أساسيات علم الفلك

المستوى-١

د. أنور آل محمد

شوال-١٤٣٨هـ

جمعية الفلك بالقطيف

www.qasweb.org

© **حقوق الطباعة:** يمكن طباعة المذكرة والاستفادة منها في تعليم ونشر المعرفة الفلكية في البرامج غير الربحية من دون تغيير في محتوى جميع الصفحات. وعند وجود أي ملاحظة يرجى التواصل مع المؤلف على البريد الالكتروني: anwar.qas.ut@gmail.com

المحتويات

الدرس	صفحة
الأول: علم الفلك، تعريفه، أهميته، تطوره، أساسياته	٤
الثاني: منشأ حركة الأجرام الفلكية وتحديد مواقعها	١٢
الثالث: حركة القمر	١٧
الرابع: معايير رؤية الهلال	٢٢
الخامس: ظاهرة الخسوف والكسوف والمد والجزر	٣٠
السادس: المجموعة الشمسية وحركة الكواكب	٣٧
السابع: النجوم والبروج	٤٢
الثامن: التقويم والتوقيت وفصول السنة	٤٧
التاسع: أدوات الرصد الفلكية	٥٤

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿إن في خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولي الألباب﴾ آل عمران (١٩٠)

﴿قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق ثم الله ينشئ النشأة الآخرة إن الله على كل شيء قدير﴾ العنكبوت (٢٠)

﴿الذي خلق سبع سماوات طباقاً ما ترى في خلق الرحمن من تفاوت فارجع البصر هل ترى من فطور ۞ ثم ارجع البصر كرتين ينقلب إليك البصر خاسئاً وهو حسير﴾ الملك (٣، ٤)

الدرس الأول

علم الفلك، تعريفه، أهميته، تطوره، أساسياته

١-١- علم الفلك

العلم الذي يدرس نشأة الأجرام الفلكية وحركتها ومواقعها. وهو أحد أقدم العلوم البشرية ويختلف عن:

أ- التنجيم (Astrology): الذي يحاول وضع علاقة بين الأجرام الفلكية والأحداث الإنسانية. ولا يمكن اعتباره علم.

ب- علوم الكون (Cosmology): الذي يدرس الكون (نشأة الكون ويضع تصور لنشوء الكون وهيئته ومستقبله).

ج- الفيزياء الفلكية (Astrophysics): العلم الذي يدرس العلاقة بين القوى الطبيعية والأجرام الفلكية.

١-٢-أسباب عدم اهتمام الناس بعلم الفلك

أولاً: أسباب حقيقية

أ- تناوب الليل والنهار.

ب- بطء حركة الأجرام الفلكية بالنسبة لإدراك الإنسان.

جـ- قصر عمر الإنسان مقارنة بالتحولات والدورات الفلكية.

ثانياً: أسباب ظرفية

أ- ظهور وسائل توقيت أدق من الإعتماد على الأجرام.

ب- كثرة الأضواء الكهربية التي تحجب عن عامة الناس جمال القبة السماوية.

جـ- الاعتقاد بأن علم الفلك علم معقد يحتاج للكثير من الجهد لفهمه. أو الاعتقاد أنه ضرب من ضروب التنجيم.

١-٣- أهمية تعلم علم الفلك

أ- علم يري المخلوق عظمة الخالق ودقة صنعه وكذلك يريه سعة هذا الكون ومقدار الحيز الزماني والمكاني الذي يشغله الإنسان في هذا الكون. وهو أحد مصاديق التفكر في خلق السموات والأرض.

ب- تعلم عدد السنين والحساب التى تقوم عليها أمور الناس المدنية والشرعية.

جـ- الاستفادة العملية في تحديد الاتجاهات، مواعيد المد والجزر، فارق التوقيت وغيرها.

د- الفائدة الأخلاقية السلوكية لتعلم علم الفلك. ويرجع ذلك إلى الانتظام بين الجانب التكويني والجانب التشريعي والتربوي لهذا الكون والحياة بمختلف جوانبها.

ويمكن القول إن علم الفلك هو العلم الذي يختص بدراسة أكثر من ٩٩,٩٩٩٩٩٩% من هذا الكون. لأن حجم الأرض لا يمثل سوى واحد من ٢,٥×١٠ ^{١٩} جزء من هذا الكون بحسب التقديرات الإحصائية الفلكية الحالية. ولو فرضنا أن حجم الأرض هو حجم نواة ذرة الهيدروجين فإن حجم الكون المقدر هو أكبر من حجم الكرة الأرضية. لذلك تبرز أهمية دراسة علم الفلك بمقدار ما يختص بدراسته من هذا الكون.

وربما يتسائل البعض عن فائدة علم لا يستطيع الإنسان أن يؤثر في أجزائه. إذ إن الإنسان لا يستطيع أن يغير من شكل الأرض أو يؤثر في حركة الأجرام الفلكية أو دوران الفلك حتى لو علم ذلك. ويمكن الرد على ذلك القول أن تعلم العلوم هو غاية في ذاتها. لابل إن معرفة الإنسان بالفلك والظواهر الفلكية، يجعله أكثر اتزاناً واطمئناناً في حياته عند حدوث تلك الظواهر. وهو كمن يركب طائرة لادخل له في قيادتها ولكنه يعلم متى تقلع وتهبط وتنحرف وأنواع المشاكل التي تواجهها، فهو أكثر اتزاناً ممن يركب الطائرة دون أن يعي كل ذلك.

هذا عدا إدراك الإنسان لهيئة هذا الكون وكيفية تطوره مما يصنع تصوراً صحيحاً له. ولأن الكون تحكمه نظرية وسنة واحدة تنتظم فيها الأمور المادية والمعنوية لا بل تنتظم فيها حركة التاريخ وتغير الأحداث التاريخية، لذلك فإن إحدى الطرق غير المباشرة لفهم كل ذلك هو عبر دراسة علم الفلك.

١-٤-تطور علم الفلك

سجل علم الفلك المكتوب والمسجل تطوراً من الفترة قبل الميلاد وحتى القرن الواحد والعشرين.

١- مرحلة العصور القديمة (١٠٠٠٠ ق.م – ٥٠٠ ق.م): ويمكن الحديث عن إسهامات بعض الحضارات القديمة مثل شعوب مابين النهرين (دجلة والفرات) أو الصينيين أو قدماء المصريين أو الهنود. حيث تعرفوا على الكواكب والنجوم في فترة مبكرة. واستخدم السومريون والبابليون النظام الستيني لأن الرقم ٦٠ يعتبر من الأرقام التي تقبل القسمة على الكثير من الأعداد. ومنه اعتبروا درجات الدائرة ٣٦٠ درجة. والدرجة القوسية ٦٠ دقيقة قوسية، والدقيقة القوسية ٦٠ ثانية قوسية. وكذلك في الزمن حيث قسم اليوم إلى نهار و ليل وساعات كل واحد منهما ١٢ ساعة. ويرجع بعض المؤرخين تقسيم الأيام إلى سبعة للكلدانيين وذلك نسبة إلى الشمس والقمر وإلى الكواكب الخمسة المعروفة (عطارد، الزهرة، المريخ، المشتري، زحل). واستخدموا الساعات الشمسية والمائية لقياس الزمن. كذلك استطاعوا تفسير ظاهرتي الخسوف والكسوف.

كما استخدم البابليون الأعداد والهندسة في دراسة حركة الأجرام الفلكية، واستطاعوا تفسير دورة القمر على أساسها. كما تمكنوا من اكتشاف دورة الساروس في القمر. مما مكنهن من التنبؤ بشكل دقيق نسبياً بمواعيد الخسوف والكسوف. وقاموا بتقسيم دائرة البروج إلى إثني عشر قسم. وترجع لهم أسماء الأشهر الشمسية المستخدمة عند العرب (آذار، شباط، نيسان، آب، ...). وتمكن العالم الكلداني نابور من حساب طول السنة الشمسية فوجدها تساوي ٣٦٥ يوم ٦ساعات و١٥ دقيقة. أي بفارق ٢٣ دقيقة عن القيمة الحديثة. ونظراً لاهتمامهم بالكواكب وخصوصاً الزهرة، قاموا باستخدام بعض الآلات البدائية في مراقبة ومتابعتها وشكلت تلك الآلات النواة الأولى لصنع الاسطرلاب الذي طوره الإغريق فيما بعد.

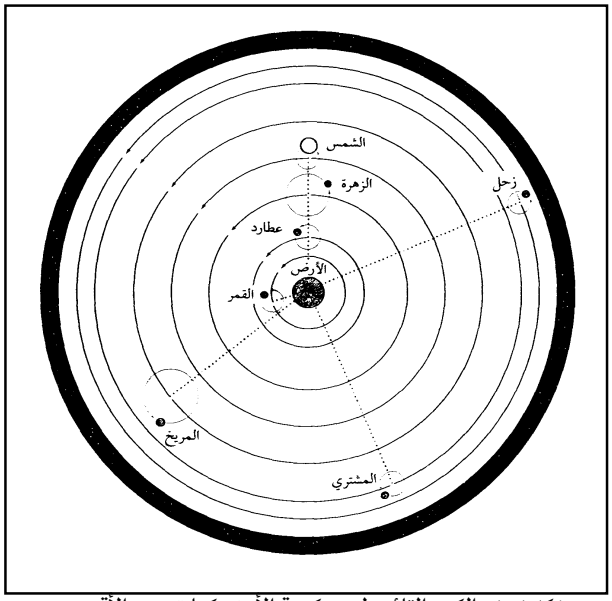
وقد ذكر المؤرخون أن للصينيين أرصاداً قاموا بها قبل الطوفان. كذلك ترجع لهم أول قائمة بدائية للنجوم. ويقال أن الصينيين هم أول من سجل كسوف الشمس الذي حدث بعد مائتين وعشرين سنة من الطوفان. ولا شك أن بروز العصر الزراعي زاد من نظر الصينيين في الفلك للتوقيت والتقويم.

ولقد لعب الدين دوراً رئيسياً في حياة الفراعنة المصريين، حيث تعتبر الشمس (رع) أكبر آلهتهم، ومدينة عين شمس مركز لعبادة أكبر الآلهة عندهم. لذلك يمكن اعتبار ذلك عاملاً مهماً لمراقبة حركات الشمس والقمر لا بل لوضع تصور أشمل لهذا الكون يقوم على ذلك التصور. وقامو بتقدير الزاوية بين مستوى حركة الشمس الظاهرية وخط الاستواء السماوي والتي تقدر بـ ٢٣,٥ درجة (زاوية ميل البروج). ولعل خير شاهدٍ على استخدام المصريين لهذا العلم هو الدقة التي شيدوا بها الأهرام الكبرى. حيث شيدت على دائرة عرض ٣٠° شمالاً. كما أن أضلاعها الأربعة تتجه للجهات الأصلية بشكل دقيق. وقد حددوا ذلك بمراقبة شروق الشمس وغروبها في يوم الاعتدال الربيعي.

٢- مرحلة حضارة اليونان (الإغريق): وقد استفادت هذه المرحلة من الإنجازات الفلكية للحضارات السابقة وخصوصا البابلية. حيث إضيفت العديد من الإكتشافات والتصورات الفلكية، وذلك لتطور الأسس المنطقية التي اشتهرت بها هذه الحضارة. وإن كان الغالب على هذه الاكتشافات هو البعد النظري أكثر من الفلك الرصدي. ولعل أبرز ملامح هذه المرحلة هي النظرة الكونية التي وضعها أرسطو (٣٥٠ ق م) ثم وصفها بطليموس (١٥٠ م) في كتابه الشهير (المجسطي). وتقوم على أن الكون يتألف من التراب والماء والهواء والنار والأثير ويقوم على مركزية الأرض والأجرام الفلكية تدور حولها، شكل ١-١. ولعل من أهم إضافات هذه المرحلة هي فرض وجود الأفلاك المحمولة (epicycles) التي تدور فيها الكواكب السيارة على نقطة في الفلك الحامل التي تدور فيه حول الأرض كما تصورها الأقدمون.

٣- مرحلة العصر الإسلامي (٩٠٠-١٣٠٠م): وعند الحديث عن البعد البشري (وليس الديني) يمكن القول أن هذه المرحلة هي أكثر المراحل نزاهة في نقل التراث الإنساني، حيث اقتصرت الكثير من اسهامات الحضارات السابقة (ومنها كتاب المجسطي) على ما نقله وشرحه علماء الفلك في العصر الإسلامي. ويمكن القول أن هذه المرحلة اتسمت بالنقد الدقيق للنظريات الفلكية السابقة وخصوصا النموذج البطلمي وبالأخص في الجزء المتعلق بحركة الكواكب السيارة. ولهذا جاءت عدة إشارات إلى نموذج قد يكون أنسب من النموذج البطلمي ويقوم على أن الكواكب قد تدور حول الشمس كما ورد عن ابن الهيثم والزرقالي ونصير الدين الطوسي. ولعل من أشهر الطرق العلمية الهندسية لذلك هي مزدوجة الطوسي التي تم من خلالها نقد نظام بطليموس وتصحيح بعض قيمه. ومن الانجازات النظرية في هذه المرحلة هي عملية الفصل بين علم الفلك والهندسة والتي ترجع بشكل أساسي إلى نصير الدين الطوسي.

ومن أهم الإنجازات الفلكية في هذه المرحلة هو وضع الأساس العلمي للمراصد الفلكية حيث تم إنشاء العديد من المراصد الفلكية في مختلف مناطق العالم الإسلامي. حيث يكون المرصد أشبه بالجامعة العلمية حيث يتم الرصد والتحقيق وإستخراج النتائج. وهي نفس الفكرة التي تقوم عليها أغلب المراصد الحديثة. ومن أهم المراصد في العصر الإسلامي والتي كان لها دور كبير في تعديل الكثير من القيم الفلكية المتداولة، هو مرصد مراغة في أذربيجان ومرصد سمرقند ومرصد الرقة ومرصد جبل المقطم في مصر ومرصد طليطلة في الأندلس. ويعتبر كتاب الكواكب الثابتة وكتاب صور الكواكب الثمانية والأربعين من أهم المراجع في تحديد اسماء النجوم والمجموعات النجمية. ولاتزال أسماء تلك النجوم المستخدمة حاليا متأثرة بذلك المؤلف.

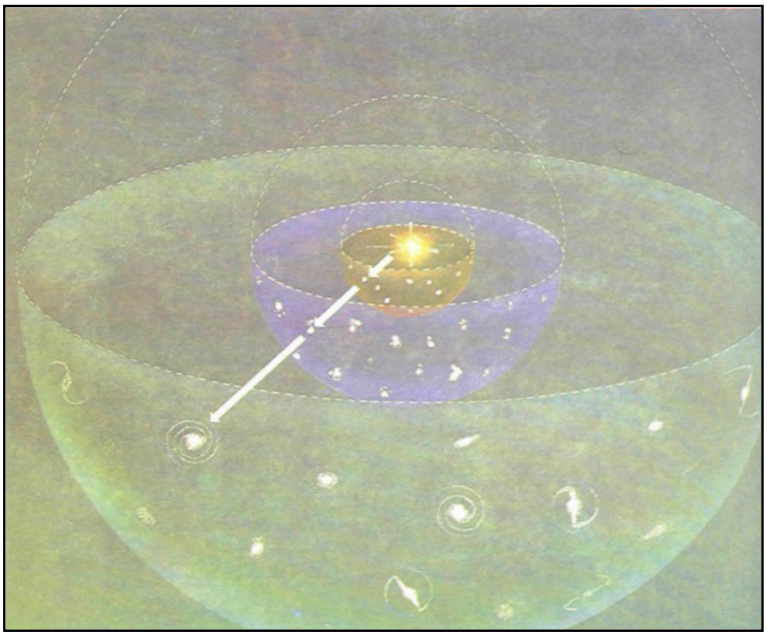


شكل١-١: الكون القائم على مركزية الأرض كما تصوره الأقدمون

٤- مرحلة العصر الحديث (١٥٠٠م-٢٠٠٠م): ويمكن القول أن النهضة العلمية الحديثة بدأت باكتشاف فلكي تمثل في تغيير نموذج النظام البطلمي الكوني والذي كان سائدا لأكثر من ألف عام. ومن أشهر علماء الفلك في هذه المرحة هم:

- كوبر نيوكس (١٥٥٤م): مركزية الشمس والكواكب بمافيها الأرض تتحرك في مسارات دائرية. وقد استخدم نيوكس مزدوجة الطوسي لاثبات نظريته. كما أنه اقتبس في أبحاثه من نتائج العلماء المسلمين وذكر بعضهم بالاسم. وتعتبر تلك النظرية بداية النهضة العلمية الحديثة.
- يوهانس كبلر (١٥٧٩م): حيث عكف هذا العالم على دراسة أرصاد تايكو براهي فتوصد منها إلى نتيجة رصدية بحتة مشابهة لما افترضه العالم الزرقالي وهي أن الكواكب تدور في مسارات بيضاوية ولكن جحول الشمس ووضع قوانينه الثلاثة الشهيرة.

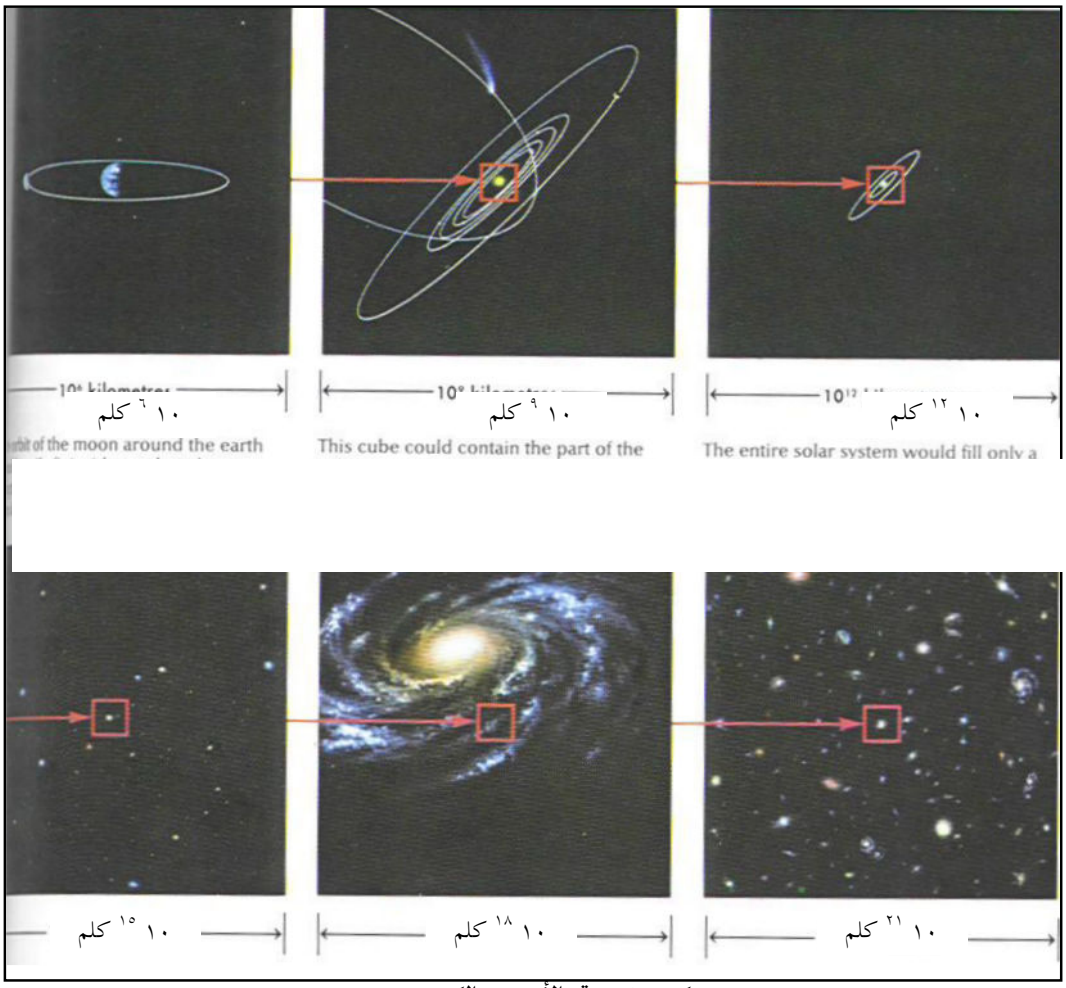
- غاليلوا غاليه (١٥٦٤م): وهو رياضي وفيزيائي وفلكي ويعتبر أول من استخدم المنظار الفلكي البصري لرصد الأجرام الفلكية وخصوصا الكواكب. وقد أثبت حساً أن كوكب الزهرة يدور حول الشمس وأول من رصد أقمار كوكب المشتري ووجد أنها تدور حوله. ومن تلك النتائج توصل إلى نظرية أن الأرض تدور حول الشمس. حيث خالف الفكرة السائدة لدى الكنسية ذات السطوة في ايطاليا التي كان يعيش فيها. لذلك حكم عليه بالسجن وحبس إلى أن مات.
- اسحاق نيوتن (١٦٤٢م): يعتبر نيوتن أحد عمالقة الفكر البشري حيث يرجع له وضع أساس الفيزياء التقليدية والرياضيات الحسابية الحديثة. وبمعزل عما قيل حول مصدر نتائجه، فإن نظريات نيوتن وفرت الأساس النظري لنموذج نيوكس وقوانين كبلر. كما أن نظرياته حول الضوء شكلت نقلة في التعرف على الأجرام الفلكية من خلال الضوء الصادر عنها.
- فترة القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين: وقد شهدت الكثير من الإكتاشافات والإضافات الفلكية اعتماداً على تطوير المناظير التي استخدمها غاليلو واعتماداً على نظرية نيوتن للجاذبية وماكسويل للضوء.
- البرت أنشتاين (١٨٧٩م): ويعتبر أنشتاين أحد عمالقة الفكر البشري حيث وضع نظريته النسبية الخاصة والعامة واستطاع أن يثبت أن قوانين نيوتن ما هي إلا حالة خاصة من هذه النظرية الأعم. كما أنه استنتج الإطار الرياضي الذي تحتاجه تلك النظرية اعتمادا على نظريات من سبقه من علماء الرياضيات. وقد غيرت تلك النظرية المفهوم السائد عن الكميات الفيزيائية وعن حقيقة الجاذبية. ويمكن القول إن من نتائج معادلة الجاذبية التي صاغها أن الكون قد يتمدد. وهي التي وفرت الأساس النظري لفهم نشأة الكون وهيئته الحالية.
- هابل (١٩٢٤-١٩٢٩): اكتشف بالرصد مستخدماً منظار جبل بالمر في كلفورنيا أن الكون مكون من ملايين المجرات والمجموعلة الشمسية تمثل جزء متناهي الصغر في مجرة درب التبانة (اللبانة) (Milky Way) وهو يتمدد.
- جورج لوميتر (١٩٢٧): طرح نظرية الإنفجار الكبير (Big Bang) قبل ١٥ مليار سنة تقريبا وأثبت ذلك العالم جورج غاموف (١٩٤٠). وتم تأكيد تلك النظرية بانزياح طيف ضوء النجوم والمجرات نحو اللون الأحمر (Red Shift) بسبب حركة المجرات المتباعدة. وتم تأكيد تلك النظرية أكثر عند اكتشاف الاشعاع الكوني الاحفوري (Cosmic Microwave Background- CMB) عام ١٩٦٥. والشكل ١-٢ يوضح كيفية حدوث الانفجار الكبير ونشوء الكون الطبيعي ومراحله المختلفة. فسبحان من رفع سمك السماء وسواها وهو القائل ((**أو لم ير الذين كفروا أن السموات والأرض كانتا رتقاً ففتقناهما**))- الأنبياء : ٣٠. ((**والسماء بنيناها بأييد وإنا لموسعون**)) – الذاريات:٤٧.



