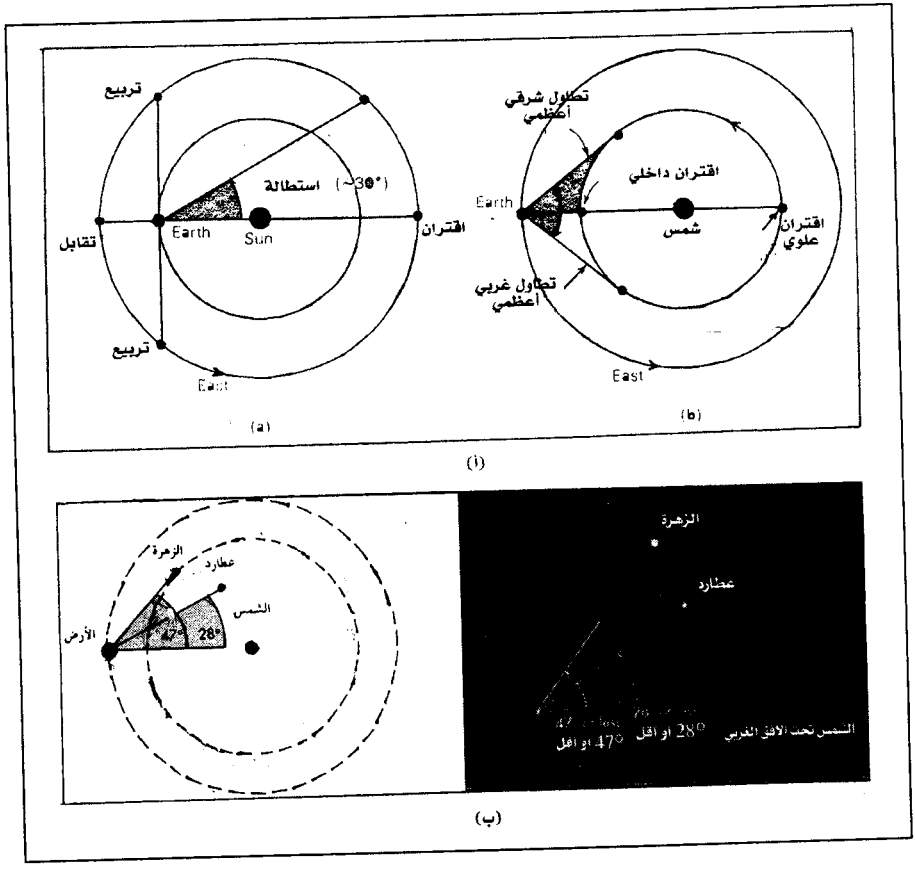
ولقد أحيطت الكواكب في القديم بشيء من القدسية، لما أطلق عليها من أسماء للآلهة قرنت الكواكب بأوصافها ودلالاتها.

١- عطارد:

فهذا الكوكب عطارد؛ الذي سمي بهذا الاسم نسبة إلى إله الرومان ميركوري (Mercury) وهو رسول الآلهة عندهم. كما سمي بالكوكب الأقرب نظراً لكونه أقرب الكواكب إلى الشمس. وهو أيضاً الكوكب الأصغر، لكونه الأصغر حجماً، والأصغر كتلة (٠,٠٥ كتلة الأرض). فعطارد يبعد عن الشمس (٥٧,٩) مليون كم، ونصف قطره (٢٤٣٩) كم، ويكمل دورته حول الشمس في (٨٨) يوماً، لكنه يدور حول محوره دورة كاملة كل (٥٩) يوماً. وعطارد لا يحتفظ بوجه ثابت تجاه الشمس. وتبلغ درجة الحرارة في وسط جانبه المشمس نحو (٤٥٠°م)، لتنخفض ليلاً في جانبه المظلم إلى نحو (- ١٥٠°م)، مما يجعل من عطارد أحر الكواكب نهاراً، وأبردها ليلاً، وهو لا يمتلك غلافاً جوياً، لهذا كان التطرف الحراري كبير على سطحه، كما حال التطرف الليلي والنهاري.

ومن الممكن مشاهدة عطارد في السماء مباشرة فقط قبيل شروق الشمس أو بعد غروبها، ولفترة وجيزة جداً، وذلك عند اقترابه من استطالة مداره القصوى - شكل (٢٦) -، فعطارد من الكواكب التي يصعب مراقبتها لقربه الشديد من الشمس. وعندما يكون في أفضل أوضاعه بالنسبة للناظر من على سطح الأرض، وذلك في إحدى استطالتيه الأعظميتين الشرقية أو الغربية، فإن ذلك لا يمنح الناظر بالعين المجردة إليه أكثر من نصف ساعة رؤية له ليغرب خلف الشمس أو ليلفه ضوء الشمس الشديد عند شروق الشمس. أما في حال

استعمال تلسكوب، فيمكن مشاهدته في أفضل أوضاعه لمدة لا تزيد عن ساعتين (ساعة بعد الغروب وساعة قبل الشروق)، وذلك أيضاً في استطالتيه. أما في وضعيتي الاقتران السفلي (عطارد بين الأرض والشمس) والاقتران العلوي (الشمس بين عطارد والأرض) فتغدو رؤيته شبه مستحيلة. كما أن أفضل أشهر السنة لمشاهدته هو شهر نيسان للذين يقطنون شمال خط الاستواء (البلاد العربية...).



الشكل رقم (٢٦)

(أ) أوضاع الكواكب في حركاتها بالنسبة إلى بعضها البعض

(ب) مطال (استطالة) كل من كوكبي عطارد والزهرة

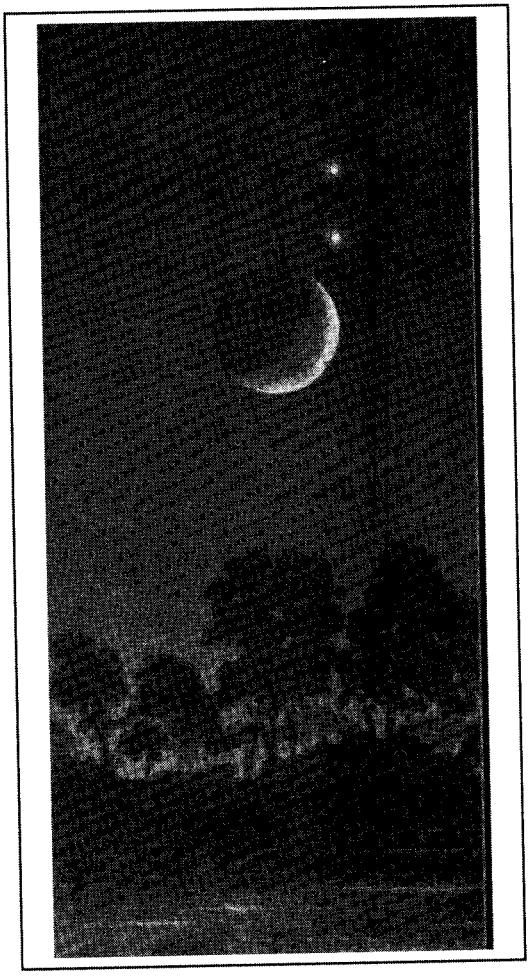
٢- الزهرة:

أما الزهرة؛ فهو الذي لجماله في السماء وشدة تألقه، يندر أن يخطئه أحد، فقد منحه الرومان اسم إحدى آلهتهم، وهي (فينوس) إلهة الحب عندهم.

ونظراً لكون مدار الزهرة حول الأرض أقل شذوذاً من مدار عطارد، ذلك أن ميل مدار الزهرة على مستوى دائرة الكسوف نحو (٣° و ٤´)، مقابل عطارد نحو (٧°)، مما يجعل إمكانية رؤيته متاحة لفترة طويلة من ساعات الليل. ففي كثير من الأحيان يبقى لامعاً متألقاً في السماء قرابة أربع ساعات بعد غروب الشمس. وهو الأسطع والألمع في السماء بعد القمر، حيث أن القدر الظاهري للزهرة (- ٤,٥).

ويشكل الزهرة منظراً سماوياً جميلاً في الساعات الأولى قبل شروق الشمس، وبعد غروبها: لشدة سطوعه وتغير أطواره - كالقمر - ، حيث بات عند الكثيرين من عامة الناس يدعى بالنجم، وتبعاً لوقت ظهوره الذي يكون إما بعد الغروب، ليعرف عندها باسم نجم المساء، أو قبل الشروق بنحو ساعة إلى ساعتين ليعرف عندها باسم نجمة الصباح. فبعد غروب الشمس حيث تكون السماء مازالت مضاءة بشفق الغروب، فإن الزهرة تكون مرئية بوضوح، وهي تجاور القمر عندما يكون في لياليه الثلاث أو الأربع الأولى - شكل (٢٧) ..

ويجب عدم الخلط بين الزهرة والمشتري، لكونهما يبدوان ظاهرياً بحجم متقارب، إلا أن سطوع الزهرة أكبر من سطوع المشتري بنحو (٧) مرات، لكون القدر الظاهري للمشتري نحو (- ٢). كما أن الزهرة تتميز بأطوارها التي تشبه القمر، ابتداءً من الهلال إلى الإضاءة الكاملة (البدر) - شكل (٢٨)..

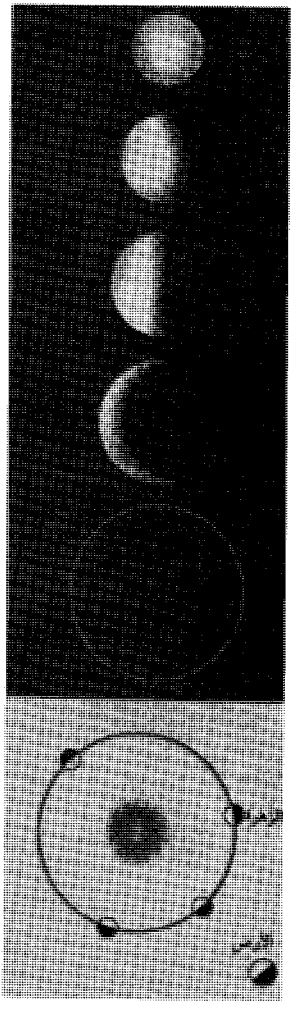


الشكل رقم (٢٧)

اقتران القمر والزهرة والمشتري

والزهرة ثاني أقرب الكواكب إلى الشمس، حيث تبعد عن الشمس وسطياً نحو (١٠٨,٢) مليون كيلومتر. غير أنها أقرب الكواكب إلى الأرض عندما تكون في الاقتران السفلي مع الأرض والشمس، حيث يكون بعدها عن الأرض نحو (٤١) مليون كم، بينما تبتعد عن الأرض إلى (٢٥٧) مليون كم عندما تكون في الاقتران العلوي (الجهة المعاكسة للأرض بالنسبة للشمس). ويتعذر رؤية الزهرة وهي في الاقتران السفلي، وليكون أقصى لمعان لها قبل الاقتران السفلي بنحو (٣٥) يوماً، وبعده بنحو (٣٥) يوماً، أي وهي في وضعيتي

الاستطالة الشرقية والغربية، وفي هذين الوضعين تميز أطوار الزهرة. بينما تشاهد وهي في الاقتران العلوي كبقعة صغيرة لامعة.



الشكل (٢٨)

أطوار الزهرة

وتعد الزهرة أبطأ الكواكب في حركتها حول نفسها، حيث تستغرق مدة نحو (٢٤٣) لإتمام دورة واحدة، وهو أكبر طول يوم كوكبي بين كواكب المنظومة الشمسية، بينما تتحرك حول الشمس بسرعة تجعلها تكمل دورة كل نحو (٢٢٤,٧) يوماً. ولهذا السبب (طول يوم الزهرة الأكبر من طول سنتها) فإن الزهرة تبدو وكأنها تدور حول نفسها من الشرق إلى الغرب، بحيث تظهر الشمس من على سطح الزهرة وكأنها تشرق من الغرب وتغرب في الشرق.

والزهرة سادس الكواكب حجماً بعد المشتري وزحل وأورانوس ونبتون والأرض، حيث يبلغ قطرها نحو (١٢١١٢) كم، وهي بذلك أكبر من كوكب المريخ، وكتلتها تقل قليلاً عن كتلة الأرض (٨٢٪ من كتلة الأرض)، وقوة ثقالة الجاذبية السطحية تماثل تقريباً جاذبية الأرض (٠,٩٨٤ جاذبية الأرض).

ولكن قد يتخيل للبعض إننا عندما ننظر إلى الزهرة ونراها، نشاهد سطحها، وهذا ليس بالصحيح. فسطح الزهرة يتعذر رؤيته من على سطح الأرض بالعين المجردة أو باستخدام تلسكوب، نظراً لتجلله بغطاء سحابي غازي كثيف وسميك (سماكته نحو ١٠٠٠ كم)، يتركب من (CO_2) بنسبة (٩٥٪) وغاز الآزوت (٢٪) وغازات أخرى (أبخرة الماء، أوكسجين، مركبات كبريتية)، وتكون السحابة الغازية أكثر كثافة فيما بين (٣٠- ٦٠ كم) فوق السطح، وسطحها الخارجي العاكس لأشعة الشمس هو الذي يشاهد. ولعدم إمكانية رؤية سطح الزهرة، فلقد عرف باسم الكوكب المستور.

وتعد الزهرة عموماً أكثر الكواكب حرارة، وأقلها تطرفاً في حرارتها للغطاء السحابي الكربوني الذي يمتلك صفات البيت البلاستيكي، بحيث ترتفع درجة الحرارة قرب السطح نهاراً إلى نحو (٥٠٠°م) وتنخفض ليلاً إلى نحو (٤٥٠°م).

٣- الأرض (Earth):

الأرض (Earth): هي عضو من أعضاء العائلة (المجموعة، المنظومة) الشمسية، وهي كوكب من الكواكب الشمسية. والأرض ثالث الكواكب بعداً عن الشمس؛ حيث يبلغ متوسط بعدها عنها نحو (١٤٩,٦) مليون كم. ولكن نظراً لشكل مدارها الإهليلجي حول الشمس، فإنها تقترب تارة من الشمس لتبلغ أقرب نقطة منها في (٣) كانون الثاني ببعد عنها نحو (١٤٧) مليون كم، وتبتعد أخرى لتبلغ أقصى بعد عن الشمس في (٤) تموز ببعد نحو (١٥٢) مليون كم.

والأرض ليست كروية الشكل كما يتصورها البعض، وإنما ذات شكل بيضوي؛ فهي أكثر تفلطحاً وتسطحاً في منطقتها القطبية الشمالية، وهذا الشكل يجعلها منتفخة نسبياً في منطقتها الاستوائية؛ إذ يبلغ طول قطرها

الاستوائي (١٢٧٥٦) كم، وطول محورها القطبي (١٢٧١٤)كم، كما يبلغ محيطها نحو (٤٠) ألف كم، ومساحتها (٥١٠) مليون كيلومتر مربع، وحجمها (١٠٨٣)كم^{٣}. ومما هو جدير الإشارة إليه، أن الشكل البيضوي للأرض انعكس على مدة بقاء الشمس في حركتها السنوية الظاهرية حول الأرض، حيث تبقى الشمس فوق نصف الكرة الشمالي مدة أطول من بقائها فوق نصف الكرة الجنوبي، ولذلك كان الصيف الشمالي أطول عموماً من الصيف الجنوبي.

وللأرض حركتان رئيستان[١]: أولاهما حركتها حول محورها التي تتمها في (٢٤) ساعة، بما تعرف تلك المدة باليوم الأرضي. والأخرى حركتها حول الشمس متمة دورة في (٣٦٥,٢٥) يوماً. وحتى يومنا الحالي ما نزال نتعامل في كتبنا التعليمية والثقافية وفي أحاديثنا مع حركتي الشمس الظاهريتين حول الأرض بدلاً من الحركتين الفعليتين للأرض؛ فالحركة حول نفسها نستبدلها بحركة الشمس الظاهرية اليومية حول الأرض، والحركة حول الشمس، نستبدلها أيضاً بحركة الشمس الظاهرية السنوية[٢]، ويشكل المسار السنوي الظاهري للشمس حول الأرض دائرة تدعى بدائرة الكسوف أو دائرة البروج أو دائرة فلك الشمس، وهي تميل على خط الاستواء بنحو (٢٣ْ و ٢٧َ)، ومن ثم فإن محور الأرض يميل دوماً على دائرة الكسوف بنحو (٦٦ْ و ٣٣َ)، ويحافظ هذا المحور على الميل نفسه والأرض في حالة دوران فعلي حول الشمس، لنجدها تمر في أثناء السنة بجميع الأوضاع بالنسبة للشمس، ولتتشكل من جراء ذلك

---

[١] هناك حركة ثالثة هي حركة المبادرة أو المباكرة أو كما تدعى السبق (مباكرة الاعتدالين).

[٢] لذا يكون الحديث على ضوء ذلك عن اليوم الشمسي كمرادف لليوم الأرضي، والسنة الشمسية كمرادفة للسنة الأرضية.

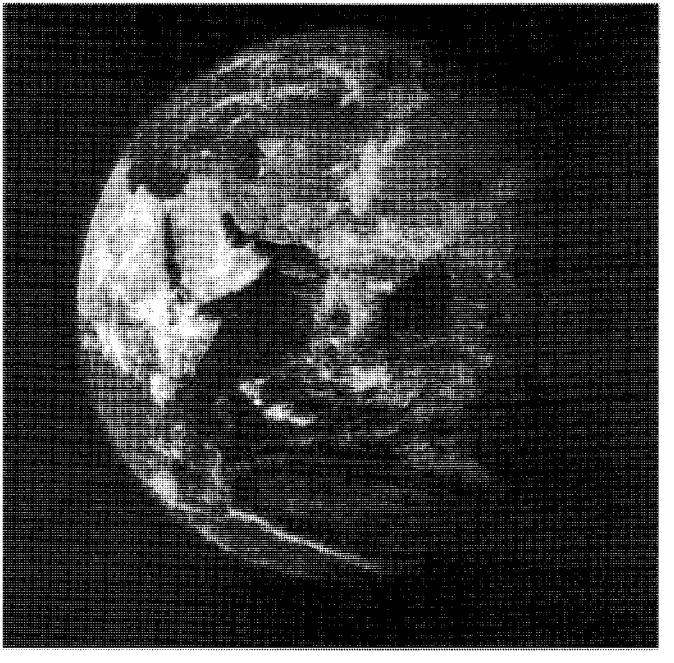
(دوران الأرض حول الشمس، وميل محور الأرض على دائرة الكسوف) الفصول الأرضية الأربعة (الربيع والصيف والخريف والشتاء).

والأرض كوكب صلب صخري يعود عمرها إلى نحو (٣,٥) بليون سنة، وإن كانت بداية تشكلها يرجعها البعض إلى (٤,٦) بليون سنة. وهي تتكون من ثلاث طبقات، هي: القشرة الصخرية التي تمثل الجزء الصخري الصلب العلوي ذات السماكة (٣٠- ٥٠ كم) والمؤلفة من طابقين؛ الأول الأقرب إلى السطح - بل السطحي - هو السيال (Sial)، والثاني الأبعد عن السطح هو السيما (Sima). وتتألف القشرة من صخور مختلفة (رسوبية ونارية ومتحولة). والطبقة الثانية (الوسطى) التي تلي القشرة تدعى المعطف (المانتيل) تبلغ سماكتها نحو (٣٥٢٠كم)، ويغلب على تركيبها البيروكسين والأوليفين، وذات قوام لزج، وهي مصدر الحمم المتدفقة إلى السطح. ويغلف المعطف مركز الأرض الممثل بنواتها ذات القطر نحو (٥٨٠٠كم)، والتي يكون جزؤها الخارجي (سماكة ٢٢٠٠كم) في حالة من السيولة المتوهجة، وجزؤها الداخلي (١٣٠٠كم) في حالة من الصلابة تعادل صلابة الصلب مرتين. ويغلب على تركيب النواة الحديد والنيكل، لذا دعيت بطبقة النيف (Nife). ويبلغ متوسط كثافة الأرض (٥,٥ غ/سم^{٣})، وكتلتها (٥,٩٧ × ١٠ ^{٢٤} كغ). وتشغل المسطحات المائية (بحار ومحيطات) من سطح القشرة الأرضية نحو (٧١٪)، والباقي يابساً موزعاً على قارات الأرض السبع (أمريكا الشمالية، أمريكا الجنوبية، أفريقيا، آسيا، أوروبا، أوقيانوسيا، والقارة القطبية الجنوبية). أما محيطات الأرض المائية فهي: المحيط الهادي، المحيط الأطلسي، المحيط الهندي، والمحيط المتجمد الشمالي.

ويغلف القشرة الأرضية غلافاً جوياً سميكاً (سماكته ١٠٠٠٠ كم، وأكثر كما يرى البعض) يتركب من عدة غازات قوامها غازين رئيسين،

هما: غاز النتروجين (٧٨,٠٨٪ نسبة حجمية) وغاز الأوكسجين (٢٠,٩٥٪)، وغازات أخرى عديدة. ومما يميز غلاف الأرض الجوي وفرة بخار الماء في جزئه الأدنى (سماكة ١٢كم الأولى منه) المشكل للظواهر المائية كافة في الجو (السحب....) التي تهطل نواتجها إلى سطح الأرض مسهمة في وجود الحياة وديمومتها وتطورها.

والأرض هي ما تدعى بالكوكب الأخضر. فهي كوكب الحياة الذي يعج بعالم متنوع من الأحياء التي قوامها النباتات الخضراء وما يقوم عليها من حيوان وإنسان هو تاج المخلوقات الحية ورأس هرمها، والذي سخر له كل شيء دونه في عالم الأحياء. كما أن الأرض هي عالم المياه المميزة بتركيبها وخصائصها الحيوية التي تختلف في ذلك عن غيرها من السوائل. ولتبقى الأرض بمنظرها العلوي المتباين ذات جمالية متميزة عن غيرها من الكواكب. شكل (٢٩)..، لما يكشف عنه ذلك المنظر من بحار زرقاء وأدغال خضراء وصحار حمراء وسحب بيضاء.



الشكل رقم (٢٩)

الأرض من الفضاء

٤- المريخ (مارس Mars):

المريخ، الذي عرف قديماً باسم الكوكب الأحمر، للونه الأحمر الذي يظهر به والذي يشبه لون الدم. ولهذا أسماه الرومان مارس نسبة إلى إله الحرب عندهم. وأفضل أوقات مشاهدته بأسطع ما يكون عليه عندما يكون في وضعية الاستقبال من حضيض مداره حيث يصبح أقرب ما يكون إلى مدار الأرض ببعد عنها نحو (٥٥- ٦٠) مليون كم، وهذه الوضعية تتكرر كل (١٦) سنة وسطياً؛ ففي عام (١٩٧١) اقترب المريخ من الأرض إلى نحو (٥٦,٢) مليون كم، وفي سنة (١٩٨٨) بلغ بعده نحو (٥٨,٨) مليون كم، واقترب من الأرض في عام (٢٠٠٤) إلى نحو (٥٥,٦) مليون كم، حيث يصل قدره الظاهري في هذه الأوضاع إلى (- ٣) ليبدو ألمع من المشتري بنحو مرتين ونصف، أما لمعانه فيكون خافتاً نسبياً عندما يكون المريخ في أبعد مواضعه عن الأرض (٤٠٠ مليون كم).

والمريخ رابع الكواكب بعداً عن الشمس، حيث بلغ بعده الوسطي عنا نحو (٢٢٧,٩) مليون كم، وهو أصغر حجماً من الأرض إذ أن متوسط طول قطره يبلغ (٦٧٩٤) كم، وكتلته أصغر من كتلة الأرض بكثير (نحو ٠,١١ كتلة الأرض)، وجاذبيته عند سطحه نحو (٠,٤١) قوة جاذبية سطح الأرض. وغلافه الجوي رقيق ومنخفض الكثافة جداً، ويغلب على مكوناته ثاني أوكسيد الكربون (٩٥٪) والآزوت (٢٪) والأرغون والأوكسجين وقليلاً من بخار الماء. ونتيجة للكثافة المنخفضة لغلافه الجوي (٠,٠١ كثافة الجو الأرضي) وثاني أوكسيد الكربون، فإن دوره ضعيف جداً، إن لم يكن معدوماً تقريباً، في الاحتباس الحراري (الدفيئة الجوية)، ولذا فإن درجة حرارته التي ترتفع نهاراً عند خط استوائه إلى نحو (١٥م°)، تنخفض ليلاً إلى ما دون (- ٤٠م°)،

وليصل الانخفاض في منطقته القطبية شتاء إلى (- ١٢٥°م) وإلى (- ١٥°م) صيفاً في المناطق الحرة من الجليد.

ومع أن للمريخ قمران، هما: فوبوس، وديموس، إلا أنه من المتعذر رؤيتهما بالعين المجردة، ولذا مظهرهما السماوي لا يتحقق إلا باستخدام التلسكوب.

٥- المشتري:

المشتري (جوبيتر)؛ والذي يعرف بالكوكب العملاق لضخامته، فقد منحه الرومان اسم كبير آلهتهم (جوبيتر). فهو أكبر كواكب المنظومة الشمسية، حيث يبلغ متوسط قطره (١٣٩٢٦٠ كم)، والأكبر كتلة أيضاً، حيث تزيد كتلته (٣١٨) مرة عن كتلة الأرض، ويبعد عن الشمس (٧٧٨,٣) مليون كيلومتر، ويتحرك حولها بسرعة (١٣,٠٦) كم/ثا، مكملاً دورته في (١١,٨٧) سنة أرضية.

ويتراوح بعد المشتري عن الأرض بين (٥٨٨) مليون كم عندما يكون في الاقتران مع الأرض والشمس، و(٩٦٧) مليون كم، عندما يكون في الاستقبال (الشمس بينه وبين الأرض)، ولهذا نجد أن لمعانه في السماء يختلف اختلافاً كبيراً. ولذلك نجد أن قدره الظاهري يتغير من (- ٢,٥) عندما يكون في الاقتراب من الأرض إلى نحو (- ١,٥) عندما يكون في الابتعاد عن الأرض. ويبدو المشتري كأسرع الكواكب في حركته حول نفسه، حيث يتم دورة واحدة حول محوره في (٩) ساعات و(٥٠,٥) دقيقة.

ووضع رؤية المشتري كوضع رؤية الزهرة، فنظراً لتجلل سطح المشتري بغلاف جوي سميك من الهيدروجين والهليوم والميتان والنشادر، متطبقة فيه سحابتين غازيتين سميكتين فوق بعضها بعضاً؛ تحتوي السحابة العليا على بلورات من غاز النشادر المتجمد عند درجة حرارة نحو (- ١٧٠°م)، تعمل على عكس الأشعة الشمسية بنسبة كبيرة (٠,٦٧)، ممثلة بذلك الوجه المرئي

المشتري، وتظهر على تلك السحابة الضخمة بقع كثيرة قاتمة ومضيئة، من أشهرها البقعة الحمراء التي تشاهد بوضوح.

والمشتري عموماً بكتلته الضخمة ذو قوة جاذبيته الكبيرة (ثلاثة أضعاف جاذبية الأرض)، ودرجة حرارته السطحية المنخفضة، جعلت هيدروجينه السطحي بحالة من السيولة، مما يجعل سطحه (٢٥٠٠٠ كم) بمثابة بحر من الهيدروجين الجزيئي السائل، وهذا يجعله منبسطاً وخالياً من أية مظاهر تضاريسية، غير أن جزءه المركزي (النواة) معدني صلب مؤلف من الحديد الصلب ونصف قطرها (٢٣٠٠) كم، رغم درجة الحرارة التي تصل في ذلك الجزء إلى نحو (٥٠) ألف درجة، وما بين النواة والقشرة السطحية طبقة من الهيدروجين المعدني السائل سماكتها نحو (٤٠٠٠٠) كم. ويبدو المشتري بسحابته المرئية بلون أزرق وشديد اللمعان.

ولمن ينظر إلى المشتري بالتلسكوب يشاهد مجموعة من الأقمار (١٦ قمراً...) التي تدور حوله من أكبرها الأربعة التي اكتشفها غاليلو (آيو، أوروبا، جانيميد، كاليستو).

٦- زحل:

زحل أو ساتورن (Saturn) اسم إله الحصاد عند قدماء الرومان، الذين أعطوه لهذا الكوكب، ثاني أكبر كواكب المنظومة الشمسية بعد المشتري (قطره ١٢٠٦٧٠ كم)، وسادس الكواكب بعداً عن الشمس (١٤٢٧) مليون كم، والذي يدور حولها بسرعة نحو (٩,٦٥ كم/ثا) مكملاً دورة كل (٢٩,٤٧) سنة. لكنه يدور حول نفسه بسرعة كبيرة حيث يبلغ طول يومه (١٠ ساعات و ١٤ دقيقة). ويتركب من نواة صخرية معدنية مجللة بسماكة كبيرة من الغاز السائل (الهيدروجين ومركباته) والغبار. كما تجلل سطحه سحابة غازية متجمدة من بلورات النشادر، تمنحه اللمعان الكبير.

وزحل هو آخر الكواكب الممكن رؤيتها بالعين المجردة، لكون لمعانه من القدر السادس، ويبدو في السماء كبقعة مضيئة خافتة، إلا أنه باستخدام تلسكوب، فإن زحل يكون الأجمل بين الكواكب لما يحيط به من حلقات، ولما يدور حوله من أقمار (١٨ قمراً) منها (القمر تيتان) أكبر من كوكبي عطارد وبلوتو.

وحلقات زحل الكبرى الثلاثة باتساعها الذي يبلغ عشرات ألوف الكيلومترات، ورقتها (سماكتها لا تتجاوز بضع مئات الأمتار)، وجمال تألقها المتباين لونه بين حلقة وأخرى، أضفى على زحل جمالاً آخاذاً يستمتع به من ينظر إليه بالتلسكوب. وهذه الحلقات حوله هي التي منحته اسم الكوكب المتحلق.

٧- أورانوس:

إنه الكوكب الذي لم يكن للأقدمين معرفة به، وذلك لصعوبة رؤيته بالعين المجردة إلا من كان ذا نظر حاد، لكون سطوعه الظاهري من نهاية مرتبة القدر السادس (+٥,٦)، وعندما يكون في أقرب موضع له من الأرض (الاقتران)، وقد تم اكتشافه من قبل العالم الفلكي (وليام هيرشل) عام (١٧٨١م). وهو أكبر حجماً من الأرض بنحو أربع مرات (قطره ٥١١١٨ كم)، وكتلته أكبر من كتلتها بنحو (١٥) ضعفاً (كتلته ٦,٦٨×١٠ ^{٢٥} كغ). ويدور حول الشمس دورة كاملة في (٨٤,٠٧) سنة أرضية، لكنه يدور حول نفسه دورة في (١٠) ساعات و (٤٩) دقيقة. ويبعد عن الشمس أكثر من ضعفي بعد زحل عنها (بعده ٢٨٦٩,٦ مليون كم). ويحيط بأورانوس مجموعة من الحلقات الضيقة العاتمة، كما يدور حوله خمسة أقمار كبيرة (تيتانيا، أوبيرون، امبريال، أريل، ميراند)، وعشرة أقمار صغيرة.