شكل ١-٢: نظرية الانفجار الكبير، وكيفية توسع الكون.

وتقوم النظرة الحديثة لتطور الكون على فكرة أن الكون المادي تولد من ذلك الانفجار الهائل قبل (١٣,٧مليار سنة). وقد حدث في الدقائق الأولى للانفجار أن انتفخ الكون بشكل كبير جدا ثم تكونت الجسيمات الضرورية لتشكل أجزاء الكون الحالية. ثم تشكلت النجوم والمجرات لاحقا. أما هيئته الحالية فهو يتمدد بشكل متسارع حسب نتائج رصد انفجار النجوم في المجرات البعيدة (١٩٩٨م). وحسب نتائج رصد خصائص الإشعاع الأحفوري. وحسب معادلة النسبية فإن الكون إما أن يكون مفتوحا فيتزايد تمدده أو مستوٍ فيتمدد بمعدل ثابت أو مغلق فربما يعود إلى الانكماش فيرجع إلى حالته الأولى في عملية تسمى الانكماش الكبير (Big Crunch). كما أن الكون يتألف من ثلاث أجزاء بحسب تلك النظرية وهي الطاقة المظلمة (٧٣%) والمادة المظلمة (٢٣%) والمادة المحسوسة (٤%).

ويجدر الإشارة إلى أن أول من وقف أمام فكرة بداية الكون ونهايته هم العلماء الماديون، الذين يعتقدون بأزلية المادة وقدم الكون. ولعل أدق وصف لنهاية الكون وبدايته هو قول الخالق العليم : ((**يوم نطوي السماء كطي السجل للكتب، كما بدأنا أول خلق نعيده، وعداً علينا إنا كنا فاعلين**)) الأنبياء-١٠٤. فسبحان القائل:((**ولقد علمتم النشأة الأولى فلولا تذكرون**)) الواقعة-٦٢.



شكل ١-٣: موقع الأرض من الكون

ومن المفيد أن يدرك الإنسان الحيز المكاني والزماني الذي يشغله. بحيث يمكن القول أن الكون مكون من مئات الملايين من المجرات ومجرتنا درب التبانة مكونة من مئة مليار نجم مختلفة الأحجام، والشمس هي واحدة من تلك النجوم. لاحظ موقع الأرض من الكون من خلال شكل ١-٣.

ولمعرفة المحدودية الزمانية للإنسان، كما حددنا المحدودية المكانية له في هذا الكون يمكن طرح المثال التالي. إذ لو اعتبرنا أن الانفجار الكبير حدث قبل يوم، فإن المجموعة الشمسية والأرض تكونت في الساعة ١٧، وأما الأسماك والزواحف في الساعة ٢٣:٤١. والديناصورات في الساعة ٢٣:٤٥. وأما الإنسان كجنس فقد وجد قبل ثانيتين فقط من نهاية اليوم. إذا اعتبرنا أن نهاية اليوم هو الوقت الحاضر. ((**وما هذه الحياة الدنيا إلا لهو ولعب وإن الدار الآخرة لهي الحيوان لو كانوا يعلمون**)) العنكبوت- ٦٤.

١-٥- الأجرام الفلكية

الناظر إلى السماء في ليلة صافية قليلة الأضواء، قد يظن أنه يرى أجراماً سماوية لها خصائص متشابهة وتتحرك بطريقة متشابهة أيضاً. أو قد يظن البعض أنها تتحرك بشكل معقد وغير منتظم. ولكن الأمر غير ذلك فهي أجرام مختلفة في الخصائص والحركة كذلك هي تتحرك بشكل منتظم إلى حد كبير بالنسبة لنا بحيث يمكن تحديد مساراتها ومواقعها لمئات بل لآلآف السنين القادمة، وبدقة كبيرة. ويمكن القول أن المراقب يرى الأجرام الفلكية تتحرك مجتمعة تقريباً (ما عدا الشهب والنيازك) كل ليلة من الشرق إلى الغرب. وعند مراقبة بعضها كل ليلة يجد أن موقعها ثابتاً بالنسبة إلى الأجرام التي حولها والبعض الآخر يتحرك وبسرعات مختلفة. كذلك بعضها شديد الإضاءة والبعض الآخر قليل الإضاءة، بعضها شديد الوميض والبعض قليل الوميض. وقد تشاهد في بعض الأحيان بعض الأجرام السماوية له ذنب. كما تجد البعض يعيد دورته في فترة قصيرة والآخر في فترة أطول.

ويمكن تصنيف الأجرام الفلكية بطريقتين. الطريقة الأولى بمعرفة الخصائص الحقيقية للأجرام الفلكية والقوى التي تؤثر في حركتها. واعتماداً على تلك الطريقة يمكن تقسيم الأجرام الفلكية إلى نجوم و سدم وكواكب وشهب وثقوب سوداء وغيرها.

وأما الطريقة الثانية فتعتمد على دراسة حركة الأجرام الفلكية الظاهرية بمعزل عن خصائصها الحقيقية والقوى التي تحركها. ويمكن تقسيم الأجرام الفلكية بحسب حركتها الظاهرية التي نشاهدها من على سطح الأرض بالطريقة الثانية إلى:

أ- النجوم (stars): وهي الأجرام التي تكون شبه ساكنة بالنسبة للأجرام التي حولها وفي الحقيقة هي ليست ساكنة وإنما تبدو كذلك بسبب بعدها. حيث أن أقرب نجم لنا ألفا قنطيروس يبعد أربع سنوات ضوئية (٤×١٠^{١٣} كلم). وكانت النجوم تسمى سابقاً بالثوابت لذلك السبب. ويمكن اعتبار المجرات والسدم(nebulae) وبقايا انفجارات النجوم مثلها في الحركة.

ب- الكواكب والكويكبات والمذنبات(planets & comets) : وهي التي تختلف مواقعها بالنسبة للنجوم بسبب حركتها حول الشمس وقربها من الأرض. وتكون ملاحظة من ليلة لأخرى وأسرع بكثير من النجوم وتختلف سرعتها ومساراتها. وكانت تسمى السيارة، أوالآلهة عند بعض الأقوام السابقة.

جـ- الشمس (Sun) : وهي أقرب النجوم لنا ولكن وبسبب شدة ضوءها وبسبب الغلاف الجوي المحيط بالأرض والذي يؤدي إلى انتشار الشعاع فإن الأجرام الفلكية لايمكن رؤيتها بالعين المجردة عند وجود الشمس. وأما لو استطعنا أن نرى النجوم مع وجود الشمس فإن الشمس تكمل دورة واحدة كل سنة شمسية بالنسبة لخلفيتها من النجوم شبه الثابتة. وتلك النجوم أو المجموعات النجمية التي تعتبر خلفية للشمس بالنسبة لنا تشكل ما يسمى بالبروج (zodiac).

د- القمر: وهو التابع الوحيد للأرض ويكمل دورة ظاهرية كل شهر قمري أي أنه أسرع في تغيير موقعه بالنسبة للنجوم من الشمس واالكواكب. وينشأ عن ذلك تغير موقعه وأطواره كل ليلة كما أن موقعه يتغير من شهر لآخر ومن سنة لأخرى.

١-٦- ملاحظات مهمة لدراسة علم الفلك

أ- أحد العناصر الهامة لدراسة علم الفلك بالطريقة الثانية (اعتماداً على حركتها الظاهرية) هو **التخيل الهندسي**، فكلما كان الشخص أقدر على تخيل الأفلاك هندسياً كلما كان أسرع في فهم هذا العلم.

ب- علم الفلك علم متكامل كبقية العلوم ومن الصعب فهم بعض مواضيعه من دون الإلمام بالحد الأدنى للمفاهيم الفلكية.

ج- لايختلف علماء الفلك في تحديد مواقع الأجرام الفلكية كما يتصور البعض. بل يمكن تحديدها والتنبوء بالظواهر الفلكية المنتظمة لآلاف السنين القادمة. ولكن قد يحصل الاختلاف في بعض الظواهر التي تتدخل فيها عوامل أخرى غير فلكية.

د- مع ظهور الحاسب الآلي حدث تطور كبير فهم علم الفلك ومحاكاة السماء. ويمكن الاستفادة من هذه الميزة في دراسة علم الفلك. وسوف يتم استخدام برنامج (Distance Suns2) و برنامج (Red Shift 4) لهذا الغرض. حيث يعتبر الأول من أسهل البرامج الفلكية لمحاكاة السماء. والثاني يمكن أن يستخدم للمحاكاة بالإضافة للمعلومات الفلكية الكثيرة المتوفرة فيه والتي تجعل منه مرجعا فلكية حتى للمتخصصين في هذا العلم. وتوجد برامج أخرى لنفس الغرض يمكن للدارس الاستفادة منها.

خصائص البرنامجين (Distance Suns2-DS) و (Red Shift RS-4)

يمكن تثبيت البرنامجين من خلال القرص المدمج (CD#1) أو الأقراص المرنة. حيث يثبت البرنامج (RS4) من خلال إتباع الخطوات التي تظهر بشكل تلقائي عند إدخال القرص المدمج. كذلك فإن البرنامج DS يمكن تثبيته بالنقر المزدوج على الملف من القرص المدمج CD. كذلك توجد فيه الكثير من البرامج الفلكية المجانية وغيرها. يمكن تحميل بعضها من خلال الرابط:

http://www.astropix.com/html/i_astrop/software.html

ويمكن تصنيف برامج الحاسب الفلكية إلى ثلاثة أنواع:

١- **برامج محاكاة للقبة السماوية:** وهي التي توضح شكل الأجرام والمجموعات الفلكية حسب شكلها الظاهري من أي مكان على سطح الأرض وفي أي وقت.

٢- **برامج حساب بعض القيم الفلكية:** وهي التي تقوم بحساب بعض القيم المتعلقة بالظواهر الفلكية مثل أوقات شروق وغروب الأجرام الفلكية والخسوف والكسوف وأوقات الصلوات وغيرها، من دون محاكاتها ظاهرياً.

٣- **برامج المعلومات الفلكية:** وهي البرامج التي تحتوي على المعلومات الفلكية العامة عن مختلف الأجرام والظواهر الفلكية.

أ- **خصائص البرنامج DS:** يعتبر من أسهل برامج المحاكاة الفلكية بالإضافة ويقوم بحساب بعض القيم المتعلقة بالظواهر الفلكية.

ب- **خصائص البرنامج RS4:** يجمع هذا البرنامج الميزات الثلاث للبرامج الفلكية. حيث يمكنه المحاكاة الفلكية بشكل دقيق من أي مكان في الفضاء وليس فقط على سطح الأرض وبأي قوة تكبير. كذلك يمكنه حساب الكثير جداً من القيم الفلكية. ويحتوي على الكثير من المعلومات الفلكية. حيث يعتبر بحد ذاته موسوعة فلكية لكثرة ما يحتويه من معلومات وأفلام فلكية.

ج– بداية تشغيل برامج المحاكاة الفلكية: لتشغيل برامج المحاكاة الفلكية والتعامل معها لا بد من تحديد ثلاثة عناصر أساسية:

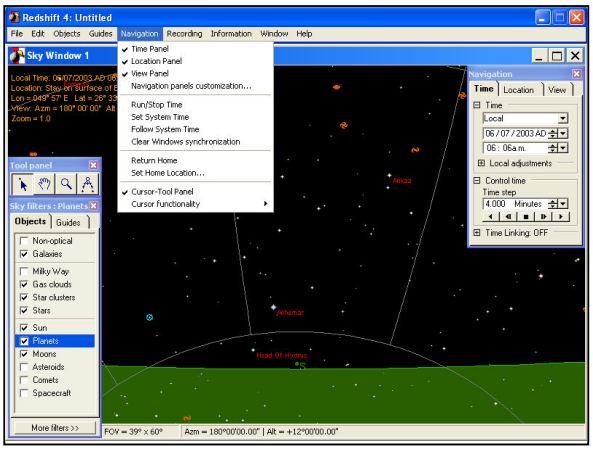
١- **وقت المشاهدة الفلكية وتاريخها:** ويمكن إدخاله مباشرة أو تغييره باستخدام أدوات التحكم بالوقت التي يوفرها البرنامج.

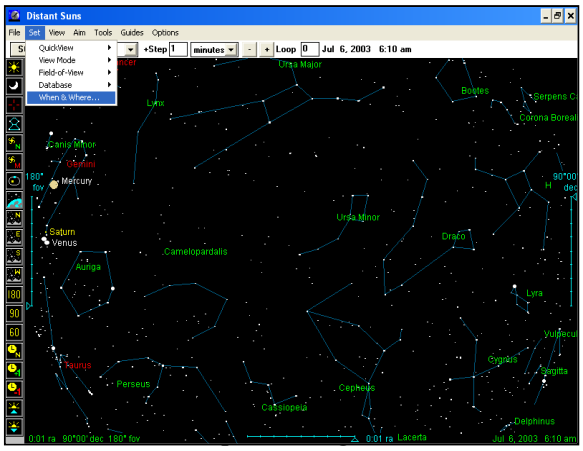
٢- **موقع المشاهدة الفلكية:** وهو عبارة عن الموقع الجغرافي (خط الطول ودائرة العرض) والارتفاع عن سطح البحر وفارق التوقيت عن غرينتش إذا كانت المشاهدة من على سطح الأرض. والمراقبة من خارج الكرة الأرضية يلزم تحديد موقع المراقبة.

[الإحداثي الجغرافي لجمعية الفلك بالقطيف (٢٦:٣٤ شمال، ٤٩:٥٧شرق)، وفارق التوقيت=+٣، والارتفاع = ٣٠م]

٣- **اتجاه المشاهدة الفلكية:** وقد يكون اتجاه جهة معينة أو جرم فلكي معين.

ويمكن تحديد العناصر أعلاه في برنامج RS4 بإدخال البيانات مباشرة في نطاق الوقت (Time) والموقع (Location) والوجهة (View)، وإذا لم يكن النطاق ظاهراً يمكن إظهاره باختياره من قائمة Navigation. وأما البرنامج DS فيمكن تحديد الوقت والموقع باختيار When & Where من قائمة Set وأما تحديد جهة المشاهدة فيمكن من خلال شريط الأدوات الجانبي. وإذا لم يكن شريط الأدوات ظاهراً يمكن اختيار Tool Bar من قائمة Tools ويفضل عرض شريط التحكم بالوقت باختيار Control Bar من Clock في قائمة Tools. الشكل أدناه يوضح شكل المحاكاة فيهما وأهم أدواتهما.





الدرس الثاني

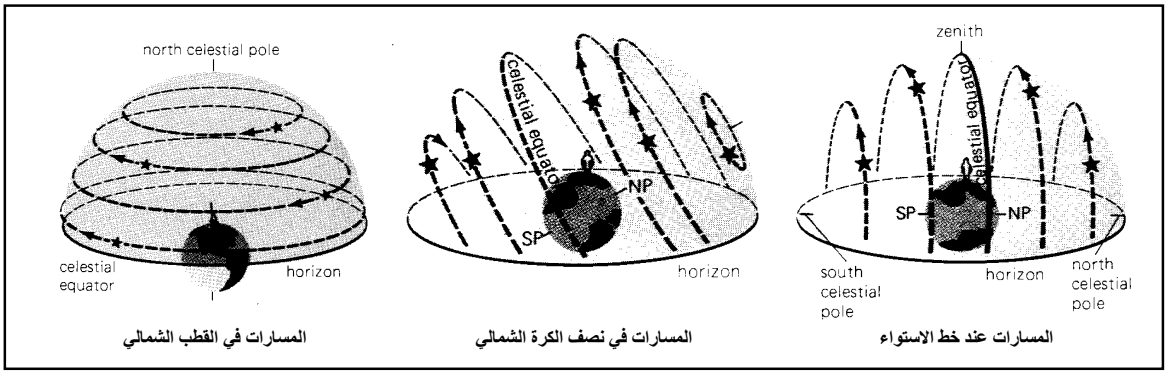
منشأ حركة الأجرام الفلكية وتحديد مواقعها

بعد دراسة أقسام الأجرام الفلكية من ناحية سرعتها الظاهرية، سندرس في هذا الدرس حركات الأرض المختلفة وأثرها في حركة الأجرام الفلكية. وباختصار يمكن القول:

إن حركة الأجرام الفلكية تنشأ نتيجة لحركتين، حركات الأرض المختلفة وحركة الجرم الفلكي ذاته

٢-١- حركات الأرض

١- حركتها حول محورها : من الغرب إلى الشرق أي عكس عقارب الساعة للمشاهد من القطب الشمالي (north pole)، وينشأ عن ذلك شروق جميع الأجرام الفلكية من الشرق إلى الغرب يومياً في مسارات موازية لاتجاه الدوران. بينما يبقى النجم الذي يقع مباشرة على القطب (القطبي-Polaris) ثابتاً والأجرام الفلكية تدور حوله. ويكون محور دوران الأرض حول نفسها عمودياً عند خط الاستواء (equator). وتختلف الحركة اليومية باختلاف دائرة العرض الجغرافي (latitude)،شكل ٢-١.



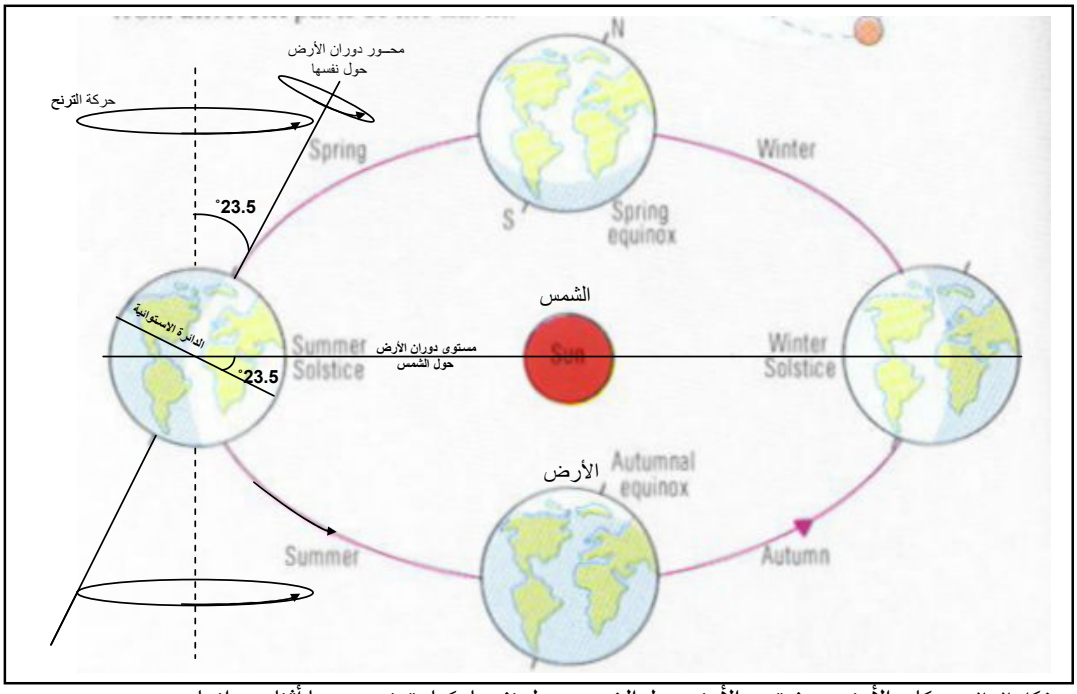
شكل ٢-١ : مسارات الأجرام الفلكية التي تتحرك فيها كل ليلة من الشرق إلى الغرب والتي تختلف باختلاف دائرة العرض

٢- حركتها حول الشمس : حيث تدور(عكس عقارب الساعة للمشاهد من شمال المجموعة الشمسية) كل سنة شمسية (٣٦٥,٢٥ يوم) بسرعة ٢٩,٨كلم في الثانية. وينشأ عن ذلك دوران المجموعات النجمية (constellations) والبروج (zodiac) الشمسية المختلفة التي تكون خلفية للشمس. مما يكون مساراً دائرياً للشمس يسمى فلك البروج (ecliptic). وتصنع الدائرة الاستوائية زاوية مقدارها ٢٣,٥ درجة تقريباً مع مستوى دوران الأرض حول الشمس. شكل ٢-,٢

٣- حركة الترنح: حيث إن محور دوران الأرض حول نفسها ترنح مثل الدوامة وذلك بمعدل مرة كل ٢٥٨٠٠ سنة تقريباً مما يغير من موضع القطب الشمالي السماوي بالنسبة للنجوم حوله. أي إن النجم الذي يقع على المحور الشمالي يتغير وتتغير مواقع المجموعات النجمية. وتأثير هذه الحركة على حركة الأجرام الفلكية مهمل لطول الفترة التي تستغرقها الأرض لإكمال الدورة ولكن له تأثير على التقويم على مدى السنوات الطويلة كما سندرس في موضوع التقويم.