٨- نبتون:

إنه الكوكب الشبيه بأورانوس حجماً (قطره ٤٩٥٢٨ كم) وكتله (١,٠٢ × ١٠ ^٢٦ كغ). وثاني الكواكب بعداً عن الشمس (٤٥٠٠ مليون كم) وآخر الكواكب الضخمة. ويبدو نبتون بالتلسكوب بلون أزرق جميل، وكأنه رقاقة من الياقوت الأزرق (الصّفير). وسنة نبتون (١٦٤,٨٢) سنة أرضية، وطول يومه (١٥) ساعة. وتحيط بنبتون أحزمة من السحب، كما تميز في إحدى سحبه بقعة كبيرة، هي بمثابة دوامة جوية ضخمة زرقاء داكنة، مشابهة لبقعة المشتري الحمراء الكبرى. ويدور في فلك نبتون قمران (نيريد، تريتون).

٩- بلوتو:

الكوكب التاسع، الأبعد عن الشمس (٥٩٠٠ مليون كم)، والأصغر حجماً (قطره ٢٢٤٦ كم)، والأكثر عتامة؛ إذ إنه باستخدام أضخم تلسكوب أرضي، فإنه يبدو بهيئة جرم باهت. والأطول مداراً والأقل سرعة في مداره (سنته نحو ٢٤٨ سنة أرضية)، ولمعانه الظاهري أقل من لمعان نبتون بنحو (٢٦٠) مرة. غير أن يومه يوافق نحو (٦,٤) يوماً أرضياً. ويدور حوله قمر واحد (خارون)، تم اكتشافه عام (١٩٧٨م).

١٠- زينا (Zena):

زينا؛ التسمية التي أطلقت على الكوكب العاشر، الذي تم اكتشافه في شهر تموز عام (٢٠٠٥م)[1]، والذي قدره بعده المتوسط عن الشمس بنحو تسعة

---

[1] اكتشف من مرصد كيك المشاد على قمة جبل ماوناكي بهاواي، حيث الفريق الرصدى الأمريكي الذي كان يترأسه العالم مايكل براون من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا.

ولكن مادام هناك بعد نحو (٧٥) سنة من اكتشاف بلوتو جدلاً حال ماهيته، فهل زينا كوكب؟ ولا ندري ماذا تكشف الأيام والسنوات المقبلة.

بلايين الكيلومترات، ويتحرك في مدار يميل (٤٥) درجة على مستوى مدارات الكواكب الأخرى، لذا فإنه عبر مداره يقترب من الشمس في حضيضه إلى مسافة نحو (٥,٦) بليون كم، ويبتعد عنها في أوجه إلى نحو (١٤,٥) بليون كم، ويستغرق (٥٦٠) سنة أرضية كي يتم دورة واحدة حول الشمس. ولم يحدد العلماء حجمه وكتلته، إلا أنهم يعتقدون أنه أكبر حجماً قليلاً من بلوتو، ولكنه أصغر منه كتلة.

وفي أيلول عام (٢٠٠٥م) اكتشف قمر كوكب زينا، وأطلق عليه اسم جابرييل، وقدرت مدة دورته حول كوكبه بنحو (١٤) يوماً، وهو أكثر خفوتاً من زينا بنحو (٦٠) مرة.

ثانيا - حركة الكواكب الظاهرية في السماء:

ليس ما هو بعد قابل للاجتهاد، ومعرض للانتقاد، ومتفاوت بين العلماء، ومختلف فيه أو عليه بين الحكماء، بعدما أكد العالم البولندي كوبرنيكوس (١٤٧٣- ١٥٤٣م) بانتفاء فكرة مركزية الأرض للكون، وحتى للمنظومة الشمسية كما كان الاعتقاد بذلك سائداً، وما يزال يخيل للعديدين ذلك حتى يومنا الحالي ممن لهم في ذلك مصلحة وهم في رجعيتهم ماضون، وللدجل العلمي صانعون ومستفيدون. وليتقدم الفلكي الألماني جوهان كبلر (١٥٧١- ١٦٣٠م) بقوانينه الحركية الكوكبية الثلاثة، التي تنطبق على الأقمار التابعة للكواكب.

فبعد أن كان يسيطر قبل عهدي كوبرنيكوس، وكبلر، الفكر التخيلي في تفسير الحركات الكوكبية، مما شكل الأرضية التي نما وترعرع فيها التنجيم، ذلك أن المشاهدات البصرية كانت الدليل لهم على حقيقة تمثلوها في أخيلتهم، وجعلوها أنموذجاً لهم في ترجماتهم لما تتولد منها

من تشعبات. راقبوا السماء سنوات وسنوات، وهم قابعون على أرضهم التي كانوا يظنون أنها ثابتة لا تتحرك، وكل شيء يشاهدونه في السماء يتحرك حولهم وحول أرضهم، وهم مسلمون بما تلاحظه أعينهم على أنه حقيقة علمية فلكية في السماء.

كان منظر السماء لهم أجمل من اليوم، وهم يشاهدون الكواكب السيارة الدائرة حول الأرض من الغرب إلى الشرق، تقدم عروضاً جميلة خلابة من حركات لف ودوران بما في ذلك من صعود وهبوط ومن ثم تراجع في حركتها نحو الوراء، وتقدم بعده نحو الأمام، وقد يتكرر هذا المشهد الدوراني عدة مرات في بعض الكواكب، حتى لآمن القدماء أن للكواكب المتحركة حول الأرض حسب اعتقادهم ومشاهداتهم البصرية، حركات تراجعية تارة وتقدمية تارة أخرى مع انعطاف الحركة عند التغير بين الحركتين مع ما يصاحب ذلك الانعطاف من صعود وهبوط، وهذا ما استثمره المنجمون وبنوا عليه الكثير من توهماتهم.

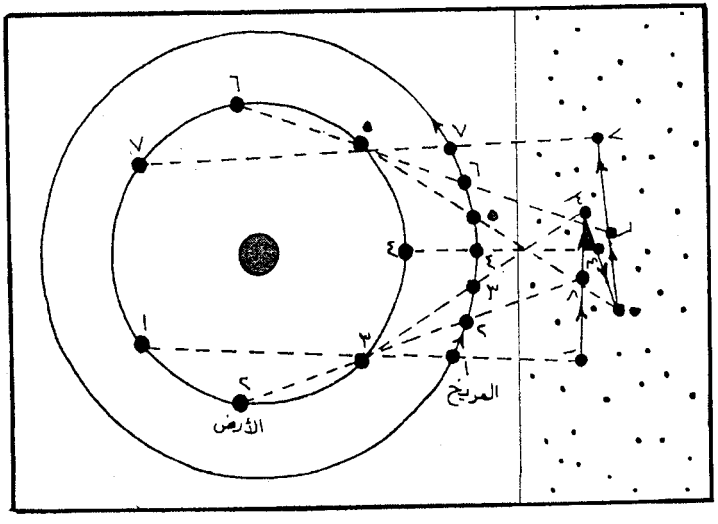
وما زلنا نشاهد هذه الحركات التي تسمى تراجعية، وهي في الحقيقة ليست هكذا، فليس هناك كوكب في حركته المدارية حول الشمس يتقدم في حركته من الغرب إلى الشرق تارة، ويرتد بحركة عكسية تارة أخرى، فالحركة بمعزل عن فكرة مركزية الأرض وثباتها، هي حركة تقدمية مباشرة.

والسبب الذي يجعلنا نستمتع بمشاهدة مثل تلك العروض الخادعة بصرياً، هو؛ اختلاف سرعة هذا الكوكب أو ذاك بالنسبة للأرض. فالكواكب عندما تدور حول الشمس فإن الحركة التراجعية البصرية تغدو نتيجة طبيعية لكوكب يدور على مدار صغير ماراً بكوكب آخر يدور على مدار أكبر، ومتجاوزاً له.

إن ما يسمى الحركة التراجعية لكواكب تشبه حركة سيارتين أو أكثر على طريق واحد بسرعات مختلفة بإسقاط مناظرها على خلفيات ثابتة، وإذا ما كان الطريق متحلقاً دائرياً فسنرى كما نرى في الكواكب. فإذا أخذنا الأرض والمريخ كمثال، فالأرض تتم دورتها حول الشمس في سنة واحدة (٣٦٥,٢٥ يوماً)، بينما يستغرق المريخ (١,٨٨) سنة لإتمام دورة في مداره حول الشمس، ومن ثم فإن الأرض تتجاوز المريخ مارة به كل (٧٨٠) يوماً. وإذا رسمنا خطوطاً مستقيمة من الأرض إلى المريخ عبر مواقع كل منهما النسبية بالنسبة إلى الآخر، فإننا نلاحظ كيف يتراءى المريخ وكأنه غير اتجاه حركته مقابل نجوم الخلفية في كل مرة تتجاوزه الأرض.

إن حركة الكواكب من الغرب إلى الشرق من خلال النجوم، لا تعني أن الكوكب يشرق من الغرب ويغرب في الشرق. فالكواكب، كما نرى من الأرض، تشرق دوماً من الشرق وتغيب في الغرب، لأنها تساق عبر الفضاء بفعل دوران الأرض، شأنها شأن النجوم تماماً. على أن حركة الكواكب أبطأ عادة من حركة النجوم لأن حركتها المدارية تعادل إلى حد ما دوران الأرض المسبب للحركة الظاهرية للنجوم. وبناءً على ذلك، فإذا بزغ نجم وكوكب جنباً إلى جنب، فسنرى في وقت لاحق أن الكوكب قد بعد عن الأفق بالنسبة إلى النجم بفعل حركته المدارية حول الشمس. وقد يحصل أحياناً أن نشاهد من على سطح الأرض انقطاعاً لهذا النمط البسيط المباشر من الحركة، كأن يبدو لنا كوكباً يتحرك غرباً بالنسبة إلى النجوم، فيما يدعى هذا النمط بالحركة التراجعية. وعندما تكون حركة كوكب تراجعية فإن مساره خلال النجوم قد ينحني منعطفاً نحو الخلف لبضعة أيام، أو عشرات الأيام، وأحياناً بضعة شهور، بل ربما يشكل حلقة أو عقدة، علماً أن جميع الكواكب تبدي ظاهرياً وبصرياً حركة تراجعية في مرحلة أو أكثر من مراحل مساراتها حول الشمس.

وعموماً، فإن الأجرام السماوية التي تدور حول مركز دوران واحد وبسرعات متفاوتة، تبدي جميعها مثل تلك الحركات التراجعية البصرية بالنسبة لبعضها البعض. فإنسان على سطح المريخ سيشاهد مثل ذلك بالنسبة للأرض والزهرة. ونحن من على سطح الأرض رغم أن الزهرة وعطارد يقع مداريهما داخل مدار الأرض فإنهما يبديان مثل تلك الحركات التراجعية البصرية - شكل (٣٠) ..



الشكل رقم (٣٠)

الحركات التراجعية الظاهرية للكواكب

ثالثا- هل نرى الكواكب السيارة في أماكنها؟

نحن نعلم أن الرؤية تستلزم ضوءاً مرئياً يتيح ذلك، والكواكب بحد ذاتها أجسام عاتمة. ولكننا نراها من خلال الضوء الشمسي (الأشعة الشمسية) المنعكسة على سطحها. وبما أننا نراها من خلال ذلك الضوء المنعكس عليها والمرتحل إلينا ليدخل إلى أعيننا ونراها بالتالي، فإننا نراها منذ المدة التي ارتحل عنها الضوء بسرعته المعهودة (٣٠٠٠٠٠ كم/ثا)، والتي ترتبط ببعدها

عنا. وهذا يجعلنا لا نراها في موقعها الفعلي لحظة الرؤية؛ وإنما قبل ذلك بمدة تحددها المسافة التي ارتحلها الضوء ليصل إلينا، والتي يحددها بعده عنا الذي يختلف فيما إذا كان الكوكب بالنسبة إلينا على سطح الأرض، في مرحلة الاقتران مع الشمس أو في مرحلة التقابل. بالنسبة لكواكب الداخلية (عطارد ـ والزهرة) ـ أما في الكواكب الخارجية (المريخ، والمشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون، وبلوتو)، فإن بعد الكوكب عنا يختلف، حسبما هو وكوكبنا في جهة واحدة من الشمس، أو نحن في جهة، والكوكب الآخر في الجهة المقابلة المعاكسة لنا (زاوية ١٨٠°). كما هو موضح في الشكل السابق (٢٦).

وعلى ضوء ما تقدم فإن أبعاد الكواكب عنا متباينة ومدد وصول الضوء المنعكس عليها مختلفة، حسبما هي موضحة في الجدول التالي.

الكوكب	متوسط بعده عن الشمس (مليون كم)	متوسط بعده الأقرب إلى الأرض (مليون كم)	المدة التي يستغرقها الضوء لبلوغ سطح الأرض (دقيقة)	متوسط بعده الأعظم عن الأرض (مليون كم)	المدة التي يستغرقها الضوء لبلوغ الأرض (دقيقة)
عطارد	٥٧,٩	٩٢,١	٥,١	٢٠٧,١	١١,٥
الزهرة	١٠٨,٢	٤١,٤	٢,٣	٢٥٧,٨	١٤,٣
الأرض	١٤٩,٦	-	-	-	-
المريخ	٢٢٧,٩	٧٨,٣	٤,٣	٣٧٧,٥	٢١,٠
المشتري	٧٧٨,٣	٦٢٨,٧	٣٤,٩	٩٢٧,٩	٥١,٥
زحل	١٤٢٧,٠	١٢٧٧,٤	٧١,٠	١٥٧٦,٦	٨٧,٦
أورانوس	٢٨٧١,٠	٢٧٢١,٤	١٥١,٢	٣٠٢٠,٦	١٦٧,٨
نبتون	٤٤٠٨,١	٤٢٥٨,٥	٢٣٦,٦	٤٥٥٧,٧	٢٥٣,٢
بلوتو	٥٩١٣,٥	٥٧٦٣,٩	٣٢٠,٢	٦٠٦٣,١	٣٣٦,٨
زينا	(٩٠٠٠,٠)	(٥٦٠٠,٠)	(٣٢٠,٠)	(١٤٥٠٠,٠)	(٨٠٥,٠)

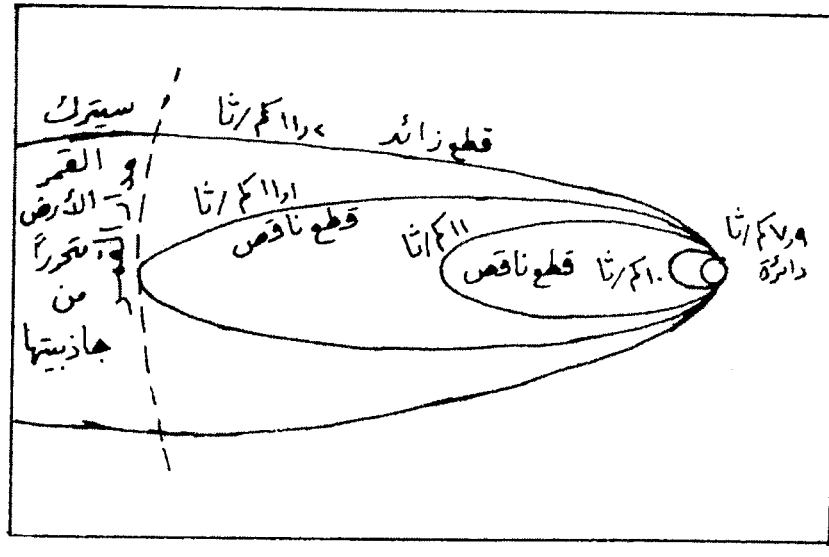
وهكذا نجد أن كوكب الزهرة في أوج تألقه ولمعانه وفي أقرب ما يكون إلينا، نراه في موقع سابق في السماء لرؤيتنا الحالية بنحو (٢,٣) دقيقة، بينما

عندما نراه بعيداً عنا وفي أخف لمعانه (في مرحلة الاقتران العلوي)، وهو أصغر حجماً وأقل إضاءة، تكون رؤيتنا البصرية له في موقع سابق ومدة سابقة بنحو (١٤,٣) دقيقة. ونحن نرى المشتري في السماء في موقع سابق ومدة سابقة بنحو (٣٥) دقيقة عندما يكون أقرب ما يكون إلينا، وبنحو (٥١,٥) دقيقة، عندما يكون في مساره حول الشمس أبعد ما يكون عنا. فنحن لا نرى الكواكب في مواقعها الفعلية، ولا نشاهدها في لحظتها الآنية.

رابعا- ما دور انحناء الأرض، والكواكب الأخرى:

إن لكروية الأرض، أو بمعنى آخر لانحناء الأرض، أهمية كبرى بالنسبة للأجسام التي تدور في فلكها والمرتبطة بجاذبيتها الثقالية، فإذا ما نظرنا أفقياً مسافة (٨) كم، فإن الأرض تنحني عن المستوى المماس مسافة (١٦ قدم = ٤,٨ م). وإذا أطلقت قذيفة بسرعة (٧,٩١٢ كم/ثا) في اتجاه أفقي من نقطة ترتفع عن سطح الأرض ارتفاعاً كافياً لأن تصبح مقاومة الهواء صغيرة جداً يمكن إهمالها، فإنها سوف تتسارع نحو الأرض تحت تأثير الجاذبية الأرضية. وكأي جسم يسقط سقوطاً حراً قرب سطح الأرض، فسوف تسقط هذه القذيفة مسافة (٤,٨م) في الثانية الأولى من رحلتها، وعلى ذلك فهي تسقط مسافة رأسية قدرها (٤,٨ م) عندما تقطع مسافة (٨ كم) من نقطة الأصل. ولكن في الثمانية كيلومترات هذه تكون الأرض قد انعطفت بنفس المقدار تماماً، ومن ثم فلن تكون القذيفة أقرب إلى الأرض منها من الثانية السابقة، وهكذا الحال في الثانية الثانية والثالثة...إلخ، وهذا يعني أن هذه القذيفة أصبحت تابعاً للأرض وسوف تبقى في مدارها إلى الأبد لو كانت مقاومة الهواء مهملة. وهذا هو السبب في أن السرعة (٧,٩١٢ كم/ثا) أو حوالي (٢٩٠٠ كم/ساعة) هي السرعة الحرجة اللازمة لإطلاق أي تابع في مدار قريب، وهي ما تدعى بالسرعة الكونية الأولى.

ولتحرر التابع من جاذبية الأرض، ووصوله إلى مدار إهليليجي حول الشمس ـ كمثال ـ فإنه يجب أن يترك ذلك التابع الأرض بسرعة لا تقل عن (١١,٢) كم/ثا، وهي ما تدعى بسرعة الإفلات ـ أو السرعة الكونية الثانية .. وأي جسم له هذه السرعة يمكنه بدون حاجة إلى جاذبية الشمس أن يفلت إلى الأبد من قبضة جاذبية الأرض في مدار على شكل قطع مكافئ ـ شكل (٣١) ..



الشكل رقم (٣١)

العلاقة بين شكل مدار القمر الصناعي وسرعته (سرعة الافلات) عن نفاذ الوقود

وترتبط السرعة الكونية الأولى، وكذلك الثانية، بحجم الكوكب وكتلته ـ وبالتالي قوة جاذبيته .. ففي حال الأرض؛ فإن السرعة الكونية الأولى (٨) كم/ثا، والثانية (١١,٢) كم/ثا. أما في المريخ؛ فإن السرعة الكونية الأولى (٣,٦) كم/ثا، والثانية (٥,٠٥) كم/ثا. أما في حالة القمر؛ فتبلغ السرعة الكونية الأولى (١,٦٨) كم/ثا، والثانية (٢,٣٧) كم/ثا. ذلك أن قوة الجاذبية عند سطح المريخ تبلغ نحو (٠,٣٨) قيمتها عند سطح الأرض. وقيمة الجاذبية عند سطح القمر تبلغ نحو (٠,١٦٦) قيمتها عند سطح الأرض.

والسرعة الكونية الأولى هي التي تستلزم للحركة الدائرية فوق سطح الأرض مباشرة - مشدودة بجاذبيتها - ولا يمكن حدوث دوران حول الأرض تحت الظروف المذكورة إذا قلت السرعة النهائية عن ذلك المقدار.

ولما كانت كثافة الغلاف الجوي الأرضي أكبر ما تكون فوق سطح الأرض مباشرة، فإن ذلك يسبب فرملة شديدة لقمر صناعي يتحرك في مداره الدائري، لدرجة تجعله يسقط على الأرض قبل إتمام دورته الأولى حولها. ولمثل هذه الحالة أهمية نظرية فقط. كما تلزم سرعة نهائية قدرها (٧,٧٩١) كم/ثا لبداية حركة قمر صناعي في مدار دائري حول الأرض على ارتفاع (٢٠٠) كم عن سطحها، بينما يتطلب (٦,٩٠٣) كم/ثا فقط على ارتفاع (٢٠٠٠) كم. ونقص السرعة بزيادة الارتفاع عن سطح الأرض مرتبط بنقص قوة تسارع الجاذبية، أي القوة التي يكتسبها جسم تحت تأثير جذب الأرض مع الارتفاع. ولذلك تكفي سرعات دوران نهائية آخذة في الصغر كي تتساوى قوة الطرد المركزية الناتجة عن الحركة في المدار الدائري مع قوة تسارع الجاذبية. ويكون المدار دائرياً فقط إذا ما تحقق تعادل تام بين قوتي الجذب المركزية والطرد في كل نقطة من المدار. وما لم يكن ذلك عموماً هو الحال، فإن الأقمار لا تدور في مدارات دائرية وإنما في مدارات إهليليجية.

خامسا- هل تتقاطع مدارات بعض الكواكب مع بعضها؟

لو نظرنا إلى مدارات الكواكب جميعها حول الشمس، لوجدنا أن التباعد المركزي لمداراتها ليس واحداً - وذلك أن مداراتها كافة ليست دائرية وإنما إهليليجية -، فإذا كان التباعد المركزي لمدار عطارد يبلغ (٠,٢٠٦)، فهو في الزهرة (٠,٠٠٧)، وفي الأرض (٠,٠١٧)، وفي المريخ (٠,٠٩٣)، وفي المشتري (٠,٠٤٨)، وفي زحل (٠,٠٥٦)، وفي أورانوس (٠,٠٤٦)، وفي نبتون (٠,٠١٠)، وفي

بلوتو (٠,٢٤٨). غير أن الميل المداري على دائرة البروج، يكون واضحاً بشكل كبير في بعض الكواكب، وبخاصة في بلوتو؛ فبينما هو (٧°) في عطارد و (٣,٣٩°) في الزهرة، وصفراً في الأرض، فإنه (١,٨٥°) في المريخ، و(١,٣١°) في المشتري، و(٢,٤٩°) في زحل، و(٠,٧٧°) في أورانوس، و(١,٧٧°) في نبتون، ليرتفع إلى (١٧,١٥°) في بلوتو، وإلى نحو (٤٥°) في زينا.

وهذا الميل الكبير لمدار بلوتو على دائرة البروج يجعله يقطع مدار كوكب نبتون. ورغم أن سنة نبتون تبلغ (١٦٤,٨) سنة أرضية، وسنة بلوتو تبلغ (٢٤٧,٧) سنة أرضية، إلا أن احتمال التصادم بين الكوكبين ليس مستبعداً نهائياً، وإنما ممكناً، ولكنه احتمال بعيد جداً، وهذا إن حدث فستنجم عنه اضطرابات كبيرة في المنظومة الشمسية، قد لا يتأثر بها كوكبنا الأرضي بشكل مباشر.

والأمر نفسه في الكوكب العاشر (زينا) ذو الاستطالة الكبيرة لمداره، والذي يتقاطع مداره مع مداري بلوتو ونبتون، حسب توقعات العلماء وحساباتهم.

سادسا- هل الكواكب حكرا على شمسنا؟

إن النجوم كافة هي شموساً، والشمس ما هي إلا تسمية للنجم الذي تنتظم حوله الأجرام الدائرة في فلكها؛ من كواكب... وغيرها. والغالبية العظمى من النجوم من كانت كتلها (٠,٤) كتلة الشمس فأكثر لها كواكب تدور حولها. ويصل عدد الكواكب في بعض النظم النجمية إلى أكثر من ضعف عدد الكواكب الشمسية، وهذا يجعل من الصعب إحصاء أو حتى تقدير عدد الكواكب في مجرة من المجرات، ومن ثم في الكون برمته. وإذا ما أردنا تقدير ذلك في مجرة درب التبانة لأمكننا القول إن عدد الكواكب فيها يتجاوز على ما يقل خمسة أضعاف عدد نجومها (عدد النجوم

نحو ١٠٠ بليون نجم)، وأن عدد المجرات في الكون - حسب التقديرات الحالية - مئات الملايين.

وليست الكواكب وقفاً على النجوم المفردة - كشمسنا - التي تشغل نحو (٥٠٪) من النجوم المعروفة في الكون، وإنما أيضاً توجد في المجموعات النجمية المختلفة (الثنائيات النجمية، والثلاثيات، والرباعيات...، وكذلك في الحشود النجمية). وهذا ما يؤكده الكوكب الجديد الذي اكتشفه العالم الأمريكي (ماسيي كوناكي) في عام (٢٠٠٥م) من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، من خلال مرصد كيك المشاد على قمة جبل ماوناكي في هاوي، الذي أطلق عليه اسم (HD 188753Ab)، وهو كوكب منظومة نجمية ثلاثية. وكان العلماء قد اكتشفوا سابقاً كواكب في عشرين منظومة نجمية ثنائية، وكوكب في منظومة نجمية ثلاثية. والكوكب الجديد المكتشف أكبر من المشتري، ويبعد عن الأرض نحو (١٤٠) سنة ضوئية. وإذا وقف شخص على سطح ذلك الكوكب، فسيشاهد ثلاثة شموس في سمائه، حيث يدور الكوكب حول الشمس الرئيسية (النجم الأكبر)، بينما تظهر كبرى الشمسين الأخريين بلون برتقالي، والثانية بلون أحمر.

الباب الخامس

القمر في السماء

الفصل الأول: أبعاد القمر ومظاهر سطحه

الفصل الثاني: حركات القمر

إن قمر الأرض (Moon) الوحيد، هو أبدع منظر سماوي ليلي، لا لشدة لمعانه وتألقه، وإنما لارتباطه بالأرض بحركته المدارية حولها، ولقربه الشديد منها، مما جعل بالإمكان تمييز العديد من مظاهر سطحه التي قيل فيها الكثير قبل أن يتم اختراع التلسكوب، الذي كان أول ما وجهه (غاليلو) نحوه، ولتحط العديد من المركبات الفضائية على سطحه، لتزيل الغشاوة التي كانت تحيط به، من تعظيم وتقديس عند البعض، وتهويل وتحبب عند آخرين، وإضاءة قمرية متغيرة من ليلة إلى أخرى إلى أن يستدير وجهه وتكتمل إضاءته ويشتد لمعانه، وتتنور خدوده، مشبهة به الفتاة الجميلة التي تكبر يوماً بعد يوم لتكتمل وتنضج ويستدير وجهها ويشع بريقاً وحيوية، كأنه بدر التمام.

ورغم وجود أكثر من (٦٥) قمراً تدور حول الكواكب الأخرى باستثناء كوكبي عطارد والزهرة عديمي الأقمار، فإننا لا نرى أي من تلك الأقمار بالعين المجردة، ولو تمكنا من رؤيتها - أو حتى رؤية بعضها - وهي تسبح في فلك هذا الكوكب وذاك لغدت السماء أبدع مما هي عليه، وهذا لن يتحقق إلا باستخدام التلسكوبات.

الفصل الأول

أبعاد القمر ومظاهر سطحه

القمر تابع الأرض الوحيد، الذي حظي منذ القديم بالاهتمام الكبير، بين المنجمين والأدباء والشعراء، وكان المبدد لظلمات الليل، والهادي للناس في سفرهم وترحالهم. والمؤنس لهم في وحشتهم، والمُجمِّع لهم ليقصوا تحت ضوئه الحكايات في صيفهم الصاحية سماء لياليه.

أولاً- أبعاد القمر:

القمر الأرضي، ليس صغير الحجم بالمقارنة مع أقمار بقية الكواكب بل هو قمر كبير الحجم، يبلغ نصف قطره (١٧٣٨ كم)، وهو خامس أكبر أقمار الكواكب الشمسية، بعد ثلاثة من أقمار المشتري الكبرى (جانيميد ٢٦٣٤ كم، وكالستو ٢٤٠٣ كم، وآيو ١٨٢١ كم)، وقمر زحل تيتان (٢٥٧٥ كم). وتبلغ كتلة القمر الأرضي نحو (٧٣٥ × ١٠ ^{٢٠} كغ) وهي بذلك نحو $\left(\frac{1}{80}\right)$ من كتلة الأرض، وكثافته نحو (٣,٣٤ غ/سم^{٣})، ولهذا فإن القمر لم يستطع الاحتفاظ بغلاف جوي، فهو معدوم الغلاف الجوي. وجسم يزن على سطح الأرض (٦٠) كغ، لن يزيد على سطح القمر سوى (١٠) كغ، وهذا ما يعيق وجود بشر على سطحه في ظل كتلته تلك وجاذبيته الثقالية الضعيفة التي تجعل سرعة الإفلات من على سطحه تبلغ نحو (٢,٣٧٥) كم/ثا. فأي جسم ينطلق من سطح القمر بسرعة تزيد عن ذلك، سيخرج خارج عالمه، ونطاق تأثيره الثقالي. والقمر شكله ليس كروياً تماماً، وإنما مفلطح قليلاً، نظراً

لأن هناك فارق بين طول محوره الأكبر (الاستوائي) ومحوره الأصغر (القطبي) مقداره (٣) كم.

والقمر ذو مدار إهليليجي حول الأرض، ولذا فإنه يقترب تارة من الأرض، ويبتعد تارة عنها، وأدنى بعد للقمر عن الأرض (٣٥٦٤١٠ كم)، فيما يعرف بالحضيض القمري، بينما أعظم بعد يبلغه القمر عن الأرض هو (٤٠٦٧٤٠ كم) المعروف بالأوج القمري، أما بعده المتوسط عن الأرض فيبلغ نحو (٣٨٤٤٠٠ كم).

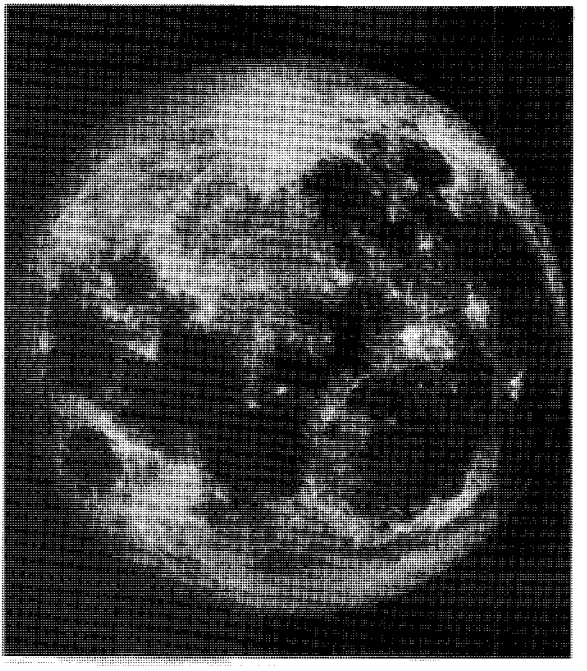
وكتلة القمر المنخفضة، وحجمه الصغير، لم يتيحا له الاحتفاظ بالحرارة الداخلية الأولية التي تحررت منه بسهولة خلال فترة قصيرة تلت تشكله، لما تعرض خلالها من ضربات نيزكية، وانبثاقات بركانية ما تزال تشاهد على سطحه، وهذا ما شكل عائقاً في حدوث حركات في قشرته وتغير في معالم سطحه خلال ثلاثة البلايين سنة الماضية.

ثانيا- مظاهر سطح القمر:

لقد احتار الناظرون إلى السماء ليلاً، وهم يشاهدون القمر بدراً بتفاصيل سطحه المواجه لنا، والعلامات المرتسمة على تلك السطح، المتباينة لمعاناً وإظلاماً، والتي تمنحه بعض الصور المعينة، التي تخيلها البعض لأولياء قديسين ارتسمت صورهم على سطح القمر تخليداً لهم، ورمزاً لصلاحهم، خاصة وأن القمر كان في نظر العديدين بمثابة كوكب سماوي مقدس، ولهذا هال بعض رجال الدين هبوط مركبة أبولو الفضائية (١١) على سطحه في يوم (٢٠) تموز من عام (١٩٦٩م)، وثلاثة رواد فضاء (نيل ارمسترونغ، أدوين الدرين، ميكل كولينز) كانوا على متنها ليحطوا على سطح القمر، وليبقوا على سطحه نحو (٢٤) ساعة، ذلك أن القمر في نظر رجال الدين كان مقدساً، وبهبوط بشر عليه زالت عنه القدسية. ولم يصدقوا ما صاحب ذلك الحدث، من أخبار عن

القمر، من أنه جرم سماوي صلب، يشبه الأرض، فيه الجبال والوديان والحوضات.. وغير ذلك، وليس فيه من شيء يستحق التقديس.

ولم تتأكد صورة سطح القمر الحقيقية إلا عندما وجه (غاليلو) عام (١٦١٠م) تلسكوبه الذي اخترعه باتجاه القمر، ليميز من خلاله مناطق جبال مرتفعة وحوضات سهلية واسعة، ومخاريط وفوهات بركانية بارزة، وليطلق على مناطق الحوضات قاتمة اللون تسمية البحار القمرية (ماريا Maria) لشبهها بالبحار والمحيطات، رغم أنها خالية من المياه، ولتعطى خلال التاريخ الرصدي التلسكوبي للقمر أسماء شاعرية جذابة مثل بحر الصفاء وبحر الهدوء الذي هبط فيه رواد الفضاء الأول، وبحر السعادة، وبحر المرح، وبحيرة الأحلام، وبحر الرحيق، وبحر الخصوبة، وليعطى بعضها أسماء مرعبة، مثل: بحر العواصف، وبحر الأزمات، وبحيرة الموت...إلخ. وما المناطق القاتمة من سطح القمر التي نشاهدها في مراحل تطوره حتى البدر، سوى تلك المنخفضات الواسعة التي يصل قطر البعض منها إلى أكثر من (٢٠٠ كم) وقد تجاوز قطر القليل منها (٥٠٠ كم)، ويعزى تشكل هذه المنخفضات الواسعة إلى تعرض القمر في تاريخه المبكر إلى ضربات العديد من النيازك الضخمة، التي خلفت اضطرابات في سطح القمر، تولد عنها انكسارات، وتدفقات بركانية ضخمة تشهد عليها المخاريط البركانية الكبرى، والفوهات البركانية الواسعة، كما تنتصب حول المنخفضات الصدمية النيزكية حافات جبلية شاهقة الارتفاع، وهي ذات منشأ تراكمي، يصل ارتفاع بعضها إلى نحو (١٠) كم، كما في الجبال التي تشمخ بالقرب من القطب الجنوبي للقمر. وتبدو المناطق المرتفعة من سطح القمر ذات لون فاتح أشد لمعاناً من المناطق المنخفضة ـ شكل (٣٢) ..



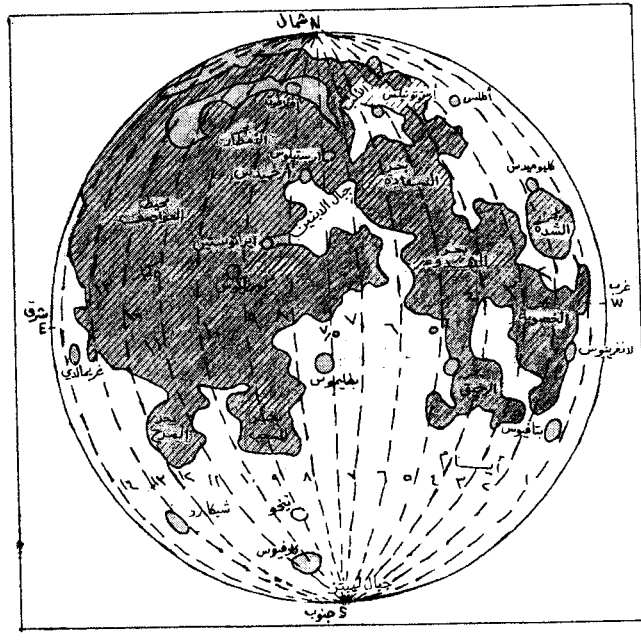
الشكل رقم (٣٢)

صورة لسطح القمر المكتمل

لذا يمكن القول إن التباين في مظاهر سطح القمر المرئية من الأرض؛ من مناطق قاتمة وأخرى أقل قتامة، وفاتحة اللون، يعود إلى اختلاف درجة عاكسية تلك المناطق للأشعة الشمسية الساقطة عليها، التي تكون أكبر في المناطق المرتفعة منها في المناطق المنخفضة.

ومما يسهم في اختلاف لون سطح القمر ولمعانه، أن الصخور البازلتية المغطية لسطحه، تختلف في المناطق المنخفضة منه التي يكثر في بازلتها معدن الأيلمينت قاتم اللون، لكنه يقل في صخور المرتفعات القمرية التي تكثر فيها صخور الأنورثوسيت الغنية بالكالسيوم وسيليكات الألمنيوم، كما أن صخور المرتفعات القمرية أقل كثافة من صخور المنخفضات القمرية، وبالتالي أكثر عاكسية للأشعة الشمسية.

وإذا ما أردنا التعرف على مظاهر سطح القمر الرئيسية من على سطح الأرض، عبر مراحل تطوره المختلفة من الهلال إلى البدر - شكل (٣٣) -، لكانت كالآتي:



الشكل رقم (٣٣)

مظاهر القمر المرئية خلال دورته حول الأرض

١- الهلال في الليلة الأولى والثانية: يصعب في الليلة الأولى رؤية الهلال، حيث يتخذ شكل خيط دقيق جداً، بإضاءة خافتة نسبياً، وعلى الرغم من ازدياد اتساع الهلال في الليلة الثانية، إلا أنه من الصعب رؤية أية مظاهر سطحية مميزة.

٢- الهلال في الليلة الثالثة: يكون الهلال قد أصبح بحجم أقل من ربع دائرة بقليل، ويشتد لمعان الجزء المرئي من سطح القمر، وتتوضح العديد من معالمه، كما في بحر الشدة (Mar Crisium) الذي يبلغ قطره نحو

(٥٠٠) كم، وإلى الجنوب من بحر الشدة تشاهد عدة فوهات كبيرة مميزة، منها: فوهة لانغرينوس (Langrenus) وفوهة بتافيوس (Petavius) وأقطارها تزيد عموماً على (١٢٥ كم)، وكذلك فوهة فيندلينوس (Vendelinus) الأصغر حجماً والأقل انتظاماً في شكلها. وأجمل الفوهات وأفضلها رؤية هي فوهة بتافيوس، التي تضم سلسلة جبلية بداخلها وادٍ عميق عند جدارها الجنوبي الشرقي. وإلى الشمال من بحر الشدة تشاهد فوهة كليوميدس (Cleomedes).

٣- القمر في ليلته الرابعة: يكون الهلال أكثر اتساعاً وتألقاً، وبقاؤه فوق الأفق أطول مدة، وما يمكننا مشاهدته هو بحر الشدة، بشكل تام وواضح. وإلى الشرق منه فوهة براقة جداً هي فوهة بروكلوس (Proclus) التي يبلغ قطرها نحو (٣٠ كم) وعمقها قرابة (٢٥٠٠م)، ومن مركزها تنطلق شبكة من الخطوط الشعاعية التي يصل بعضها إلى بحر الشدة والفوهات الواقعة جنوبه. كما تشاهد إلى الشمال من بحر الشدة فوهة كبيرة (قطرها ١٢٥ كم) تدعى بفوهة إنديمينو (Endymino) التي تميز بسهولة بسبب قاعها البني الغامق. وهناك مظهر هام جداً تتم مشاهدته هو بمثابة بحر كبير يعرف باسم بحر الخصوبة إلى الجنوب من بحر الشدة.

٤- القمر في ليلته الخامسة: من أكثر المظاهر إثارة، ثلاث فوهات كبيرة، هي: فوهة ثيوفيلوس (Theophilus) وفوهة كيريلوس (Cyrillus) وفوهة كاترينا (Catharina) التي تشكل سلسلة مع فوهة كيريلوس في الوسط، تقع عموماً على الجانب الشرقي من بحر متميز هو بحر الرحيق (Mare Nectaris)، التي تغطي ظلالها معظم قاعه. ويبلغ قطر فوهة ثيوفيلوس نحو (١٠٠ كم)، وحوافها مدرجة ترتفع فوق

داخليتها بنحو (٥٥٠٠ م)، وهي واحدة من الفوهات الضخمة على سطح القمر. أما فوهتا كيريلوس وكاترينا فهما مشابهتان لها بالحجم ولكنهما أقل عمقاً.

ويستمر بحرا الشدة والخصوبة ظاهرين بوضوح، مع إمكانية رؤية سهل آخر كبير، هو بحر الهدوء (Mare Tranquiltaiis) وبجواره فوهتان كبيرتان هما فوهة بوسيدونيوس (Posidonius) وبيكولوميني (Piccolomini)، التي تشير إلى النهاية الغربية لسلسلة جبال الطاي. أما الجزء الجنوبي من القمر فيتميز بخشونته وبالعدد الكبير من الفوهات الصغيرة فيه.

٥- القمر في ليلته السادسة: يشاهد في هذه الليلة بحر الهدوء بكامله ومعظم المناطق المجاورة له حيث بحر السعادة (Mare Serenitatis). بالإضافة إلى بضعة فوهات في بحر السعادة، من أبرزها فوهة بسل ذات القطر نحو (٢٠ كم). ومن المظاهر الأخرى المميزة نذكر: بحيرة الأحلام (Lacus Somniorum) المجاورة لبحر السعادة، بالقرب من فوهة بوسيدونيوس، والجزء الغربي من بحر البرودة (Mare Frigoris). وكذلك فوهتان كبيرتان، هما: فوهة ايدوكسوس (Edoxus) ذات القطر (٦٥ كم)، وفوهة أرسطو إلى الجنوب من بحر البرودة، وذلك في الجزء الشمالي من سطح القمر المرئي. كما تبدو خشونة الجزء الجنوبي من القمر ظاهرة.

٦- القمر في ليلته السابعة (التربيع الأول): حيث يكون نصف وجهه مرئياً. والمظاهر المميزة في سطحه هذه الليلة جبال الابنين ذات الارتفاع نحو (٦٢٠٠م) والتي تمتد إلى الشرق من بحر الهدوء، وفوهة البتاني

(Albategnius) وفوهة هيبارخوس (Hipparchus) في المرتفعات القمرية الوسطى.

وعند منتصف خط الإضاءة توجد ثلاث فوهات كبيرة، هي: فوهة بطليموس وفوهة الفونسو وفوهة الزرقلي التي تتخذ شكل سلسلة. وفوهة بطليموس هي الشمالية وقطرها نحو (١٦٠ كم) وقاعها عاتم مظلل، والفونسو هي الوسطى المتاخمة لفوهة بطليموس، والزرقلي الجنوبية وهي الأصغر والأعمق. وإلى الجنوب قليلاً من الفوهات السابقة تمتد سلسلة أخرى من الفوهات قوامها ثلاث فوهات، هي: والتر، وريجيو مونتان، وبورباخ.

٧- القمر في ليلته الثامنة: في هذه الليلة يكون القمر قد بدأ في التحدّب، وخط الإضاءة يقطع سهل بحر الأمطار. وتظهر جبال الابنين ومجاورتها سلسلة جبال الألب بشكل واضح، وأهم المشاهد المثيرة على سطح القمر هو وادي الألب الذي يقطع سلسلة جبال الألب. كما تشاهد إلى الجنوب من جبال الألب وشرقي الابنين ثلاث فوهات كبيرة، هي: فوهة أرخميدس، وفوهة أريستيللوس (Aristillus)، وفوهة أوتوليكوس (Autolycus)، بجانب بحر الأمطار المجاور. ويبلغ قطر فوهة أرخميدس نحو (٨٠ كم) وقاعها منبسط. ويعبر خط الإضاءة إحدى الفوهات الجميلة وهي فوهة أفلاطون (Plato) ذات القطر نحو (١٠٠ كم)، وذات القاع الداكن اللون. وتكون سلسلة بطليموس خارج خط الإضاءة. ولكن يمكن مشاهدة جدار مستقيم ناتج عن صدع طوله نحو (١٣٠ كم) في سطح القمر بالقرب من فوهة بيرت (Birt).

وفي أقصى الجنوب عند طرف خط الإضاءة تظهر فوهة كلافيوس (Clavius) وهي إحدى الفوهات الكبيرة على القمر بقطر لها يبلغ نحو (١٨٠ كم)، والتي تضم بداخلها عدة فوهات صغيرة.

٨- القمر في الليلة التاسعة: يشاهد في هذه الليلة معظم بحر الأمطار، بجانب مساحات سهلية واسعة إلى الجنوب منه تمثل بحر السحب (Mare Nubium)، وبين البحرين تبرز فوهة ضخمة ذات قاع مغطى بظل أسود، هي فوهة كوبرنيكوس التي يبلغ قطرها نحو (٩٠ كم) وذات حوائط مدرجة، وفي وسطها العديد من المخاريط الجبلية، وينطلق من مركزها شبكة شعاعية من الخطوط اللامعة.

وفوهة أفلاطون (Plato) من الفوهات المثيرة وموقعها في الشمال بين بحر الأمطار وبحر البرودة، وكذلك فوهة بوليالدوس (Bullialdus) عند الحافة الشرقية من بحر السحب. كما يظهر الحائط المستقيم كخط مظلم، وتبدو فوهة كلافيوس واضحة، وليس بعيداً عن فوهة كلافيوس يقع مركز إشعاعي رئيسي على سطح القمر هي فوهة تيخو (Tycho) التي يبلغ قطرها نحو (٨٦ كم)، وذات جدران لامعة. وإلى الجنوب من منطقة كلافيوس - تيخو ينتشر على السطح تجمع من الفوهات المختلفة الأحجام.

٩- القمر في الليلة العاشرة: يظهر فيها بحرا الأمطار والسحب مضائين بشكل كامل. كما يظهر جزء كبير من أكبر البحار القمرية وهو محيط العواصف (Mare Procellarum). ومن المظاهر الجميلة الملفتة للنظر خليج قوس قزح (Sinus Iridum) المحاذي لبحر الأمطار من الشمال الشرقي. كما ترى فوهة كبلر، والعديد من الفوهات الأخرى (لانجرينوس، ثيوفيلوس، بطليموس...إلخ).

١٠- القمر في الليلة الحادية عشرة: من المظاهر المثيرة في هذه الليلة هي فوهة اريستارخوس (Aristarchus) في محيط العواصف، ذات القطر نحو (٤٨ كم) والعمق (١٦٠٠م)، والمتميزة بلمعانها البراق كألمع ما يشاهد على سطح القمر. وبجوارها فوهة هيرودوت (Herodotous) المماثلة لها في الحجم، والمتخذة شكل حرف (U). وإلى الشرق من فوهة كوبرنيكوس تظهر فوهة كبلر الجميلة بما ينبعث منها من دروب قطرية على شكل أشعة. ومما يرى في هذه الليلة أيضاً بحر المرح (Mare Hunorum) المحدود المساحة. وعلى خط الإضاءة في الجنوب الشرقي تقع فوهة واسعة تعرف بفوهة شيكارد (Schickard) ذات قطر يبلغ (٢٢٥ كم)، وجدران غير منتظمة الارتفاع، وفوق قاعها ترتفع كتلة جبلية إلى نحو (٢٨٠٠ م).

١١- القمر في الليلة (١٢): تغدو في هذه الليلة الظلال الضوئية بسيطة، وتشاهد فقط على الجانب الشرقي من القمر. وفوهتا كوبرنيكوس وتيخو تبدوان واضحتين بمعالمهما الرئيسية. ومن المظاهر الجديدة للرؤية فوهة غريمالدي (Grimaldi) الضخمة، والضحلة نسبياً، وذات الجدران الغير منتظمة. كما تبدو فوهة شيكارد واضحة بكاملها. وبالقرب من فوهة غريمالدي توجد فوهة أخرى كبيرة هي فوهة ريسيولي (Riccioli) التي تحتوي على فجوات مظلمة.

١٢- القمر بدراً: عندما يكتمل وجه القمر إنارة بضوء الشمس، فإن الظلال تتلاشى. وتبدو كافة المظاهر السابقة الذكر واضحة من فوهات وجبال، وبحار ضخمة كمحيط العواصف.

ثالثا- الانخداع القمري (Moon Illusion):

إذا ما نظرنا إلى القمر بدراً وكان قريباً من الأفق لوجدنا أن قطره الظاهري أصغر منه وهو في كبد السماء عند منتصف الليل، وهذا الانخداع البصري هو الذي يبدي لنا ذلك. ويرى البعض أن هذا الانخداع البصري يمكن أن يكون مرده إلى مقارنة الراصد للقمر بما يجاوره على خط الأفق من جبال بعيدة أو بنيان أو نحوها. فنحن ندرك فعلاً كبر حجم هذه الكتل مع أن بعدها عنا يبديها لعيننا صغيرة، إلا أنه مع ذلك فإن انطباع الضخامة لها في مخيلتنا وفي صورة أعيننا، تجعل عينينا تبديها أكبر من حجمها الطبيعي.

ويمكن التحقق من ذلك، بالنظر إلى القمر من خلال أنبوب ضيق يحجب الأجسام المجاورة له على خط الأفق، فيبدو عندئذ بحجمه الطبيعي لأنك نظرت إليه بمعزل عما يجاوره.

الفصل الثاني

حركـــات القمـــر

أولاً- حركتا القمر المدارية والمحورية:

يتحرك القمر كما تتحرك الكواكب، حيث له حركتان، إحداهما حول كوكبه الذي يتبعه وهو الأرض، ومداره حولها ذو شكل إهليليجي، ويستغرق مدة (٢٧,٣٢) يوماً ليتم دورة واحدة. أما حركته الأخرى فحول محوره القطبي ومدتها أيضاً (٢٧,٣٢) يوماً. ويكاد أن يكون القمر هو الجرم السماوي الوحيد في المنظومة الشمسية التي تتطابق تماماً مدة حركته المدارية حول الأرض مع مدة دورته المحورية، وهذا ينتج عنه رؤيتنا فقط لنصف سطح القمر الكروي وهو النصف المواجه إلينا، بينما يبقى نصفه الآخر محجوباً عنا دائماً، لا تتاح رؤيته، ولم نكن نعرف عنه شيئاً حتى عصر الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية التي دارت حوله وصورت ذلك النصف المحجوب.

ومدة دورة القمر المدارية (٢٧,٣٢) يوماً تحسب بمراقبة القمر في السماء بالنسبة لنجم ما، فعندما يرصد القمر على خلفية نجم له، ثم يرصد مرة أخرى على النجم ذاته، فالمدة الفاصلة بين الرصدين هي المدة السابقة التي تعرف باسم الشهر القمري النجومي. وهي تتوافق مع المدة على افتراض أن الأرض ثابتة لا تتحرك حول الشمس. على أننا لو أخذنا خط الأفق كعلامة، وتتبعنا ظهور القمر فوقه ليلاً خلال حركته المدارية، للاحظنا أن ظهوره كل ليلة

يتأخر عن سابقتها بنحو (٥٠) دقيقة، كما أنه لا يبدو كل ليلة بالقدر نفسه، بل يتدرج (نصفه المرئي) من الهلال إلى البدر، فالهلال فالمحاق.

إن القمر في أثناء دورانه حول الأرض خلال (٢٧,٣٢) يوماً الممثلة تلك المدة لما يعرف بالدورة القمرية النجومية (الشهر القمري النجومي)، تكون الأرض قد تحركت في مدارها حول الشمس (٢٦,٩٣) درجة.

$$\frac{\text{٢٧,٣٢٢ يوماً} \times ٣٦٠^{\circ}}{\text{٣٦٥,٢٥ يوماً}} = \text{٢٦,٩٣ درجة}$$

وبما أن القمر يدور حول الأرض في (٢٧,٣٢) يوماً دورة واحدة (٣٦٠ درجة)، فيلزمه لقطع (٢٦,٩٣) درجة من مدار الأرض مدة (٢,٠٤٤) يوماً:

$$\frac{\text{٢٦,٩٣ درجة} \times \text{٢٧,٣٢٢ يوماً}}{\text{٣٦٠ درجة}} = \text{٢,٠٤٤ يوماً}$$

كما أنه يلزمه تحركاً إضافياً مكافئاً لـ (٢,٠٤٤) يوماً، ومقداره:

$$\frac{٢,٠٤٤ \times ٣٦٠}{٣٦٥,٢٥} = \text{٢,٠١٥ درجة}$$

، ويتطلب منه لقطعها زمناً مقداره:

$$\frac{٢,٠١٥ \times ٢٧,٣٢٢}{٣٦٠} = \text{(٠,١٥٣) يوماً}$$

وهذا يعني أنه يستوجب من القمر حتى يعود إلى مكانه الأصلي بالنسبة للأرض أن يدور إضافة (٢٦,٩٣٠ + ٢,٠١٥ = ٢٨,٩٤٥ درجة)، وهذا يكافئ زمنياً (٢,٠٤٤ + ٠,١٥٣ = ٢,١٩٧ يوماً)، مما يجعل مدة الدورة الاقترانية للقمر حول الأرض (الشهر القمري الاقتراني) تساوي: ٢٧,٣٢٢ + ٢,١٩٧ = ٢٩,٥١٩

يوماً تقريباً، والمدة الفعلية (٢٩,٥٣) يوماً، وفارق (٠,٠١ يوماً)، هو المكافئ من الدرجات والزمن لمدة (٢,١٩٧) يوماً سابقة الذكر.

ثانيا- مراحل تطور القمر:

القمر يضاء بضوء الشمس المنعكس عليه، ونتيجة لدوران القمر حول الأرض فإن مكانه يتغير دورياً بالنسبة للشمس والأرض، وبذلك يتغير الجزء المضيء من سطحه الذي نراه من الأرض. ونظراً لقربه الشديد من الأرض، فإن القمر يظهر كألمع جسم سماوي بعد الشمس، حيث يبلغ قدره الظاهري (-١٢,٥) عندما يكون بدراً، مما يفوق لمعان الشعري اليمانية بنحو (٣٠٠٠٠) مرة. غير أن اللمعان يتغير مع تغير مراحل القمر: ففي أثناء التربيع الأول أو الثالث، تكون شدة الإضاءة (١٠٪) من القيمة القصوى، حيث ينقص اللمعان نحو (٢,٥) قدراً. وهذا النقصان الحاد في اللمعان سببه وعورة سطح القمر؛ إذ يحدث بسبب ذلك، في حالة السقوط المائل للأشعة تظليل شديد في المنخفضات، بينما يعطي السقوط العمودي إضاءة كلية. والعاكسية العامة لسطح القمر صغيرة نسبياً، وتتغير محلياً من (٠,٠٤) إلى (٠,١٤). كما يتسبب التوزيع غير المنتظم للمناطق اللامعة والداكنة على قرص القمر في حدوث اختلافات في لمعانات الأطوار أو الأوجه المتماثلة أثناء تزايد قرص القمر أو تناقصه.

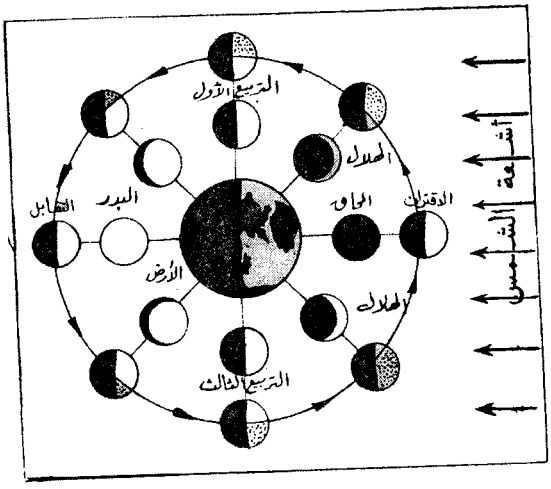
فقبل ظهور القمر مباشرة فوق الأفق الغربي عند غروب الشمس يكون في مرحلة المحاق، وما أن يبدو فوق الأفق من الجهة الغربية بعد غروب الشمس حتى يظهر بهيئة خيط رفيع، هلالاً، مستمراً نحو ثلاثة أيام، ليتدرج في نموه إلى أن يظهر نصف وجهه بعد أسبوع تماماً، وفيما يعرف بقمر التربيع الأول، ويبقى في هذه المرحلة فوق الأفق من منتصف النهار حتى منتصف الليل، حيث يظهر عند الغروب في كبد السماء، ويتحرك غرباً ليهبط تحت الأفق الغربي في منتصف الليل. ويستمر اتساع وجه القمر، حتى يكتمل في نهاية الأسبوع

الثاني (١٤ يوماً)، فيما يعرف بالقمر البدر أو القمر المكتمل، وعندها يكون نصف قرصه في مواجهة تامة للشمس، ولنجده يشرق مع مغيب الشمس من الشرق ويغيب مع شروق الشمس تحت الأفق الغربي، كما هو ملاحظ في الربيع والخريف عندما يكون الليل والنهار متساويين. وبعد ذلك، وخلال الأسبوعين التاليين لمرحلة البدر يتناقص وجه القمر المرئي ليمر بمرحلة التربيع الثالث في نهاية أسبوعه الثالث، وليتحول بعدها إلى هلال متناقص حتى ما يشبه الخيط في اليوم (٢٨) ليختفي بعدها في المحاق.

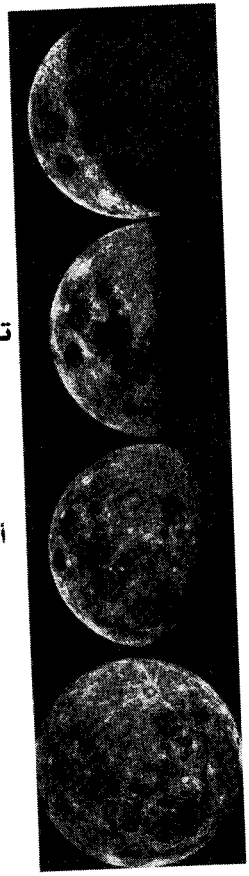
وعموماً، فإن القمر يشرق من جهة الشرق ويغرب في جهة الغرب، شأن الأجرام السماوية كلها، كما ينزاح موقعه عبر نجوم الخلفية من الغرب إلى الشرق، مثلما تفعل الكواكب والشمس. ويبدأ القمر بالظهور لحظة خروجه من المحاق عندما يكون مغموراً بأشعة الشمس التي تعيق من إمكانية رؤية أي جزء منه لشدة وهج إشعاعها. وظهوره الأول يكون فوق الأفق الغربي ببضع درجات، لينحدر خلال ساعة أو أقل باتجاه الأفق الغربي ليهبط دونه. وليس المقصود بشروق القمر، هو انبعاثه من فوق الأفق الشرقي، وإنما ظهوره من ناحية الشرق وغيابه تحت الأفق الغربي، وفي كل ليلة من ظهوره الأولي ينزاح نحو الشرق بمقدار (١٣) درجة إلى أن يبزغ تماماً من فوق الأفق الشرقي بعد نحو (١٤) يوماً من ظهوره الأولي هلالاً فوق الأفق الغربي، ويكون عندها بدراً مكتملاً.

فالقمر يبدأ في دورته حول الأرض في الشهر المعروف بالشهر الإهلالي (الاقتراني) هلالاً رقيقاً في يومه الأول ثم يصبح بدراً تاماً بعد نحو (١٤) يوماً، ليعود بعدها هلالاً خيطاً من جديد في اليوم (٢٨)، وليدخل تحت شعاع الشمس منحجباً عنا لمدة نحو يوماً ونصف يقضيها في المحاق. وتعزى دورة مراحل القمر إلى حركته المدارية حول الأرض، فيكون هلالاً وليداً (غرة) عندما يقع بيننا

وبين الشمس تقريباً، في حين يكون بدراً عندما يقع في الجانب الآخر من الأرض بالنسبة للشمس (الاستقبال، التقابل) مواجهاً لها في الفضاء ـ شكل (٣٤) ..



الشكل رقم (٣٤)
(أ) مخطط لمراحل القمر



الشكل رقم (٣٤)
(ب) صورة لمراحل القمر

ونظـراً لانعـدام الغـلاف الجـوي في القمـر، ودورانـه المتـزامن المحـوري والمداري، ومن ثم بقاء نصف قرصه مضاء بأشعة الشمس لمدة نحو (١٤,٥) يوماً، وبقائه مدة مثلها محتجباً عن الشمس، وهذا الحال في القرص المواجه لنا، والمختفي عنا. لهذا فإن درجة الحرارة ترتفع في الجانب الذي تسقط عليه أشعة الشمس لتصل إلى نحو (١٣٠°م)، لكنها تنخفض أثناء الليل الطويل إلى حوالي (- ١٥٠°).

ثالثا- نتائج حركة القمر:

القمر هو من علمنا الحساب، وجعل تعاملنا مع الأسبوع مؤسساً كربع دورة قمرية ظاهرية (القمر من الهلال الوليد إلى الهلال المنتهي = ٢٨ يوماً)[١]. وقد جاء ذكر ذلك في كتاب الله: ﴿والشمس والقمر بحسبان﴾[٢]. فحركة الشمس الظاهرية السنوية حول الأرض محسوبة بمدة (٣٦٥,٢٥) يوماً، وهي ما كانت الأولى في تعليمنا الحساب من خلال معرفتنا لليل والنهار، واختلاف أطوالهما على مدار السنة.

أما القمر فيدور حول الأرض في مدة معلومة، مرتسمة خلف مداره علامات (نجوم) دالة على الأيام، حيث تدل كل علامة على يوم (٢٤) ساعة، يقطع خلاله القمر مسافة معلومة في مداره، ليقطع في مساره الظاهر لنا (٢٨ علامة)، عرفت كل علامة باسم منزلة. ولهذا، فإن القمر يعبر (٢٨) منزلة،

---

[١] العدد سبعة؛ كان مستخدماً عند الشعوب القديمة لما كان له من دلالات؛ فالكواكب التي كانت معروفة قديماً سبعة. كما أن العدد سبعة جاء ذكره في الكتب السماوية بدلالة معينة.

[٢] الرحمن/ ٥.

وفي ذلك جاء قوله تعالى: ﴿والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم﴾[1]. وكذلك قوله تعالى: ﴿هو الذي جعل السماء ضياء والقمر نوراً وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب﴾[2].