٤- الحركة الاهتزازية: وهي الاهتزاز في حركتها حول الشمس بسبب جاذبية القمر الذي يدور حولها. إذا كان اتجاه القمر باتجاه الشمس أو معاكساً لها. ويمكن إرجاع ذلك إلى موقع مركز ثقل الأرض والقمر كجسمين. حيث يختلف عن مركز الأرض و تأثير هذه الحركة يمكن إهماله على مواقع الأجرام الفلكية.

٥- حركة المجموعة الشمسية حول مركز المجرة: حيث تدور المجموعة الشمسية حول مركز المجرة بسرعة كبيرة تصل إلى ٢٥٠كلم في الثانية، لتكمل دورة كل ٢٥٠ مليون سنة، شكل١-٣. وبما أن المجموعة الشمسية تتحرك مجتمعة فليس لهذه الحركة أثر على مواقع القمر والكواكب، وأما النجوم، فبسبب بعدها الكبير فإن أثر هذه الحركة مهملٌ أيضاً.



شكل ٢-٢: حركات الأرض حيث تدور الأرض حول الشمس وحول نفسها. كما يترنح محورها أثناء دورانها

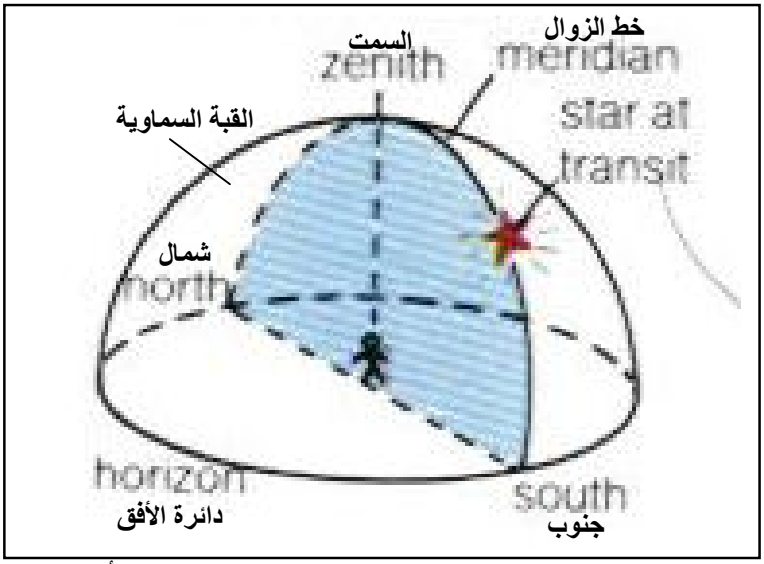
٢-٢- القبة السماوية (الكرة السماوية celestial sphere)

القبة السماوية أو الكرة السماوية وهي عبارة عن كرة تخيلية تقع الأرض في مركزها. ولتسهيل تحديد مواقع الأجرام الفلكية يمكن اعتبار الأجرام كلها تقع عليها. وأما الجزء الذي يقع فوق الأفق (horizon) يكون على شكل قبة تسمى القبة السماوية. وتتكون الكرة السماوية من نقاط وأفلاك (مسارات) اصطلاحية. سيتم دراستها بشكل تفصيلي في المستوى الثاني. ويمكن تقسيمها إلى نوعين: النوع الأول يعتمد على الموقع الجغرافي للشخص المراقب. والنوع الثاني لا يعتمد على الموقع الجغرافي ويمكن اعتبارها ثابتة بالنسبة للقبة السماوية مثل النجوم. **ومن أهم أمثلة النوع الأول:**

١- **نقطة سمت الرأس** (zenith): وهي النقطة التي تقع عمودياً على رأس المراقب. شكل ٢-٣.

٢- **خط (دائرة) الزوال** (meridian): وهي الدائرة التي تصل القطب الشمالي بالجنوبي من الكرة الأرضية. شكل ٢-,٣

٣- **خط الأفق (دائرة) الأفق** (horizon): وهو مستوى الأفق الذي يشاهده المراقب. شكل ٢-٣.



شكل٢-٣: القبة السماوية، وتشاهد فيها نقطة السمت، ودائرة الزوال والأفق.

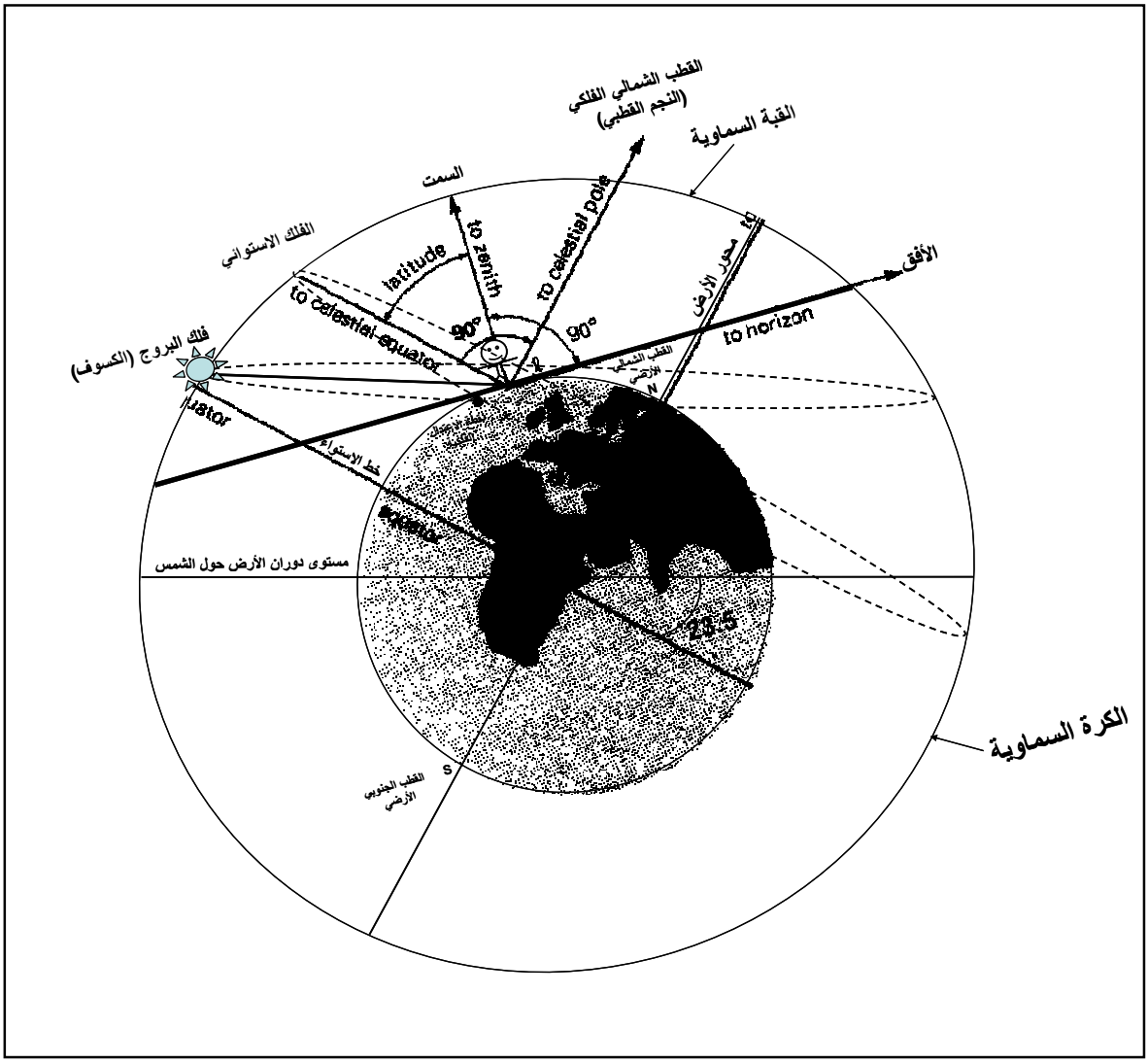
ومن أهم أمثلة النوع الثاني:

١- **القطب الشمالي للقبة** (celestial north pole CNP): وهي النقطة التي يمر فيها الخط الموازي لمحور دوران الأرض حول نفسها، وتكون باتجاه النجم القطبي تقريبا. وتدور جميع الأجرام الفلكية يوميا حول تلك النقطة، شكل ٢-٤.

٢- الفلك الاستوائي (equator): وهي الدائرة التي تعتبر موازية لمسقط دائرة (خط) الاستواء الجغرافية على الكرة السماوية. وتدور جميع الأجرام الفلكية يوميا بموازاة فلك الاستواء، شكل ٢-٤.

٣- فلك البروج أو الكسوف (ecliptic): وهي الدائرة الظاهرية التي تتحرك فيها الشمس ومن خلفها البروج عند دوران الأرض حول الشمس كل سنة. وتكون موازية لمسقط مستوى دوران الأرض حول الشمس على الكرة السماوية، شكل ٢-٤.

٤- **نقطتا الاعتدال** (equinox points): وهي النقطتان التي يلتقي فيها فلك البروج بالفلك الإستوائي، ويحدث الإعتدال الربيعي والخريفي عند مرور الشمس الظاهري في تلك النقطتين من السنة، شكل ٢-٤.



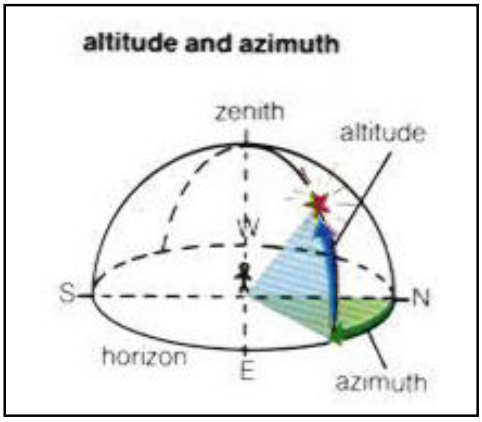
شكل٢-٤: الكرة السماوية، حيث يوضح عليها الأقطاب والأفلاك وأهم النقاط الاصطلاحية الفلكية.

٢-٣- تحديد مواقع الأجرام الفلكية

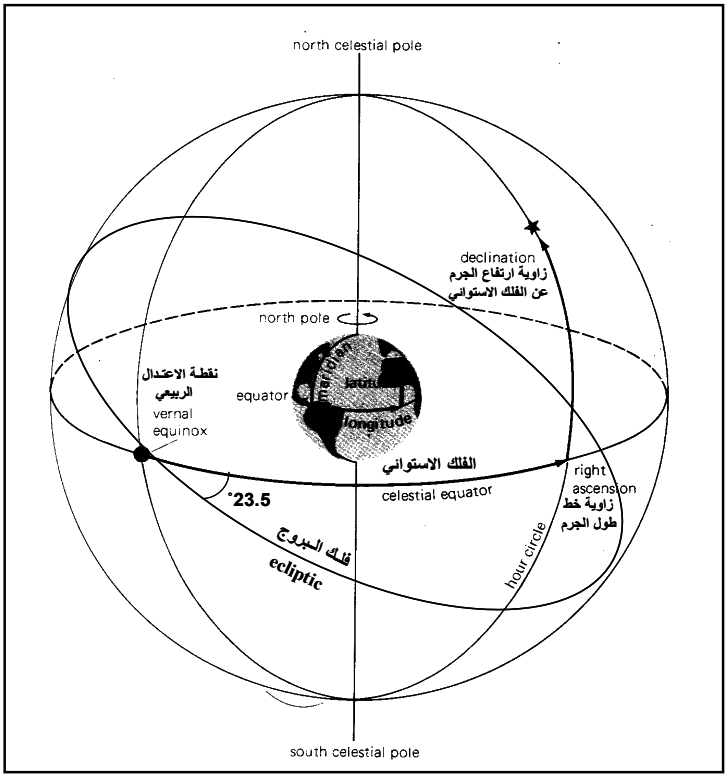
من المفيد تعريف الدائرة العظمى (great circle) وهي الدائرة الذي يمر امتدادها بمركز الكرة. ولتحديد موقع أي جرم فلكي على سطح الكرة السماوية لابد من تعريفه بقيمتين على الأقل. وهناك طريقتان أساسيتان لاختيار هاتين القيمتين:

١- **طريقة الارتفاع الأفقي (السمتي) (Alt-Az):** وتحدد كل نقطة على سطح الكرة بزاوية ارتفاع الجرم عن الأفق (Altitude) وكذلك بالزاوية بين النقطة المحاذية للجرم على الأفق وجهة الشمال (Azimuth)، شكل ٢-٥. وهذه الطريقة سريعة ومباشرة لتحديد موقع الجرم وأسهل للفهم. ولكنها ليست الطريقة الأفضل لتتبع الجرم لأن القيمتين تتغيران بتغير موقعه. وفيها يمكن تقسيم القبة السماوية إلى أربعة أجزاء كأجزاء الإحداثيات ومركزها نقطة السمت.

٢- **الطريقة الاستوائية(Ra-De)**: وتقوم على فكرة تقسيم الكرة السماوية إلى خطوط طول ودوائر عرض سماوية ثابتة على سطح الكرة السماوية مثل تقسيم الكرة الأرضية. ولكن خط الطول السماوي يحدد بالساعات بدل الدرجات لأن الأرض تدور بمعدل ١٥° لكل ساعة. ومن المعلوم أنّ الخطين الأساسين في تحديد المواقع الجغرافية هما خط الاستواء وخط جرينتش. كذلك فإن الخطين الأساسين في تحديد مواقع الأجرام الفلكية هما الفلك الاستوائي السماوي وخط الطول السماوي الذي يمر في نقطة الاعتدال الربيعي. حيث يشابه الأول خط الاستواء في تحديد دائرة العرض السماوية، ويشابه الثاني خط جرينتش لتحديد خط الطول. لذلك فإن موقع الجرم يحدد بالزاوية بين الفلك الاستوائي وبين الجرم (**الميل الاستوائي**- Declination) وتكون موجبة شمالاً سالبة جنوباً. وبالزاوية بين خط الزوال الذي يمر في نقطة الاعتدال وبين خط الزوال الذي يمر فيه الجرم (**الطالع المستقيم**- Right Ascension) شكل ٢-٦. وهذه الطريقة هي الأفضل لتتبع الجرم ورصده. لذلك يتم استخدامها في أدوات الرصد والتصوير الفلكية المتقدمة.



شكل ٢-٥: طريقة الإرتفاع الأفقي لتحديد موقع الجرم.



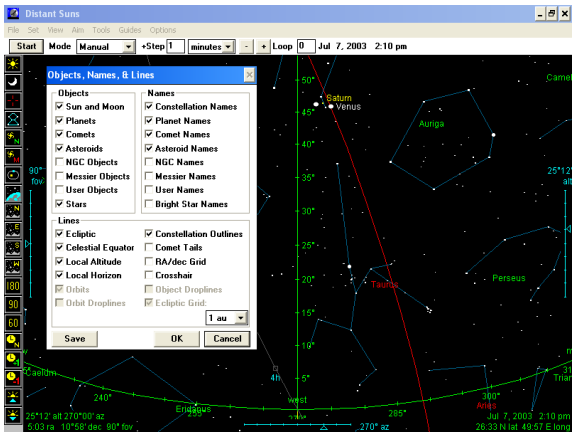
شكل ٢-٦: الطريقة الاستوائية(القطبية) لتحديد موقع الجرم.

تخصيص البرنامجين (Distance Suns2-DS) و (Red Shift 4-RS)

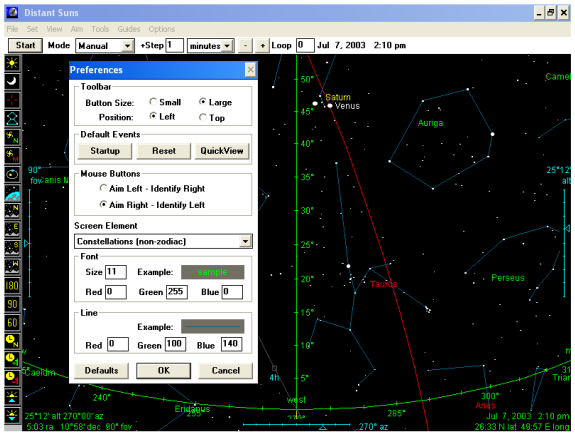
يمكن تخصيص برامج المحاكاة الفلكية بالتحكم في أسماء وأشكال ونسبة إضاءة الأجرام الفلكية وفي الخطوط والنقاط الاصطلاحية المعروضة.

١– تخصيص برنامج DS:

ويمكن تخصيص الأسماء والأشكال والخطوط الفلكية باختيار Object, Name, & Lines.. من قائمة View كما في الشكل٢–٧. كذلك يمكن تخصيص ألوان الأسماء والخطوط باختيار Preferences من قائمة Options كما في الشكل٢–٨. كذلك يمكن التحكم بمقدار إضاءة الأجرام المعروضة باختيار Star Magnitudes من قائمة View وكذلك يمكن التحكم بشكل الأجرام باختيار Magnitudes Calibration من قائمة Options.



شكل ٢–٧: تخصيص الأسماء والأشكال والخطوط الفلكية

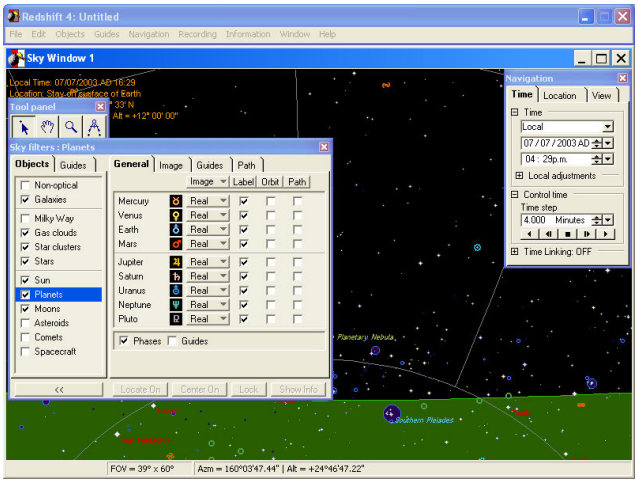


شكل ٢–٨: تخصيص ألوان الأسماء والأشكال والخطوط الفلكية

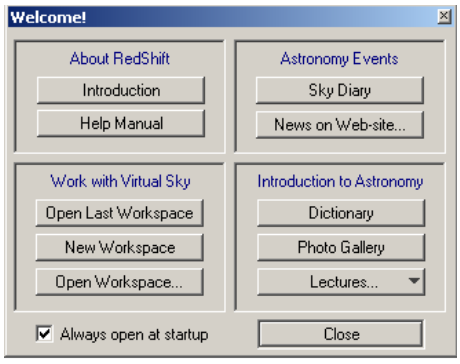
س١:حاول عرض الفلك الاستوائي، فلك البروج، خطوط الطول ودوائر العرض السماوية (Ra-Dec)

٢– تخصيص برنامج RS:

عند بداية تشغيل البرنامج يظهر مربع ترحيب يحتوي على أربع خانات: واحدة حول RS4 والثانية حول الأحداث الفلكية والثالثة محاكاة للكرة السماوية والرابعة مقدمة لعلم الفلك. ولكي يتم تخصيص البرنامج نختار New Workspace ومن خلال Sky Filters يمكن تخصيص الأشياء السابقة والكثير من الخيارات التي يحتويها هذا البرنامج والتي تفوق بكثير عن ما في البرنامج DS. وكمثال على تخصيص الكواكب انظر الشكل٢–٨. أدناه.



رسالة الترحيب



الدرس الثالث

حركة القمر

مر علينا في ما سبق وبشكل مختصر حركة الأجرام الفلكية وأقسامها حسب حركتها الظاهرية. ونبدأ بدراسة حركة أقرب الأجرام الفلكية لنا وأسرعها وهو القمر. ويعتبر أسرع الأجرام الفلكية لأنه يكمل دورة في السماء كل شهر تقريباً. أي أن موقعه يتغير بشكل أكبر من بقية الأجرام من ليلة إلى أخرى بالنسبة إلى النجوم التي حوله. ويمكن ملاحظة ذلك في الليلة الواحدة عند مراقبته في بداية الليل ونهايته فهو يتحرك بمقدار نصف درجة تقريباً (بمقدار حجمه الظاهري) كل ساعة والقمر هو التابع الوحيد لكوكب الأرض ويبعد مركز القمر عن مركز الأرض مسافة متوسط قيمتها ٣٨٤,٤٠٠كلم. وهو ذو أهمية مادية ومعنوية للأرض والبشر، لا بل يعتبر الدرع الواقي للأرض من النيازك والمذنبات. ويدل على ذلك سطح الوجه الآخر للقمر الذي لا يمكن مشاهدته من سطح الأرض. وفي هذا الدرس سيتم دراسة حركة القمر وما ينتج عنها من تغير لأطوار القمر والمنازل التي يمر فيها وعلاقة ذلك بالأوقات المختلفة.