فإذا كانت مدة دورة القمر حول الأرض (الدورة الاقترانية) نحو (٢٩,٥٣) يوماً، فإن العلامات السابقة هي المقرونة بظهور القمر بنسب مختلفة من قرصه المتجه نحونا، ليبقى (١,٥) يوماً هي ما يقضيها القمر مختفياً لوقوعه في مواجهة الشمس تماماً في المرحلة من تطوره المعروفة بمرحلة المحاق.

وليس هناك أحد ممن يعيش في المناطق الساحلية للبحار والمحيطات، أو ذهب إلى شاطئ البحر وأمضى يوماً فأكثر في الصيف أم في غيره من فصول السنة، إلا ولاحظ ارتفاع مستوى مياه البحر مرتين خلال نحو (٢٤) ساعة و(٥٠) دقيقة، وانحساره فيما بينهما. وهكذا وبشكل متوالٍ ومستمر، تقدم للمياه وانحسار لها. فإذا ما فرشنا فراشاً على رمل الشاطئ على بعد ثلاثة أمتار من حافة المياه، فقد يغدو بعد ساعة أو أكثر مبللاً بالماء أو مغموراً به، وإذا رسى قارب على الشاطئ فقد يغدو بعد ساعة أو أكثر راسياً على الرمل الجاف.

وتعرف ظاهرة ارتفاع منسوب مياه شواطئ البحار وانحسارها بصورة منتظمة باسم المد والجزر، والمسؤول عن حدوثها القمر أولاً والشمس ثانياً.

فالقمر لقربه من الأرض يؤثر فيها بقوة جذبه، فيجذب المادة نحوه. وتكون قوة الجذب أكبر في جانب الأرض القريب من القمر والمواجه له، مما في الجانب البعيد عنه، وذلك أن قوة الجاذبية تضعف بازدياد البعد. ويسمى الفرق

---

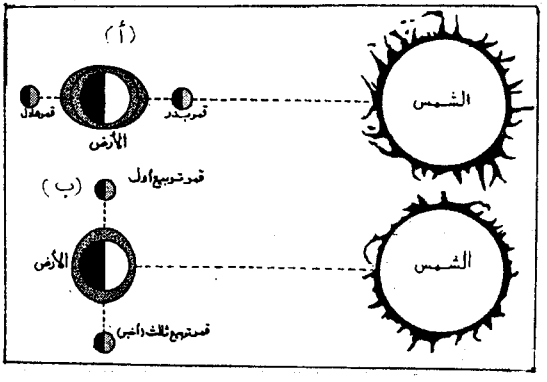
[1] يس/ ٣٩.

[2] يونس/ ٥.

بين القوة الكبيرة عند أحد الجانبين والقوة الأضعف عند الجانب الآخر باسم قوة الثقالة التفاضلية (Differential Gravitational).

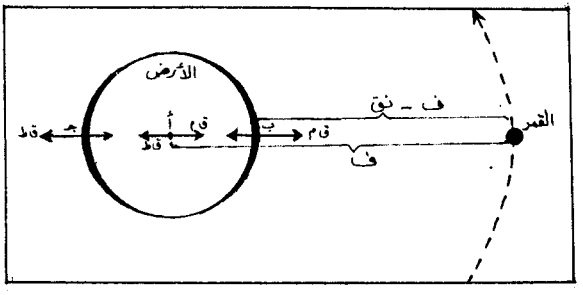
وتقوم قوة الثقالة التفاضلية بشد مياه المحيطات باتجاهها، فيتولد من ذلك انتفاخ مدي في الجانب المواجه للقمر من الأرض بفعل قوة الجذب المباشرة، كما يحدث مثل هذا الانتفاخ المدي على الجانب البعيد من الأرض المعاكس للقمر، ويفسر ذلك بقيام جاذبية القمر بشد الأرض من تحت المياه الذي يعلو سطحها وذلك في الجانب البعيد عن القمر.

ويمكن تمثيل ذلك رياضياً من خلال الشكل (٣٥):



الشكل رقم (٣٥)

(أ) أوضاع القمر والشمس عند المد والجزر



الشكل رقم (٣٥)

(ب) آلية حدوث المد والجزر

فإذا ما اعتبرنا:

ف = المسافة بين مركز الأرض ومركز القمر.

ك = كتلة القمر.

ك١ = كتلة أي جسم على سطح الأرض.

نق = نصف قطر الأرض.

فإن سطح الأرض المواجه للقمر ينجذب بقوة نحو القمر، حيث إن:

$$\frac{ك \times ك_1}{(ف - نق)^2} \quad \text{أكبر من} \quad \frac{ك \times ك_1}{ف^2}$$

أما المسطحات المائية على الجانب الآخر من الأرض المعاكس للقمر فتتمدد هي الأخرى خارجاً في عكس اتجاه القمر، ذلك أن:

$$\frac{ك \times ك_1}{ف^2} \quad \text{أكبر من} \quad \frac{ك \times ك_1}{(ف + نق)^2}$$

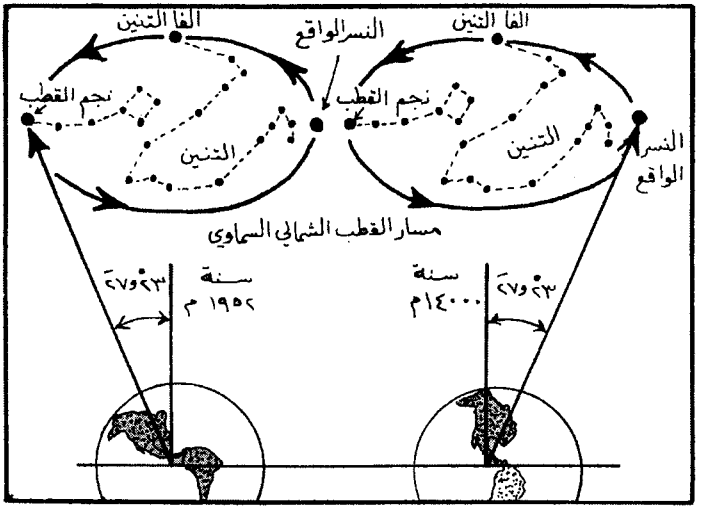
ويترافق حدوث المدين المرتفعين على الجانبين المواجه والمعاكس للقمر، حدوث مدين واطئين في الجانبين الآخرين اللذين يتعامد محورهما مع محور الجانبين المواجه والمعاكس للقمر.

ونتيجة لارتباط المد المائي الأرضي بحركة القمر حول الأرض، لذا فإن مواضع المد المائي تتغير مع تغير مسار القمر حول الأرض. وفي أي مكان من سطح الأرض يحدث مدان عاليان لأسطح البحار والمحيطات خلال فترة (٢٤) ساعة و(٥٠) دقيقة، وهي الفترة الفاصلة بين رؤيتين متتاليتين للقمر في مكان واحد في السماء ومن موقع على سطح الأرض. والمدة الفاصلة بين مدين مرتفعين تبلغ (١٢) ساعة و (٢٥) دقيقة.

كما يتولد عن قوة الجذب القمرية على الأرض، تباطؤ في سرعتها حول نفسها. وهذا التباطؤ ينتج عنه أيضاً تسارع في حركة القمر على مداره حول الأرض وابتعاده عنها، الذي قدر العلماء قيمته السنوية بنحو (٣) سم. وهذا يعني أن القمر كان في الماضي أقرب إلى الأرض، وأن الأرض كانت تدور

حول نفسها بسرعة أكبر، وأن يومها كان أقصر، حيث تشير التقديرات أن طول اليوم الأرضي يزيد بمقدار (٠,٠٠٢) ثانية كل قرن.

وتعمل قوة جذب القمر مضافاً إليها قوة جذب الشمس لمنطقة الانتفاخ الاستوائي للأرض إلى إحداث فتل يسير فيها، يجعل محور دورانها يغير اتجاهه بنصف زواية رأسية (٢٣° و ٢٧') في حركة مخروطية يتم دورته فيها كل (٢٦) ألف سنة، فيما تدعى بحركة المباكرة (المبادرة). والتي تجعل قطب السماء السماوي في تغيير لموقعه، وكذلك كافة الصور النجمية السماوية التي تبدو وكأنها تنزاح نحو اليسار (نحو الشرق) سنوياً بمقدار $\left(\frac{1}{26000}\right)$ من الدرجة ـ شكل (٣٦) ..



الشكل رقم (٣٦)

حركة المبادرة الأرضية

الباب السادس

العروض السماوية

الفصل الأول: الشهب و النيازك

الفصل الثاني: المذنبات

الفصل الثالث: الشفق القطبي

الفصل الرابع: قوس قزح والهالة

الفصل الخامس: السحب

كثيراً ما تبدي لنا السماء عروضاً خاصة، ومميزة تلفت الأنظار في بعضها، وتبهر الأبصار أخرى، وتثير بعضها الذعر والخوف، وتبشر أخرى بالخير تارة والدمار بأخرى. وبعضها كان نصيب السماء والأرض منها وفيراً في زمن قديم، وبعضها الآخر ما يزال يتردد على سمائنا بشكل دوري. ومن العروض ما تخص سماء مناطق معينة من الأرض، كما في مناطق العروض العليا القريبة من القطبين. لنجد بعضها عاماً في معظم سماوات المناطق الأرضية، وإن كانت بدرجات متنوعة وصور مختلفة.

وبعض العروض السماوية زائرة في رحلة عابرة، كما في المذنبات، وبعضها الآخر مهاجر من عوالم أخرى لا عودة له بعد أن يقدم عروضه، كما في الشهب والمذنبات، لتنتهي في جو الأرض وعلى سطحها. ومن العروض ما تتفاوت في حدوثه الأرض والشمس: الأرض بحقلها المغناطيسي والشمس بما تبثه من ذرات متأينة وهذا حال الشفق القطبي. بجانب ما تلعبه الأرض من تزويد للهواء من بخار ماء يتكثف ويتجمد على صورة قطرات مائية وبلورات جليدية، متخذة شكل سحب جمالها السماوي بتقطعها وتبعثرها عن بعضها، مما يعكس جمالية خلفية السحب. وبما تخلقه الأشعة الشمسية على تلك السحب من مناظر جذابة، متمثلة في الهالة وقوس قزح.

الفصل الأول

الشهب والنيازك

أولاً- الشهب:

ليس من أحد منا اعتاد النظر إلى السماء ليالي عدة في ظلمتها الحالكة إلا ولفت نظره خط ضوئي براق لثانية أو جزء منها ، أو كرة صغيرة ضوئية ترمي وراءها خطاً ضوئياً. ولم يخطئ الناس في وصفهم هذه الظاهرة في الريف والبادية والمدينة، فالكل أطلق عليها شهاب.

١- صفات الشهب وتكراريتها :

الشهب عروض ليلية سماوية بديعة، ذات لمعان وتألق مختلف من شهاب لآخر، إلا أن لمعانها لا يزيد عن القدر (- ٤)، فهي تعادل في لمعانها لمعان كوكب الزهرة. وتتشكل هذه الخطوط الضوئية على ارتفاعات من سطح الأرض ما بين (٨٠ – ١١٠) كم، وذلك في الجزء السفلي من الطبقة الجوية الحرارية المتأينة (الايونوسفير)، وقد يبلغ بعضها في هبوطه حتى ارتفاع (٥٠) كم.

وعموماً فان ما يمكن رصده بالعين المجردة ليلاً من تلك الظواهر الخطية المضيئة التي أطلق عليها البعض النجوم الشطاطة نحو خمسة شهب في الساعة الواحدة من ساعات الليل الأولى، وليرتفع العدد إلى نحو (١٥) شهاباً في الساعة الواحدة بعد منتصف الليل، وخاصة في ساعات الفجر الأولى (الساعة ٣- ٥). ويعود السبب في كثرة الشهب بعد منتصف الليل وقلتها قبله إلى أن الأرض في

حركتها المحورية حول نفسها تكون في مواجهة تيار الشهب مباشرة عند الفجر، بينما تأتيها الشهب من خلفها في ساعات الليل الأولى.

كما أن عدد الشهب المشاهدة في السماء تختلف من شهر إلى آخر ومن فصل إلى فصل. فأكبر عدد منها يشاهد في الخريف، وأقله في الربيع. وسبب ذلك أن الأرض في أثناء حركتها حول الشمس تكتسح الجزء الذي أمامها من الشهب لذلك يكون عدد الشهب في هذا الجانب أكثر من الجانب الخلفي. وتصل الشهب إلى قمتها عندما يكون مستقر حركة الأرض في أعلى وضع لها فوق الأفق (العبور). ولما كانت هذه النقطة تصنع زاوية (٩٠°) مع الشمس – التي تكون في الظهيرة في أعلى نقطة لها على الأفق –فإن قمة عدد الشهب تحدث في الصباح، وأكبر قيمة في الخريف وأقلها في الربيع.

٢- آلية تشكل الشهب:

الشهب عموماً هي بمثابة جسيمات صلبة صغيرة الحجم ترابية وجليدية تتراوح أقطارها بين بضع ملليمترات إلى بضع سنتيمترات ومعظمها من أجزاء السنتيمتر، تدخل غلاف الأرض الجوي، لتحترق عند محاولة عبورها إياه في الجزء منه ما بين (١١٠- ٨٠) كم ولتتألق من جراء ذلك، محدثة توهجها في السماء على طول منطقة اختراقها، ظاهرة بشكل خط ضوئي. وعند دخول الجسيمات الشهابية الصلبة الغلاف الجوي، فإنها تعاني من العديد من الاصطدامات بجزيئات الهواء، ومع كل اصطدام يفقد سطح الشهاب بعض جزيئاته التي تعطي طاقتها إلى جزيئات الهواء المجاورة. ويتحول الجزء الأكبر من هذه الطاقة إلى طاقة حرارية، بينما حوالي (١٠٪) من تلك الطاقة يتحول إلى طاقة إثارة (Excitation) ، ويتحول جزء أقل من ذلك إلى طاقة تأين (Ionization) ، وضوء الشهاب الناتج هو الطاقة الإشعاعية لكل من الإثارة

والتأين، أما الاصطدامات البطيئة بين الايونات والالكترونات الحرة فتسبب الإضاءة التالية للمدار.

فعندما يندفع جسم شهابي داخل طبقات الجو العليا، فانه يصطدم بالجزيئات والذرات الجوية، ومن شأن هذه الاصطدامات أن تحول بعضاً من طاقة الجسيم – أي طاقته الحركية – إلى حرارة. ففي خلال ثوان تسخن الطبقة الخارجية للشهاب، وتصل حرارتها إلى آلاف الدرجات وتتوهج. وبافتراض أن سرعات الدخول هي من رتبة (١٠كم/ثا) على الأقل، وأنها كثيراً ما تصل إلى (٤٠ كم/ثا)، فإن الاصطدام بجزيئات الهواء يكون عنيفاً للغاية، ويسبب انفصال الذرات عن الجسيم الشهابي نتيجة تبخر الطبقات السطحية منه، ويطلق ذيل المادة الحارة المتبخرة، وكذلك الغاز الجوي، ضوءاً مسبباً الوهج الذي نراه.

وفي أثناء اصطدام الجسيمات الشهابية مع جزيئات الهواء واحتراقها وتبعثر جزيئاتها محدثة ضوءها فان حركتها تخف، وقد تتبخر وتتلاشى عند ارتفاع (٥٠- ٨٠كم)

أما الكرات النارية (Fireballs)؛ فهي إما مادتها من المادة الشهابية نفسها (بقايا مذنبات)، أو هي من فتات نيزكي. وعموماً فإن أقطارها من رتبة بضع سنتيمترات. ولمعانها الأكبر في الليالي، إذ أن قدرها الظاهري يزيد عن القدر (- ٤). وهي تبلغ الطبقات الوسطى والدنيا من الغلاف الجوي (٥٠- ٢٠كم) لتتعرض في تلك الطبقات إلى مقاومة متصلة من جزيئات الهواء الكثيفة، متسخنة إلى درجة حرارة تصل إلى أكثر من (٣٠٠٠°م) ، لتبدو متوهجة من جميع جهاتها ولنجدها تترك أحياناً وراءها ذيلاً متوهجاً لامعاً، هو من بقايا الجزيئات التي انفصلت عنها وانسحبت وراءها.

ذلك أنه كثيراً ما تتعرض تلك الكرات الصلبة إلى انفجارات وانقسامات أثناء اصطدامها بالهواء ينجم عنها أحيانا حدوث فرقعة تحدث صوتاً كصوت الرعد. وبعض تلك الكرات النارية ، وهي من النادر، تبلغ سطح الأرض بتوهج وظلال مرتفعة نسبياً محدثة أضراراً جسيمة... ومن الممكن رؤية بعض الكرات النارية أحياناً في ساعات النهار.

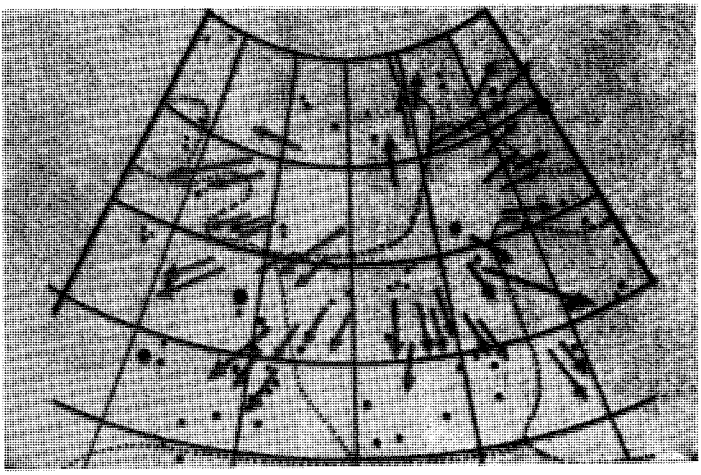
٣- رخات الشهب (Meteor Showers):

إذا خرجت في ليلة صحوة تراقب ا لسماء، فقد يثيرك بشكل كبير، ويخلق في نفسك الخوف والرعب، وأنت ترى بضع آلاف الشهب تنبثق أضواؤها في السماء في الساعة الواحدة، بدلاً مما هو مألوف أن ترى شهاباً كل بضع دقائق أو كل ربع ساعة، ويطلق على هذه الغزارة من الشهب المتوجهة نحو الأرض التي تحترق وتنفجر قبل وصولها أرضنا باسم رخات الشهب أو وابلات الشهب ، حيث تبدو كوابل من برد أو مطر في السماء.

وأشهر وابلات الشهب مايحدث في منتصف شهر آب من كل عام؛ ففي خلال الفترة ما بين (١١- ١٣) آب تسقط الشهب في غلافنا الجوي من اتجاه يقع نحو كوكبة برسيوس (Perseus). ولا علاقة للشهب بحد ذاتها بهذه الكوكبة، بل أنها تدور في مدارات حول الشمس تصادف وقوعها في ذلك الاتجاه، وكذلك عبور الأرض لمداراتها في منتصف شهر آب، لذلك يكثر عدد الشهب الساقطة خلال تلك الفترة أكثر من المعتاد. ويمكن تمثيل الأثر الذي يحدثه سقوط هذه الأجسام الشهابية عند قيادة السيارة ليلاً أثناء تساقط الثلج، إذ تبدو الندف الثلجية متشعبة من نقطة ما أمامنا، يتوقف تحديد موقعها على اتجاه وسرعة الرياح والسيارة كليهما. وهكذا فخلال الوقت الذي تعبر فيه الأرض المسار الذي تتبعه الشهب، يتراءى أنها تتباعد من نقطة

مشتركة تدعى منبثق الشهب (Radiant) . وتسمى رخات الشهب عموماً نسبة للكوكبة التي يتراءى أنها تتشعب أو تنبثق منها ـ شكل (٣٧) ..

وترتبط رخات الشهب، وحتى الشهب الفردية، بالمذنبات، فهي من بقايا الفتات المذنبي التي تخلفت عن المذنب في رحلة اقترابه من الشمس وعبوره لمدار الأرض في جزء منه. ففيما يدور مذنب حول الشمس وتتبخر مواده الجليدية؛ فإنه يترك في مداره ذيلاً من الغبار وقطعاً صغيرة من المواد الصلبة التي لفظتها النواة، وعندما يعبر كوكبنا هذا الذيل أو يقترب منه، تصيبه هذه الأنقاض المجهرية التي تتساقط ضمن غلافنا الجوي وتحترق مولدة بذلك وابل الشهب.



الشكل رقم (٣٧)

الرخات الشهبية البرساوية

وفي أحوال نادرة تمر الأرض عبر تجمع كثيف لمواد خلفها المذنب، فإذا ما حصل ذلك فإن آلافاً من الشهب قد تتلألأ في السماء كل ساعة. وقد حصلت تلك الظاهرة فعلاً في شهر تشرين الأول عام (١٩٦٦م) عندما شوهدت عند الفجر وعلى الساحل الغربي للولايات المتحدة وكندا ، عشرات من الشهب في الثانية الواحدة، وقد بدت السماء وكأن أحداً أشعل فيها شرارة، ومشهد من

هذا النوع ممتع، ولكن قد يترافق بحدوث حوادث شهابية مشؤومة، ولو أن ذلك نادر الوقوع إلى حد بعيد.

ومن الأمثلة على رخات الشهب:

في عام (١٨٣٣م) شقت الأرض طريقها في سحابة كثيفة تحتوي بلايين الجسيمات الصلبة، فرأى الناس عندها عاصفة من الشهب، كانت السماء جياشة بها. وقد ظن الناس حينها أن العالم أوشك على النهاية، حيث كان يشاهد ما لايقل عن (٢٠٠) شهاب بالدقيقة الواحدة، وكانت نقطة انطلاقها من برج الأسد، لذا عرفت تلك الشهب بالأسديات (Leonids) وهذا ماحدث في عام (١٨٨٥م) حيث بلغ عدد الشهب في الدقيقة الواحدة نحو (١٧٠) شهاباً. وفي اليوم العاشر من شهر تشرين الأول عام (١٩٤٦م) شهد العالم منظراً فريداً من الأشكال النارية، حيث تألقت السماء بأعداد كبيرة من الشهب بشكل مستمر غير متقطع، وبمعدل (٤٠٠٠) شهاب في الساعة الواحدة، وكانت تبدو وكأنها منطلقة من نقطة واحدة في السماء موجودة في برج التنين (Draco) ولذا دعيت بالتنينيات (الشهب التنينية). ومثل ذلك كانت تمت مشاهدته في مساء (٩) تشرين الأول سنة (١٩٣٣) وقد عرف الفلكيون بعد ذلك أن الأرض تمر قريباً من مذنب جياكوبيني (Giacobini) عابرة مداره بعد (١٥) يوماً من مرور المذنب في تلك النقطة، لتصطدم الأرض بجزيئات التراب والجليد التي تركها المذنب خلفه في مساره.

وفي كل سنة تقريباً تظهر في السماء قرابة عشر مرات من الرخات الشهبية، بعض منها دوري يتكرر حدوثه بفواصل زمنية معينة كل بضع سنوات، كما في الرخات التنينية (Draconids) التي تحدث مرة كل (١٣) سنة تقريباً. وبعضها الآخر دائم الحدوث يتكرر كل سنة كما في الرخات

البرساوية (Perseid) التي تظهر وكأنها منطلقة من برج برسيوس (حامل رأس الغول) بموعد أعظمي لحدوثها هو يوم (١٢) آب من كل عام.

والجدول التالي يبين الرخات الشهبية الرئيسية:

اسم الرخة الشهبية	الرؤية		المعدل الساعي	منبثق الشهب		النموذج	المذنب المسبب
	الفترة	الأعظمي		الصعود العمودي دقيقة ساعة	الميل (درجة)		
العوائيات	٢- ٤	٣كانون الثاني	٣٠	٢٤ ١٥	٥٠	دائمة	-
الشلياقيات	٢٠- ٢٢	٢١نيسان	٨	١٨ ٠٤	٣٣	دائمة	١٨٦٢I
إيتا الدلويات	٧- ٢	٥أيار	١٠	٢٢ ٢٤	٠	دائمة	هالي
دلتا الدلويات (الأخبيات)[١]	٢٦- ٣١	٢٨تموز	١٥	٢٢ ٣٦	- ١٠	-	-
البرساويات	١٠- ١٤	١٢آب	٤٠- ٥٠	٣ ٠٤	٥٨	دائمة	تتل ـ السريع
التينيات[٢]	٩	٩أيلول	-	-	٥٤	-	جياكوبيني
الجباريات	١٨- ٢٣	٢١تشرين الأول	١٥	٦ ٢٠	١٥	دائمة	هالي
الثوريات	١- ٧	٧تشرين الثاني	٨	٣ ٤٠	١٧	دائمة	إنكي
الأسديات[٣]	١٤- ١٩	١٦تشرين الثاني	٦	١٠ ١٢	٢٢	دورية	تتل – المعبد١٨٨٦
المسلسلات[٤]	١٨- ٢٦	٢٣تشرين الثاني	-	-	٤٤	غير منتظمة	بييل (بيلا)١٨٢٦
الجوزائيات	١٠- ١٣	١٢كانون الأول	٥٠	٧ ٢٨	٣٢	دائمة	فيتون (كويكب)
الدبيات	١٧- ٢٤	٢٢كانون الأول	١٥	-	-	-	توتل (١٩٣٩)

[١] الأخبيات: نسبة إلى سعد الأخبية

[٢] بلغ عدد الشهب (٢٠٠٠٠) شهاباً في الساعة عام (١٩٣٣م). كما بلغ عددها (١٠٠٠) شهاباً في الساعة عام (١٩٤٦م). وقد دعيت باسم الجياكوبينيات نسبة إلى مذنب جياكوبيني مصدرها.

[٣] عد د الشهب في الساعة من الأسديات بلغ (١٠,٠٠٠) شهاباً في يوم (١٦) تشرين الثاني لعام (١٨٣٣م)، بينما لم يكن العدد سوى (١٠٠٠) شهاباً في عام (١٨٦٧م).

[٤] بلغ عدد الشهب (٥٠٠٠- ١٠٠٠٠) في الساعة في عام (١٨٢٧و١٨٨٥م).

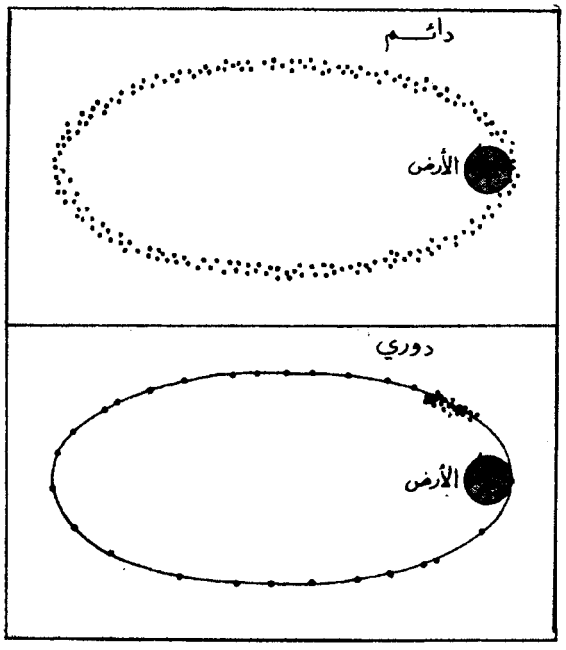
٤- منشأ الرخات الشهبية:

تقع مدارات بعض تيارات الشهب قريباً جداً من مدارات مذنبات معروفة، وهذا ما تحقق منه لأول مرة العالم الإيطالي (شيابارلي) بالنسبة للبرساويات والمذنب (1862III)، وجاء بعد ذلك الدليل على أن تيارات الشهب نقطة تفكك المذنبات، وذلك عندما أمكن مشاهدة نشأة المسلسلات من مذنب بيلي.

تعمل الغازات المتحركة قرب الشمس على سحب جسيمات من نواة المذنب وتصنع بذلك سحابة من الجسيمات الشهبية حول النواة. وبفعل السرعة الابتدائية للجسيمات، وبسبب الاضطرابات تتفكك السحابة تدريجياً. ومع ذلك تتغير سرعة الدوران بشدة. أما عناصر المدار الأخرى فلا تتغير إلا بالقدر اليسير، وبذلك تتوزع الشهب على طول مدار المذنب وتحدث الشهب الدائمة. وفي حالة التيارات الدورية فإن هذا التوزع لم يكتمل بعد، بل تدور غالباً سحابة منفردة من الشهب حول الشمس، وفي هذه الحالة نشاهد شهباً عديدة فقط عندما تتواجد هذه السحابة في مدار الأرض عند نقطة تقاطعه مع مدار التيار، ليس هذا هو الحال كل عام، حيث أن مدة دوران كل من الأرض والتيار ليسا متساويين. ومن الاضطرابات الدائمة بفعل الكواكب والاصطدامات بين الشهب وتأثير إشعاع الشمس الجسيمي يمكن أن يتفكك التيار تدريجياً، حيث يزداد عرضه، فتقل كثافة الشهب فيه، ويتغير نظام مدارات الشهب كل على حدة؛ أي أنها تصنع مع بعضها زوايا آخذة في الكبر، وبذلك تزداد منطقة الإشعاع، وأخيراً نرى الشهب كل بمفردها وكأنها منتمية إلى أي تيار وابلي.

وهكذا يمكن تحديد سبب الرخات الشهبية إلى مرور الأرض قريباً من مسار المذنب. فالرخات الشهبية الدائمة تنتج من مرور مذنب بالقرب من الأرض وتوزع بقاياه وراءه منتشرة بشكل متجانس في مدار الأرض بأكمله. أما

الرخات الشهبية الدورية، فتحدث عندما تكون الفتاتات المذنبية مكتلة ومتمركزة بشكل مميز حول موضع مرور المذنب في مداره - شكل (٣٨) .. وتشاهد مثل تلك الرخات في الأماكن التي يحدث فيها تقاطع مدار الأرض مع مدار المذنب. وهناك دلائل تشير إلى أن الرخات الشهبية الدورية ترتبط بالمذنبات الحديثة، أما الرخات الدائمة فتنتمي إلى المذنبات القديمة الهرمة.



الشكل رقم (٣٨)

آلية تشكل الرخات الشهبية

ثانيا- النيازك:

١- ما هي النيازك؟

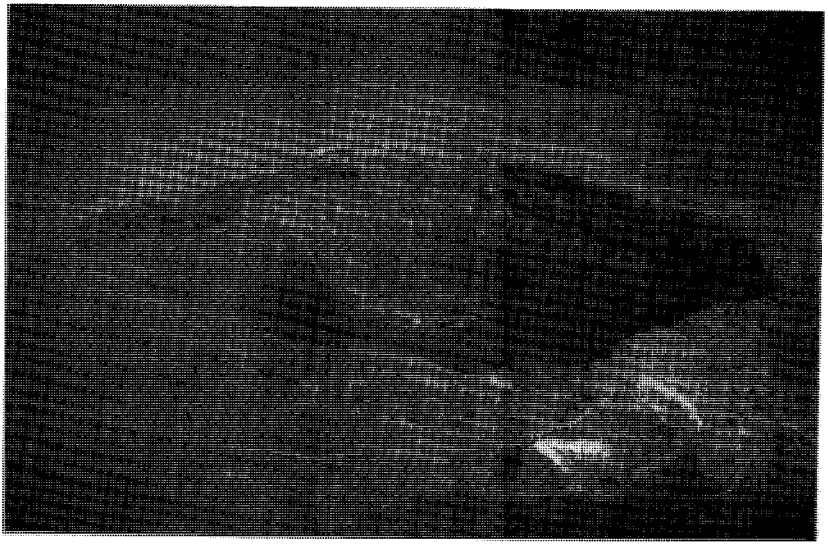
كل جسم كوني صلب يبلغ الأرض، ويصطدم بها، محدثاً فجوة فيها، يعرف بالرجم أو النيزك. وتتراوح أحجام النيازك من بضعة سنتيمترات إلى عشرات أو مئات الأمتار، وأوزانها من عشرات الغرامات إلى عشرات ومئات الأطنان، وهي مركبة إما من معادن يغلب عليها الحديد (٩٠٪) والنيكل (٥٪)

والكوبالت .. وغير ذلك، فيما تدعى بالنيازك الحديدية أو المعدنية، وإما مركبة من عنصر السيلكون .. وعناصر أخرى، فيما تعرف بالنيازك الحجرية، أو أنها تكون مختلطة (حديدية وحجرية).