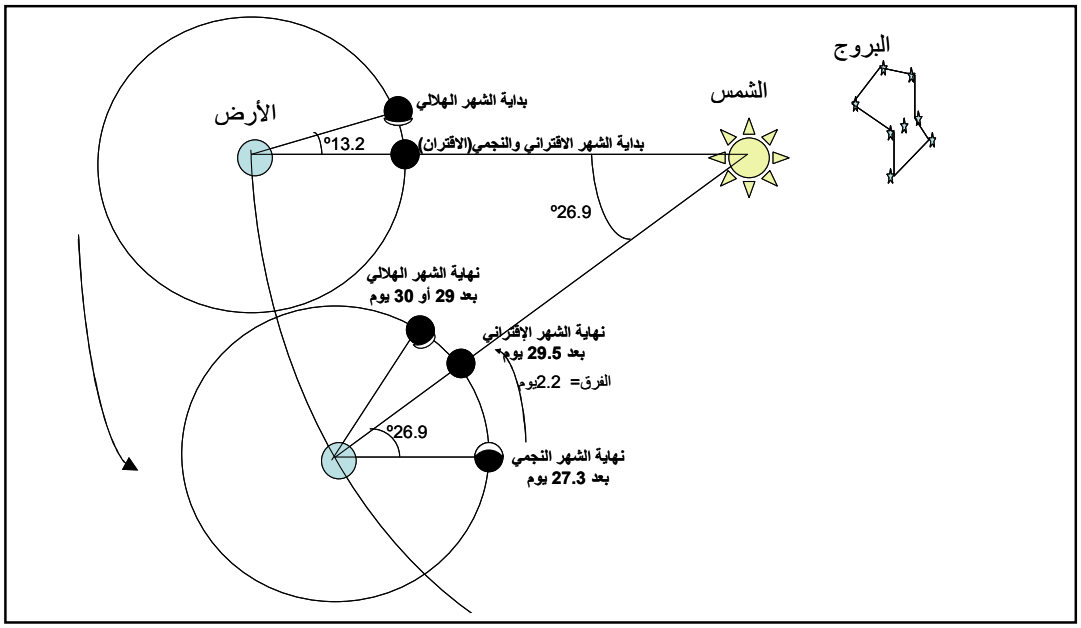
٣-١- دوران القمر حول الأرض:

عند اكمال القمر لدورته حول الأرض ينشأ ما يسمى اصطلاحاً بالشهر القمري، وله ثلاثة أنواع:

أ-الشهر الكوني (النجمي): هي الفترة التي يدور فيها القمر حول الأرض مرة واحدة بالنسبة لمن يراقبهما من خارجهما أو بالنسبة للنجوم التي تكون شبه ثابتة. أي عندما يكمل ٣٦٠ درجة أثناء دورانه، ومقدار الشهر النجمي ٢٧,٣ يوم.

ب- الشهر القمري (الاقتراني): هي الفترة التي يستغرقها القمر حتى يكمل (يعيد) أطواره (من الاقتران إلى الاقتران). ومقدار منوسط الشهر القمري الاقتراني يساوي ٢٩,٥٣ يوم، وينشأ الفرق بين الشهر النجمي والاقتراني والذي يساوي ٢,٢ يوم لأن الأرض والقمر أيضاً يدوران حول الشمس كما في الشكل ٣-١. والسنة القمرية هي الفترة التي يستغرقها القمر ليتم ١٢ شهراً اقترانياً وتساوي ٣٥٤,٣ يوم.ومتوسط الزاوية بين الشمس والقمر التي يقطعها القمر كل ليلة تساوي ١٣,٢ تقريباً.

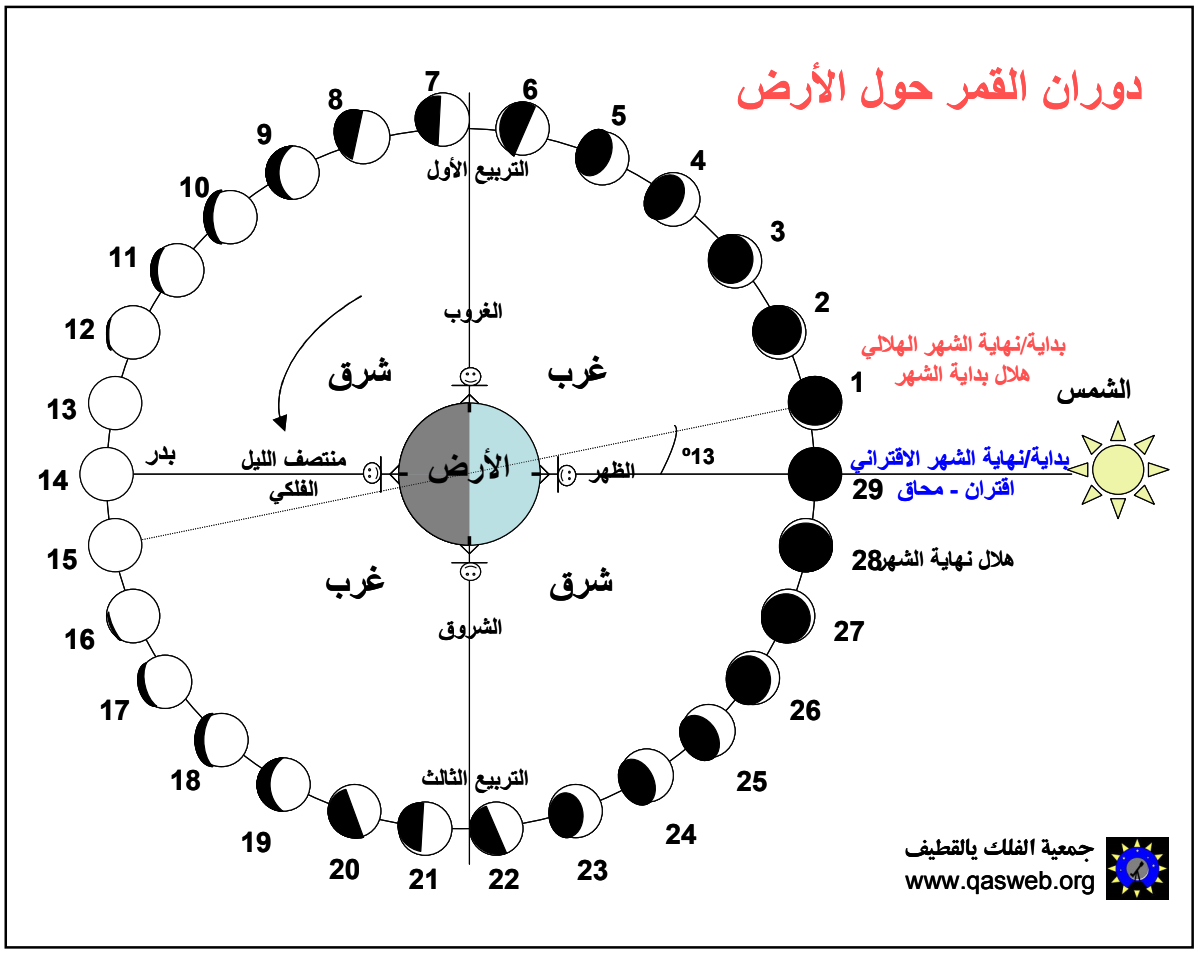
ج- الشهر القمري الهلالي: هي الفترة بين رؤية الهلال مرتين متتابعتين. وبما إن الهلال يرى في العادة بعد غروب الشمس لذلك يبدأ الشهر الهلالي من غروب الشمس. ويكون عدد أيامه إما ٢٩ أو ٣٠ يوم.



شكل٣-١: أنواع الأشهر القمرية

٣-٢- الحركة الظاهرية للقمر وأطواره

يختلف شكل القمر الظاهري في كل يوم عن الآخر كما يختلف موقعه ووقت شروقه وغروبه من شهر لآخر أيضاً. ويمكن تلخيص ذلك في الشكل ٣-٢، التالي:



شكل٣-٢: دورة القمر حول الأرض والشكل الظاهري لأطوار القمر

والشكل أعلاه (٣-٢) يلخص أطوار القمر وعلاقتها بالأوقات ويمكن من خلاله استخلاص الكثير من الأمور المتعلقة بالقمر من حيث الشكل والموقع ووقت الشروق والغروب وغيرها منها:

١. يبدو القمر هلالاً عند غروب الشمس من جهة الغرب في بداية الشهر القمري (هلال بداية الشهر).
٢. يرتفع القمر شرقاً كل ليلة بسبب دوران القمر حول الأرض، فيتأخر وقت غروبه بمقدار متوسط قدره ٥٠ دقيقة ليلياً.
٣. يزداد الجزء المضاء منه كلما ارتفع شرقاً بسبب تغير الزاوية بينه وبين الشمس حتى يشمل كامل القرص (بدر) في منتصف الشهر فيشرق من جهة الشرق في الجهة المقابلة للشمس في وقت غروبها تقريباً.
٤. يبدأ حجم الجزء المضاء من القمر بالنقصان بعد منتصف الشهر وكلما نقص أكثر تأخر وقت شروقه أكثر عن وقت غروب الشمس.
٥. يعود القمر هلالاً (**كالعرجون القديم**) يشرق قبل شروق الشمس من جهة الشرق (هلال آخر الشهر).
٦. يشرق القمر ويغرب كل يوم كبقية الأجرام الفلكية الأخرى نتيجة لدوران الأرض حول محورها.
٧. يختلف موقع القمر بالنسبة للشمس والأفق من شهر لآخر في جميع أطواره بسبب حركة الأرض حول الشمس.

٨. برج القمر هي المجموعة النجمية التي يمر فيها وفي العادة تكون هي نفسها بروج الشمس. لأن الزاوية بين مدار القمر ومدار الشمس (فلك البروج) تساوي ٥ درجات. ويمكث القمر في كل برج أكثر من يومين. لذلك تم تقسيم كل برج إلى منزلتين أو أكثر تسمى منازل القمر التي يمر فيها. وعددها الاصطلاحي ٢٨ بعدد الليالي التي يظهر فيها القمر.

٩. يمكن تحديد موقع القمر والوقت التقريبي لشروقه وغروبه في أي ليلة. فمثلاً في التربيع الأول (ليلة٧) يكون القمر تقريباً في أعلى نقطة له (خط الزوال) عند غروب الشمس. ويغرب البدر عند شروق الشمس. بينما يشرق التربيع الثاني عند منتصف الليل. وهكذا بقية الأطوار.

١٠. نقطة اقتران القمر بالشمس (المحاق-ولادة الهلال فلكياً)، هي النقطة التي يكونان فيها مع الأرض في مستوى واحد (في خط مستقيم لمن يراقبهما من الأعلى). وتلك الحالة تسمى المحاق التي يغيب فيها القمر. وهي بداية الشهر الاقتراني.

١١. عمر الهلال يبدأ من ولادته فلكياً (نقطة الاقتران).

١٢. مكث الهلال هو فترة بقائه فوق الأفق بعد غروب الشمس.

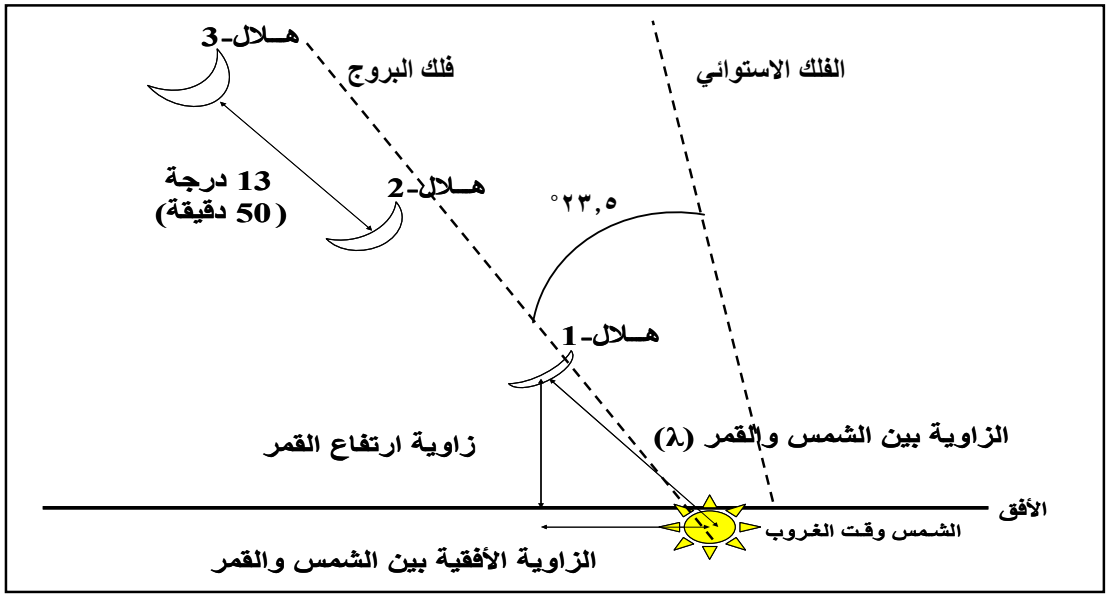
١٣. لكي يمكن رؤية الهلال لا بد أن يتجاوز نقطة الإقتران ليصنع زاوية مع الشمس تكفي لرؤيته أي أن عمره لا بد أن يصل إلى مقدار معين وكذلك مكثه لا بد أن يستغرق فترة معينة بعد غروب الشمس. وعمر الهلال اللازم ومكثه يختلفان باختلاف المعيار المستخدم كما سندرس في الدرس القادم. وعند بداية رؤية الهلال بعد غروب الشمس يبدأ الشهر الهلالي.

١٤. تبدأ رؤية الهلال من المكان الذي تتحق فيه شروط الرؤية على سطح الأرض وهذا المكان يختلف من شهر لآخر. والأماكن التي تقع غرب ذلك المكان مباشرة تكون رؤية الهلال فيها أوضح في نفس الظروف الجوية لأن الغروب يحل بها لاحقاً فيتحرك القمر فتزداد الزاوية بين الشمس والقمر مما يجعل الهلال يتكون بشكل أكبر فتصبح رؤيته أسهل.

١٥. عندما يرى هلال آخر الشهر من جهة الشرق عند شروق الشمس فإنه من شبه المستحيل أن يرى هلال أول الشهر الذي يليه في نفس اليوم من جهة الغرب لأنه لا بد أن يغيب يوماً على الأقل.

١٦. منتصف الشهر الاقتراني يختلف عن منتصف الشهر الهلالي.

ويمكن توضيح تغير موقع القمر وطوره كل ليلة كما نشاهده على سطح الأرض، وكذلك بعض الزوايا المهمة في الشكل ٣-٣.



شكل٣-٣: اختلاف مواقع القمر وأطواره كما تشاهد كل ليلة.

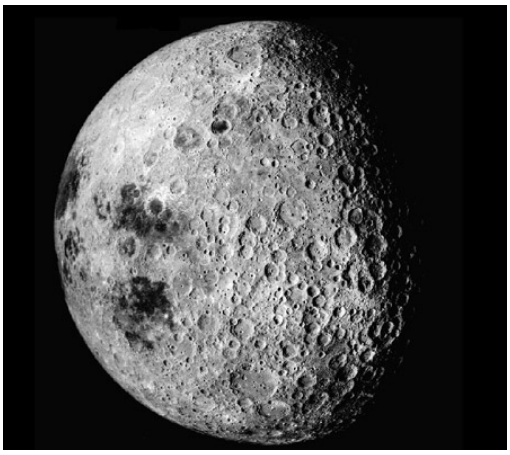
وكما يتضح من الشكلين السابقين فإن النسبة المضاءة من القمر تزداد بازدياد الزاوية (λ) ويمكن حسابها بالعلاقة التقريبية

$$\boxed{\text{الإضاءة} = ٠,٥ \times (\ \text{جتا}(١٨٠ - \lambda) + ١)} \qquad (٣-١)$$

ولكن العلاقة السابقة تقريبية تزداد نسبة الخطأ فيها عندما تقترب λ من الصفر.

ويكون في العادة موقع هلال بداية الشهر على يسار الشمس بالنسبة للرائي في نصف الكرة الشمالي والعكس في النصف الجنوبي. أيضاً فإن القمر يدور حول نفسه بنفس اتجاه دورانه حول الأرض (عكس عقارب الساعة لمن يراقبه من الشمال) مرة واحدة كل شهر، أي أنه يظل يقابل الأرض بوجه واحد. كما أن نسبة الضوء الذي يعكسه القمر من ضوء الشمس الساقط عليه تساوي ٧,٣% وهي نسبة قليلة إذا ما قورنت مع نسبة الضوء التي تعكسه الأرض والتي يساوي ٣٩%.

الوجه المقابل للأرض من القمر



الوجه المعاكس للأرض وتبدو آثار اصطدامات النيازك

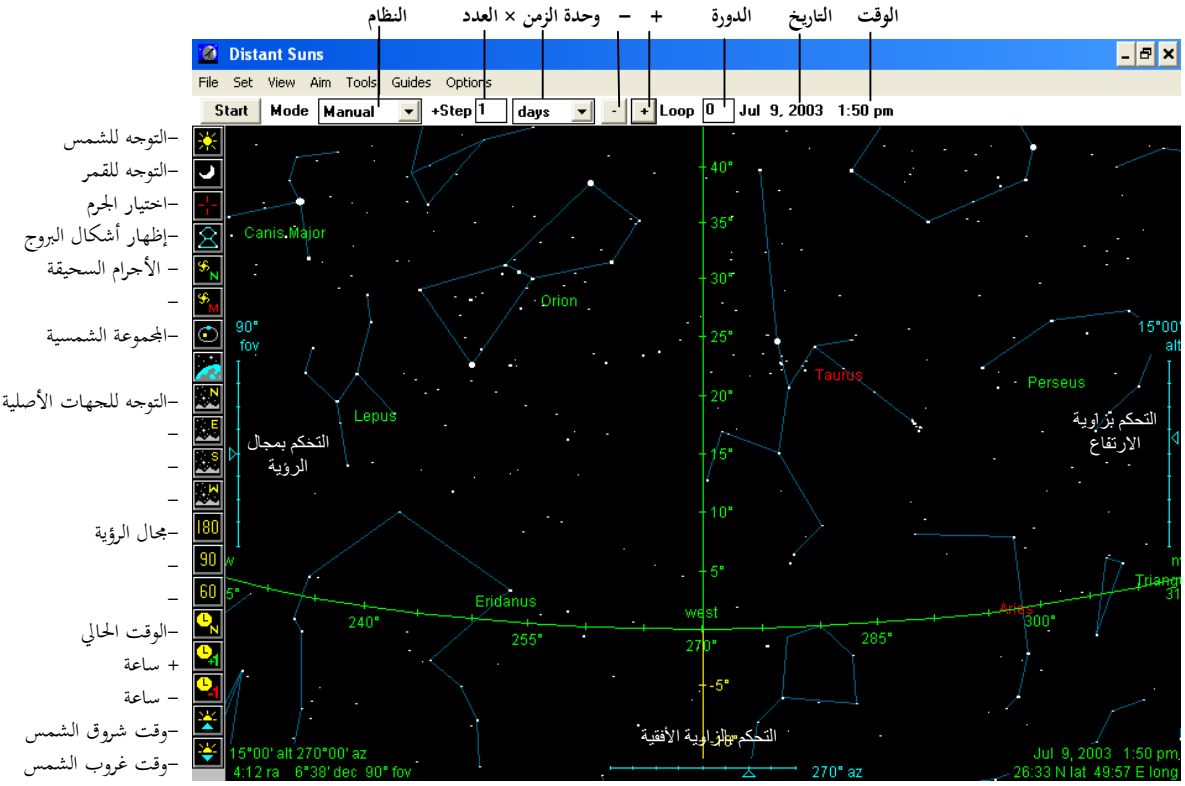
٣-٣- طرق تحديد بداية الشهر القمري

هناك عدة طرق لتحديد بداية الشهر القمري، وهو الذي يتم تحديده من دورة القمر حول الأرض. ومن هذه الطرق:

- التحديد الفلكي (ولادة الهلال فلكيا): وهي مختصة بالشهر الاقتراني. حيث يبدأ الشهر عندما يتجاوز القمر نقطة اقترانه مع الشمس. فإذا حدثت نقطة الاقتران قبل غروب الشمس أو قبل منتصف الليل في بلد فإن اليوم التالي يعتبر حسب هذه الطريقة اليوم الأول من الشهر. ويمكن تحديد تلك النقطة بدقة. وهذه الطريقة هي طريقة المستخدمة في بعض التقاويم اليهودية.
- التحديد بحساب الرؤية: حيث يدخل الشهر في البلاد التي يتوقع فيها رؤية الهلال حسابياً بعد غروب الشمس.
- التحديد بالرؤية والحساب: وهذه الطريقة تجمع بين الحساب والرؤية وفيها يمكن الإعتماد على الحساب الموثوق إلا في حالة استهلال الناس في الجو الصافي وعدم رؤيتهم للهلال.
- التحديد بالرؤية: حيث يشترط رؤية الهلال بالعين المجردة الطبيعية وهو الرأي المشهور عند سائر فقهاء المسلمين وإن اختلفوا هل أن الرؤية طريق لمعرفة دخول الشهر أم هي موضوع لدخول الشهر على التفصيل. وسنكرس الدرس القادم لدراسة أهم معايير الرؤية البصرية المختلفة.

متابعة القمر وتحديد عمره و مكثه باستخدام DS & RS

يمكن تحديد موقع القمر بشكل مباشر باستخدام البرنامج DS كذلك يمكن متابعة حركته. وذلك بالضغط على زر التوجه للقمر من شريط الأدوات. ومن قائمة Aim يمكن اختيار Lock Aim واختيار القمر أو أي جرم من الأجرام المحددة لاستمرار متابعته. والشكل٣–٤، يوضح أهم مهام أزرار الأدوات في شريط الأدوات.

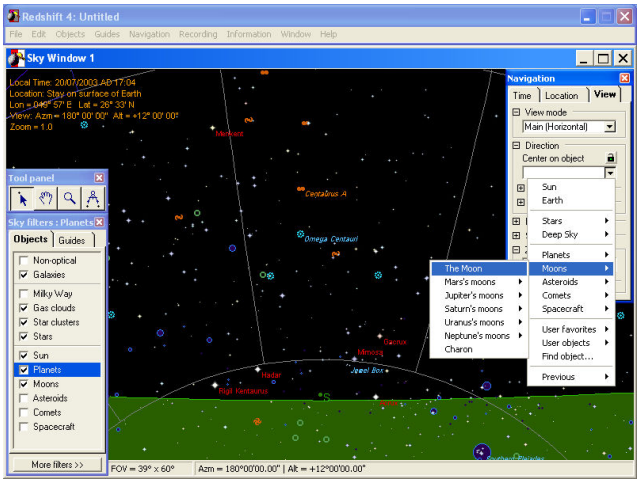


ويمكن تحديد موقع وخصائص أي جرم بالنقر عليه مرتين على الزر الأيمن في الفارة أو وضعه في المركز بالنقر على الأيسر (يمكن أن يكون عكس ذلك حسب تخصيص البرنامج). ويمكن تكبير الشمس والقمر بوضعها في المركز ثم تصغير مجال الرؤية.

س١: باستخدام DS حاول تحديد موقع القمر عند غروب الشمس كذلك حدد موعد شروقه وغروبه في:

١–بداية الشهر، ٢–التربيع الأول، ٣–منتصف الشهر، ٤–التربيع الثاني، ٥–نهاية الشهر.

* ويمكن التوجه للقمر في RS4 باختيار The Moon من Moons من نافذة View كما في الشكل. ومتابعته بنقر القفل.



الدرس الرابع

معايير رؤية الهلال

٤-١- معايير رؤية الهلال بالعين المجردة

بما أن الكثير من الحضارات القديمة كانت تعتمد على التقويم القمري لأمورها الدينية أو المدنية، لذلك فإن محاولة وضع معيار لرؤية هلال أول الشهر بالعين كانت قديمة جداً. وعموماً يمكن تقسيم تلك المعايير إلى قسمين: أحدهما فلكي هندسي. والآخر فلكي فيزيائي. وبالطبع فلقد كان القسم الأول وحتى تاريخ ١٩٧٧م هو المستخدم وهو يقوم على قواعد بسيطة مبنية على الشكل الهندسي والزواية التي يصنعها القمر مع الشمس وما يتعلق بذلك من عمر الهلال ومكثه. أما القسم الثاني فأول من بدأ به هو فرانس برون عام ١٩٧٧، حيث أدخل في معياره أثر إضاءة القمر والغلاف الجوي وتداخل الضوء ليحدد القيمة الصغرى للإضاء التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة. ويمكن تلخيص أهم المعايير كالتالي:

١- معيار الإثني عشر درجة:

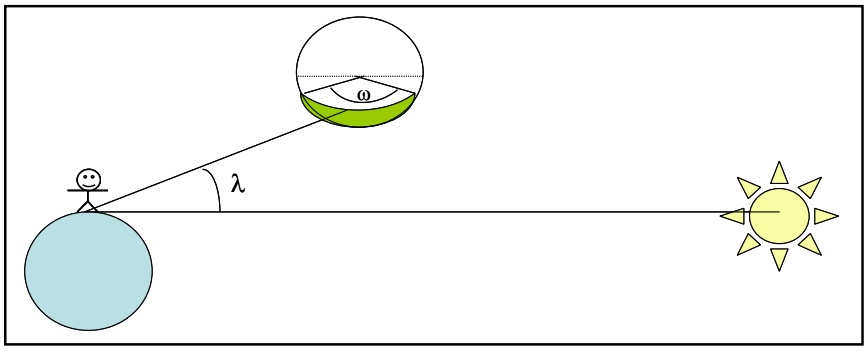
وهو معيار فلكي هندسي قديم **استنتجه الهنود من الارصاد والمعطيات البابلية**. وهو يعتمد على حساب ومعرفة الزاوية الحدية بين الشمس والقمر على فلك الاستواء (مسقط λ على فلك الاستواء) شكل ٣-٣. حيث استنتج الفلكيون الهنود أن أقل زاوية حدية يجب أن تكون ١٢° لكي يمكن رؤية الهلال بالعين المجردة. وتلك الزاوية تعادل مدة مكث تساوي ٤٨ دقيقة. ولقد أخذ الفلكيون المسلمون هذا المعيار وطوروه وأضافوا له الكثير من التعديلات ومنه وضعوا الجداول (الأزياج) التي تحدد العلاقة بين تلك الزاوية وفلك البروج ونقطة الإعتدال. ومن خلالها يمكن التنبوء بوقت رؤية الهلال في المنازل المختلفة.

وعدل **البتاني** الزاوية الحدية إلى ١١ درجة و ٤٧ دقيقة. وأدخل فيها عامل بيضاوية مدار القمر والذي يؤدي إلى انخفاض تلك الدرجة إلى ١٠ درجات و ٥١ دقيقة. ثم تحدث عن معيار انخفاض الشمس تحت الأفق والذي حدده بالفترة بين ٨-١٠ درجات. وأما **ابن يونس** فقد أدخل عامل تغير سرعة القمر الزاوية وسمك القمر فكانت أقل قيمة لتلك الزاوية الحدية ١١ درجة. وظل هذا المعيار متبعاً حتى بداية القرن العشرين.

٢- المعايير الفلكية الحديثة:

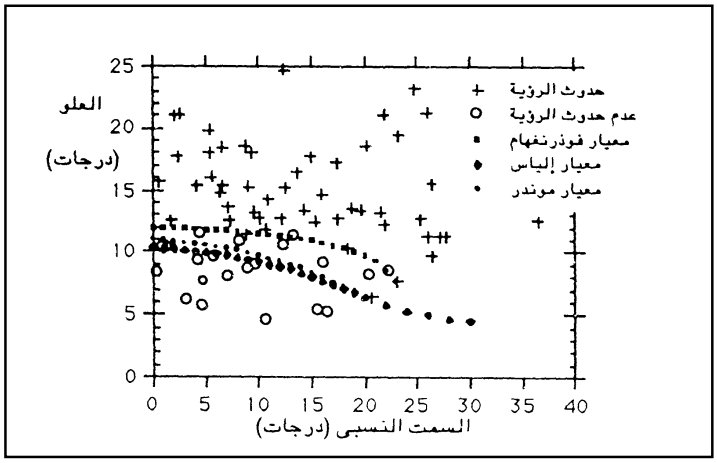
والتي كانت ضمن إطار الطريقة الهندسية. ولكن بإضافة الكثير من التعديلات وإدخال عوامل أكثر. وحاول بعض واضعي المعايير الحديثة أن تكون ذات طابع عالمي بعد أن كانت ذات طابع محلي، بحيث يمكن رسم خارطة للمناطق التي يمكن من خلالها رؤية الهلال. بمعنى تحديد خط التاريخ القمري أو المناطق التي تبدأ فيها رؤية الهلال على سطح الأرض، وهذا يعني إدخال عامل إختلاف خط الطول والعرض الجغرافيين. كما سجلت مشاهدات قياسية وخصوصاً مع استخدام الأدوات البصرية كالمناظير. فلقد سجل **جوليوس شميت** في عام ١٨٧١م أنه شاهد الهلال وعمره ١٥ ساعة و٢٤ دقيقة أي أن مدة بقائه كانت ٢٢ دقيقة بعد غروب الشمس. وهو أقل بكثير من المعيار البابلي (٤٨ دقيقة) في حين أن مشاهدة قياسية بالمنظار المزدوج في عام ١٩٨٩م كان عمر القمر في حينها ١٣ ساعة و ٢٨ دقيقة.

ولعله من أهم الاسهامات في هذا الجانب ما قام به **الفلكي الفرنسي دانجون** لقياس زاوية طرفا الهلال ω وإيجاد العلاقة بينها وبين λ، حيث وجد أن هذه الزاوية تساوي ١٨٠ عندما تكون λ أكبر من ٣٠° أما إذا قلت فإن تلك الزاوية تنقص، أي أن طول الهلال ينقص إلى أن تصبح صفراً عندما تكون λ تساوي ٧°. وهذا الحد الشهير يسمى**حد دانجون**. ويمكن إرجاع سبب تلك الخاصية إلى تضاريس حافة القمر التي يؤدي حدوث ظلالها على حافة القمر إلى حجب الرؤية كذلك بسبب الإضطرابات الجوية التي تخل بالرؤية فتجعل الهلال عندها دون حد الرؤية. ولكن محمد إلياس، الفلكي الماليزي استخدم نفس الطريقة فوجد أن أقل زاوية هي ١٠,٥° بدلاً من ٧°، وما زال مستمراً في بحث وتحقيق الموضوع شكل٤-١.



شكل٤-١: زاوية طرفا الهلال التي يتم منها إيجاد حد دانجون.

ولم يكتف علماء الفلك باستخدام الزاوية الحدية وإنما استخدموا زاوية الإرتفاع عن الأفق (Alt) وزاوية السمت الأفقية مع الشمس كما هو موضح في الشكل٣-٣. فلقد خلص **فوذرنغهام** (١٩١٠م) إلى أن الهلال يمكن أن يرى إذا كانت زاوية العلو للقمر أكبر من ١٢° وتقل هذه القيمة إلى ١٠° عندما تصل زاوية السمت الأفقية إلى ٢٠°. واستبدل **موندر** (١٩١١م) قيمة ١٢ في الطريقة السابقة بقيمة ١١°. أما **محمد إلياس**(١٩٨٤) فقد استفاد من المعيارين السابقين ليقوم برسم خط التاريخ القمري ويبين فيه الأماكن التي يمكن منها مشاهدة الهلال بالعين المجردة وأدخل فيه عوامل إضافية كالارتفاع ونحوه وذلك باستخدام الحاسب الآلي. ويمكن عرض ٧٦ حالة رصد للأهلة مقارنة بالمعايير السابقة في منحنى (العلو-زاوية السمت الأفقية) في الشكل ٤-٢.



شكل٤-٢: نتائج الرصد مقارنة بالمعايير الفلكية.

ومن أواخر من وضع معياراً فلكياً حديثاً كان هو الفلكي **يالوب** وهو الذي عمل مديراً لمرصد جرينتش ويعتبر معياره من أدق المعايير. حيث يهدف إلى رسم خط التاريخ القمري لكامل الأرض في يوم الاقتران أو بعده. كما أراد محمد إلياس ولكن باستخدام زاوية ارتفاع الهلال والسمك السطحي للهلال. ومن خلاله قسم أماكن رؤية الهلال إلى خمسة مناطق هي:

أ- مناطق يستحيل منها رؤية الهلال حتى بالمرقب أو المنظار.

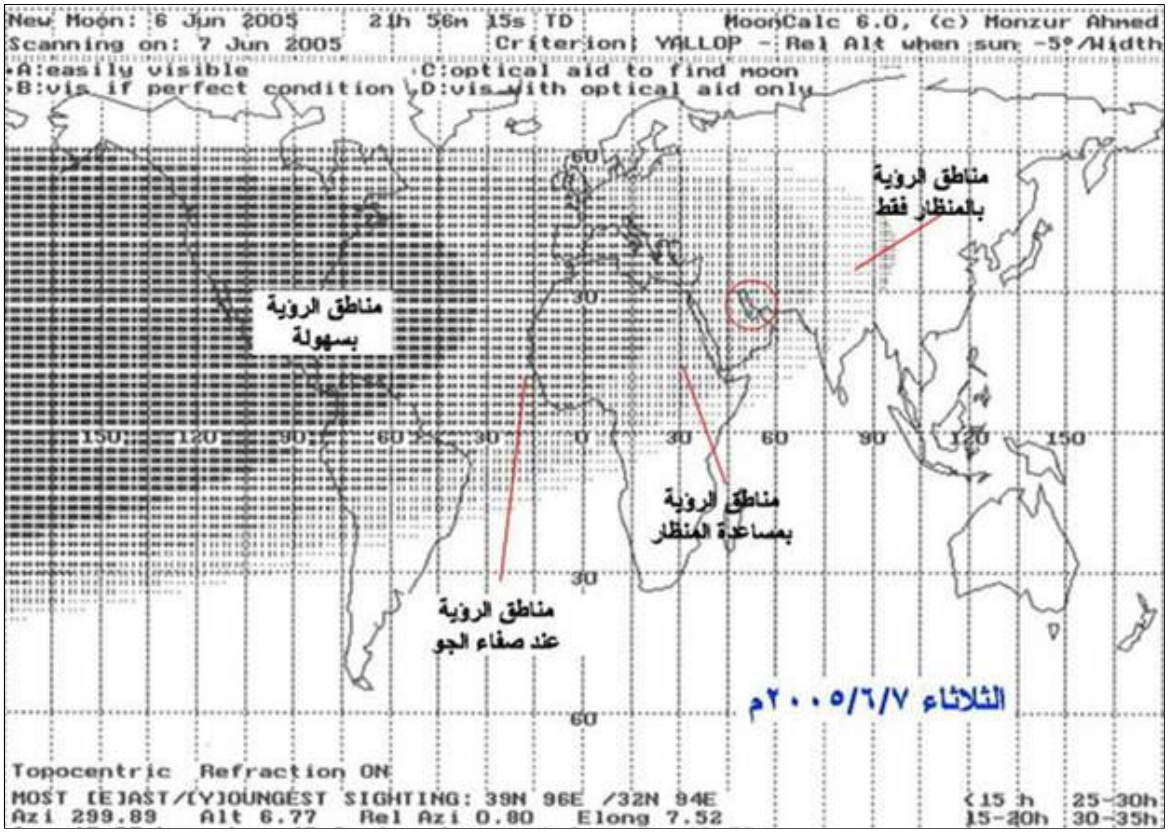
ب- مناطق يمكن رؤية الهلال فيها بالمرقب أو المنظار.

جـ- مناطق قد نحتاج لرؤية الهلال فيها المرقب أو المنظار.

د- مناطق ممكن رؤية الهلال فيها بالعين المجردة عند صفاء الغلاف الجوي.

هـ- مناطق ممكن رؤية الهلال فيها بالعين المجردة بسهولة.

ويمكن رسم خط التاريخ القمري من خلال برنامج (Moon Calculator) والذي صممه الدكتور منذر أحمد وهو أحد الفلكيين المسلمين. والشكل٤-٣ يوضح خط التاريخ القمري لهلال جمادى الأولى ١٤٢٦هـ، في يوم الثلاثاء ٧ يونيو وهو يمثل قطع مكافئ على شكل لسان. وفيه تحدد المناطق الخمسة السابقة بالإضافة إلى بعض المعلومات الفلكية. ومنه يمكن القول حسب هذا المعيار أن الهلال تستحيل رؤيته في آسيا بينما تبدأ رؤيته بالمنظار من مناطق شرق أفريقيا ويمكن أن يرى بالعين المجردة من وسط القارتين الأمريكيتين. ويمكن الحصول على نسخة من البرنامج السابق من موقع رصد الأهلة الإسلامية التابع للجمعية الفلكية الأردنية من : http://www.jas.org.jo/icop.html أو من موقع جمعية الفلك بالقطيف www.qasweb.org.



شكل٤-٣: خط تاريخ الهلال (لسان الهلال) لشهر ربيع الثاني ١٤٢٣هـ حسب معيار يالوب، وذلك في يوم الثلاثاء ٧ يونيو ٢٠٠٥.

ولا بد أن نشير هنا أن المناطق حول خط بداية رؤية الهلال هي مناطق تقريبية لا يمكن تحديدها بدقة حد الآن لأن الرؤية البصرية تتوقف على عوامل غير فلكية وهي متغيرة. ويزداد تأكيد الرؤية أو عدمها عند الإبتعاد عن خط البداية غرباً أو شرقاً.

كما أن هناك عدة معايير أخرى منها على سبيل المثال معيار مرصد جنوب أفريقيا، ويصلح استخدامه للرصد بالمنظار ويتلخص في الجدول التالي:

زاوية السمت الأفقية بين الشمس والقمر	رؤية الهلال مستحيلة إذا كانت زاوية الإرتفاع أقل من
٠	٦,٧
٥	٦,١
١٠	٥,٣
٢٠	٣,٢
٢٥	٢

٣- معيار جمعية الفلك بالقطيف:

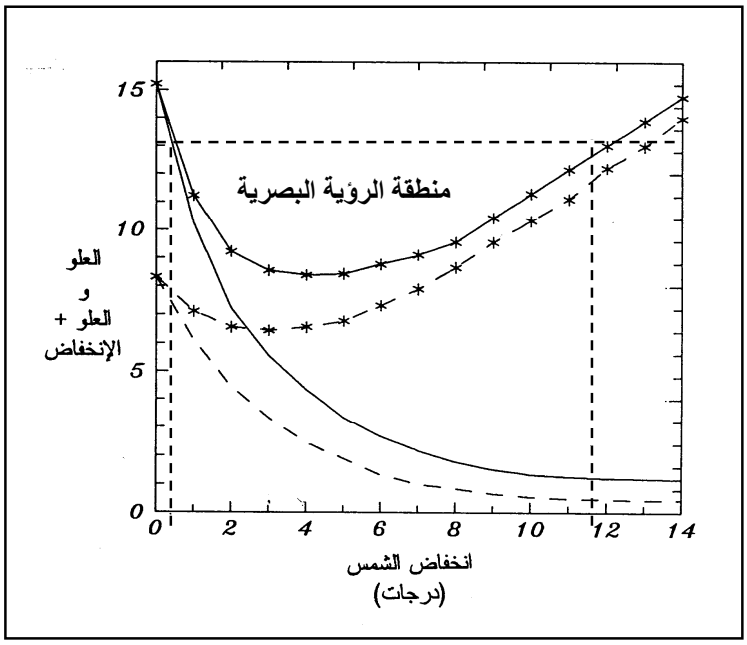
وقد تم وضع معيار مبدأي للجمعية لرؤية الأهلة وهو قائم على الخصائص الهندسية للقمر بحسب ما سجل عالميا لرصد الأهلة. وقد تم وضع معيار مبدأي عام ١٤٢٦هـ ثم تم مراجعته وتعديله العام ١٤٢٨هـ. ويستخدم معيار الجمعية لوضع تقويم سنوي للجمعية. وعلى ضوء المعايير أعلاه يمكن تقسيم إمكانية رؤية الهلال بالعين المجردة للمنطقة أو المناطق التي تقع حول نفس دائرة العرض تقريباً حسب خصائص القمر وفق الجدول التالي:

احتمالية الرؤية بالعين المجردة	الاستطالة أثناء غروب الشمس (درجة قوسية)	الارتفاع أثناء غروب الشمس (درجة قوسية)	المكث بعد غروب الشمس (دقيقة وقتية)	ملاحظات
مستحيلة	قبل حدوث الاقتران	تحت الأفق	يغرب القمر قبل غروب الشمس	إذا تحقق واحد من القيم
شبه مستحيلة (مستحيلة عملياً)	أقل من ٥ درجات	أقل من درجتين	أقل من ١٠ دقائق	إذا تحقق واحد من القيم
غير ممكنة (لم تسجل الرؤية)	أقل من ٧ درجات	أقل من ٤	أقل من ٢٥ دقيقة	إذا تحقق اثنين من القيم
حرجة (غير محددة)	١٠-٧	٧-٤	٤٠-٢٥	إذا تحقق اثنين من القيم
ممكنة	١٥-١٠	١٠-٦	٥٠-٣٥	إذا تحققت كل القيم
ممكنة بسهولة	أكبر من ١٥	أكبر من ١٠	أكبر من ٥٠	إذا تحققت كل القيم

ويرجع عدم القدرة على القطع بإمكانية رؤية الهلال من عدم الرؤية في بعض الأهلة (الأهلة الحرجة) إلى وجود عدة عوامل متغيرة وغير فلكية تؤثر في رؤية الهلال وبعضها يظل تأثيره حتى مع صفاء الجو الظاهري. مثل اضطراب الطبقات العليا من الغلاف الجوي والرطوبة في طبقات الجو العليا.

٤- المعايير الفيزيائية الفلكية الحديثة:

وهي المعايير التي تأخذ العوامل الفيزيائية التي تؤثر في رؤية القمر. وبعض أمثلة العوامل الفيزيائية الرطوبة والضغط وكذلك الرؤية البشرية وعمر المشاهد بالإضافة للعوامل الفلكية السابقة. ويعتبر **برون** (١٩٧٧م) من أول من وضع معياراً فيزيائياً فلكياً حديثاً. وفيه درس العلاقة بين سطوع السماء بانخفاض الشمس عن الأفق، وكذلك بين سطوع القمر وارتفاعه. ورسم تلك العلاقة في منحنى ثم خلص إلى منحنى (شكل ٤-٤) يمكن من خلاله تحديد إمكانية رؤية الهلال من خلال انخفاض الشمس وعلو القمر. وهو شكل يمكن الاستفادة منه لتحديد أنسب الأوقات لرؤية الهلال بعد غروب الشمس إذ أن الهلال ليس من السهل رؤيته في كل شهر بعد غروب الشمس مباشرة ولكن بعد ذلك بفترة. ولتحديد تلك الفترة نأخذ مثالاً يوضح المسألة. فإذا كان الفرق في العلو بين الشمس والقمر يساوي ١٣° فإنه لو رسمنا خطاً أفقياً من المحور اللعمودي فإنه يتقاطع مع المنحنى العلوي في النقطتين اللتين تقابلان القمتين ١° و ١١,٥° . أي أن احتمالية الرؤية هي في الفترة بين انخفاض الشمس تلك القيمتين وتزداد أكثر في منتصفهما تقريباً.



شكل ٤-٤: العلاقة بين انخفاض الشمس وارتفاع القمر، المناطق فوق المنحنى تمثل مناطق الرؤية.