٢- منشأ النيازك وآثارها:

إن منشأ النيازك هو منشأ كويكبي، فهي ناتجة من حزام الكويكبات المتواجد بين مداري المريخ والمشتري على بعد نحو (٢,٨) وحدة فلكية من الشمس، فعند حدوث تصادم عنيف بين كويكبين فأكثر، ينحرف مسار بعض الكويكبات الكبيرة نسبياً المتصادمة لتخرج من فلك الكويكبات باتجاه الشمس منجذبة بجاذبيتها، أو تتحطم بعض الكويكبات الأخرى إلى قطع صغيرة وفتات صخري تتبعثر في اتجاهات مختلفة يغلب عليها اتجاه الجاذبية الشمسية ولكن بسرعات أقل من سرعة الكويكب الذي انحرف عن مساره، وبسرعات أيضاً مختلفة فيما بينها تبعاً لأحجامها، وفيما ينجم عن الكويكبات المنحرفة المسار والقطع الكبيرة من الحطام الكويكبي ، ما يعرف بالنيازك أو الرجم التي يمكنها أن ترتطم بالمريخ إذا ما وقع في مواجهتها، أو بالقمر الذي كان يشكل عندما يكون في مواجهتها (وضعية التقابل) درعاً حامياً للأرض منها، أو بالأرض، وحتى الزهرة وعطارد، محدثة بارتطامها حفراً ضخمة هي ما تعرف بالحفر النيزكية التي اكتشفت العشرات منها على سطح الأرض، منها: حفرة أريزونا بالقرب من وادي ديابللو في صحراء أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، التي نتجت عن نيزك كتلته نحو(١٠,٠٠٠)طن وقطره أكثر من (٥٠م) وبلغ قطر الحفرة نحو (١٣٠٠م) وعمقها (١٠٠م)، وتناثرت بعض قطع من النيزك عند ارتطامه بالأرض على مسافة نحو (١٠) كم. ويقدر العلماء عمر هذه الفوهة بنحو (١٠) ألف سنة .

شكل (٣٩) ... وهناك فوهة وولف غريك في أستراليا الأكبر على سطح الأرض، وفوهة شوب في كندا ... وغير ذلك من الفوهات .



الشكل رقم (٣٩)

فوهة أريزونا النيزكية

وأما القطع الصخرية الصغيرة التي انبعثت من الاصطدام الكويكبي فقد تتلقى الأرض بعضاً منها لتسقط نحوها على شكل رخات تدعى برخات النيازك، والأمثلة عنها كثيرة: الرخات التي حدثت بالقرب من مدينة هولبروك في منطقة أريزونا الأمريكية عام (١٩١٢)؛ إذ بينما عامل سكة حديدية يتناول طعام عشائه في منزله بضاحية مدينة سانتا، إذ به يسمع فجأة صوتاً مماثلاً لصوت سقوط حبات البرد الكبرى تسقط على سطح منزله، فدهش من ذلك، وهو الذي يعرف أن الطقس طوال النهار كان صحواً كلياً، فلما خرج من منزله ليستطلع الأمر، فوجئ بانهمار وابل من الحجارة الصغيرة النيزكية حيث تم تجميع أكثر من (١٠,٠٠٠) قطعة نيزكية من تلك المنطقة.

وينجم عن النيزك عند اصطدامه الأرض، انفجار اصطدامي هائل محدثاً فجوة كبرى، و مثيراً موادها رافعاً إياها مئات وآلاف الأمتار لتتغطى السماء بسحابة من الأتربة لبضعة أيام، كما ينجم عن الصدم ارتفاع في درجة الحرارة ناتجاً إشعال حرائق الغابات...

ويمكن حساب طاقة الصدم من العلاقة:

$$\text{طق} : \frac{\text{ك} \times \text{ر}^{2}}{2}$$

حيث ك = كتلة النيزك

ر = سرعة سقوطه

فنيزك كتلته (١٠٠) كغ وسرعة سقوطه (٣٠كم /ثا) يتولد عنه طاقة =:

$$\text{طق} = \frac{١٠٠ \times (٣٠٠٠٠)^{2}}{2} = ٤,٥ \times ١٠^{١٠} \text{جول}$$

وهذا ما يكافئ طاقة ناجمة عن تفجير (١٠٠) طن من الديناميت.

الفصل الثاني

العروض المذنبية

أولاً- ما هي المذنبات؟

المذنبات ، أجسام كونية صلبة ، تظهر فوق خلفية السماء على هيئة سديم كروي يجر وراءه ذيلاً عند اقترابه من الشمس. والسديم الكروي تتوسطه نواة صلبة، تشكل الهيكل والبنيان الرئيسي للمذنب قبل أن يقترب من الشمس إلى ما دون ثلاث وحدات فلكية، وبعد أن يبتعد عنها ثلاث وحدات فلكية أيضاً .

وباستخدام التلسكوب يمكن رؤية أعداد كبيرة من المذنبات سنوياً. أما بالعين المجردة، فإن ما يرى منها قليل، فقد نشاهد في السنة واحداً أو اثنين، وقد تمر بعض السنوات دون مشاهدة أحد في السماء.

ومع ذلك فإن ألمعها من أجمل المناظر الطبيعية في السماء، وهذا ما حدا بالعالم بأسره لأن يراقب السماء في شهر نيسان عام (١٩٨٦) وخاصة اليوم (١١) منه لينعم بمشاهدة مذنب هالي في أدنى مسافة له من الأرض، وأطول ذيل يجره وألمعه. وتختلف مناظر المذنبات عن بعضها البعض، تبعاً لأحجامها ودرجة اقترابها من الشمس.

ثانيا- هل لجميع المذنبات ذيول؟

ليس لجميع المذنبات ذيول، وهذا مرده إلى أن الذيل من أصل المذنب، وليس مرتبطاً بوجوده. وإنما سببه التغيرات التي تطرأ على المذنب عند اقترابه من

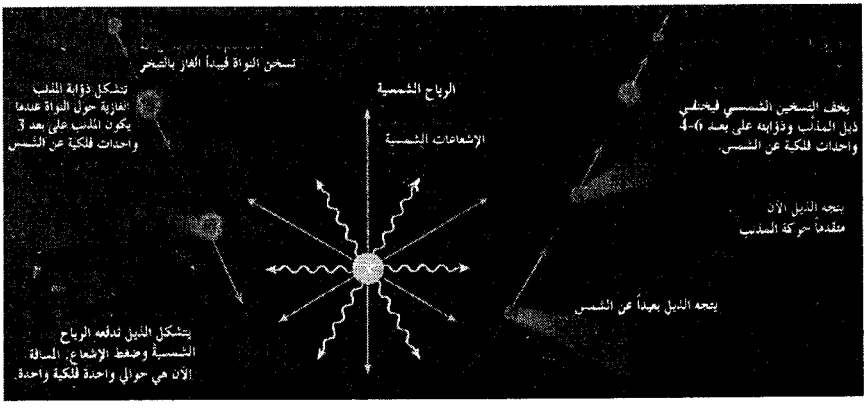
الشمس إلى مسافة محددة حرجة، اعتبرت ثلاث وحدات فلكية وسطياً. والذيل لا يتشكل ولا يظهر إلا باقتراب المذنب من الشمس إلى وحدتين فلكيتين وما دون.لذا ما أطلق من بعض التسميات على المذنب (النجمة أم الذيل، الكوكب ذو الذيل) تجافي الحقيقة.

إن المذنبات عندما تكون بعيدة عن الشمس أكثر من ثلاث وحدات فلكية تتركب فقط من كتلة كروية متصلبة، مكونة من طبقتين، المركزية منها والتي تشغل معظم حجم المذنب تتركب من غازات متجمدة قوامها ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبخار الماء (H_2O) والسيانوجين (CN) والنشادر (NH_3) والميتان (CH_4)ومكونات أخرى متعددة، والطبقة الخارجية قليلة السماكة وهي بمثابة قشرة ترابية صلبة ذات مسامات وفتحات وتشققات وتصدعات، لما أصاب المذنب في رحلات اقترابه وابتعاده من اصطدامات نيزكية. وتمثل هذه الكتلة الكروية بالنسبة للمذنب ما يعرف باسم النواة، وقطرها عموماً دون (٣٠) كم، وهذا ما أكدته المسابر والدراسات لمذنب هالي في جولته الأخيرة (١٩٨٦)، حيث كان قطر نواته (٢٠) كم، وكتلتها نحو(١٠)[١١] طن .

ولكن باقتراب المذنب إلى ما دون ثلاث وحدات فلكية يبدأ الإشعاع الشمسي فعله وفاعليته في تسخين المذنب بتوغل الإشعاع داخل القشرة الصلبة عبر الفتحات والمسامات والتشققات ونقاط الضعف فيها، ناجماً عن ذلك صهر وتبخير وتصعيد (تسامي) لبعض مكونات النواة الغازية المتجمدة، منطلقة الأبخرة على شكل نوافير غازية متضمنة غازات مختلفة في غالبيتها ودقائق غبارية، يزداد تدفقها بازدياد الاقتراب من الشمس حتى وحدة فلكية واحدة، مغلفة النواة ومرتبطة بها بقوة جاذبيتها، مشكلة ما يعرف بالهالة المذنبية التي تصل سماكتها في بعض المذنبات إلى أكثر من (١٠٠) ألف كم. وتبدي الهالة

تألقاً ولمعاناً بسبب عاكسية دقائقها الغبارية لأشعة الشمس الساقطة عليها وتلألؤ وتبرق ذرات وجزيئات غازاتها بامتصاصها للأشعة فوق البنفسجية، ومن ثم إعادة إصدارها ضوءاً مرئياً.

وما أن يقترب المذنب بنواته وهالته الضخمة إلى ما دون وحدتين فلكيتين من الشمس، حيث تزداد الأشعة قوة وضغطاً على الهالة، وتبدأ الرياح الشمسية فعلها ، ناتجاً عنهما دفع لكميات كبيرة من مكونات الهالة بعيداً عنها بالاتجاه المعاكس للشمس متخذة شكل ذيل مضيء، يزداد طولاً بالاقتراب من الشمس أكثر، حتى ليبدو المذنب عندئذ وكأن له رأساً (النواة والهالة) وذيلاً يخرج منه متجهاً بعيداً عن الشمس. ويبلغ الذيل أقصى طول له عند ما يكون على مسافة من الشمس بين (١- ٠,٥) وحدة فلكية، لأنه نادراً ما يقترب المذنب من الشمس، إلى ما دون (٠,٥) وحدة فلكية، بسبب ازدياد سرعته بالاقتراب من الشمس، متولداً عن ذلك قوة طاردة مركزية تبعده عن الشمس، دون أن يتجاوز في الاقتراب المسافة سابقة الذكر. وعموماً فان تشكل الذيل وازدياد عرضه وطوله يكون على حساب تناقص حجم وسماكة الهالة - شكل (٤٠) ..



الشكل رقم (٤٠)

تشكل المذنبات

ويختلف طول الذيل حسب درجة القرب أو البعد عن الشمس، وكذلك حجم الكتلة المذنبة الأساسية المرتبط بها حجم الهالة. ويبلغ طول الذيل عموماً من حوالي بضعة كيلومترات إلى (٥٠) مليون كم، وليصل في بعضها إلى نحو (٢٥٠) مليون كم. فبينما بلغ طول مذنب هالي في اقترابه من الأرض عام (١٩١٠) نحو (٣٠) مليون كم قاطعاً مدار الأرض في خمس طوله، حيث كان على بُعد من الشمس نحو وحدة فلكية، فإن طول ذيله في رحلته الأخيرة (عام ١٩٨٦) وصل إلى (٥٠) مليون كم حيث اقترب من الشمس إلى نحو (٠,٥٩) وحدة فلكية، لكنه كان أوضح أو أظهر ما يكون بالنسبة إلى الأرض في (١١) نيسان حيث كان أقرب ما يكون لها (٠,٤٢وحدة فلكية)، وقد امتد ذيله عبر $\left(\frac{1}{6}\right)$ من السماء تقريباً في الفترة من منتصف شهر آذار إلى منتصف شهر نيسان، مانحاً السماء منظراً خلاباً.

وقد بلغ طول ذيل المذنب (1843.I) نحو (٢٥٠) مليون كم ، ووصل ذيل المذنب آرند ـ رولاند عام (١٩٥٧) إلى نحو (٥٠) مليون كم، أما أطو ل ذيل لمذنب سجل في التاريخ، فهو ذيل المذنب الكبير الذي ظهر عبر السماء عام (١٨٤٣م) بطول جاوز (٧٥٠) مليون كم.

والمظهر الجميل في المذنبات في عروضها السماوية الأرضية، هو أن لبعضها ذيلين؛ أحدهما مستقيم غازي متلألئ بامتصاصه الأشعة فوق البنفسجية وإعادة إصدارها كضوء مرئي براق، وآخر غباري منحني لامع بإشعاع الشمس المنعكس عليه.

ولقد تمت مشاهدة ظاهرة نادرة في مذنب آرنولد- رولاند عام (١٩٥٧). فبالإضافة إلى ذيله الطبيعي بطول (٥٠) مليون كم، شوهد ذيل مضاء في الاتجاه الآخر. وقد نشأ ذلك من انعكاس ضوء الشمس على الجسيمات الصلبة الكثيرة التي تطايرت من نواة المذنب أثناء البخر والتصعيد واستقرت

في مستوى المدار، وقد تجمعت الانعكاسات الصغيرة والمنتشرة لتعطي إضاءة ظاهرة تشاهد كلها من الأرض آتية من نفس الاتجاه أثناء مرور الأرض في مستوى المدار هذا. ويرجع وجود الذيل المضاء في اتجاه الشمس إلى ظروف المدارات.

ثالثا- مدارات المذنبات وأدوارها:

تتحرك المذنبات حول الشمس في مدارات إهليليجية متطاولة. وقد حددت أشكال مدارات المذنبات المعروفة كالآتي: (٣٨٪) ذات مدارات على شكل قطع ناقص، (٥١٪) على شكل قطع مكافئ، (١١٪) على شكل قطع زائد. كما أن نحو نصف المذنبات تتحرك حول الشمس بحركات تراجعية بوجهة من الشرق إلى الغرب، وليس من الغرب إلى الشرق كما في الكواكب والكوكيبات... إلخ.

رابعا- أهم المذنبات وآثارها:

عرفت المذنبات - كما ذكرنا - منذ قديم الأزمان، وتخوف الإنسان منها لمجرد رؤيته لما يشبه النجم اللامع وهو يجر وراءه ذيلاً أو يدفعه أمامه. ولم يكن إنسان العصر الحديث أقل تخوفاً، وهو يرتعب من إطلالة مذنب هالي على سكان الأرض في عام ١٩٨٦ (١١ نيسان)، ولقد ظن البعض بأن نهاية العالم أوشكت، خشية أن يضرب هذا المذنب الأرض، بل وحتى اقترابه من الأرض وهو يقدم عروضه الجميلة في السماء، كان مصدر خوف لما يمكن أن يصاحبه من انخفاض كبير من درجة الحرارة، وعواصف وأعاصير، تستدعي إعلان النفير العام وحالة الطوارئ، وهذا ما عبرت عنه العديد من وسائل الإعلام عندما كان مذنب هالي (١٩٨٥ - ١٩٨٦) في حالة الاقتراب من أرضنا.

ومن أشهر المذنبات لسكان الأرض، هو مذنب هالي المنسوب إلى الفلكي البريطاني (أدموند هالي E. Halley) الذي اكتشفه عام (١٦٨٢م)، وبيّن مداره وحدد مدة دورته الوسطى حول الشمس بنحو (٧٦,٠٣) سنة. فلقد أطلّ على أرضنا في عام (١٩١٠م)، وكان أقرب إلى الأرض في يوم (١٩) أيار، وكذلك في عام (١٩٨٦م). وسيطل أيضاً في عام (٢٠٦٢م). وهناك أيضاً مذنب فستفال الذي رصد أول مرة عام (١٨٥٢م)، وآخر مرة عام (١٩٧٥م)، ومدة دورته (٦١,٧٣) سنة، ومذنب أرند - رولاند، الذي تم رصده للمرة الأولى عام (١٨٥٦م)، وهناك أكثر من (١٠٠٠) مذنب مكتشفة ومحددة مدارتها ودورانها. ومذنب هال - بوب، الذي تم رصده في كانون الثاني عام (١٩٩٧م)، وقدرت مدة دورته بنحو (١٥٠٠) سنة.

وتنحصر آثار المذنبات، في:

١- كونها مصدر الشهب ما كانت رخات أم أفراداً.

٢- وكذلك فيما ترميه في غلاف الأرض الجوي من دقائق صلبة تشكل نويات تجمد لبخار الماء، يدل على ذلك الهطولات الثلجية الوفيرة التي تعقب اقتراب مذنب من الأرض وعبوره لمدارها، وهذا ما حدث في شتاء (١٩١٠- ١٩١١) حيث هطلت كميات كبيرة من الثلج في العالم.

٣- والآثار الأعظم، هي فيما إذا بلغ مذنب الأرض واصطدم بها، فعندئذ سيسبب كوارث بيئية كبرى. وهذا ما حدث منذ نحو (٦٥) مليون سنة مضت، عندما ضرب مذنب ضخم الأرض، وأدى إلى القضاء على الحيوانات الضخمة (الديناصورات... وسواها)، وأنواع مختلفة من النباتات. وكذلك مذنب تنجوسكا الذي ضرب سيبيريا الروسية صباح يوم (٣٠) حزيران عام (١٩٠٨م)، وأشعل حرائق في الغابات (مساحة ٢٠٠٠ كم^{٢}).. وغير ذلك من آثار بيئية وحيوية رافقته.

الفصل الثالث

الشفق القطبي

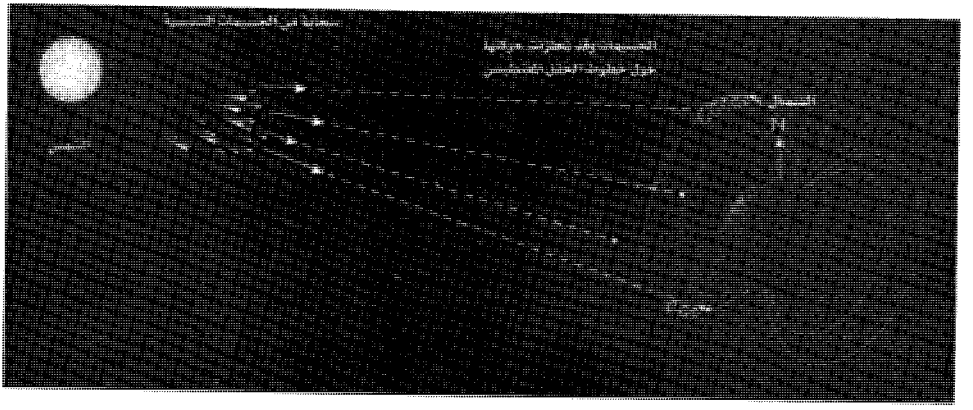
الشفق القطبي؛ عبارة عن ظاهرة كهربائية - ضوئية تظهر في الأجزاء العليا من الغلاف الجوي الأرضي (١٠٠- ١٠٠٠ كم) في العروض العليا القريبة من القطبين المغناطيسي للأرض، ونادراً ما تحدث في العروض الدنيا.

وما هذه الظاهرة سوى تفريغ كهربائي للجسيمات المشحونة كهربائياً التي تقذفها الشمس كرياح شمسية أثناء الانفجارات الشمسية خلال فترات النشاط الأعظمي للبقع الشمسية التي مدة دورتها الصغرى نحو (١١) سنة، التي تبلغ الأجزاء العليا من الغلاف الجوي الأرضي محكومة بمساراتها بالمجال المغناطيسي الأرضي.

أولاً- شفق العروض القطبية:

يرتبط شفق العروض القطبية بمناطق القطبية المغناطيسية للأرض، ولا يقتصر مفعول الحقل المغناطيسي للأرض على مجرد تحريك إبرة البوصلة، بل إنه يحجبنا عن جسيمات مشحونة كهربائياً تطلقها الشمس، من شأنها أن تلحق أذى بالغاً بالخلايا الحية؛ والحقل المغناطيسي مهيأ لحمايتنا منها عند وصولها إليه، حيث يقوم بحرفها بفعل القوة المغناطيسية، لتأخذ تلك الجسيمات حركة حلزونية حول خطوط الحقل - شكل (٤١) - ، الأمر الذي يتسبب في إبطاء حركة الجسيمات المتدفقة من الشمس وحملها على الانسياب

حول الأرض، بما يشبه تحول مسار المياه في جدول عندما تعترضها صخرة. وهكذا نتفادى أثر الجسيمات المشحونة.



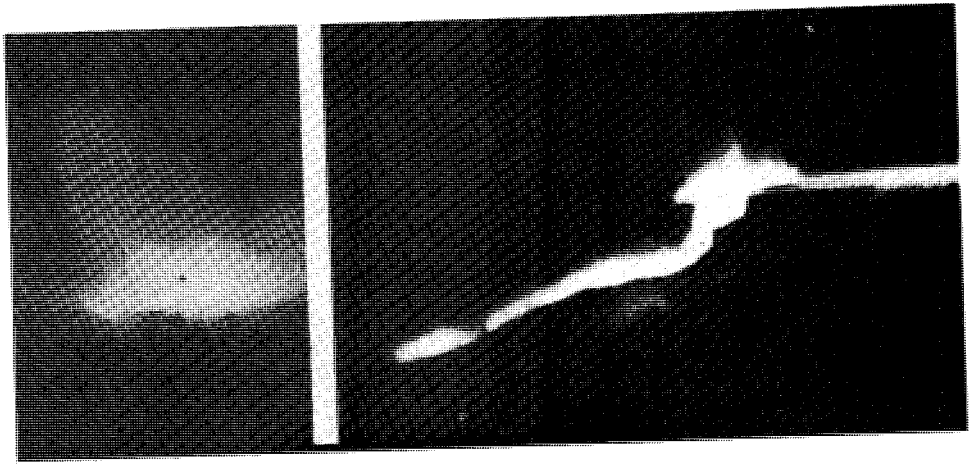
الشكل رقم (٤١)

حركة الجسيمات الشمسية حول خطوط الحقل المغناطيسي الأرضي

فالجسيمات الشمسية عند مرورها بالغلاف الجوي العلوي للأرض، فإنها تدور حول القطبين المغناطيسيين، فتدفع الإلكترونات نحو أسفل خطوط الحقل المغناطيسي، وتتحلزن الإلكترونات المتحركة حول خطوط الحقل فترتطم بجزيئات النتروجين والأوكسجين، فتستثار الغازات الجوية نتيجة لهذه الارتطامات، ومن ثم ترتفع إلكترونات ذراتها إلى مدارات أعلى. ولدى هبوط الإلكترونات عائدة إلى مداراتها الأدنى تطلق ضوءاً جميل المرأى هو ما يسمى بالشفق القطبي - شكل (٤٢)..

أما الآلية الدقيقة التي تؤدي إلى تشكل الشفق القطبي فما تزال محل خلاف بين العلماء، لكن مما لا شك فيه أن السيالات الشفقية البديعة تتكون بفعل الحقل المغناطيسي للأرض، مثلما ترسم برادة الحديد المنثورة حدود حقل مغناطيسي عادي.

ويؤثر الحقل المغناطيسي للأرض تأثيراً أشد في الجسيمات الموجودة في أعلى الغلاف الجوي للأرض، وهو ما يدعى بالغلاف المغناطيسي للأرض (الماغنيتوسفير)، حيث يتحكم الحقل المغناطيسي في بيئة الغلاف الجوي، فيحجز الجسيمات المشحونة ضمن حلقات تدعى أحزمة فان آلين الإشعاعية (Van Allen Radiation Belts).



ب الشكل رقم (٤٢) أ

صورتان لشفق قطبي: (أ) ملتقطة من الأرض، (ب) ملتقطة من الفضاء

وهذه الجسميات المحتجزة في أحزمة فان آلين، هي من القوة بما يكفي لاختراق المركبات الفضائية، وتشكيل خطر على رواد الفضاء يتمثل في إتلاف المادة الوراثية وغيرها من نسج الجسم البشري. ومن أجل ذلك يحاول رواد الفضاء ما استطاعوا تجنب المرور من خلال هذه الأحزمة، أو عبورها بأسرع ما يمكن.

وبما أن ذرات الأوكسجين أخف من ذرات النتروجين، لذا نجدها تنتشر على علو أكبر، مما يجعلها تستثار أولاً باصطدام الإلكترونات بها لتطلق لوناً

أخضر. ولكن في الارتفاعات الأخفض، فإن الجويكون أكثر وفرة بذرات النتروجين التي تطلق اللون الأزرق الباهت واللون الأحمر الوردي.

وبسبب كون ذرات النتروجين تصدر ضوءاً أسرع من ذرات الأوكسجين، فإن الأجزاء الوردية - الزرقاء الأخفض من الضوء القطبي تبدو وكأنها تتحرك بسرعة أكبر من الأجزاء العليا المحكومة بإصدارات بطيئة الحركة من ذرات الأوكسجين.

ومما تجدر الإشارة إليه، إنه هناك شفق قطبي شمالي فوق المنطقة القطبية الشمالية (Aurora Borialis)، وشفق قطبي جنوبي (Aurora Australis) مرتبط بالقطب المغناطيسي الجنوبي للأرض.

وأشكال الشفق القطبي عديدة جداً؛ فمنها: الأقواس والأحزمة والسجوف والستائر الطويلة، ومنها المساحات هادئة الإضاءة أو نابضة اللمعان. وبالنسبة لشدة الإضاءة والمكان فهي أشعة سريعة التغيير، وفي أكثر أجزائها طويلة جداً أو متقاربة إلى نقطة واحدة (كورونا الشفق الشمالي). ويبدو الشفق القطبي بلون أخضر باهت مائل إلى البياض، أو بلون أبيض مزرق أو محمر، أو بلون أزرق باهت مع لون أحمر وردي.

يحدث الشفق القطبي على ارتفاع في الغالب بين (٨٠- ٣٠٠) كم، وتمتد فيه الأشعة حوالي (١٤٠) كم. وهناك أيضاً الأشعة الطويلة جداً التي تصل أحياناً إلى الارتفاعات العليا من (٨٠٠) إلى (١٠٠٠) كم، إلى الخارج من ظل الأرض (الشفق القطبي شمسي الإضاءة).

وترتبط ظاهرة الشفق القطبي بالاضطرابات في المغناطيسية الأرضية، ولها مسار شيوع واضح مع دورة البقع الشمسية. ويرجع السبب في الشفق القطبي

إلى الإشعاع الجسيمي من الشمس، حيث تتغير مسارات جسيماته المشحونة جزئياً في المجال المغناطيسي الأرضي؛ ففي أثناء دخولها إلى جو الأرض العلوي فإنها تؤين الغاز وتثيره لدرجة الإضاءة. ومن الأمثلة عن المشاهد الشفقية الشمالية المثيرة للإعجاب، الشفق الذي شوهد في شهر آذار من عام (١٩٨٩م).

ثانيا- شفق العروض المنخفضة:

يمكن للأوهاج الشمسية الكبيرة التي تطلق كميات ضخمة من البروتونات عالية الطاقة وذرات وجسيمات (ألفا و بيتا) أن تبلغ جو الأرض، وتشذ عن الحركة الموجهة لها تجاه القطبين المغناطيسي الشمالي والجنوبي، لتتحرك باتجاه مناطق محددة من العروض المنخفضة تمتلك مغناطيسية أكبر من غيرها، لتخلق فوقها سجوفاً مضيئة وفتائل مشتعلة من الشفق القطبي، كما هو الحال في الولايات المتحدة الجنوبية والمكسيك، مثلما شوهد في يوم (٤) آب من عام (١٩٧٢م).

الفصل الرابع

قوس قزح والهالــة

أولاً- قوس قزح والهالة:

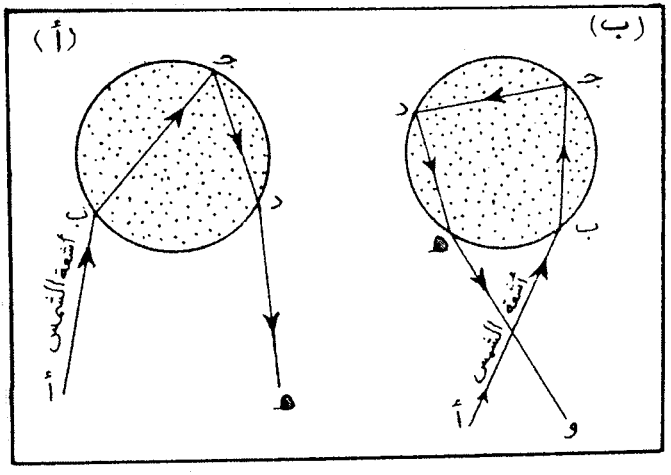
إنهما عرضان سماويان ضوئيان يرتبطان بوجود سحب في السماء، وضوء شمسي، أو قمري وارد إلى تلك السحب، ومتحلل بواسطة قطراتها إلى مركباته المختلفة، أو منعكس عليها. وليس بإمكان هاتين الظاهرتين أن تتشكلا في كل الأوقات من النهار أو الليل؛ وإنما هناك أوقات خاصة تحددها درجة ميل الأشعة الشمسية المتطلبة لبعض حالاتها.

١- قوس قزح:

يكاد أن يكون قوس قزح من أجمل المناظر السماوية - إن صح تعبير السماوية عليه .. وهو لا يتكون إلا في حال توفر شرطين هما: أولهما، أن تكون السماء ممطرة وخلفية المطر سحب عاتمة. وثانيهما، أن تكون أشعة الشمس ليست عمودية، وإنما مائلة عن الوضع العمودي بما لا يقل عن (45°) عن السمت. وهذا هو الذي يجعلنا لا نرى من القوس سوى نصف دائرة، حيث وضع القوس مقاطعاً للأفق لا موازياً له. وإذا كانت الشمس عند الأفق، شكل القوس نصف دائرة مركزها الأفق. وفي حال ارتفاع الشمس عن الأفق فإن قوس قزح يصغر، ليقل قليلاً عن نصف الدائرة. ولا يبلغ القوس الدائرة بأي حال ولا حتى ثلاث أرباعها. وكلما كان القوس أقرب إلى نصف الدائرة كان أصغر وأقوم على الأفق.

وتبدو جمالية قوس قزح من تعدد ألوانه التي تأخذ مساحات عرضية متساوية تقريباً، متدرجة من وجهة مركز القوس إلى خارجه، كالآتي: البنفسجي، الأزرق، الأخضر، الأصفر، البرتقالي، والأحمر. وهذه الألوان الستة هي ما تشكل بمجموعها الضوء المرئي من الإشعاع، الذي طوله الموجي يتراوح بين (٠,٣٥ - ٠,٧٥) ميكرون، والذي كل لون منها له طول موجي محدد.