ولعل أهم من قام بدمج هذه العوامل مجتمعة هو الفلكي **شيفر** (١٩٨٨م) فكان بحثه من أدق الأبحاث والمعايير. كما أن الباحث اتخذ التعريف الإسلامي للشهر (٢٩ أو ٣٠ يوماً) فوجد أن عدد الأشهر الطويلة يساوي تقريباً عدد الأشهر القصيرة. وليس من الضروري تناوب الأشهر. وعند رسم خط التاريخ القمري بهذا المعيار فلن يكون متصلاً لأن تلك العوامل تأثيرها ليس متجانس التغير على سطح الأرض كما هو الحال مع معيار يالوب.

٤-٢- الخلاصة

من المعايير أعلاه يمكن وضع خلاصة لتلك المعايير بخصائص مختلفة للقمركالتالي:

أ- عمر الهلال: لم يتم تسجيل أي مشاهدة بصرية لهلال عمره أقل من ١٥ ساعة و ٢٤ دقيقة أو ١٣ ساعة و٢٨ دقيقة بالمنظار المزدوج. ولكن تلك حالة نادرة جداً ولا يمكن الاعتماد عليها، لأنه ونتيجة للمعايير الفيزيائية فإنه من شبه المستحيل أن يرى الهلال الذي يقل عمره عن ١٦ ساعة بالعين المجردة. وتزداد تلك القيمة كلما ابتعدنا عن خط الاستواء.

ب- الزاوية بين الشمس والقمر: كلما زادت الزاوية بين الشمس والقمر فإن نسبة رؤية الهلال تزداد. ويعتبر الكثير من الفلكيين أن حد دانجون (٧°) حد لا يمكن مشاهدة الهلال إذا قلت الزاوية عنه. بل إن بعض الفلكيين مثل محمد إلياس يعتبر ذلك الحد ليس يقينياً بل يستبدله بـ ١٠,٥°. ولكن قد تم تسجيل رؤية الهلال في ظروف قياسية بالمنظار في زاوية ٧,٦ عن الشمس.

جـ- مكث الهلال: لم تسجل رؤية للهلال بالعين المجردة إذا نقص مكثه عن ٢٢ دقيقة. ولكن ذلك أمر استثنائي جداً، ولكن حسب المعايير الحديثة فإنه من الصعب جداً رؤية الهلال إذا قل مكثه عن ٣٠ دقيقة. بل أن الكثير من تلك المعايير ترفع تلك القيمة إلى ٤٠ دقيقة للعين المجردة وخصوصاً إذا قلت زاوية السمت الأفقية بين الهلال والشمس.

د- **ارتفاع القمر:** من الصعب مشاهدة الهلال بالعين المجردة عند وقت الغروب مباشرة ولكن بعد ذلك بفترة، ثم تزداد نسبة الرؤية حتى يصل إلى علو ٤° حيث يدخل القمر في منطقة الشفق (سمك الغلاف الجوي كبير) فيبدأ بالخفوت. لذلك من خلال الأرصاد يستبعد رؤية الهلال إذا قل ارتفاعه عند غروب الشمس عن ٤ درجات.

هـ- الموقع الجغرافي: كما يلاحظ من خط التاريخ القمري شكل ٤-٣. فإن احتمالية الرؤية تزداد بالاقتراب من المناطق الاستوائية. وكذلك بالاتجاه للمناطق الغربية. أي أنه كلما اتجهنا باتجاه الجنوب الغربي.

و- عوامل أخرى: هناك عوامل أخرى تؤثر على رؤية الهلال وقد تزداد نسبة تأثيرها بشكل كبير في بعض الشهور وخصوصاً عندما يكون الشهر القمري في فصل الشتاء أو الصيف. ومن تلك العوامل ، الرطوبة والضباب والغبار وحركة الغلاف الجوي هذا عدا السحب التي تحجب الرؤية تماماً.

٤-٣-نصائح عملية هامة للاستهلال

١- تحديد موقع مناسب للاستهلال بعيداً عن الأضواء وخصوصاً في جهة الاستهلال. والمناطق الجنوبية الغربية بالنسبة لأفقنا هي الأنسب.

٢- الحضور لموقع الاستهلال قبل غروب الشمس بزمن يساوي على الأقل مكث الهلال بعد غروب الشمس.

٣- تعيين المكان التقريبي للهلال عند غروب الشمس وفي العادة يكون بالقرب من موقع الشمس قبل غروبها بمدة تساوي مكث الهلال. ويمكن معرفة ذلك بواسطة بعض برامج المحاكاة الفلكية. وذلك لكي لا يتم تشتيت النظر في جميع الاتجاهات. وكما أشرنا فإن موقعه في العادة على يسار الشمس بالنسبة للمشاهد وقرناه مائلة الجنوب (يماني) وقد يكون أعلى الشمس وقرناه للأعلى (سماوي). ولكنه نادراً ما يشاهد على يمين الشمس وقرناه نحو الشمال (شامي). هذا بعكس نصف الكرة الجنوبي.

٤- تعيين مكان غروب الشمس، لأن الهلال طيلة فترة بقائه فوق الأفق يكون في المنطقة بين موقه عند غروب الشمس ومكان غروبها تقريباً، شكل ٣-٣. وكذلك الاستفادة من الكواكب التي قد تظهر قبل الهلال مثل الزهرة أو المشتري حيث أنها والهلال والشمس تقع تقريباً على خط واحد (فلك البروج).

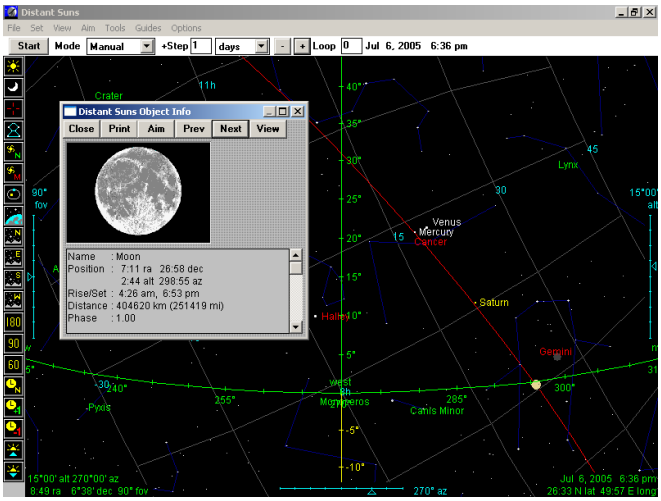
٥- تحديد الوقت الأنسب للرؤية وفترة الرؤية من خلال الشكل ٤-٤.

٦- الاستعانة بالوسائل البصرية، كالمناظير، وخصوصاً تلك التي يمكن أن تتجه آلياً وبدقة إلى موقع الهلال لتحديد موقع الهلال على الأقل.

٧- تسجيل وقت بداية الرؤية واتجاه قرني الهلال والافضل الإنتظار لوقت غروب الهلال حتى يتأكد المشاهد من دقة الرؤية.

وضع تقويم قمري باستخدام DS & RS

يمكن وضع تقويم قمري اعتماداً على حساب الرؤية وذلك بمتابعة القمر في بداية كل شهر وتحديد عمره عند غروب شمس اليوم الأخير من الشهر وكذلك مكثه وبعده الزاوي عن الشمس وارتفاعه عن الأفق. وبتحديد هذه العناصر يمكن تحديد إمكانية الرؤية من عدمها ومن ثم وضع تقويم قمري لسنة أو عدة سنوات. كذلك هناك عناصر غير أساسية قد تفيد في تحديد إمكانية الرؤية مثل الزاوية الأفقية بين الشمس والقمر حيث تزداد احتمالية الرؤية بازديادها. فلو أخذنا معيار جمعية الفلك بالقطيف حيث تبدأ إمكانية الرؤية عندما تكون الزاوية بين الشمس والقمر عند غروب اليوم الأخير (٢٩) من الشهر أكبر أو تساوي ٨ درجات وارتفاعه أكبر أو يساوي ٤ درجات ومكثه أكبر أو يساوي ٣٠ دقيقة بعد غروب الشمس. فعلى سبيل المثال عند النظر إلى جهة الغرب لمشاهدة هلال بداية شهر جمادى الآخرة لعام ١٤٢٦هـ عند غروب الشمس في يوم الأربعاء ٦ يوليو ٢٠٠٥م. فإن برنامج DS يعرض الشكل أدناه وعند النقر مرتين على الزر الأيمن على القمر يعرض المربع حول خصائص القمر.

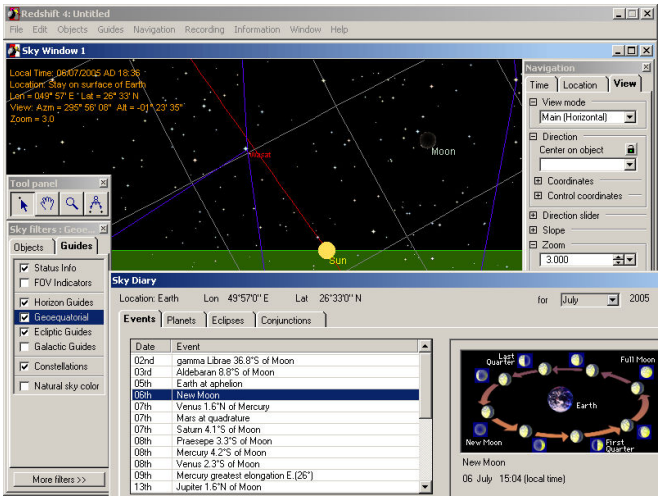


ومن الشكل أعلاه يمكن تحديد:

١- غروب الشمس في الساعة ٦:٣٦م وغروب القمر من المربع ٦:٥٣م. أي أن مكث القمر يساوي الفرق بينهما (١٧ دقيقة)

٢- زاوية ارتفاع القمر عن الأفق (Alt) تساوي درجتين و٤٤ دقيقة. والزاوية الأفقية بينهما ٣ درجات تقريباً. إذن الزاوية بين الشمس والقمر تساوي ٤ درجات تقريباً. ومن ذلك يمكن القول أن الهلال لايمكن رؤيته حسابياً بسبب خصائصه.

ولتحديد عمر الهلال وزاويته مع الشمس وشكله عند رؤيته يمكن استخدام RS4 حيث يتم معرفة ولادته فلكياً باختيار Events من Sky Dairy من قائمة Information. أو باختيار Sky Dairy مباشرة من شريط الترحيب. ثم يحدد شهر يوليو – ٢٠٠٥م فتظهر قائمة أهم الأحداث الفلكية فنختار New Moon حيث يعرض وقت اقتران القمر بالشمس كما في الشكل.



س: أكمل الجدول أدناه لوضع تقويم هجري قمري للعام ١٤٣٩هـ، حسب معايير الجمعية – باستخدام البرنامجين DS & RS4.

الشهر	يوما الرؤية المتوقعة	الزاوية بين الشمس والقمر	ارتفاع القمر أثناء غروب الشمس(°)	الزاوية الأفقية بين الشمس والقمر(°)	مكث الهلال (دقيقة)	عمر الهلال (ساعة)	بداية الشهر	عدد أيام الشهر
محرم	٢٠ سبتمبر ٢٠١٧م							
	٢١ سبتمبر ٢٠١٧م							
صفر								
ربيع الأول								
ربيع الآخر								
جمادى أولى								
جمادى الآخرة								
رجب								
شعبان								
رمضان								
شوال								
ذو القعدة								
ذو الحجة								
						المجموع		

*** لا حظ أن مجموع أيام السنة القمرية يتراوح بين ٣٥٤ يوماً أو ٣٥٥ يوماً.**

*** ليس من الضروري تعاقب الأشهر التامة (٣٠يوم) بعد الأشهر الناقصة (٢٩يوم) ولايمنع تجاور شهرين أو أكثر تامين أو ناقصين.**

الدرس الخامس

ظاهرة الخسوف والكسوف والمد والجزر

وفي هذا الدرس سيتم استعراض بعض الظواهر المرتبطة بحركة القمر، وهي ظاهرة خسوف القمر وكسوف الشمس وظاهرتا المد والجزر في البحار والمياه الجوفية.

١-١ ظاهرة خسوف القمر(lunar eclipse)

أ- سبب الظاهرة:

تنشأ ظاهرة خسوف القمر في منتصف الشهر القمري الاقتراني عندما تحجب الأرضُ ضوءَ الشمس أو جزءاً منه عن القمر. بمعدل خسوفين لكل سنة وقد يزداد عن ذلك في بعض السنوات. ويمكن رؤية الخسوف في المناطق التي يكون فيها القمر فوق الأفق. وتحدث تلك الظاهرة عبر المراحل التالية (شكل٥-١):

١- يبدأ القمر بدخول منطقة شبه ظل الأرض (penumbra) فيبدأ ضوءه بالخفوت دون أن يخسف (خسوف شبه الظل بالمصطلح الفلكي). ومنطقة شبه الظل التي ينحجب فيها بعض ضوء الشمس عن القمر بسبب الأرض.

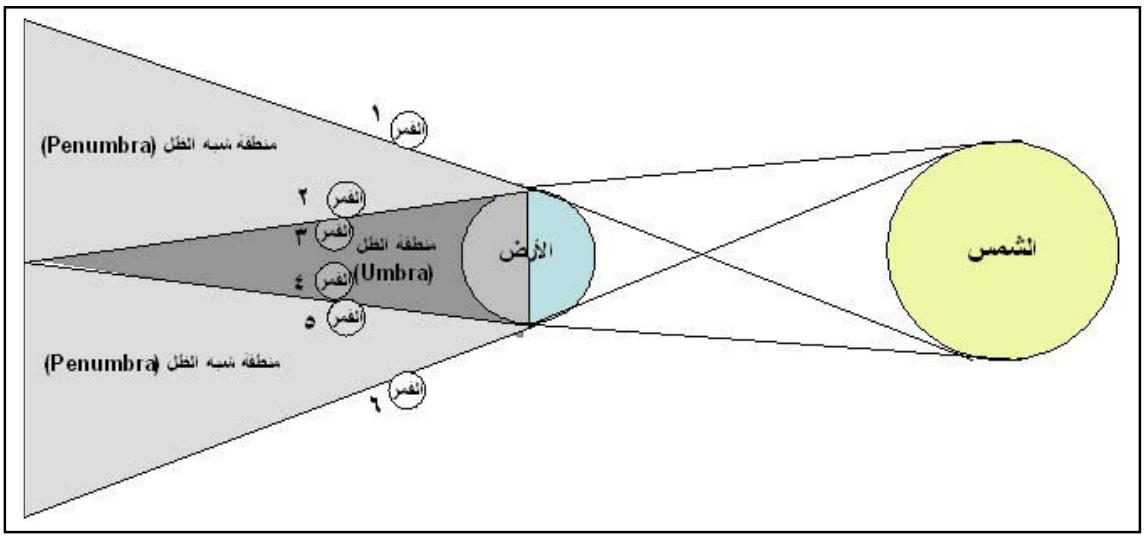
٢- يبدأ القمر بدخول منطقة ظل الأرض (umbra) فيبدأ الخسوف الجزئي. ومنطقة ظل الأرض هي المنطقة التي تنحجب فيها الشمس كاملة بسبب الأرض.

٣- يخسف كامل قرص القمر عند اكتمال دخوله إلى منطقة ظل الأرض.

٤- يبدأ القمر بالخروج من منطقة ظل الأرض فينتهي الخسوف الكلي.

٥- يخرج القمر تماماً من منطقة ظل الأرض فينتهي الخسوف الجزئي.

٦- يخرج القمر تماماً من منطقة شبه ظل الأرض فينتهي كامل الخسوف بالمعنى الفلكي.



شكل٥-١: رسم توضيحي لوضع الشمس والقمر أثناء خسوف القمر، وفيه تتوضح مناطق ظلال الأرض.

ب-أنواع الخسوف:

١- **خسوف كلي**(Umbral): ويحدث عندما يدخل القمر كله منطقة ظل الأرض، شكل٥-١. وفي هذه الحالة ينخسف كامل قرص القمر.

٢- **خسوف جزئي**(Partial): ويحدث عندما يدخل جزء من القمر منطقة ظل الأرض، شكل٥-١. وفي هذه الحالة ينخسف جزء من قرص القمر.

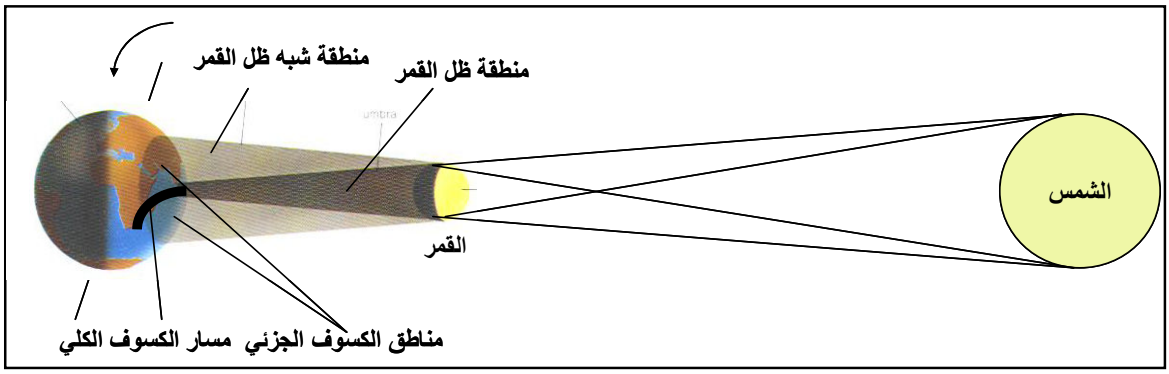
٣- **خسوف شبه الظل** (Penumbral): ويحدث عندما يدخل القمر منطقة شبه الظل فقط، شكل٥-١. وفي هذه الحالة يصبح ضوء القمر باهتاً من دون أن ينخسف. ومنطقة شبه الظل هي المنطقة التي ينحجب فيها جزء من ضوء الشمس عن القمر أي أن المراقب للشمس من على سطح القمر يراها منكسفة جزئياً. ولا يصنف هذا النوع على أنه خسوف شرعي.

إذن لكي يحدث الخسوف الكلي فإنه لابد أن يحدث الخسوفان السابقان.

٥-٢- كسوف الشمس (solar eclipse)

أ- سبب الظاهرة:

تحدث ظاهرة كسوف الشمس في نهاية الشهر القمري عندما يحجب القمرُ ضوءَ الشمس عن الأرض. بنفس معدل خسوف القمر لأن كل خسوف يرافقه كسوف إما قبله أو بعده بنصف شهر والعكس، ولكن كسوف الشمس لا يراه كل من تظهر عندهم الشمس لأن ظل القمر لا يمكنه أن يغطي كل وجه الأرض بسبب حجمه. شكل٥-٢.



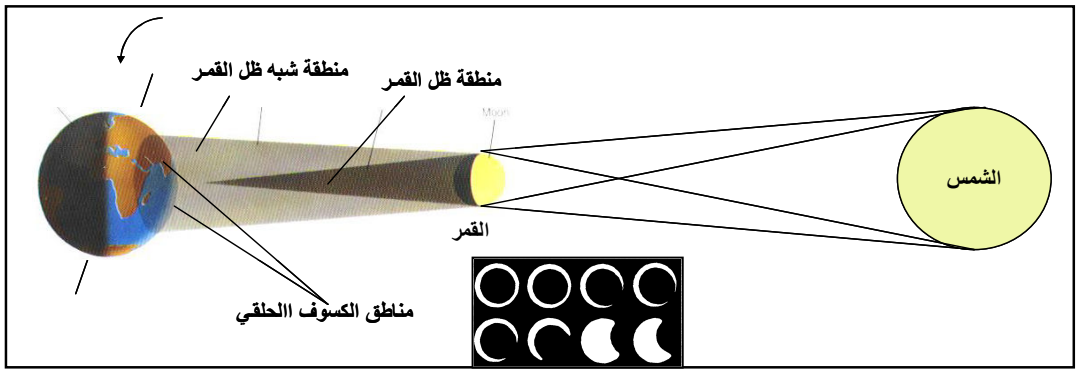
شكل٥-٢ : رسم توضيحي لوضع الشمس والقمر أثناء كسوف الشمس، وفيه تتوضح مناطق ظلال القمر على الأرض ومسار الكسوف الكلي.

ب- أنواع الكسوف:

١- **كسوف كلي** (Total-Central): ويحدث عندما يصل ظل القمر إلى سطح الأرض وفي هذه الحالة ينكسف كامل قرص الشمس. ويحدث الكسوف الكلي في مناطق التقاء رأس مخروط ظل القمر بالأرض ، شكل٥-٢. ويتخذ الكسوف الكلي مساراً محدداً بسبب حركة الأرض والقمر.

٢- **كسوف جزئي** (Partial): ويحدث في المناطق التي يسقط فيها شبه ظل القمر على سطح الأرض. وشبه ظل القمر في هذه الحالة هي المنطقة التي لا يرى كامل قرص الشمس منها أي أن قرص الشمس لن يشاهد كاملاً من هذه المناطق. وتزداد نسبة الكسوف الجزئي عند الإقتراب من منطقة (مسار) الكسوف الكلي. وفي هذه الحالة ينكسف جزء من قرص الشمس، شكل٥-٢.

٣- كسوف حلقي(Annular): ويحدث عندما يكون القمر في نقطة بعيدة ما عن الأرض (لأن مسار القمر حول الأرض بيضاوي) فيكون قرص القمر أصغر من أن يحجب كامل قرص الشمس، وفي هذه الحالة لايصل رأس مخروط ظل القمر إلى سطح الأرض، فينكسف قرص الشمس من الوسط في المناطق التي تقع أسفل رأس المخروط،شكل٥-٣.

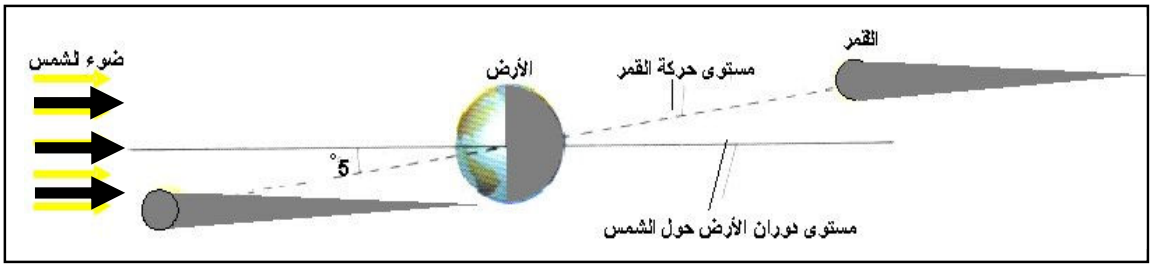


شكل٥-٣: رسم توضيحي لوضع الشمس والقمر أثناء كسوف الشمس الحلقي، وفي الإطار يظهر شكل الكسوف الحلقي كما يشاهد.

٥-٣- لماذا لا يحدث الخسوف والكسوف كل شهر

عند بداية أو نهاية الشهر القمري فإن القمر يتوسط بين الأرض والشمس ولو كان القمر يدور في نفس مستوى دوران الأرض حول الشمس لكان الخسوف والكسوف يحدثان كل شهر، ولكن لأن مستوى دوران القمر حول الشمس يميل بزاوية مقدارها خمس درجات تقريباً، شكل ٥-٤. لذلك السبب لا يحدث الكسوف أو الخسوف إلا عندما تمر الشمس (بسبب دوران الأرض حول الشمس) في نقطة التقاء المستويين أو ما تسميان بالعقدتين. وتمر الشمس مرتين كل سنة فيهما. لذلك تحدث تلك الظاهرة بمعدل مرتين كل سنة مثل ظاهرة خسوف القمر.

وتسمى الفترة التي تبقى الشمس في العقدتين بفترة الخسوف والكسوف حيث تبقى في كل عقدة أكثر من شهر وهو ما يجعل كل كسوف شمس يرافقه على الأقل خسوف قمر إما قبله أو بعده بنصف شهر والعكس صحيح. وتستغرق الشمس فترة ٣٤٦,٦٢ يوم كي تعود إلى نفس العقدة وتلك الفترة تسمى السنة الكسوفية لذلك يتوقع بعد تلك الفترة أو نصفها حدوث خسوف وكسوف ما على سطح الأرض. وبسبب الفرق بين السنة الكسوفية والسنة الشمسية فإن القمر يعود إلى نفس النقطة التي يحدث فيها الخسوف أو الكسوف بعد ١٨ سنة و ١١,٣ يوم أو ما تسمى بدورة الساروس للقمر والتي اكتشفها البابليون في عصور قبل الميلاد.



شكل٥-٤ : مستوى دوران القمر القمر حول الأرض بالنسبة لمستوى دوران الأرض حول الشمس.

٥-٤- ملاحظات حول ظاهرة الخسوف والكسوف

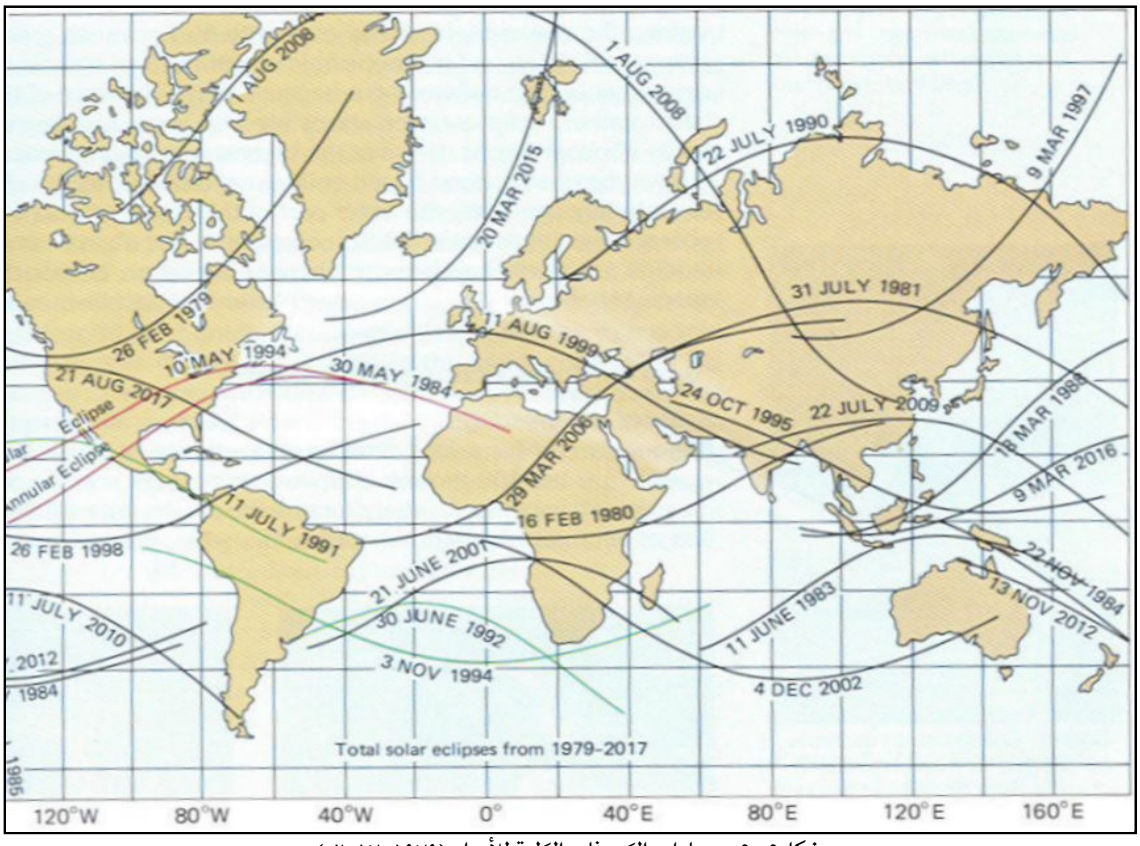
يقل توهج الشمس في حالة الكسوف بحيث يمكن تركيز النظر فيها مباشرة من دون أن تعشي، ولكن خطورة النظر المباشر للشمس على العين عموماً والشبكية بالخصوص ، تبقى حتى في الكسوف الكلي ، لأن الهالة الشمسية الخارجية (corona) تظل تطلق الأشعة الضارة للعين.

وبما أن الشهر الاقتراني قد يبدأ قبل بداية الشهر الهلالي بيوم أو نحوه. لذلك قد يصادف منتصف الشهر الاقتراني في مساء اليوم الثاني عشر والثالث عشر والرابع عشر من الشهر الهلالي (الليالي البيض). وهو ما يجعل إمكانية حدوث خسوف القمر في تلك الليالي أمراً ممكناً. أما كسوف الشمس فلا يحدث إلا في آخر الشهر القمري.

ويحدث عند بداية الكسوف الكلي شكلٌ يشبه الخاتم الماسي، ولذلك تسمى هذه المرحلة مرحلة الخاتم الماسي. أما في بداية الخسوف الكلي فإن لون القمر يميل للحمرة بسبب الأشعة الحمراء التي لايمكن امتصاصها من أعلى الغلاف الجوي للأرض.

وبسبب دورة الساروس فإن مسار الكسوف يتكرر بشكل مشابه بنفس مدة الدورة. ولكنه ينزاح نحو الغرب كما يتضح عند مقارنة مسار كسوفي ١١ أغسطس ١٩٩٩م وكسوف ٢١ أغسطس ٢٠١٧م كما في . ويعود إلى مسار قريب من الأول بعد ثلاث دورات. أي بعد ٥٤ سنة وشهر تقريباً.

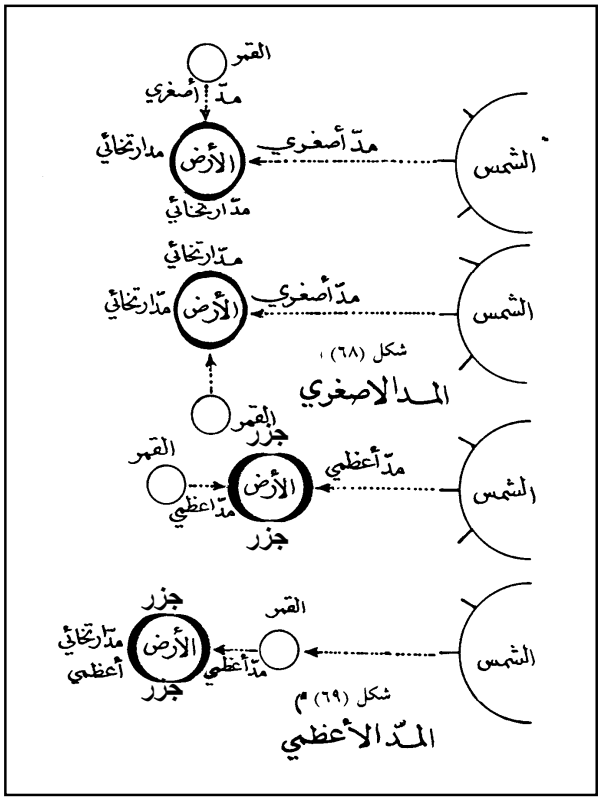
وأقرب خسوف كلي سيحدث في المنطقة عن شروق القمر يوم ٣ مارس عام ٢٠٠٧م، وأما أقرب كسوف حلقي شبه كلي يمر بمنطقتنا فسيكون عند شروق الشمس تقريبا من يوم ٢٦ ديسمبر عام ٢٠١٩م إن شاء الله. ومن أفضل مناطق رؤيته كاملاً هي منطقة الأحساء. الخريط أدناه، شكل٥-٥، توضح مسارات الكسوف الكلي للأعوام (١٩٧٩-٢٠١٧م).



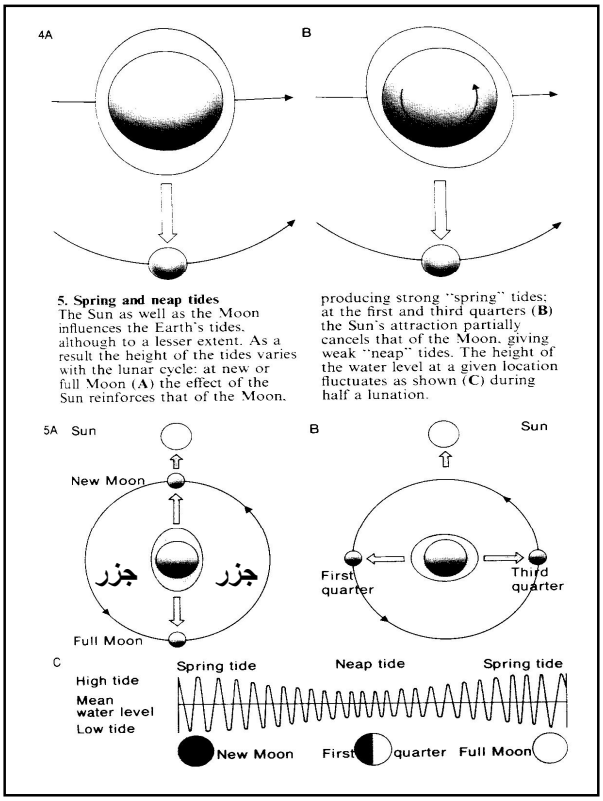
شكل٥-٥: مسارات الكسوفات الكلية للأعوام (١٩٧٩-٢٠١٧م)

٥-٥- ظاهرة المد والجزر

من الظواهر التي تنتج عن دوران القمر حول الأرض هي ظاهرة المد والجزر التي تحدث في المسطحات المائية وفي المياه الجوفية بدرج أقل. وهذه الظاهرة ليست كالظواهر السابقة مرتبطة بشكل القمر وإضاءته، وإنما هي مرتبطة بجاذبية القمر وتأثير تغير اتجاه الجاذبية حول الأرض. لأن دوران القمر حول الأرض يؤدي إلى تغير اتجاه محصلة قوة الجاذبية الناتجة عن كل من الشمس والقمر على الأرض. ولعل من أوضح الأشياء التي يظهر عليها أثر تغير الجاذبية هي المياه السطحية والجوفية لأن تماسكها أقل من تماسك قشرة الأرض. لذلك تنجذب مياه الأرض باتجاه قوة جذب الشمس أو القمر أو محصلة قوتي جذبهما، فتنشأ ظاهرة المد والجزر، شكل ٥-٦ و ٥-٧.



شكل٥-٦: المد الأعظمي والأصغري



شكل٥-٧: تغير المد والجزر في الشهر حيث يكون المد والجزر أقصى ما يمكن في بداية الشهر ومنتصفه

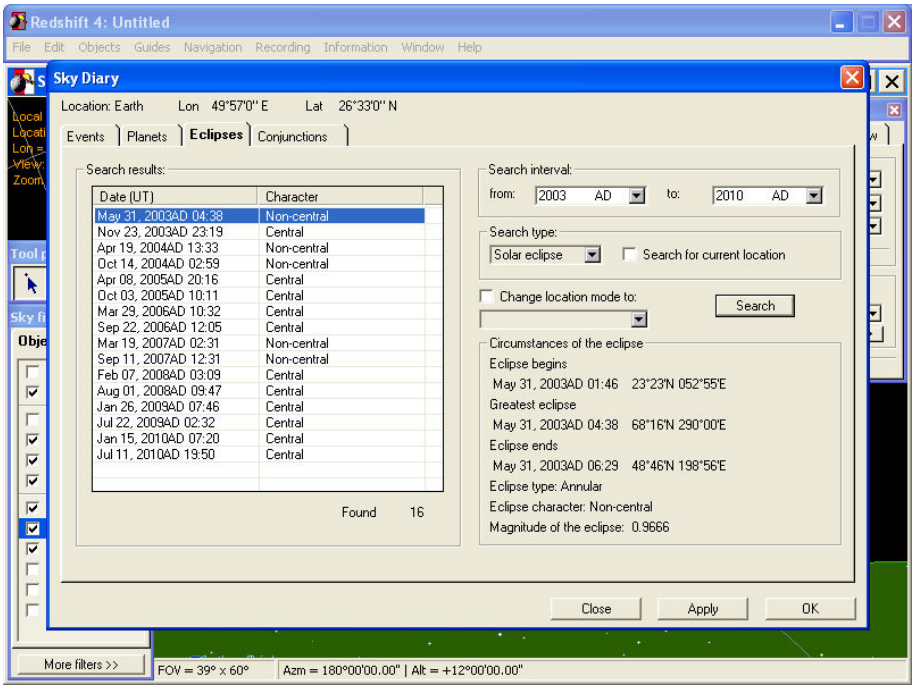
ومن خلال الأشكال أعلاه يمكن القول أن المد والجزر يتكرر في كل اليوم (مد وجزر يومي) في المناطق التي تقع على امتداد محصلة قوة الجاذبية للقمر والشمس. ويمكن تحديد اتجاه المحصلة من خلال الشكل ٣-٢. ومحصلة قوة الجاذبية تصبح أكبر ما يمكن في بداية الشهر وفي منتصف الشهر تعمل على التأثير على المياه بنفس الهيئة. لذلك يتوقع حدوث مد أعظمي في بداية (ونهاية) الشهر ومنتصفه عندما تكون الشمس والقمر في خط واحد في المناطق التي تقابلهما أو التي تكون في الجهة المقابلة من الأرض أي في وقت الظهر وفي منتصف الليل، كما في الشكلين ٥-٦، ٥-٧. وكذلك يحدث جزر أعظمي في نفس تلك الأوقات ولكن في المناطق التي تقع على المحور المتعامد (وقت الغروب والشروق). شكل٥-٦،٧.

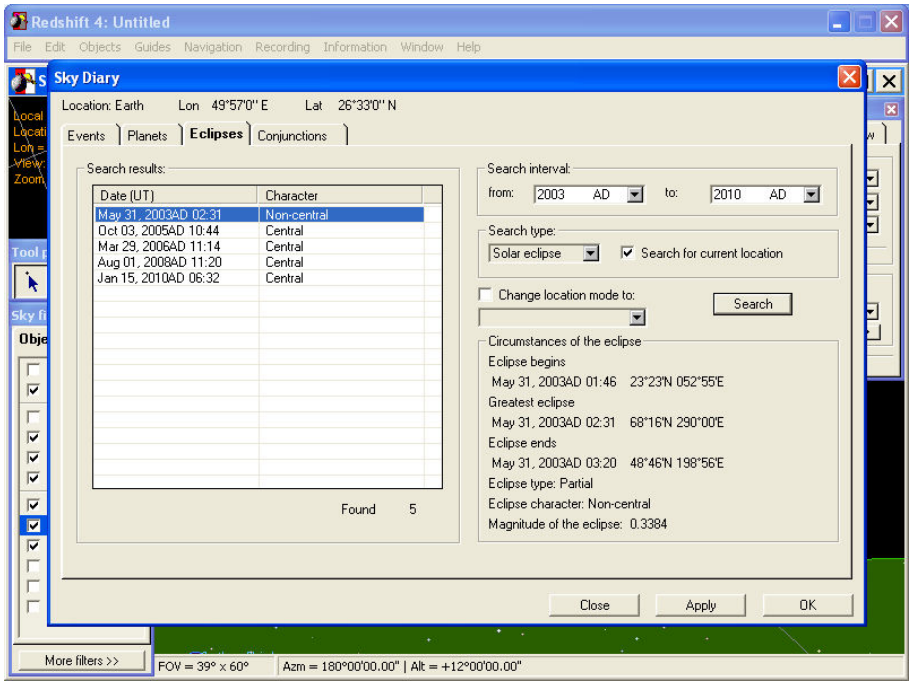
ويؤدي حدوث المد والجزر إلى تباطؤ دوران الأرض بسبب الإختلاف الطفيف في شكل الأرض وهو ما يؤدي إلى زيادة كتلة العزم للأرض فتقل بذلك سرعة الأرض الزاوية فيصبح اليوم أطول ولكن بمعدل صغير جداً يصل إلى ١٠$^{-٨}$ ثانية في اليوم. أي أن اليوم كان طوله ٢٢ ساعة والسنة ٤٠٠ يوم قبل ثلاثمائة مليون سنة.

وبما أن الأرض والقمر يشكلان نظاماً ميكانيكياً واحداً، فإن الإنخفاض في دوران الأرض حول محورها يؤدي إلى انخفاض في كمية الحركة الزاوية للنظام. ولكي تبقى كمية الحركة محفوظة فإن القمر يبتعد عن الأرض بمعدل ٢سم لكل سنة. أي أنه سيأتي اليوم الذي يبتعد فيه القمر بمقدار لا يمكن أن يحجب كامل قرص الشمس وبالتالي لا يحدث الكسوف الكلي للشمس.

تحديد الخسوف والكسوف بواسطة RS

يوفر البرنامج RS إمكانية تحديد الخسوف والكسوف لعشرات آلاف السنوات وأنواعها كما يمكنه تحديد ما يمكن مشاهدته منها في أي منطقة على سطح الأرض. ويمكن ذلك باختيار Eclipses من Sky Dairy من قائمة Information. ثم يتم تحديد الفترة التي يتم إيجاد الخسوف والكسوف فيها وبعد ذلك اختيار الخسوف(lunar) أو الكسوف (solar) من Search type. وبالنقر على الزر Search يقوم البرنامج بإيجاد جميع الخسوفات أو الكسوفات التي تحدث على سطح الأرض في تلك الفترة. ولتحديد الذي يمكن مشاهدته في المنطقة اختر Search for current location. الشكل أدناه يعرض الكسوفات التي ستحدث في الفترة ما بين ٢٠٠٣ و٢٠١٠ م. والشكل الآخر يعرض الذي يمكن مشاهدته في المنطقة.





س: أوجد الخسوفات التي تحدث في تلك الفترة وما يمكن مشاهدته في منطقتنا منها.

الدرس السادس

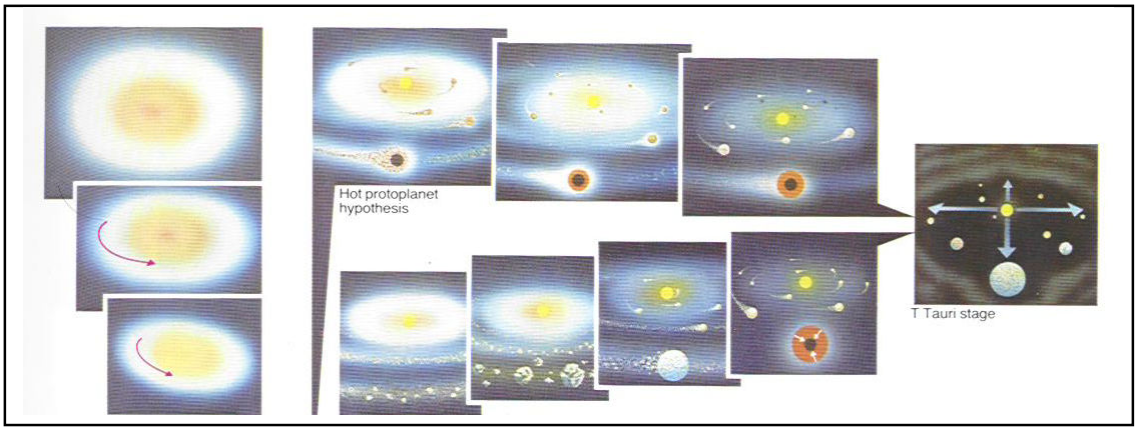
المجموعة الشمسية وحركة كواكبها

٦-١- نشأة المجموعة الشمسية

ظهرت تفسيرات عديدة لنشأة المجموعة الشمسية لكن النظرية التي يعتقد أغلب علماء الفلك والكونيات أنها الأرجح هي **نظرية سديم الغبار والغازات**.حيث يعتقد وحسب تلك النظرية أن المجموعة الشمسية كانت قبل حوالي خمسة مليارت سنة سحابة من الغازات والغبار الناتجة عن انفجار نجم ، وبفعل قوى خارجية أثرت على أجزاء تلك السحابة أدت إلى زيادة كثافتها في مناطق فتولدت قوة جاذبية أدت إلى دورانها، فأصبحت بفعل الدوران كالصفيحة الغازية حيث تكون في مركزها كتلة متكثفة كبيرة شكلت الشمس البدائية حين ارتفعت درجة حرارتها لتبدأ تفاعلات الاندماج النووية بها.