ويتشكل قوس قزح الأنموذجي بسبب انكسار الأشعة الضوئية داخل قطرات الماء المطرية بزوايا مختلفة، وفقاً لطول موجات مركباتها اللونية الضوئية، فاللون البنفسجي الأقصر طولاً موجياً ينكسر بزاوية نحو (٤٠ْو ٣٦َ)، بينما ينكسر اللون الأزرق بزاوية نحو (٤١ْ)، واللون الأخضر بزاوية (٤١ْ و ٢٦َ)، واللون الأصفر بزاوية (٤١ْ و ٥٢َ)، واللون البرتقالي بزاوية (٤٢ْ و ١٠َ)، واللون الأحمر بزاوية (٤٢ْ و ٣٦َ)، بحيث يصنع كل لون قوس بزاوية ثابتة من عين المشاهد. والشكل التالي (٤٣) يبين آلية تشكل قوس قزح بألوانه مرتبة حسب طول أمواجها.



الشكل رقم (٤٣)
آلية تشكل قوس
قزح الرئيسي (أ)
والثانوي (ب)

وكثيراً ما نشاهد قوسي قزح متداخلين - شكل (٤٤) -، الرئيسي هو الداخلي، والثانوي هو الخارجي، ويكون ترتيب الألوان متعاكساً، فبينما يكون ترتيب الألوان في القوس الرئيسي: البنفسجي من الداخل والأحمر من الخارج، نجدها في القوس الثانوي معكوسة (الأحمر من الداخل والبنفسجي من الخارج). وتكون زوايا انكسار الألوان في القوس الثانوي، أكبر مما في القوس الرئيسي، فهي تتراوح بين (٥٠) درجة في اللون الأحمر و (٥٤°) في اللون البنفسجي، وتتوزع بقية الألوان بين هاتين الدرجتين. فالقوس الرئيسي يتشكل بفعل انكسار الأشعة الضوئية مرة واحدة داخل القطرات المائية، بينما يحدث انكسار الأشعة الضوئية مرتين داخل القطرات المائية ليتشكل منها القوس الثانوي على زاوية نحو (٥٠°)، وتكون عموماً الألوان في القوس الثانوي أقل لمعاناً ووضوحاً.

الشكل رقم (٤٤)

صورة لقوسي قزح بألوانهما المختلفة

وتختلف درجات لمعان ألوان قوس قزح، باختلاف حجم قطرات المطر الهاطلة، ومدى قربها من سطح الأرض؛ فكلما كانت أكبر حجماً وأقرب إلى سطح الأرض، كانت الألوان ألمع وأوضح، والقوس أجمل. كما أنه لرؤية قوس قزح، يجب أن يكون خلفه جسم عاتم غير شفاف لينعكس عليه، ومن ثم لنراه. وهذا الجسم قد يكون جبلاً أو سحابة عاتمة كثيفة. وهكذا فإنه إذا لم يكن هناك جبل فرؤيته تتطلب وجود سحابتين، إحداهما هاطلة لقطرات الماء الخفيفة (قليلة السرعة)، والأخرى عاكسة للأشعة المرئية المتحللة إلى طيفها.

ومما تجدر الإشارة إليه، أن قوس قزح لا يتشكل في حالات المطر الانهماري، كبير القطرات وشديد السرعة، كما الذي يهطل من سحب الركام المزني، وإنما يتشكل في المطر ذي قطرات الماء متوسطة الحجم، وسرعة هطولها أيضاً قليلة إلى متوسطة.

وعموماً فإن قوس قزح قد يتشكل على قطيرات الضباب، ويمكن مشاهدة قوس الضباب عندئذ من فوق تل مرتفع، بحيث يكون الضباب إلى الأمام والشمس في الخلف. كما يتشكل أحياناً على قطيرات الندى المجللة لسطح الأرض في أيام الخريف... وغيرها، في الدقائق الأولى من الصباح والشمس قريبة من الأفق، بحيث يظهر قوس قزح فوق سطح الأرض. وقوسا قزح المتشكلان من الضباب والندى يكون لونهما أبيض عموماً. ومثلهما قوس قزح الذي يمكن أن نشاهده أحياناً في الأضواء القمرية عندما يكون القمر بدراً والمطر يهطل، حيث يكون بلون أبيض فقط.

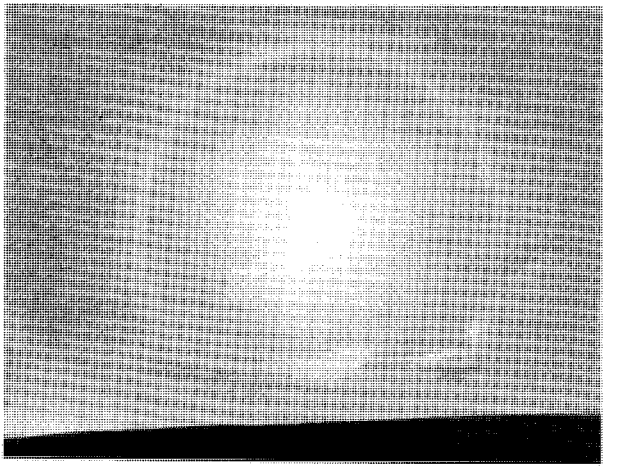
٢- الهالة الشمسية والقمرية:

تمثل الهالة مجموعة من الظاهرات الضوئية، التي تبدو عموماً إما؛ على شكل حلقات (دوائر) أو أقواس، أو أعمدة، أو بقع ضوئية، وتنتج بصورة عامة من انكسار الأشعة الضوئية أو انعكاسها على بلورات الجليد العالقة في الجو الأدنى (السحب السمحاقية، الضباب الجليدي.. إلخ).

- **الهالة الحلقية؛** هي الأكثر شيوعاً ومعرفة لدى الناس، والتي توصف الهالة بها. ولذا تعرف أيضاً بالدارة. والهالة والدارة بالمعنى نفسه، ولكن أكثر ما يقال دارة القمر وهالة الشمس. ويقال لدائرة القمر: الطُّفَاوَةُ.

وتقسم الهالة الحلقية إلى نوعين تبعاً لحجمها:

١- **الهالة الصغيرة:** وهي التي تبدو بصورة دائرة (حلقة) من الضوء بنصف قطر يبلغ نحو (٢٢) درجة ـ شكل (٤٥) ـ وتكون لامعة براقة في مركزها، مع أن أطرافها الداخلية المحيطة بمركزها ذات لون أحمر باهت، وظهور في بعض الحالات هامش (حلقة) خارجي بلون بنفسجي. والهالة الصغيرة هي الأكثر ظهوراً وتشكلاً عموماً وخاصة حول القمر. ولكي تتكون الهالة الصغيرة لا بد أن يدخل الضوء البلورة الجليدية في السحب الجليدية (السمحاق الطبقي) بزاوية (٦٦) درجة حتى ينكسر الضوء بزاوية (٢٢) درجة.



الشكل رقم (٤٥) هالة شمسية

٢- **الهالة الكبيرة:** وتتكون من حلقة كبيرة مضيئة نصف قطرها (٤٦) درجة. وهي عموماً أقل لمعاناً، وأقل ظهوراً من الهالة الصغيرة. وأكثر ما تتشكل حول الشمس، وقليلاً ما تظهر حول القمر. ومثل هذه الهالة لا تتشكل إلا إذا دخل الضوء البلورة الجليدية بزاوية (٩٠) درجة كي ينكسر عندها بزاوية (٤٦) درجة. وتكاد أن تكون سحب السمحاق الطبقي (سيروستراتوس) المكونة من بلورات جليدية والمتميزة برقتها هي الملائمة لتشكل نوعي الهالة (الكبيرة والصغيرة).

وبصورة عامة فإن الهالة المتشكلة حول القمر تبدو بلون أبيض، في حين يغلب التلون على الهالة المتشكلة حول الشمس. وأغلب الهالات تتشكل عموماً عندما يكون القمر أو الشمس في وضعية المسامتة. كما أنه في بعض الحالات القليلة تتشكل الهالتان (الصغيرة والكبيرة) معاً متحلقة الكبيرة حول الصغيرة.

وبالإضافة إلى الهالة الحلقية، هناك البقع الضوئية؛ وهي نوع من الهالة التي تتشكل بكثرة حول الشمس، وأحياناً حول القمر، مقترنة بوجود السحب الطبقية المتوسطة الشفافة أو نصف الشفافة (التوستراتوس)، التي تغلب فيها القطيرات المائية على حساب البلورات الجليدية، والتي تتميز بأنها أكثر سماكة من سحب الهالة الحلقية.

وعموماً، فإن الهالة الحلقية هي الأعم، وما تلك الظاهرات الضوئية الأخرى، سوى مرافقات لها لأنها نادراً ما تظهر منفردة.

وللهالة عموماً (الحلقية خاصة) دلالات على أحوال جوية معينة مرتقبة الحدوث، عرفها القدماء، وتناولها أبناء العصر الحالي كما توارثوها لدقة ما تدل عليه.

فالمرزوقي من القرن الخامس الهجري، يقول في مدلولات الهالة: «ومن كلام الأوائل فيها أن رؤيتها دالة على مجيء المطر وكينونته، واضمحلالها وتحللها يدل على حدوث الصحو لكونه دالاً على يبس الهواء. وكما تدل على المطر، تدل على هبوب الرياح، لأن المحلل لتلك الرطوبة إنما هو البخار الحار اليابس الذي هو مادة الريح».

إن السحب التي تتكون بفعلها الهالة إما أن تتحول إلى سحب طبقية متوسطة (التوستراتوس) مطيرة، ومن ثم سحب مزنية طبقية (نيمبوستراتوس) وفيرة الأمطار، أو أنها ترتفع وتتفرق متحولة إلى سحب سمحاقية (سيروس) لا نفع منها. وفي الحالة الأولى الدالة فيها الهالة على المطر، فتكون الهالة مرافقة للسحب الدالة على تقدم منخفض جوي جبهي، متحولة ومتدرجة من نوع سحابي إلى آخر، حيث تتحول سحب السمحاق الركامي إلى السمحاق الطبقي ذي الهالة ومن ثم إلى سحب مطيرة. أما في الحالة الثانية، فسحب الهالة

من نتاج بقايا سحب الركام المزني المتحللة التي تقود أخيراً إلى سحب السمحاق. وإذا تمزقت الهالة من جميع الجهات متحللة، دلت على الصحو. وإن انتظمت حتى ثخن السحاب وبطلت الهالة، دلت على المطر؛ لأن هذه الأجزاء الرطبة المائية القليلة تكون قد صارت كثيرة. فإن تمزقت من جهة دلت على ريح تأتي من تلك الجهة، وإنها هي التي مزقتها. والتي تكون من الهالات تحت الشمس، أدل على المطر من الهالات القزحية التي تكون قبالتها.

ومما سبق من دلالات للهالة ترجمه القدماء إلى مثل شعبي: «ع الشمس دارة، الدنيا شمسة أو مطارة». ويقال المثل أيضاً بالنسبة للقمر: «ع القمر دارة، الدنيا صحوة أو مطارة».

ثانيا- مظاهر ضوئية أخرى:

من المظاهر الضوئية الأخرى الجميلة المرتبط تشكلها بأشعة الشمس، أو ضوء القمر في بعضها، ووجود سحب ومظاهر مائية جوية، نذكر:

١- الشمس الكاذبة:

هي بمثابة بقع مضيئة بيضاء اللون، تظهر على الارتفاع الزاوي للشمس نفسه. وتظهر عادة اثنتان من هذه البقع على طرفي الهالة مشكلتين زاوية مقدارها (١٢٠) درجة مع الشمس (Paranthelia). ونادراً جداً ما تظهر معاكسة للشمس (Anthelion). ويمكن أن تتشكل مثل هذه الظاهرة بواسطة القمر، فيما يمكننا أن نطلق عليها عندها تسمية القمر الكاذب (Paraselenic Circle).

وتتكون الشمس الكاذبة بوجود البلورات الجليدية في سحب السمحاق الطبقي، في حال كون البلورات الجليدية ذات شكل سداسي وأسطح مستوية

وبوضع أفقي لها، وبمرور الضوء الشمسي داخل البلورات الجليدية، وانكساره بزاوية (٢٢) درجة عن الشمس. وإن كان يغلب عليها اللون الأبيض مع الذيل، إلا أنها تظهر أحياناً بألوان مختلفة.

ويبدو مظهر الشمس السفلي (Undersun) وهي تظهر شاقولياً تحت الشمس بشكل بقعة بيضاء براقة مشابهة لخيال الشمس المتشكل على سطح مياه راكدة.

٢- أعمدة الشمس الضوئية:

الأعمدة الضوئية (Luminous Pillars)؛ هي أعمدة براقة بيضاء، تبدو بشكل ذيل متقطع أو مستمر من الضوء، يشاهد غالباً شاقولياً فوق الشمس أو القمر أو تحتهما. وتتكون عموماً، عندما تمر الأشعة الضوئية عبر البلورات الجليدية التي يكون محورها الطويل بشكل عمودي.

٣- الأكليل (Corona):

هو عبارة عن مجموعة من الحلقات الضوئية - نادراً ما يزيد عددها على ثلاث حلقات - صغيرة القطر نسبياً، وتمتد إلى الخارج من مصدر الضوء، متمركزة حول الشمس أو القمر. وتبدو الحلقة الداخلية زرقاء أو بنفسجية، وتظهر الحلقة الخارجية حمراء، ويمكن أن تظهر ألوان أخرى فيما بين الحلقتين. وتظهر الحلقة الخارجية من أول تتابع من الداخل بلون محمر أو كستناوي، وتعرف هذه الحلقة بالإكليل الذهبي (Aureole) التي لا يزيد نصف قطرها عادة على خمس درجات.

وينتج الإكليل بفعل انكسار أو انعطاف الضوء المنبعث عن الشمس أو القمر المار خلال الشابورة، أو الضباب أو السحب الرقيقة المتكونة من

قطيرات مائية دقيقة (السحب المائية: الالتوستراتوس، الستراتوس.. إلخ) أو بلورات جليدية (سحب السمحاق)، مما يترتب على ذلك حدوث تحلل للضوء إلى ألوانه المختلفة ليبدو على شكل إكليل.

وتختلف سعة الإكليل حسب حجم القطيرات المائية؛ فالقطيرات المائية الصغيرة تشكل أكاليل كبيرة، والعكس صحيح. وأكبر الأكاليل وأوضحها تتشكل عندما يسقط ضوء القمر على السحب الطبقية الرقيقة متوسطة الارتفاع (الالتوستراتوس). وبسبب ضوء الشمس الشديد فإن الأكاليل المتشكلة حولها تكون أقل وضوحاً للمشاهد.

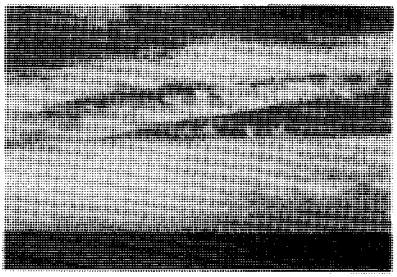
الفصل الخامس

السحب السماوية

السحب عروض دون سماوية، شأنها في ذلك كل تلك العروض التي تبدو من على سطح الأرض وكأن السماء خلفية لها، زرقاء نهاراً وسوداء ليلاً، سواء أكانت الشهب أم الشفق القطبي.. وغير ذلك.

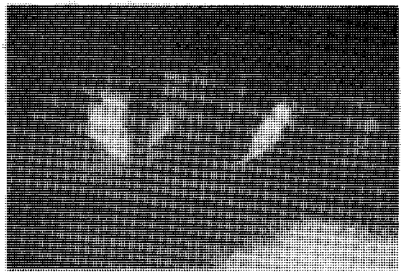
أولاً- ما السحب؟

المقصود بالسحب السماوية، هي السحب المائية؛ بمعنى تلك التجمعات في السماء التي تتخذ أشكالاً وامتدادات وأحجاماً مختلفة، بحيث يمكنها أن تحجب السماء الخلفية لها كلياً أم جزئياً - شكل (٤٦) .. وهي تكون بصورة تجمعات من قطيرات الماء (السحب المائية السائلة)، أو من بلورات الجليد (السحب الجليدية)، أو من كليهما معاً (السحب المختلطة).

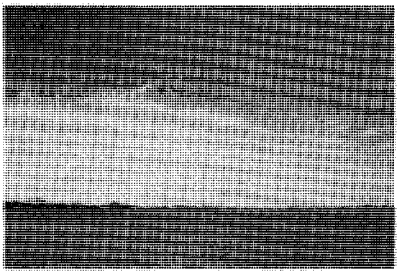


$C_H = 8$

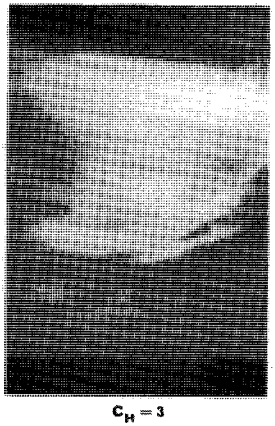
$C_H = 6$



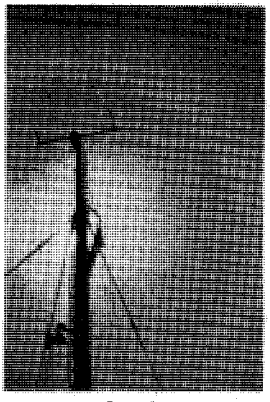
$C_H = 1$



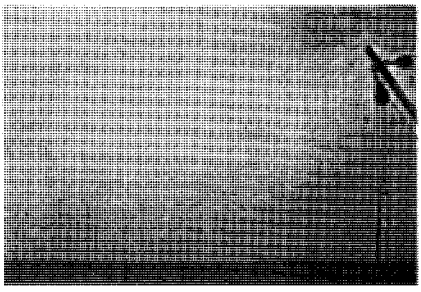
$C_H = 5$



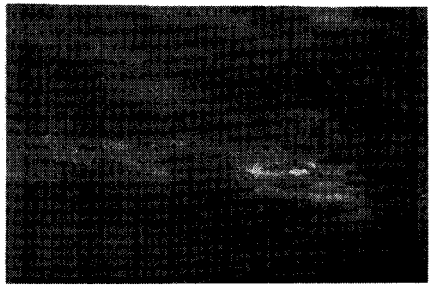
$C_H = 3$



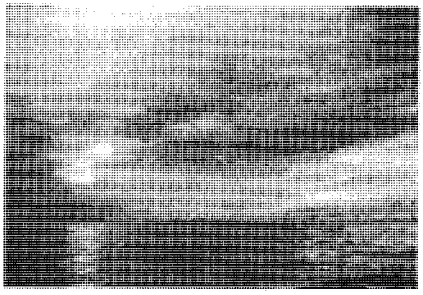
$C_H = 7$



$C_M = 2$

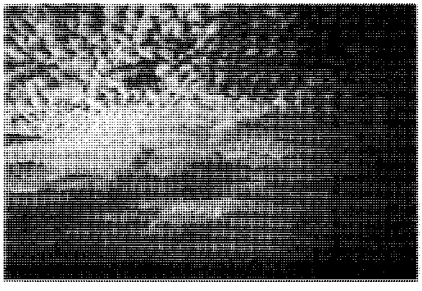


$C_M = 9$

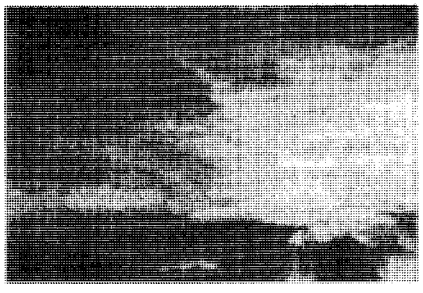


$C_M = 2$

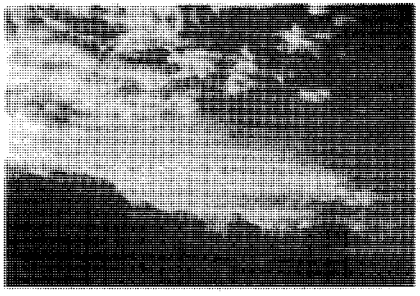
$C_M = 8$



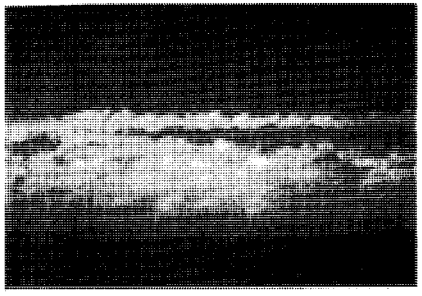
$C_M = 3$



$C_H = 9$

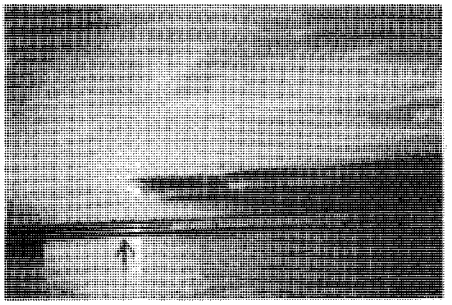


$C_M = 6$

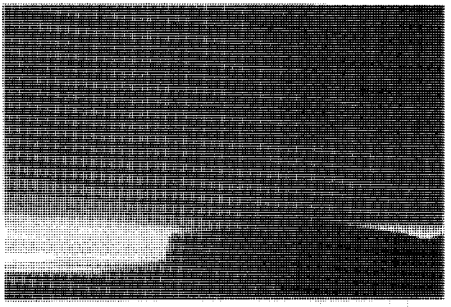


$C_M = 8$ h = 2000-2500 m

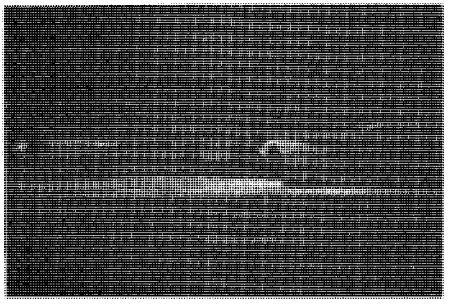
$C_L = 1$



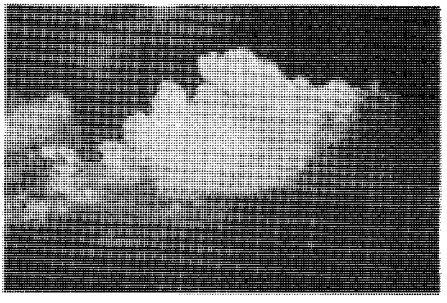
$C_L = 4$



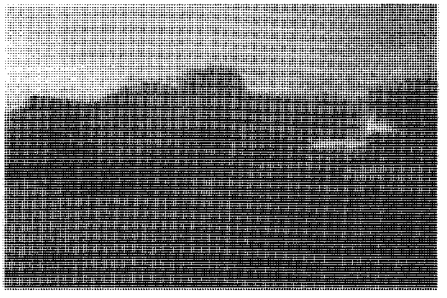
$C_L = 6$



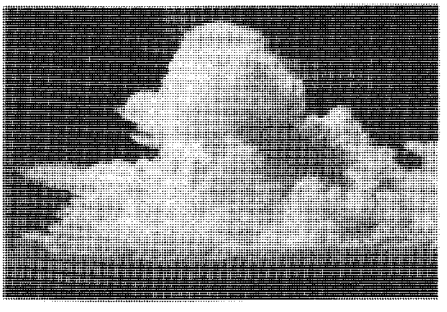
C_L=8



$C_L = 2$



$C_L = 3$



$C_L = 2$

الشكل رقم (46)
نماذج مختلفة من صور السحب في السماء
CH= سحب مرتفعة (سمحاقية) بأنواعها المختلفة (سمحاق C_i، سمحاق ركامي C_C، وسمحاق طبقي C_S)

CM= سحب متوسطة الارتفاع، بأنواعها المختلفة (ركام متوسط A_C، وطبقي متوسط A_S)
CL= سحب منخفضة وذات نمو رأسي بأنواعها المختلفة (طبقية St، طبقي ركامي Sc، مزن طبقي Ns، ركام Cu وركام مزني Cb)

ونظرة إلى السماء المحتجبة جزئياً بقطع متناثرة من السحب التي تبدو من خلال الفواصل بينها السماء بزرقتها، وكأن تلك القطع تسبح على قاعدة السماء بحركة متفاوتة السرعة. وتبدو بعض السحب أفقية الامتداد قليلة السماكة ذات قاعدة منتظمة قليلة التشويش (الستراتوس، ستراتوكومولوس، سيروستراتوس) أو غير منتظمة القاعدة مشوشة بشكل واضح (نيمبوستراتوس)، بينما يبدو بعضها الآخر بامتداد شاقولي كبير وسماكة كبيرة، تتجاوز بكثير امتدادها الأفقي، كما في سحب الركام المزني (كومولونيمبوس) التي تمتد من قرابة سطح الأرض وحتى علو (١٢- ١٦ كم)، والبعض من السحب يبدو بشكل متماوج (الركام الطبقي، السمحاق الركامي، والركام المتوسط). ويعود ذلك إلى اختلاف قوة حركة التبريد الهوائية؛ فإذا كان التبريد بطيئاً كانت السحب المتشكلة ذات انتشار طبقي، أما إذا كان التبريد سريعاً وبعمق في الجو بحركة هواء صاعدة سريعة، فعندها ستتشكل السحب الركامية والركامية المزنية. وتتخذ بعض السحب مظاهر عديدة.

ثانيا- ألوان السحب:

تختلف السحب في ألوانها، وهذا يعكس نوعية محتواها المائي إن كان سائلاً أم صلباً أم مختلطاً، كما يعكس سماكتها. فمن السحب ما تبدو بيضاء في السماء، وهي عموماً تلك السحب الأكثر ارتفاعاً بين أجناس السحب، والمكونة فقط من بلورات جليدية، والمتميزة عموماً بقلة سماكتها والمعروفة عموماً بالسحب السمحاقية (السمحاق Ci، والسمحاق الطبقي Cs، والسمحاق الركامي Cc). ومنها ذات لون رمادي فاتح، وهي المكونة من قطيرات مائية مسيطرة على الأقل في نصفها السفلي، إذا لم تكن جميعها

مائية، وهي التي تشمل السحب المتوسطة الارتفاع (الطبقي المتوسط As، والركام المتوسط Ac) والمنخفضة الارتفاع (الطبقية St، والركام الطبقي Sc). ومن السحب ما تتميز بقتامة لونها كما تبدو من سطح الأرض، والمتميزة بسماكتها الكبيرة ومنها نذكر: سحب الركام (Cu) والركام المزني (Cb) ونحوهما سحب المزني الطبقي (Ns) المتميزة بسماكتها التي قد تصل إلى (٣ كم)، ووفرة حمولتها المائية. ويميل لون السحب عند غروب الشمس إلى الحمرة نتيجة انتثار الجزء البرتقالي والأحمر من الضوء الشمسي.

تختلف أشكال قواعد السحب وألوانها عن أعاليها (قممها). فبينما تكثر التموجات والتضرسات الكبرى في أعاليها، نجد أن قواعدها يغلب عليها الانبساط عموماً، ويعود ذلك: إلى تباين حركة الصعود الهوائي في أجزائها، واختلاف حمولتها من بخار الماء، وتباين درجة الحرارة ضمنها الذي يعود إلى تفاوت درجة تكاثف بخار الماء مما يخلق حالات من عدم الاستقرار ونشاطاً في حركة الصعود في مناطق منها أكثر من غيرها.

ويعود اختلاف اللون ما بين قواعد السحب وقممها، إلى:

١- تعرض قمم السحب بشكل مباشر لأشعة الشمس الكثيفة التي تنعكس نسبة كبيرة منها، مما يجعلها تبدو مضيئة نسبياً (فاتحة اللون).

٢- قيام قطيرات الماء وبخاصة الصغيرة (دون ٢٠ ميكرون) بالمساعدة على حدوث عملية انتثار الأشعة المرئية بكافة أطوالها الموجية، لتبدو قممها عندئذ بيضاء اللون.

٣- اختلاف بنية السحب وتركيبها فيما بين قواعدها وقممها؛ فبينما قواعد معظم السحب دافئة مكونه من قطيرات مائية، فإن قمم السحب متوسطة الارتفاع والمرتفعة والركامية المزنية مكونة من بلورات جليدية ذات لون أبيض يزيد من بياضها ولمعانها عاكسيتها لأشعة الشمس الساقطة عليها، مما يجعل بياضها متلألئاً لمن يشاهدها من الطائرة.

٤- تلعب سماكة السحب دوراً هاماً في تباين لون قواعدها عن قممها؛ فالسحب السميكة - كما في سحب الركام المزني - ذات قواعد داكنة اللون لمحتواها السفلي والأوسط من قطيرات الماء الكبيرة والكثيفة، ولغلبة بلورات الجليد على

قممها ذات اللون الأبيض.

ثالثا- حركة السحب في السماء:

السحب في حالة حركة أفقية أو نمو شاقولي. وتختلف سرعة الحركة والنمو من سحابة إلى أخرى. ويعود السبب عموماً في اختلاف السرعة الأفقية للسحب في السماء إلى عاملين أساسيين هما :

١- اختلاف سماكة السحب؛ فالسحب الأكثر سماكة هي الأقل سرعة وهذا مرده إلى عظم حمولتها المائية السائلة والصلبة. فإذا كانت السحب سريعة في حركتها قليلة في سماكتها، فهذا مؤشر على قلة حمولتها المائية، وتوقع الهطول.

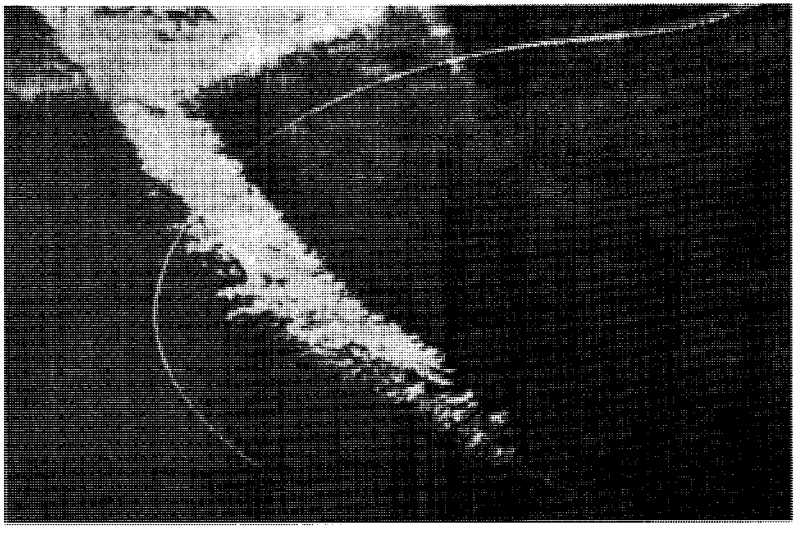
٢- شدة سرعة الرياح في طبقة السحب؛ فكلما اشتدت سرعة الرياح، أدت إلى تمزقها وبعثرتها وابتعادها عن المنطقة مع سرعة تشتتها.

وتكاد تكون جميع أنواع السحب متحركة أفقياً بسرعة تختلف حسب فعل العاملين السابقين. بينما نجد أن قوة الرفع الحملانية التسخينية تعمل على النمو الرأسي للسحب، وقد تكون الحركة الأفقية شبه معدومة أو ضعيفة جداً بحيث تدر حمولتها في منطقة تشكلها. والسحب التي تكاد الحركة الأفقية للهواء لا تظهر إلا في أعاليها، هي السحب الحملانية من نوع الركام المزني الناتجة عن التسخين الشديد لسطح الأرض والهواء الرطب فوقه، إلا أن أعالي تلك السحب تكشف عن وجود حركة هوائية أفقية في مستواها الذي يكون عند ارتفاع (١٠-١٦كم)، تجعل قمتها تأخذ شكل رأس سندان الحداد، المتقدم أفقياً بشكل ملحوظ، وبسماكة مختلفة، متماوجاً، وبلون أبيض لتركيبه الجليدي. وهذا الجزء سينفصل عن جسم السحابة الركامية المزنية، وسيبقى سابحاً في الجو، متحولاً إلى سحب سحابية بيضاء (سيروكومولوس، وسيروستراتوس، وسيروس) هي مؤشر عموماً على جو صحو تالٍ.

وتعد عروض السحب وهي مساقة أفقياً بالرياح العلوية، من أجمل العروض دون السماوية، لما تتميز بها من تلون متباين، وسماكات مختلفة، وامتدادات أفقية متفاوتة، وتداخل ألوانها المتقطع منها مع ألوان السماء الزرقاء فيما بينها، أو في مقدمتها، أو في مؤخرتها، وحتى من خلالها للرقيقة منها التي تبدو عندها السماء بلون أزرق مبيض، وبما يبدو أنه يتشكل داخلها من مظاهر ضوئية (الهالة... وسواها)، أو أنها - أي السحب السميكة - تشكل خلفية لها (قوس قزح).

رابعا- السحب الذيلية السماوية :

هي ما تدعى بسحب ذيول التكاثف (Contrails) التي تتشكل عموماً خلف الطائرات النفاثة التي تطلق مع عوادمها كميات من بخار الماء ترفع من رطوبة الهواء خلفها. فإذا ما كان الهواء في مسار الطائرة بارداً ورطباً، فسيتشبع عندئذ ببخار الماء المضاف من عوادم الطائرة، وسيتكاثف بشكل سحب ممتدة وراء الطائرة على شكل ذيل - شكل (٤٧) ..



الشكل رقم (٤٧)

السحب الذيلية

إن عادم الطائرة يحتوي على مجموعة متنوعة من الغازات، منها بخار الماء الذي يعمل على زيادة الرطوبة النسبية للهواء. وتحتوي عوادم الطائرات على دقائق صلبة تشكل ما يعرف بنويات التكاثف مشجعة حدوث التكاثف وتشكل السحب الذيلية. كما تتضمن العوادم أيضاً على حرارة تعمل على خفض الرطوبة النسبية. وعندما تكون درجات حرارة الهواء منخفضة للغاية،

فإن التأثير الأول (ارتفاع الرطوبة النسبية) يتفوق على التأثير الثاني (حرارة العوادم) إلى أن يصبح الهواء خلف محرك الطائرة مشبعاً ببخار الماء. ويحدث كل ذلك بسرعة متناهية فيتكاثف بخار الماء في قطيرات مائية صغيرة تتخذ شكل سحابة ممتدة خلف الطائرة.

ولكي تتكون السحابة الذيلية، يجب أن تكون الطائرة تطير خلال هواء بارد، درجة حرارته دون (- ٢٥°م) . ولذلك فإن السحب الذيلية تتشكل عادة خلف الطائرات النفاثة التي تطير على ارتفاعات عالية، حيث يكون الهواء بارداً جداً.فإذا كان للطائرة محركٌ واحدٌ فإنها تولد ذيلاً سحابياً واحداً يبدو ضيقاً. أما إذا كان للطائرة عدة محركات فإنها تولد ذيولاً وراءها مساوية لعدد محركاتها، وتكون قريبة من بعضها ومتلاصقة، تبدي تماوجات عبرها تدل على عددها.

وعلى الرغم من أن السحب الذيلية تتكون أصلاً (في البداية) من قطيرات مائية صغيرة إلا أنها سرعان ما تتجمد لتحدث شريطاً عريضاً من بلورات الجليد. وتتوقف حياة ذيول التكاثف على الرطوبة النسبية للهواء الذي تتشكل فيه؛ فإذا كانت رطوبة الهواء النسبية منخفضة فإن ذيل التكاثف يتلاشى بسرعة لاختلاطه مع الهواء الجاف، وإذا كانت رطوبة الهواء النسبية مرتفعة (٧٠ـ٨٠٪)، فيمكن لذيل التكاثف أن يستمر لعدة دقائق ويمتد عشرات الكيلومترات في السماء. وأحياناً عندما يكون الهواء رطباً جداً قريباً من الإشباع، فيمكن عندها أن يدوم ذيل التكاثف لمدة طويلة (بضع ساعات)، وقد ينتشر أفقياً، متخذاً شكل السحب السمحاقية بأنواعها المختلفة، بحيث يصعب بعد فترة من الزمن تحديد ما إذا كان ذيل تكاثف في الأصل أم سحابة

سمحاقية. ويمكن أن تتشكل الهالة في سحب ذيول التكاثف المنتشرة مع ألوان نقية استثنائية.

وبالإضافة إلى السحب الذيلية التي تتشكل خلف فوهة انطلاق العادم في الطائرات النفاثة، فإنه من الممكن أيضاً تشكل سحب خطية ذيلية خلف رؤوس أجنحة الطائرات، نتيجة لوجود حركة دورانية في هواء خلف الأجنحة ينجم عنها انخفاض في ضغطه، وتمدده، وبالتالي تبرده إلى ما دون نقطة الندى، وتكاثف رطوبته. ويمكن أن تتشكل مثل هذه السحب الذيلية على ارتفاعات منخفضة في أيام الطقس اللطيف إذا كان الهواء رطباً.

خامساً- السحب السماوية على خلفية سماوية سوداء:

يميز نوعين من تلك السحب وهي :

١- السحب الفضية:

السحب الفضية (NOCTILUCENT CLOUDS)، أو ما تعرف أيضاً بالسحب المتألقة ليلاً، وهي سحب تشبه السحب السمحاقية الرقيقة. تبدو بلون فضي أو لون ضارب للزرقة، وأحياناً ما تظهر بلون برتقالي إلى أحمر، على خلفية سماء ليلية مظلمة.

وهي عموماً ذات تركيب وآلية نشأة غير معروفين بدقة. غير أن هناك بعض المؤشرات التي تدل على أنها تتركب من غبار كوني دقيق جداً (بقايا شهب أو مذنبات..إلخ)، وقليل من بخار الماء الذي استطاع أن يصل إلى مستوى تشكلها عبر حركة رفع قوية جداً حرارية أو جبهية ليتكاثف أو يترسب على تلك الأغبرة.

والسحب الفضية نادرة الحدوث، كما أن رؤيتها نادرة جداً، وإذا ما رؤيت فتكون رؤيتها محصورة فقط في الأجزاء الشمالية من العروض الوسطى في نصف الكرة الشمالي خلال فصل الصيف، عندما تكون الشمس تحت الأفق بمقدار (٥-١٣) درجة.

ولقد أشارت القياسات إلى أن ارتفاع تلك السحب يتراوح بين (٧٥-٩٠كم)؛ أي في أعالي طبقة الميزوسفير الجوية شديدة البرودة.

٢- السحب الصدفية :

السحب الصدفية (NACREOS CLOUDS) أو السحب اللؤلؤية؛ هي سحب مشابهة لسحب السمحاق أو لسحب الركام المتوسط اللوزية الشكل. تبدي تلوناً واضحاً جداً مشابهة إلى اللون اللؤلؤي. ومعظم الألوان البراقة تشاهد عندما تكون الشمس تحت الأفق بعدة درجات. وما يزال تركيبها غير معروف بدقة، وإن كانت هناك آراء عديدة تجمع على أنها تتركب من قطيرات مائية دقيقة أو من جزيئات جليدية كروية، وربما نتجت من تكاثف أو ترسب بخار الماء النادر - الذي ارتفع في حركة رفع قوية من سطح الأرض ليصل إلى مستوى تشكلها - على دقائق الغبار الكوني.

والسحب الصدفية نادرة عموماً، فهي لا ترى سوى في مناطق محددة من العالم في العروض الشمالية والوسطى من نصف الكرة الشمالي؛ فهي ترى بصورة رئيسية في أجواء اسكتلندا واسكندنافيا. كما ترى أحياناً في أجواء فرنسا وألاسكا. وتشير القياسات التي أجريت إلى أن ارتفاع هذه السحب فوق النرويج الجنوبية بحدود (٢١-٣٠كم). أي في النصف السفلي من طبقة الستراتوسفير.

وغالباً، ما تشبه السحب الصدفية في ساعات النهار سحب السمحاق الشاحبة اللون (أصفر زعفراني). لكنها بعد غروب الشمس تبدو بألوان متألقة أكثر امتداداً وكثافة من الألوان الموازية (Irisation) (*) المحلية التي تظهر عادة على حواف السحب التروبوسفيرية الرقيقة - كما في سحب الركام المتوسطة العدسية - وتصل الألوان الموازية إلى تألقها الأعظمي عندما تهبط الشمس تحت الأفق عدة درجات. وبعد ذلك ومع استمرار الشمس بالهبوط تحت الأفق تبدأ الألوان المختلفة في التقهقر ليحل بدلاً منها التلون العام الذي يتغير من اللون البرتقالي إلى اللون الأحمر الوردي، مع خلفية لها السماء المظلمة. وتستمر السحب بعد ذلك في تغيير لونها لتصبح رمادية. وبعد غروب الشمس بحوالي ساعتين أو أكثر تبدو السحب الصدفية متميزة كسحب رمادية رقيقة تقف على نقيض مع السماء المظلمة النجمية، ويمكن أن ترى هذه السحب بشكل واضح في الليالي المقمرة.

وتبدو السحب الصدفية ثابتة نسبياً أو تتحرك ببطء شديد جداً، ومرد ذلك إلى سرعة الرياح المنخفضة جداً في مستويات تشكل تلك السحب.

(*) الألوان الموازية : هي ألوان تظهر أحياناً على حواف بعض السحب بشكل حزم موازية لحوافها، يغلب عليها اللونان الأخضر والقرنفلي، مترافقة في حالات كثيرة مع ظلال فاتحة اللون.

الباب السابع

السماء في الكسوف والخسوف

الفصل الأول: مظاهر السماء خلال الكسوف الشمسي

الفصل الثاني: مظاهر السماء خلال الخسوف القمري

الفصل الثالث: حوادث شبيهة بالكسوف

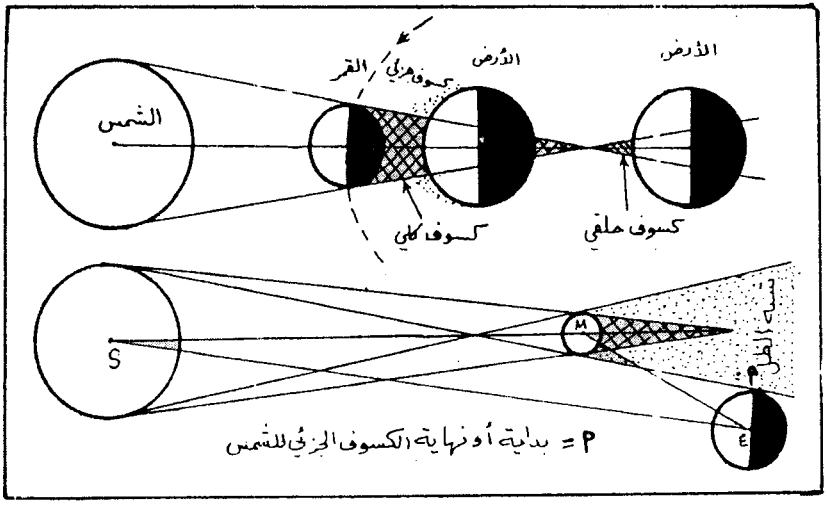
من المعروف والمسلم به، أن الشمس تغيب بهبوطها تحت الأفق ولمدة يحددها موقع المكان من خط الاستواء (خط عرض المكان). ونحن سكان العروض الوسطى، عند خط عرض (٣٥) شمالاً كمثال، تحتجب الشمس دون الأفق في بعض ليالي الشتاء لمدة نحو (١٤) ساعة، وفي بعض ليالي الصيف لمدة نحو عشر ساعات. أما أن تحتجب الشمس في سماء صاحية لا سحب فيها، ولو كان لبضع دقائق فهذا ما حير القدماء وأقلقهم، واعتبروه غضباً من السماء، أو نذير لهم بسوء يقع عليهم إذ لم ينتبهوا لأنفسهم، ويؤدوا الطاعة لآلهتهم. ولم يتوقف الأمر على الشمس، بل إن القمر أيضاً في لياليه المضيئة وهو بدر، فلم يكن يدري الإنسان ماذا حلّ بالقمر ليختفي فجأة، فمن ابتلعه ليعيده بعد زمن. وكيف تنقلب السماء عندها من مضيئة إلى قاتمة مظلمة. وعرفت هاتان الظاهرتان بكسوف الشمس، وخسوف القمر. ولن نتوقف في كتابنا هذا عند آلية حدوث الكسوف والخسوف وأنواعهما وطريقة التنبؤ بهما، باعتبار الكتب الفلكية تعالج ذلك بإسهاب، ولكننا سنحاول عرض المظاهر السماوية المرافقة لحدوث الكسوف والخسوف.

الفصل الأول

مظاهر السماء خلال الكسوف الشمسي

أولاً- آلية حدوث الكسوف بأنواعه المختلفة:

الكسوف الشمسي، هو الاحتجاب التام وغير التام لقرص الشمس خلال النهار. والاحتجاب غير الكامل لقرص الشمس هو الذي يبقي على جزء من قرص الشمس ظاهراً للعيان؛ إما بشكل دائرة تحيط بالقمر المظلم الذي يبدو عندها على شكل كرة سوداء تحجب معظم قرص الشمس، ما عدا حوافه الخارجية، فيما يعرف هذا الكسوف بالكسوف الحلقي، أو على شكل نسبة متدرجة مستقطعة من قرص الشمس قد تتدرج في كبرها حتى الاحتجاب الكامل أو الحلقي. شكل (٤٨) ..



الشكل رقم (٤٨)

آلية حدوث الكسوف الشمسي بأنواعه

وطريقة حدوث الكسوف الشمسي بأنواعه الثلاثة، فيها من الإثارة، ما تجعل المرء يبحث جاداً عن آليتها. فكسوف الشمس بأنواعه الثلاثة لا يحدث إلا عندما يقع القمر في دورته حول الأرض، بين الأرض والشمس وعلى استقامة واحدة، والقمر عندئذ لا يبعد عن أحد عقدتيه (الهابطة إن كان في الهبوط، والصاعدة إن كان في الصعود) أكثر من (١٠) درجات في الكسوفين الكلي والحلقي، وبين (١٠- ١٦°) في الكسوف الجزئي.

أما في الكسوفين الكلي والحلقي؛ فلا بد للقمر إما أن يكون أقرب إلى الأرض من (٣٨٤٤٠٠ كم) لكي يحدث الكسوف الكلي، وأبعد عن الأرض من تلك المسافة لكي يحدث الكسوف الحلقي. وكلما اقترب القمر أكثر من الأرض، اتسعت منطقة الظل القمري على الأرض، وازدادت مدة بقائها، والشمس عندها مكسوفة كلياً. وكلما ابتعد القمر عن الأرض أكثر من (٣٨٤٤٠٠) يزداد اتساع دائرة الكسوف الحلقي، ويزداد منظره تألقاً وجمالاً وتتخذ الحلقية أقصاها عندما يكون القمر في أوجه البعدي عن الأرض (٤٠٦٧٠٠ كم).

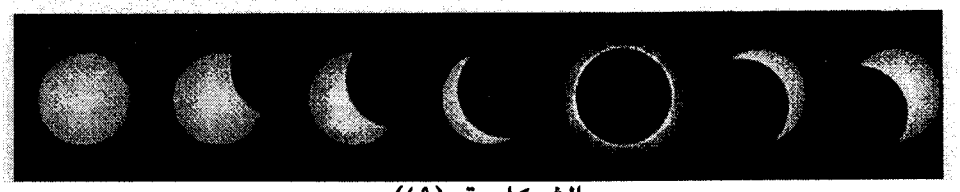
أما الكسوف الجزئي، فإما أن يحدث منفرداً مستقلاً عن الكسوفين الكلي والحلقي، عندما يكون القمر بعيداً عن إحدى عقدتيه بين (١٠- ١٦°)، مهما كان بعده عندئذ عن الأرض، وبعد الأرض عن الشمس. أو أن يكون مرتبطاً بالكسوفين الكلي والحلقي، يسبقهما ويقود إليهما، ويعقبهما ليقود إلى انتهاء الكسوف، وعودة قرص الشمس إلى وضعه الطبيعي.

وإذا كانت مدة الكسوف الكلي لا تتجاوز بأي حال سبع دقائق وست ثوانٍ، فإن الكسوف الحلقي يستمر في أعظمه إلى نحو (٢٠) دقيقة. بينما تصل مدة الكسوف الجزئي إلى نحو ثلاث ساعات.

ثانيا- المظاهر السماوية أثناء كسوف الشمس الكلي:

من المظاهر السماوية المثيرة المرافقة للكسوف الكلي للشمس، نذكر:

١- لدى بداية الكسوف نلاحظ وكأن سحابة كروية سوداء أكبر من حجم الشمس الظاهري، تأخذ بتغطية قرص الشمس رويداً رويداً، والظلام زاحف في غير وقته، متزايداً مع مرور الوقت، مما يثير دهشة الإنسان، فيطل من نافذة بيته ليستطلع ما هذا الظلام المفاجئ، مستفسراً عن تلك السحابة التي أتت في غير أوانها دون أن يعلم ما هي، ويبحث عن قرص الشمس ليجده أخذ في الاختفاء والانطفاء وهو في منتصف النهار، خاصة إذا كان الوقت صيفاً والجو صحواً لا غبار ولا غيم فيه، ولا يلبث ذلك حتى يختفي قرص الشمس كلياً، فيدرك أنه أمام ظاهرة الكسوف الشمسي، وإن ذاك الجسم الأسود الذي حجب الشمس، هو القمر. وهنا يدرك أن القمر جسم عاتم مظلم. شكل (٤٩).



الشكل رقم (٤٩)

مراحل حدوث الكسوف الشمسي الكلي

٢- من أبدع ما يتم مشاهدته الطبقة الملونة من الجو الشمسي التي تحيط بقرص الشمس المحتجب. وهذا يتم عموماً لبضع ثوانٍ فقط والكسوف كلياً. وهي تبدو بشكل هلال ضوئي أحمر رقيق جداً متألقاً على الجانب الشرقي من القمر عند بداية الكسوف الكلي في اللحظة التي يغطي فيها قرص القمر الأسود قرص الشمس المتوهج البراق.

غير أن البريق الأحمر للطبقة الملونة لا يستمر أكثر من ثانية أو ثانيتين عند بداية الكسوف، ليعود إلى الظهور من جديد قبل نهاية الكسوف الكلي أيضاً بثانية أو ثانيتين، ولكن عند الحافة الغربية للقمر، وليس عند الحافة الشرقية، كما ظهر أولاً في بداية الكسوف.

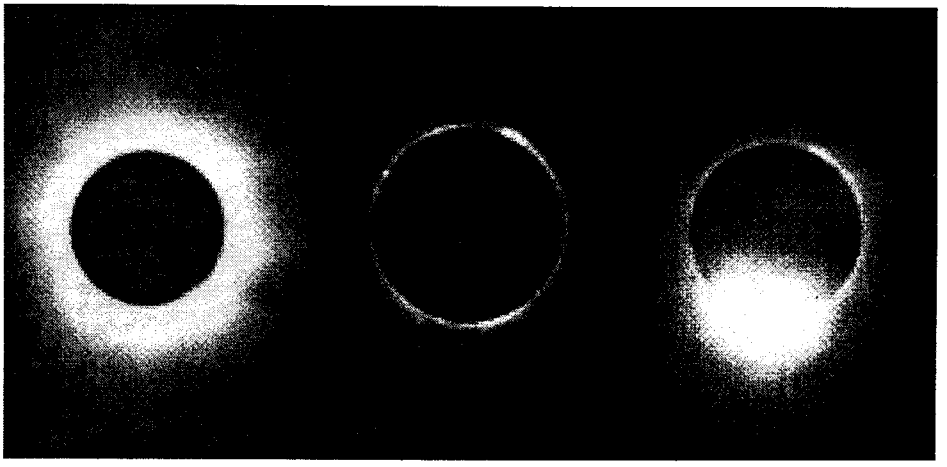
ورؤية الطبقة الملونة لفترة زمنية قصيرة جداً مرده إلى كونها لا تشغل سوى حيز ضيق من الجو الشمسي (وسطياً نحو ٣٠٠٠ كم)، إذ أن سماكتها لا تزيد عن (٠,٠٠٢٥) من قطر الشمس.

٣- ومع بداية الكسوف الكلي للشمس تظهر أيضاً أعالي الجو الشمسي المعروفة بالهالة أو الكورونا (الطبقة التاجية) مرئية ساطعة، وكأنها إكليل ذهبي محيط بقرص القمر الأسود، وممتداً خارجياً في الفضاء حول الشمس المختفية إلى مسافة تزيد عن عشر مرات قطر الشمس (أي حوالي ١٤ مليون كم). وهذا المظهر الجميل المفاجئ للتألق الأبيض المتلألئ يشع ضوءاً أكثر من الضوء الذي يعطيه القمر المكتمل (البدر). وتمكث الطبقة التاجية ظاهرة واضحة جلية متألقة خلال فترة الكسوف الكلي بكاملها - شكل (٥٠) ..

٤- كما تشاهد الانفجارات الشمسية التي تحدث على سطح الشمس بشكل نوافير وشلالات تنطلق من بقعة من حافة قرص الشمس، وبعضها يعود باتجاه القرص مرة أخرى فيما يعرف باسم الشواظ الشمسي.

٥- ومما يشاهد أيضاً حلقتان ماسيتان؛ أولاهما عند بداية الكسوف الكلي والأخرى عند نهايته. والحلقة الماسية، هي عبارة عن نقط منفردة متألقة تبهر الأبصار بضيائها، وكأنها قطعة ألماس متلألئة منتظمة في خاتم.

وتتشكل من جراء مرور حزمة أشعة شمسية ضوئية مباشرة عبر أودية قمرية عميقة أو فتحات تضاريسية على حافة القمر.



الشكل رقم (٥٠)

ظهور الطبقة الملونة (في الوسط) والطبقة التاجية خلال الكسوف الكلي للشمس (على اليسار)

٦- وتظهر أيضاً خرزات بيلي (Baily's Beads) أو ما تعرف بلآلئ بيلي المنسوبة إلى الفلكي فرانسيس بيلي الذي اكتشفها في القرن التاسع عشر. وهي نقط براقة مردها إلى مرور أشعة الشمس الضوئية بين قمم الجبال على سطح القمر، عندما تصل قمم الجبال القمرية الموجودة عند حافة قرصه إلى طرف قرص الشمس الظاهري. ويتم رؤيتها قبل ظهور الحلقة الماسية الأولى في التماس الثاني وبعد الحلقة الماسية الثانية في التماس الثالث للكسوف.

٧- وعموماً، فإنه لدى اقتراب لحظة حدوث الكسوف الكلي، تغدو الظلال حادة الحواف وسوداء اللون، حتى أن كل شعرة من الرأس تشكل ظلاً

واضح المعالم، كما يترك ضوء الشمس المتسرب عبر أوراق الشجر أثناء الكسوف الجزئي أخيلة هلالية لامعة على الأرض.

وقبل حدوث الكسوف الكلي للشمس بثوانٍ تمسح الأرض تموجات شاحبة من الضوء. ويندفع ظل القمر الأرجواني إلى الناظر بسرعة تزيد على (١٦٠٠ كم/سا)، ثم يحل الظلام خلال طرفة عين.

٨- وخلال فترة الكسوف الكلي، فإن السماء تبدو بأول ظلمتها، ولكنها ليست كظلمة منتصف الليل، وإنما ظلمة كافية لرؤية بعض الكواكب التي في مدى الرؤية بالعين المجردة (عطارد، الزهرة، المريخ، المشتري، زحل)، وعشرات النجوم المتألقة. ففي كسوف (٢٩) آذار عام (٢٠٠٦م)، تمت رؤية نجوم الشعرى اليمانية، الشعرى الشامية، والدبران، وبعض نجوم كوكبة الدب الأكبر، ونجوم الجبار... ونجوم أخرى كثيرة.

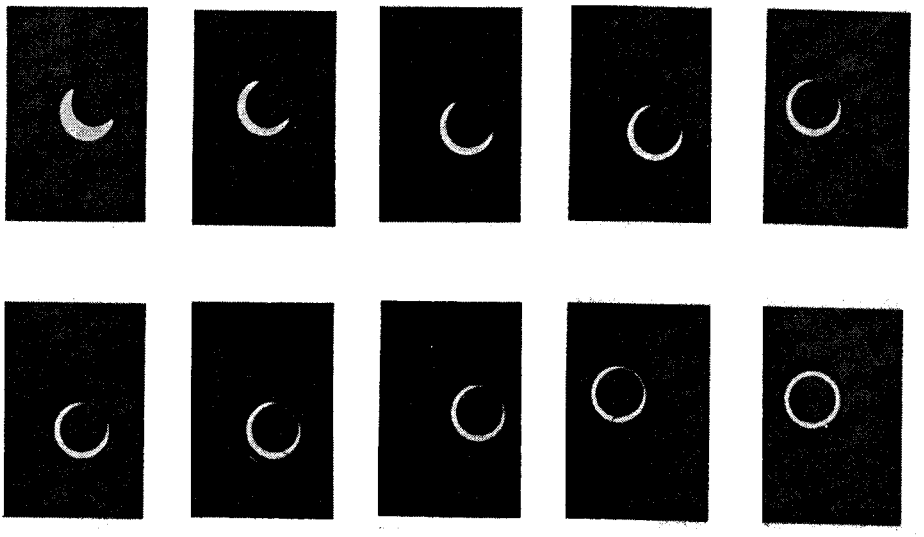
٩- وما ينجم عن الكسوف من أحداث أرضية نذكر:

أ- تعاظم في المد البحري نتيجة لإضافة قوة جذب الشمس إلى قوة جذب القمر، وإن كانت قوة جذب الشمس على المسطحات المائية نحو (١١/٥) قوة القمر المدية.

ب- حدوث تخلخل في قشرة الأرض واضطراب في الجزء المواجه للكسوف، مما يتولد عن ذلك حدوث اهتزاز في القشرة الأرضية (زلزال)، كما هو الحال في الزلزال الخفيف الذي رافق كسوف (٢٩) آذار الكلي عام (٢٠٠٦).

ثالثا- المظاهر السماوية أثناء كسوف الشمس الحلقي:

ومما هو مثير وملفت للنظر تلك الحلقة المضيئة الجميلة التي تبدو وكأنها تحيط بقرص القمر المظلم الأسود، الذي غطى معظم قرص الشمس، وأبقى على الحافة الخارجية من قرصها متألقاً مضيئاً، حيث إنه في الكسوف الحلقي يكون قطر القمر الظاهري أقل من قطر الشمس الظاهري. واتساع الحلقة الدائرية المضيئة من الشمس مختلفاً من كسوف حلقي إلى آخر، تبعاً لاقتراب الأرض من الشمس باتجاه حضيضها، حيث يزداد مع ذلك قطر الشمس الظاهري لاقترابنا منها، ولابتعاد القمر عن حضيضه في مداره حول الأرض متوجهاً نحو أوجه (البعد الأعظم له ٤٠٦٧٤٠ كم)، حيث يقل قطره الظاهري، ومع اتساع الحلقة، تزداد مدة الكسوف الحلقي، ومساحة امتداد مخروط الظل القمري على الأرض. ومن الكسوفات الحلقية البديعة التي شوهدت في سماء سورية، كسوف (٢٩) نيسان عام (١٩٧٦م) - شكل (٥١) .. ومن الكسوفات الحلقية البديعة في العالم، نذكر كسوف (٢٢) أيلول عام (٢٠٠٦م) فوق المحيط الأطلسي ابتداء من شمال القارة الأمريكية الجنوبية ليعبر الأطلسي ولينتهي في الشمال من القارة القطبية الجنوبية، ومدته نحو (٧) دقائق و(٩) ثوانٍ. كذلك كسوف (٧) شباط عام (٢٠٠٨م) في نصف الكرة الجنوبي من الأرض، ومدته دقيقتان و(١٢) ثانية، وكسوف (٢٦) كانون الثاني عام (٢٠٠٩م) الذي يبدأ من جنوب الأطلسي فجنوب المحيط الهندي، ليعبر جنوب سومطرة وبورنيو. وستكون مدته (٧) دقائق و(٥٤) ثانية. وأيضاً كسوف (١٥) كانون الثاني عام (٢٠١٠م) فوق أفريقية الوسطى الشرقية والمحيط الهندي وجنوب الهند، ومانيمار والصين، ومدته (١١) دقيقة و(٨) ثوانٍ.



الشكل رقم (٥١)

مراحل حدوث الكسوف الحلقي للشمس (كسوف ٢٩ نيسان عام ١٩٧٦)

رابعاً- المظاهر السماوية أثناء كسوف الشمس الجزئي والمختلط:

أما الكسوف الجزئي، فليس هناك أية مناظر سماوية ترافقه، وجلّ ما في الأمر، أن جزءاً من قرص الشمس يحتجب، ويبقى الجزء الآخر يبث طاقته الإشعاعية.

غير أن الكسوفات المختلطة تلفت النظر، وذلك عند الانتقال من الكسوف الجزئي إلى الحلقي فالكلي والعكس، أو من الكسوف الجزئي إلى الكسوف الكلي فالحلقي والعكس، فيما يدعى بالكسوفات المختلطة.

الفصل الثاني

مظاهر السماء خلال الخسوف القمري

أولاً- القمر في سطور:

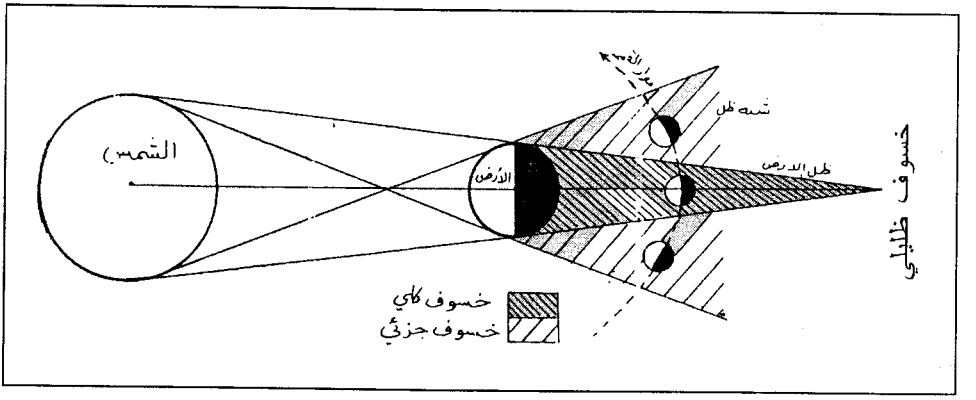
القمر الأرضي (Moon)، هو تابعها الوحيد، الذي يدور في فلكها ومرتبط بقوة جاذبيتها إليه، ويستغرق مدة (٢٧,٣) يوماً لإتمام دورة واحدة حول الأرض، إذا ما قيست تلك المدة بالنسبة لنجم ثابت في السماء، فيما باتت تعرف تلك المدة باسم الشهر القمري النجومي. إما إذا قيست المدة بالاعتماد على تتابع مراحل رؤيته، بمشاهدة مرحلة منها في موقع ثابت في المساء مرتين متتاليتين؛ كأن تكون من إهلال إلى إهلال، أو من تربيع إلى تربيع أو من بدر إلى بدر، فإن المدة تطول عندئذ لتصبح (٢٩,٥) يوماً، فيما تدعى باسم الشهر القمري الاقتراني، أو الإهلالي. وفارق اليومين يمثل المدة المطلوبة من القمر ليتحركها حول الأرض التي تكون قد انتقلت في مدارها حول الشمس - والقمر يدور حولها- خلال الـ (٢٧,٣) يوماً ما يقارب (٢٧°)، بما يكافئ (٢,٢) يوماً للقمر ليتحركها.

والقمر جرم متوسط الحجم، فقطره نحو (٣٤٧٥ كم)، ومتوسط بعده عن الأرض نحو (٣٨٤٤٠٠)، غير أنه نتيجة لمداره الإهليليجي حول الأرض، فإنه يقترب منها إلى (٣٥٦٤١٠ كم) تارة، ويبعد أخرى إلى (٤٠٧٦٠٠ كم).

ثانيا- متى يحدث الخسوف القمري؟

يحدث الخسوف القمري، عندما يقع القمر خلف الأرض بالنسبة للشمس، أي في وضعية التقابل، بحيث تكون الأرض فيما بينه وبين الشمس على خط محوري واحد. ولا بد للقمر في هذه الحالة أن لا يبعد عن إحدى عقدتيه (الصاعدة أو الهابطة) أكثر من (٤) درجات في الخسوف الكلي، وبين (٤-١٠) درجات في الخسوف الجزئي.

فالخسوف إما أن يكون كلياً؛ وعندها يكون القمر واقعاً في امتداد مخروط ظل الأرض تماماً، بحيث يحتجب عن المشاهدة احتجاباً كلياً، ويكون واقعاً على محور تقاطع القمر مع امتداد الأرض والشمس، ولا يبعد عنه أكثر من (٤) درجات. وإما أن يكون جزئياً، إذا وقع جزء من القمر في منطقة الظل، وجزء آخر في منطقة شبه الظل. وهناك الخسوف الظليلي، والذي يقترن بمرور القمر في منطقة شبه الظل - شكل (٥٢)..



الشكل رقم (٥٢)

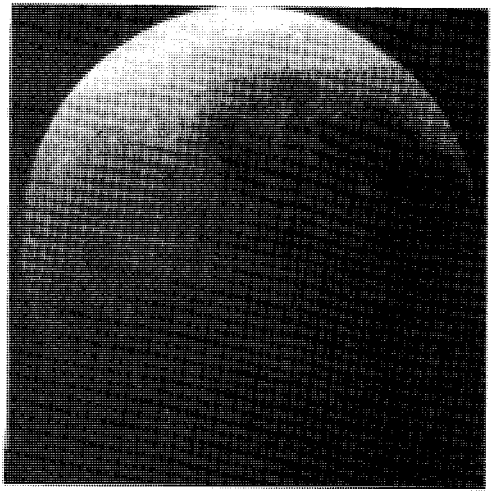
آلية حدوث الخسوف القمري

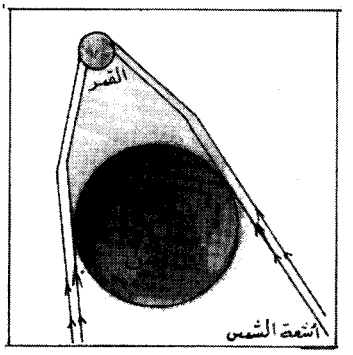
ثالثا- ما الذي يشاهد في سماء الخسوف؟

إن الخسوف الجزئي يذكرنا بتتابع مراحل تطور وجه القمر من الإهلال إلى التربيع ومن ثم إلى الانمحاق - أي الاختفاء الكلي -، وهذا هو الخسوف الكلي، والعكس، وهذا كله يتم خلال زمن قصير لا يتعدى (١,٥) ساعة.

أما في الخسوف الكلي؛ والقمر يكون بدراً مكتملاً، فقد يشعر الإنسان بالهلع والخوف والسماء صاحية لا سحابة فيها والنجوم تسطع فيها، ليرى خلال برهة من الوقت والقمر المضيء اختفى، دون إظلام تام، ليشاهد عندها قرصه ليس أسود تماماً، وإنما بلون وردي (بني إلى أحمر). ويعود السبب في عدم إظلامه، إلى ظاهرة الانعراج الضوئي، ذلك أن حزمة ضوء الشمس المارة عند حواف الأرض تنحني قليلاً باتجاه ظل الأرض بعد أن تكون مكونات الغلاف الجوي شتتت معظم ضوئها الأزرق، متخلفاً الضوء الأحمر، ليسقط على القمر مكتسباً لونه الوردي - شكل (٥٣) .. ومما لا شك تزداد ظلمة السماء، ويزداد لمعان النجوم خاصة القريبة من القمر.

أما في الخسوف الظليلي: فتبدو غشاوة على القمر تخفي معالمه، وتحد من لمعانه إلى أقل مما هو في النجوم الخافتة حوله.





الشكل (٥٣)

الخسوف الكلي للقمر (أ)

واللون الوردي للقمر خلال خسوفه كلياً الناتج عن انعراج ضوء الشمس عند حواف الأرض (ب)

الفصل الثالث

حوادث شبيهة بالكسوف

كثيرة هي المظاهر الكونية التي تتم بنفس آلية الكسوف الشمسي. فالكسوف بالنسبة لراصد على سطح الأرض يحدث بين النجوم، كما يحدث بين الكواكب نفسها، وبين الكواكب وأقمارها.

أولاً- الاستتار:

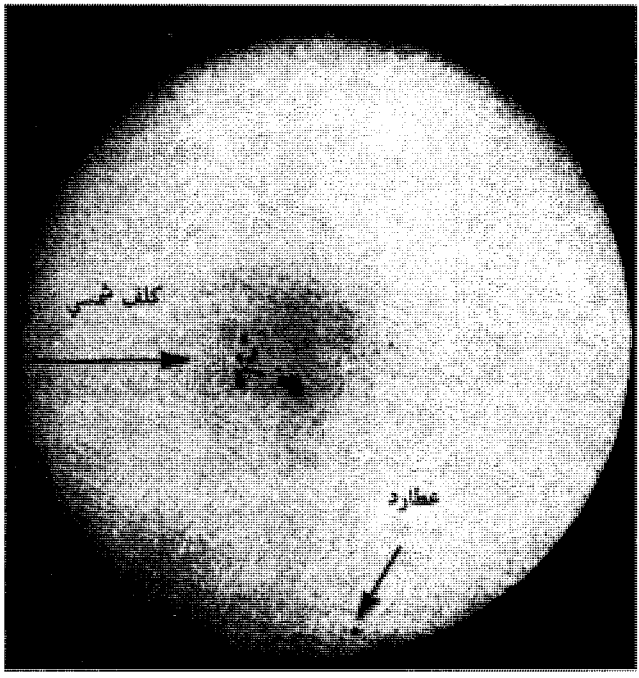
بما أن القمر يدور حول الأرض من الغرب إلى الشرق مرة واحدة كل شهر قمري (نجومي، اقتراني)، لذا نجده في حركته هذه يمر بيننا وبين نجم لامع خلفه، فيستر النجم وراءه. ولأن القمر يتحرك نحو الشرق، فالنجم يستتر دائماً بحافة القمر الشرقية ويعاود الظهور عند الحافة الغربية. ولا يظهر الاستتار من أماكن الأرض كافة، وإنما في أماكن مختلفة وأوقات مختلفة. ومن الأمثلة عن الاستتار كثيرة الحدوث، هو استتار نجم الدبران أسطع نجوم برج الثور. ولا تمر ليلة من ليالي القمر دون عدة حوادث استتار.

وإذا كان من النادر أن يحجب كوكب سيار كوكباً آخر، إلا أن ذلك ممكن - رغم ندرته - كأن تحجب الزهرة عطارد، أو يستتر جزئياً المشتري أو زحل بالمريخ.

ثانيا- العبور (Transit):

ظاهرة فلكية تحدث في الكوكبين الداخليين بالنسبة للأرض، وهما عطارد والزهرة، عندما يمران بين الأرض والشمس، وهذا يحدث بشكل قليل. ويترك عندها ذلك الكوكب صورة ظلية له على قرص الشمس المضيء، بمثابة بقعة سوداء صغيرة.

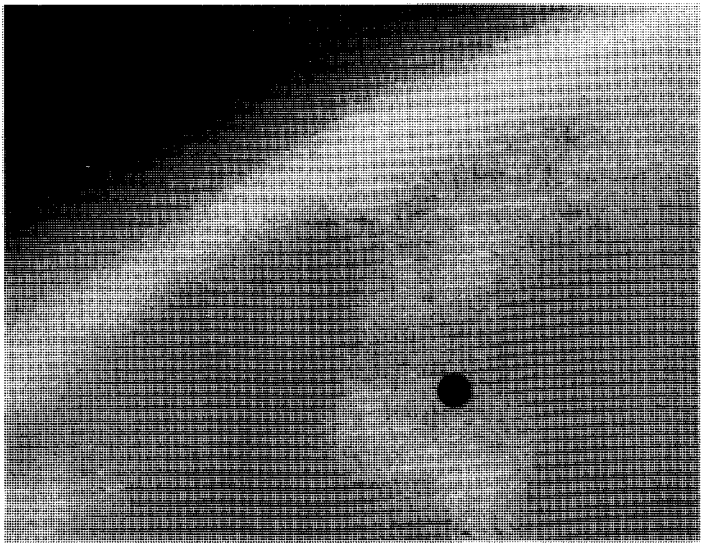
ويعد عبور عطارد في مواجهة قرص الشمس بالنسبة إلينا (الاقتران السفلي) أكثر شيوعاً وتكراراً من عبور كوكب الزهرة. ويحدث ذلك كل (٣) سنوات إلى (١٣) سنة، فلقد رصد عبور تاريخ (١٤) تشرين الثاني عام (١٩٠٧م) من مرصد بيركيز بجامعة شيكاغو الأمريكية وتم تصويره - شكل (٥٤) .. ومن حوادث العبور السابقة، نذكر: عبور (١٥) تشرين الثاني عام (١٩٩٩م)، وعبور (٧) أيار عام (٢٠٠٣م)، وعبور (٨) تشرين الثاني عام (٢٠٠٦م). ومن العبورات المنتظر حدوثها حتى عام (٢١٠٠م)، نذكر: عبور (٩) أيار عام (٢٠١٦م)، وعبور (١١) تشرين الثاني عام (٢٠١٩)، وعبور (١٣) تشرين الثاني عام (٢٠٣٢م)، وعبور (٧) تشرين الثاني عام (٢٠٣٩م)، وعبور (٧) أيار عام (٢٠٤٩م)، وعبور (٩) تشرين الثاني عام (٢٠٥٢م)، وعبور (١٠) أيار عام (٢٠٦٢م)، وعبور (١١) تشرين الثاني عام (٢٠٦٥م)، وعبور (١٤) تشرين الثاني عام (٢٠٧٨م)، وعبور (٧) تشرين الثاني عام (٢٠٨٥م)، وعبور (٨) أيار عام (٢٠٩٥م)، وعبور (١٠) تشرين الثاني عام (٢٠٩٨م). وكافة عبورات عطارد تحدث خلال عدة أيام من الفترة المحصورة بين (٧) أيار وحتى (١٥) تشرين الثاني. وإن عبورات تشرين الثاني تتم على فترات (٧، ١٣، ٣٣) سنة، بينما عبورات أيار تتم في فترات (١٣، ٣٣) سنة، ويقدر عدد مرات عبور عطارد للشمس بحوالي (١٣- ١٤) عبوراً في القرن الواحد.



الشكل رقم (٥٤)

عبور عطارد أمام الشمس

أما عبور الزهرة، فهو أقل تكراراً من عبور عطارد ، لكون مداره أكبر، وسنته أطول. ويعبر كوكب الزهرة من أمام الشمس بالنسبة للراصد من على سطح الأرض مرتين كل قرن، ويعود ذلك بسبب الانحراف الزاوي الطفيف (٣° و ٣٩َ) لمدار الزهرة عن مدار الأرض، ولذا يظهر عبور الزهرة أعلى الشمس أو أسفل منها بدلاً من أن يكون في وسطها ـ شكل (٥٥) ..



الشكل رقم (٥٥)

عبور الزهرة أمام الشمس

ويحدث عبور كوكب الزهرة بشكل مزدوج كل قرن (١٠٠ سنة) بفارق (٨) سنوات بين العبورين. ففي القرن التاسع عشر كان العبوران في سنتي (١٨٧٤ و ١٨٨٢م). وفي القرن الحالي (الحادي والعشرين)، عبرت الزهرة أمام الشمس في (٨) حزيران عام (٢٠٠٤م) الساعة (٨) و (١٩) دقيقة بتوقيت غرينتش، وعبورها التالي في هذا القرن سيكون في (٦) حزيران عام (٢٠١٢) الساعة الواحدة وثمان وعشرون دقيقة بتوقيت غرينتش، وفي القرن القادم (الثاني والعشرون)، سيتم عبور الزهرة الأول في يوم (١١) كانون الأول عام (٢١١٧م)، وعبورها التالي في يوم (٨) كانون الأول عام (٢١٢٥م).

ويستمر عبور الزهرة أكثر من (٦) ساعات. ويبدأ العبور بملامسة قرص الزهرة ظاهرياً لقرص الشمس وتدعى هذه الملامسة الاتصال الأول، وفي الاتصال الثاني، يكون قرص الزهرة بكامله عبر حافة قرص الشمس،

ويعرف الاتصال الأول والثاني بمرحلة الدخول، أما الاتصال الثالث فيتم بملامسة قرص الزهرة من جديد حافة قرص الشمس من الجهة المعاكسة للدخول، بينما يحدث الاتصال الرابع عندما يخرج قرض الزهرة بكامله من مواجهة الشمس بالنسبة للأرض.

المراجع

- ألن هانيك "أسرار الكون". ترجمة: سيد رمضان هدارة، القاهرة، ١٩٦٢.
- توماس. ت. آرني "استكشاف ومقدمة في علم الفلك". ترجمة: أحمد محمود الحصري، سعيد محمد الأسعد، دار طلاس، دمشق، ١٩٩٨.
- جيرالدهوكنز "بدائع السماء". ترجمة: عبد الرحيم بدر، بيروت، ١٩٦٥.
- حسن الشريف "في رحاب الكون". سلسلة الكتب العلمية الميسرة، معهد الإنماء العربي، بيروت، ١٩٨٠.
- علي موسى، مخلص الريس "المنظومة الشمسية". دار دمشق، دمشق، ط٢، ٢٠٠٠.
- علي موسى "أسس الجغرافية الطبيعية"، دار الأنوار، دمشق، ط٢، ١٩٨٣.
- علي موسى، مخلص الريس "المذنبات". دار دمشق، دمشق، ١٩٨٥.
- علي موسى، مخلص الريس "المجرات: درب التبانة"، دمشق، ١٩٨٨.
- علي موسى "بروج السماء". دار دمشق، دمشق، ١٩٨٨
- علي موسى "التوقيت والتقويم". دار الفكر، دمشق، ١٩٩١.
- علي موسى "علم الفلك في التراث العربي". دار الفكر، دمشق، ٢٠٠١.

- علي موسى "الكسوف الشمسي - ٢٠٠١/٨/١١، ٢٠٠٦/٣/٢٩". دمشق، ٢٠٠١، ٢٠٠٦.

- علي موسى "الجغرافية الفلكية". جامعة دمشق، ٢٠٠٢.

- علي موسى "التنجيم في الميزان". دمشق، ٢٠٠٣.

- علي موسى "علم الفلك بين السائل والمجيب". دمشق، ٢٠٠٥.

- علي موسى "حقائق أم أكاذيب". دمشق، ٢٠٠٦.

- فايجرت. أ، تسيرمان. هـ "الموسوعة الفلكية". ترجمة: عبد القوي عياد، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠.

- لين نيكلسون "علم الفلك". ترجمة: علي مصطفى بن الأشهر، معهد الإنماء العربي، بيروت، ١٩٩٣.

- **Hodge, P.W "Concepts of Contemporary Astronomy". New York, 1979.**

- **Moore, P. "Astronomy". London, 1978.**

- **Ridpath, I "Stars and Planets". London, 1978.**

- **Sagan, G "Cosmos". New York, 1980.**

- **Schaaf. F ":Wonders of The Sky: Observing Rainbows, Comets, Eclipses, The Stars and Other Phenomena". New York, 1983.**

- **Tarbuck, E & Lutgens, F.K "Earth Science". Columbus. Ohio. 1979.**

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
١	القبة السماوية	١٥
٢	طبقات الغلاف الجوي	٢٠
٣	الضوء الأزرق يتبعثر أكثر من الضوء الأحمر	٢٤
٤	(أ) الغلاف الجوي يبعثر الضوء الأزرق في مختلف الاتجاهات فتبدو السماء زرقاء (ب) لون السماء في حال انعدام الغلاف الجوي	٢٥- ٢٦
٥	(أ) تبدو الشمس حمراء عندما تكون قريبة من الأفق وحولها السماء كذلك (ب) لكن زرقة السماء تشتد بابتعاد الشمس عن الأفق	٢٧
٦	تغير مظهر السماء بالانتقال عبر الكرة الأرضية	٣٣
٧	أقاليم الأرض الجغرافية السبعة كما تصورها القدماء	٣٤
٨	منظر كوكب زحل في السماء بحلقاته البديعة	٤٠
٩	ثلاث مجموعات شمسية (كوكبات، بروج) اليوم وبعد مئة ألف سنة	٥٣
١٠	تعيين الوقت ليلاً بواسطة النجوم	٥٧
١١	(أ) ساعة نجومية شمالية (ب) ساعة نجومية جنوبية	٥٩- ٦١
١٢	تحديد الجهات بواسطة النجوم	٦٢
١٣	ثنائية نجومية كسوفية	٦٧
١٤	الثنائي النجمي رأس التوأم المقدم	٦٨
١٥	ثلاثية نجومية (رأس التوأم المقدم)	٦٩
١٦	الشعرى اليماني ورفيقه	٧٠
١٧	البروج الشمسية	٧٥

١٨ (أ) الانكسار الجوي للأشعة الشمسية يجعل الشمس أو النجم يبدو أعلى في السماء مما هو عليه في الواقع (ب) وتبدو في الصورة حافة قرص الشمس السفلى أكثر فلطحة بسبب رفع الانكسار لحافته السفلى أكثر من حافته العليا..... ٨٣

١٩ موقع بعض المجرات وبعدها عنا..... ٨٩

٢٠ امتداد الشريط المجري (درب التبانة) في فصول السنة المختلفة..... ٩١

٢١ صورتان لمجرتان: جانبية (أ) ومن أعلى (ب) ٩٦

٢٢ قرص الشمس، ومظاهر النشاط الشمسي..... ١٠٥

٢٣ أوضاع الأرض في مدارها حول الشمس..... ١٠٩

٢٤ تغير وجهة شروق الشمس وغروبها على مدار السنة..... ١١١

٢٥ مدارات الكواكب..... ١١٤

٢٦ (أ) أوضاع الكواكب في حركاتها بالنسبة إلى بعضها البعض (ب) مطال (استطالة) كل من كوكبي عطارد والزهرة..... ١١٧

٢٧ اقتران القمر والزهرة والمشتري..... ١١٩

٢٨ أطوار الزهرة..... ١٢٠

٢٩ الأرض من الفضاء..... ١٢٤

٣٠ الحركات التراجعية الظاهرية للكواكب..... ١٣٣

٣١ العلاقة بين شكل مدار القمر الصناعي وسرعته (سرعة الافلات) عن نفاذ الوقود..... ١٣٦

٣٢ صورة لسطح القمر المكتمل..... ١٤٨

٣٣ مظاهر القمر المرئية خلال دورته حول الأرض..... ١٤٩

٣٤ (أ) مخطط لمراحل القمر (ب) صورة لمراحل القمر..... ١٦١

٣٥ (أ) أوضاع القمر والشمس عند المد والجزر (ب) آلية حدوث المد والجزر..... ١٦٤

٣٦ حركة المبادرة الأرضية..... ١٦٦

٣٧ الرخات الشهبية البرساوية..... ١٧٥

٣٨ آلية تشكل الرخات الشهبية..... ١٧٩

٣٩ فوهة أريزونا النيزكية..... ١٨١

٤٠ تشكل المذنبات..... ١٨٥

٤١ حركة الجسيمات الشمسية حول خطوط الحقل المغناطيسي الأرضي ١٩٠

٤٢ صورتان لشفق قطبي: (أ) ملتقطة من الأرض، (ب) ملتقطة من الفضاء. ١٩١

٤٣ آلية تشكل قوس قزح الرئيسي (أ) والثانوي (ب) ١٩٦

٤٤ صورة لقوسي قزح بألوانهما المختلفة..... ١٩٧

٤٥ هالة شمسية..... ٢٠٠

٤٦ نماذج مختلفة من صور السحب في السماء..... ٢٠٦ - ٢٠٨

٤٧ السحب الذيلية..... ٢١٣

٤٨ آلية حدوث الكسوف الشمسي بأنواعه..... ٢٢٣

٤٩ مراحل حدوث الكسوف الشمسي الكلي..... ٢٢٥

٥٠ ظهور الطبقة الملونة (في الوسط) والطبقة التاجية خلال الكسوف الكلي للشمس (على اليسار) ٢٢٧

٥١ مراحل حدوث الكسوف الحلقي للشمس (كسوف ٢٩ نيسان عام ١٩٧٦) ٢٣٠

٥٢ آلية حدوث الخسوف القمري..... ٢٣٢

٥٣ (أ) الخسوف الكلي للقمر (ب) اللون الوردي للقمر خلال خسوفه كلياً الناتج عن انعراج ضوء الشمس عند حواف الأرض..... ٢٣٤

٥٤ عبور عطارد أمام الشمس..... ٢٣٧

٥٥ عبور الزهرة أمام الشمس..... ٢٣٨

صدر المؤلف

أولاً ـ في مجال علم المناخ:

١- مناخ سورية؛ مطبعة الحجاز، دمشق، ١٩٧٨.

٢- المناخ الإقليمي؛ دار الأنوار، دمشق (ط١/١٩٧٨)، جامعة دمشق (ط٢/١٩٨٩).

٣- المناخ العملي؛ دار الأنوار، دمشق ١٩٧٩.

٤- علم المناخ العام؛ جامعة دمشق، ١٩٨١.

٥- جغرافية المناخ؛ جامعة دمشق، ١٩٨٢.

٦- الوجيز في المناخ التطبيقي؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٢.

٧- التغيرات المناخية؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٦.

٨- الرصد والتنبؤ الجوي؛ دار دمشق، دمشق، ١٩٨٦.

٩- الجو وتقلباته؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٧.

١٠- السحب؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٧.

١١- العواصف والأعاصير؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٩.

١٢- مناخات العالم؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٩.

١٣- الأحوال الجوية في الأمثال الشعبية، وزارة الثقافة، (ط١/١٩٩٠)، دار الفكر (ط٢/١٩٩٧).

١٤- المعجم الجغرافي المناخي؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨٦.

١٥- الأوزون الجوي؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٩٠.

١٦- المناخ والأرصاد الجوية؛ جامعة دمشق، ط٢، ١٩٩٠.

١٧- المناخ الأصغري؛ دار دمشق، ١٩٩١.

١٨- جنوح الطقس والمناخ؛ دار الأنوار، دمشق، ١٩٩١.

١٩- الاستسقاء؛ مطبعة الشام، ١٩٩٤.

٢٠- الاستمطار؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٩٤.

٢١- أساسيات علم المناخ؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٩٤.

٢٢- المناخ والزراعة؛ دار دمشق، دمشق، ١٩٩٣.

٢٣- المناخ والسياحة؛ دمشق، ١٩٩٨.

٢٤- البقع الشمسية ودروها في التغيرات المناخية؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٩٩.

٢٥- النينو؛ دار الفكر، ٢٠٠٠.

٢٦- المناخ في التراث العربي؛ دار الفكر، دمشق، ٢٠٠١.

٢٧- المناخ الحيوي؛ دار نينوى، دمشق، ٢٠٠٢.

٢٨- مناخ القارات؛ جامعة تشرين، ٢٠٠٤.

٢٩- جغرافية المناخ (١)؛ جامعة دمشق، ٢٠٠٤.

٣٠- موسوعة الطقس والمناخ؛ دار الأنوار، دمشق، ٢٠٠٥.

٣١- المناخ التطبيقي؛ جامعة دمشق، ٢٠٠٥.

ثانياً. في مجال علم الفلك:

٣٢- علم الفلك: أسسه ومفاهيمه؛ دار دمشق، ١٩٨٢.

٣٣- المنظومة الشمسية؛ دار دمشق، ١٩٨٣.

٣٤- تاريخ علم الفلك؛ دار دمشق، ١٩٨٤.

٣٥- المذنبات؛ دار دمشق، ١٩٨٦.

٣٦- مجرة درب التبانة؛ دار دمشق، ١٩٨٨.

٣٧- قصة نشوء الكون؛ دار دمشق، ١٩٩٠.

٣٨- بروج السماء؛ دار دمشق، ١٩٨٩.

٣٩- الجغرافية الفلكية؛ جامعة دمشق، ١٩٩٠.

٤٠- التوقيت والتقويم؛ دار الفكر، دمشق، (ط١/١٩٩٠)، (ط٢/١٩٩٨).

٤١- المعجم الفلكي الحديث؛ دار الصفدي، دمشق، ١٩٩٦.

٤٢- الكون والحياة؛ دار دمشق، ١٩٩٧.

٤٣- النجوم والتنجيم؛ مطبعة الشام، دمشق، ١٩٩٧.

٤٤- الكسوف الشمسي (١١ آب ١٩٩٩)؛ مطبعة الشام، ١٩٩٩.

٤٥- علم الفلك في التراث العربي؛ دار الفكر، دمشق، ٢٠٠١.

٤٦- أعلام الفلك في التاريخ العربي؛ وزارة الثقافة، دمشق، ٢٠٠٣.

٤٧- الجغرافية الكونية؛ جامعة دمشق، ٢٠٠٣.

٤٨- كتاب التفهيم لأوائل صناعة التنجيم للبيروني؛ تحقيق، دار نينوى، ٢٠٠٣.

٤٩- التنجيم في الميزان؛ دمشق، ٢٠٠٤.

٥٠- علم الفلك بين السائل والمجيب؛ دمشق، ٢٠٠٥.

٥١- الكونيات في رسائل إخوان الصفا (علم الهيئة)؛ دار نور، دمشق، ٢٠٠٥.

٥٢- الكونيات في رسائل إخوان الصفا (علم أحكام النجوم)؛ دار نور، دمشق، ٢٠٠٥.

٥٣- الكونيات في رسائل إخوان الصفا (السحر والعزائم والعين)؛ دار نور، دمشق، ٢٠٠٥.

٥٤- الكسوف الشمسي (٢٩ آذار ٢٠٠٦م)؛ دار نينوى، دمشق، ٢٠٠٦.

٥٥- بدائع السماء؛ دمشق، ٢٠٠٧.

٥٦- أساطير السماء؛ دمشق، ٢٠٠٧.

٥٧- الظواهر الفلكية في أحكام الشريعة الإسلامية؛ دمشق، ٢٠٠٧.

ثالثاً - في البيئة ومشكلاتها:

٥٨- البيئة والتلوث؛ جامعة دمشق، ١٩٨٧.

٥٩- التلوث الجوي؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٩٠.

٦٠- الزلازل والبراكين؛ دار الفكر، ١٩٩٠.

٦١- التصحر؛ دار الأنوار، ١٩٩٣.

٦٢- التلوث البيئي؛ دار الفكر، ٢٠٠٠.

رابعاً - في الجغرافية العامة والإقليمية والسياحية:

٦٣- أسس الجغرافية الطبيعية؛ دار الأنوار، ط٢، ١٩٨٢.

٦٤- الجغرافية الكمية؛ جامعة دمشق، ١٩٨٦.

٦٥- فلسفة الجغرافية؛ دار الأنوار، دمشق، ١٩٨٢.

٦٦- القارة القطبية الجنوبية؛ دار الآداب للعلوم والفنون، دمشق، ١٩٧٦.

٦٧- جغرافية العالم الإقليمية؛ دار الفكر، دمشق، ١٩٨١ (طبعات عدة أخرى).

٦٨- جغرافية القارات؛ دار الفكر، ١٩٨٢ (طبعات عدة أخرى).

٦٩- محافظة حماه؛ وزارة الثقافة، دمشق، ١٩٨٥.

٧٠- محافظة دير الزور؛ وزارة الثقافة، دمشق، ١٩٩٢.

٧١- في ربوع سورية (جغرافياً وسياحياً)؛ دار الأنوار، دمشق، ١٩٨٥.

٧٢- محطات سياحية في جمهورية مصر العربية؛ دار الأنوار، دمشق، ١٩٩٦.

٧٣- سورية أرض الحضارة والجمال؛ دار الصفدي، دمشق، ١٩٩٧.

٧٤- دمشق - ومصايفها ومتنزهاتها - ؛ دار البشائر، دمشق، ١٩٩٧.

٧٥- دليلك في سورية؛ دار الفكر، دمشق، ٢٠٠١.

٧٦- جغرافية الوطن العربي الطبيعية؛ جامعة دمشق، ٢٠٠١.

٧٧- السياحة في سورية؛ دار نينوى، دمشق، ٢٠٠٤.

٧٨- الأساليب الكمية في الجغرافية؛ جامعة دمشق، ٢٠٠٦.

٧٩- حقائق أم أكاذيب؛ دمشق، ٢٠٠٦.

خامساً. كتب متنوعة:

٨٠- حكم وأقوال في المرأة؛ دار نينوى، دمشق، ٢٠٠١.

٨١- أهداف: قصة شعرية؛ دار نينوى، دمشق، ٢٠٠١.

٨٢- شيوخ الجبل الإسماعيلية؛ دمشق، ٢٠٠٧.

سادساً. كتب قيد الطبع:

٨٣- الإسماعيليون الآغاخانيون (؟)

٨٤- تاج الخليقة (؟)

٨٥- أيكفر فينا من خلقناه (؟)

٨٦- الاحتباس الحراري (؟)

٨٧- الأحوال الجوية في الحياة اليومية (؟)

٨٨-

٨٩-

سابعاً. مقالات وبحوث:

- هناك عدة مقالات منشورة في مجلة جامعة دمشق وفي مجلة الجمعية الجغرافية السورية.
- وهناك عدد كبير من البحوث المنشورة وقيد النشر في الموسوعة العربية الكبرى.
- هناك بحث منشور في المعجم الجغرافي السوري بعنوان: المناخ في سورية.
- أيضاً من البحوث بحثاً قدم إلى جامعة دمشق عام ١٩٩٦، بعنوان: (تأثير المناخ على السياحة في سورية ومصر: دراسة مقارنة).