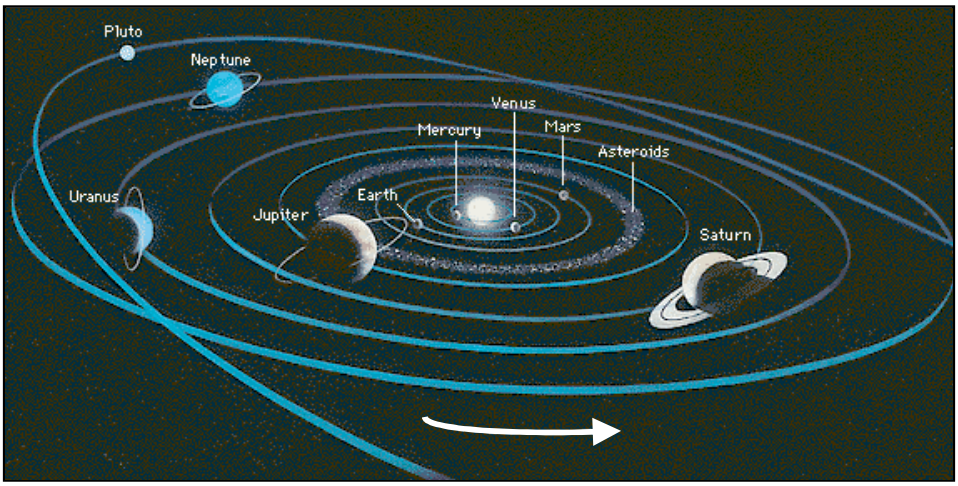
وتكثفت عدة كتل ساخنة حولها شكلت الكواكب وأثناء تلك المرحلة التصقت العناصر الثقيلة كالحديد والتي تنتج عن انفجار نجم آخر ببعض تلك الكواكب. وبعد برودتها تكتل الغبار مع بعضه البعض مكوناً الكواكب الصخرية (الداخلية)- عطارد(Mercury)، الزهرة(Venus)، الأرض(Earth)، المريخ(Mars)، والكويكبات(Asteroids)- أما الغازات فقد تكتلت بعيداً عن الشمس مكونة الكواكب الغازية (الخارجية)-المشتري(Jupiter)، زحل(Saturn)، أورانس(Uranus)، نبتون(Neptune)، بلوتو(Pluto). وبقي الجزء الحار في مراكز الكواكب وتوابعها. أما المذنبات(Comets) فبعضها يعتبر تابع للمجموعة الشمسية لأن له دورة حول الشمس مثل مذنب هالي-٧٦ سنة، ولكن لبعدها عن الشمس تعتبر في حالة غازية متجمدة، تنصهر عند اقترابها من الشمس فيتكون لها ذيل معاكس لاتجاه الشمس (الرياح الشمسية). وبعضها قد يزور المجموعة الشمسية بفعل الجاذبية ثم يغادر بلا رجعة.

ومما يستدل به على صحة تلك النظرية أن جميع الكواكب (ماعدا كوكب بلوتو) وتوابعها تدور حول الشمس أو حول الكواكب **في مستوى واحد تقريباً** (**ماعدا بلوتو**) **وفي نفس الإتجاه** (عكس عقارب الساعة لمن يراقب من أعلى) وذلك في مسارات بيضاوية وكذلك تدور حول نفسها في نفس الإتجاه (ماعدا كوكب الزهرة وأورانس). والكواكب الأقرب للشمس تكون أسرع في الحركة لذلك تكون سنتها أقصر. وتكون حجرية لأنها الأكثر كثافة فتكون أقرب للشمس. كذلك فإنه يمكن تمثيل تلك النظرية عملياً عند انعدام الجاذبية بتحقق بعض الشروط العيارية. حيث يمكن استخدام مائع ما وتدويره في الفضاء لنحصل على كتلة في المركز وكتل تدور حولها في نفس المستوى والاتجاه. الشكل ٦-١ يوضح مراحل تلك النظرية.



شكل٦-١: مراحل تكون المجموعة الشمسية قبل حوالي خمسة مليارات سنة، حسب نظرية سديم الغبار والغازات.

والشكل أدناه ٦-٢، يوضح أجزاء المجموعة الشمسية وكيفية دورانها.

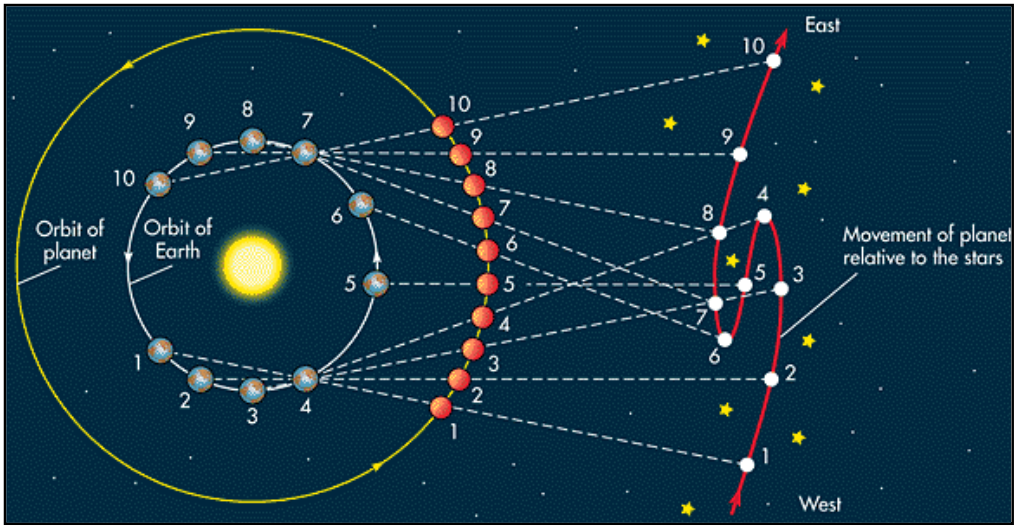


شكل٦-٢: أجزاء المجموعة الشمسية وجميعها تدور عكس عقارب الساعة للمشاهد من الأعلى، تقريباً في مستوى واحد.

٦-٢- حركة الكواكب الظاهرية من على سطح الأرض

بما أن الكواكب تتحرك تقريباً في مستوى واحد (ماعدا بلوتو) لذلك فهي تشاهد تتحرك حول مسار حركة الشمس والقمر (فلك البروج) أي أنه يمكن رسم خط في القبة السماوية يحتوي الكواكب المشاهدة في أي ليلة بالإضافة للشمس والقمر. إذن فجميع الكواكب (ماعدا بلوتو) دائماً تتحرك تقريباً حول فلك البروج. واتجاه حركتها من الشرق للغرب للكواكب الأبعد من الأرض. وأما الكواكب الأقرب (عطارد والزهرة) فإنها تشاهد دائماً بالقرب من الشمس في جهة الغرب أو الشرق.

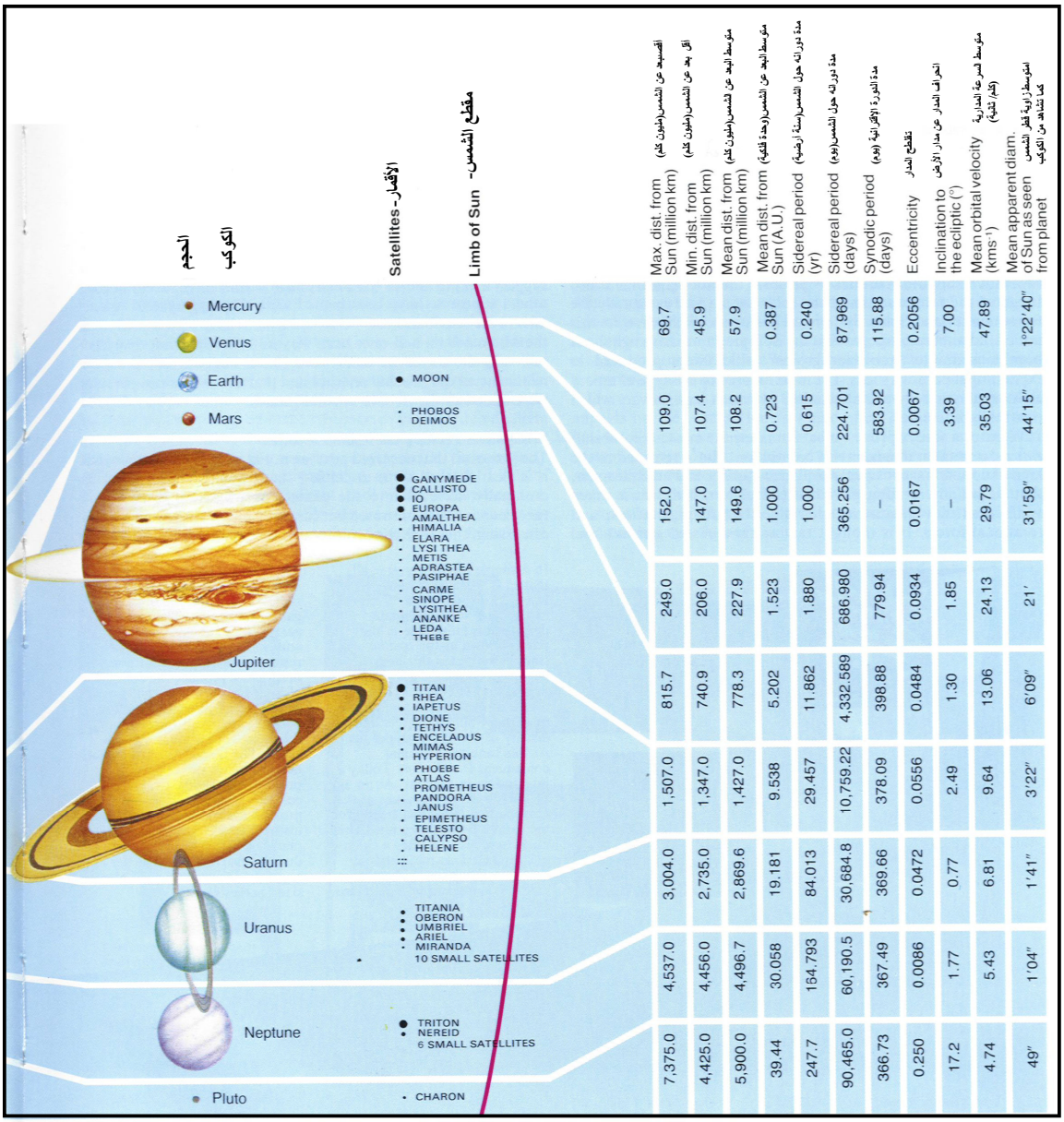
كذلك ونتيجة لحركة الكواكب حول الشمس فإن موقع الكواكب في كل ليلة يختلف بالنسبة للنجوم عن موقعه في ليلة أخرى ويمكن إدراك ذلك عندما تكون الفترة الزمنية بين الليلتين أطول مثلاً أسبوعاً أو نحوه. ويحدث لبعض الكواكب أن يعكس حركته وذلك عند انعكاس حركته أو حركة الأرض بالنسبة لبعضهم البعض شكل٦-٣. وتسمى تلك الحركة الإرتدادية (retrograde motion) وتكون تلك الحركة أوضح في حركة المريخ. وقد شاهد تلك الحركة الأقدمون فافترض بطليموس أن الكواكب تتحرك في مسارات دائرية (epicycles) وهي تتحرك في مداراتها حول الأرض شكل١-١.



شكل٦-٣: التفسير الحديث للحركة الإرتدادية للكواكب.

٦-٣- خصائص كواكب المجموعة الشمسية

تختلف طبيعة الكواكب وأحجامها والشكل ٦-٤ أدناه يوضح أهم خصائص كواكب المجموعة الشمسية وأحجامها الفعلية مقارنة ببعضها البعض.

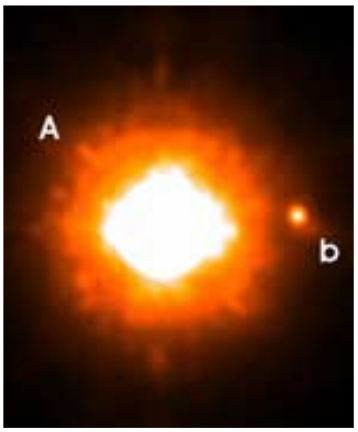


	Max. dist. from Sun (million km)	Min. dist. from Sun (million km)	Mean dist. from Sun (million km)	Mean dist. from Sun (A.U.)	Sidereal period (yr)	Sidereal period (days)	Synodic period (days)	Eccentricity	Inclination to the ecliptic (°)	Mean orbital velocity (kms⁻¹)	Mean apparent diam. of Sun as seen from planet
	أقصى بعد عن الشمس (مليون كلم)	أقل بعد عن الشمس (مليون كلم)	متوسط البعد عن الشمس (مليون كلم)	متوسط البعد عن الشمس (وحدة فلكية)	مدة دورانه حول الشمس (سنة أرضية)	مدة دورانه حول الشمس (يوم)	مدة الدورة الإقترانية (يوم)	تقفح المدار	انحراف المدار عن مدار الأرض	متوسط سرعة المدارية (كلم/ ثانية)	متوسط زاوية قطر الشمس كما تشاهد من الكوكب
Mercury	69.7	45.9	57.9	0.387	0.240	87.969	115.88	0.2056	7.00	47.89	1°22′40″
Venus	109.0	107.4	108.2	0.723	0.615	224.701	583.92	0.0067	3.39	35.03	44′15″
Earth	152.0	147.0	149.6	1.000	1.000	365.256	–	0.0167	–	29.79	31′59″
Mars	249.0	206.0	227.9	1.523	1.880	686.980	779.94	0.0934	1.85	24.13	21′
Jupiter	815.7	740.9	778.3	5.202	11.862	4,332.589	398.88	0.0484	1.30	13.06	6′09″
Saturn	1,507.0	1,347.0	1,427.0	9.538	29.457	10,759.22	378.09	0.0556	2.49	9.64	3′22″
Uranus	3,004.0	2,735.0	2,869.6	19.181	84.013	30,684.8	369.66	0.0472	0.77	6.81	1′41″
Neptune	4,537.0	4,456.0	4,496.7	30.058	164.793	60,190.5	367.49	0.0086	1.77	5.43	1′04″
Pluto	7,375.0	4,425.0	5,900.0	39.44	247.7	90,465.0	366.73	0.250	17.2	4.74	49″

شكل٦-٤: أهم خصائص كواكب المجموعة الشمسية وأحجامها.

٦-٤- الفرق بين الكوكب والنجم

أهم الفروق الحقيقية بين الكوكب والنجم أن كتلة الكوكب صغير لا تسمح بحدوث تفاعلات الاندماج النووية فلا يصبح الكوكب مشعاً كالنجوم التي تشع بذاتها. ولو أن كتلة كوكب المشتري أصبحت ثلاثة أضعاف كتلته الحالية لأصبح نجماً. كذلك هناك أكثر من ١٥٠ مجموعة نجمية تم اكتشافها وما يزال تكتشف تدور حول بعض النجوم في مجرتنا. وقد تم تصوير أحد تلك الكواكب في السنة ٢٠٠٥م، كما في شكل ٦-٥.



شكل٦-٥: كوكب يدور حول احد النجوم

ولكن هناك عدة فروق ظاهرية بين الكواكب والنجوم ومن خلالها يمكن التفريق بين النجم والكوكب بالعين المجردة وبسهولة.

١- إضاءة الكوكب في العادة أشد من إضاءة النجوم حوله.

٢- الكوكب يغير موقعه بالنسبة للنجوم من ليلة لأخرى بينما النجم لا يغير موقعه تقريباً.

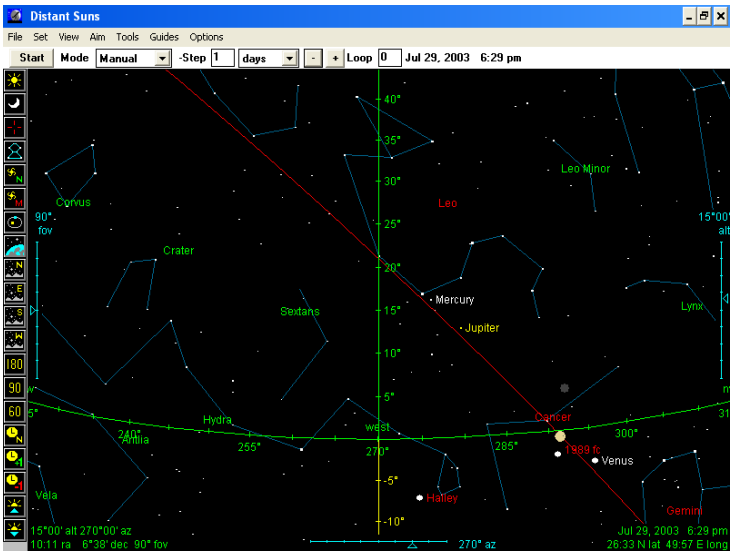
٣- وميض النجم (تغير إضائته) أكثر من وميض الكوكب وخصوصاً بالقرب من الأفق، لأن النجوم أبعد بكثير من الكواكب ويقطع الضوء مسافة أطول يمر خلاله عبر أوساط مختلفة حتى يصل إلى الأرض.

٤- مواقع الكواكب محددة حول فلك البروج كما ذكرنا ، ولكن النجوم منتشرة على القبة السماوية. لذلك فأغلب الكواكب تمر في البروج الشمسية وهذه إحدى الظواهر الأساسية المستخدمة في التنجيم.

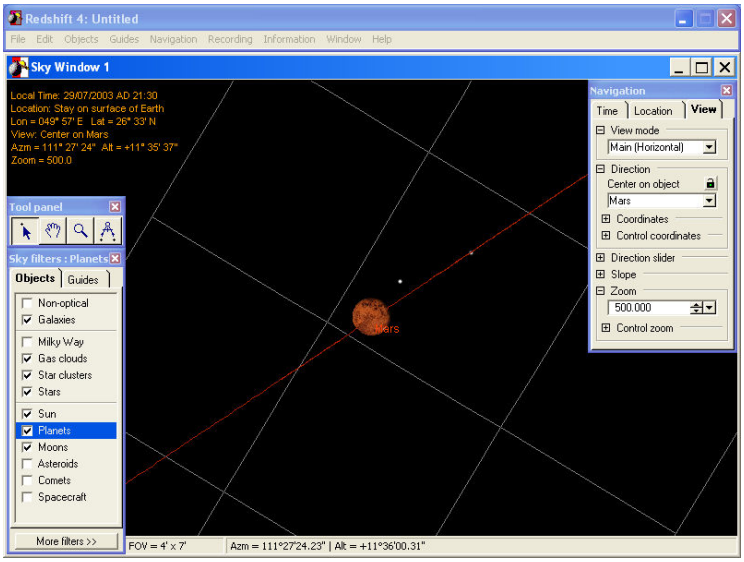
ولابد من الإشارة إلى أن الكواكب لها أطوار كالقمر كذلك يمكن أن يحدث لها خسوف عندما يحجب أي جرم من أجرام المجموعة الشمسية الآخر. ومن ذلك استدل العالم الإيطالي غاليلوا على دوران الأرض والكواكب حول الشمس حيث أن كوكب الزهرة يكون في طور الهلال عندما يكون قريباً لنا، بينما يكون في طور البدر عندما يكون بعيداً عن الأرض في الجهة الأخرى للشمس.

متابعة حركة الكواكب ومراقبتها بواسطة RS &DS

يمكن متابعة حركة الكواكب المختلفة بواسطة البرنامجين سواءً كانت تلك الحركة اليومية الناتجة عن دوران الأرض حول محورها أو حركتها الناتجة عن دوران الكواكب ذاتها حول الشمس بما في ذلك الحركة الارتدادية. كما يوفر البرنامج RS ميزة تكبير الكواكب بنسب مختلفة يصل أعلاها إلى ٩٩٩٩ مرة. وتلك الخاصية تجعله يحاكي المنظار الفلكي ليس فقط في رصد الكواكب وإنما حتى في رصد المجرات والسدم والأجرام الفلكية السحيقة. وتتميز تلك الخاصية بإظهار الصورة الحقيقية للكوكب في تلك اللحظة كما لو كان الشخص يراقبه بمنظار فلكي. بحيث تظهر الميل الفعلي وطور الكوكب وتوزيع الأقمار حوله. ومن الضروري أن يكون للشخص تصور صحيح للشكل الفعلي لدوران الكواكب حول الشمس. ويمكن ذلك بالنظر للمجموعة الشمسية من الخارج بالنقر على زر المجموعة الشمسية في شريط الأدوات في DS أو تغيير مكان المراقبة في RS إلى Sty in Solar System. الشكل أدناه يوضح الموقع الظاهري لكوكب المشتري والزهرة وعطارد عند غروب الشمس في يوم ٢٩ يوليو ٢٠٠٣م في DS. ويمكن تغيير الزمن بالساعة أو جزء منها لمراقبة الحركة اليومية (من الشرق إلى الغرب) للكواكب. أو تغيير الزمن بالأيام لمراقبة حركة الكواكب الناتجة عن دورانها حول الشمس. كذلك لكي يتكون تصور صحيح لحركة الكواكب الفعلية يمكن إعادة ذلك التغيير والنظر من خارج المجموعة الشمسية.



وأما الشكل أدناه(RS) فيظهر كوكب المريخ وأقماره في نفس اليوم عند الساعة ٩:٣٠م بالتوقيت المحلي وبتكبير ٥٠٠ مرة.

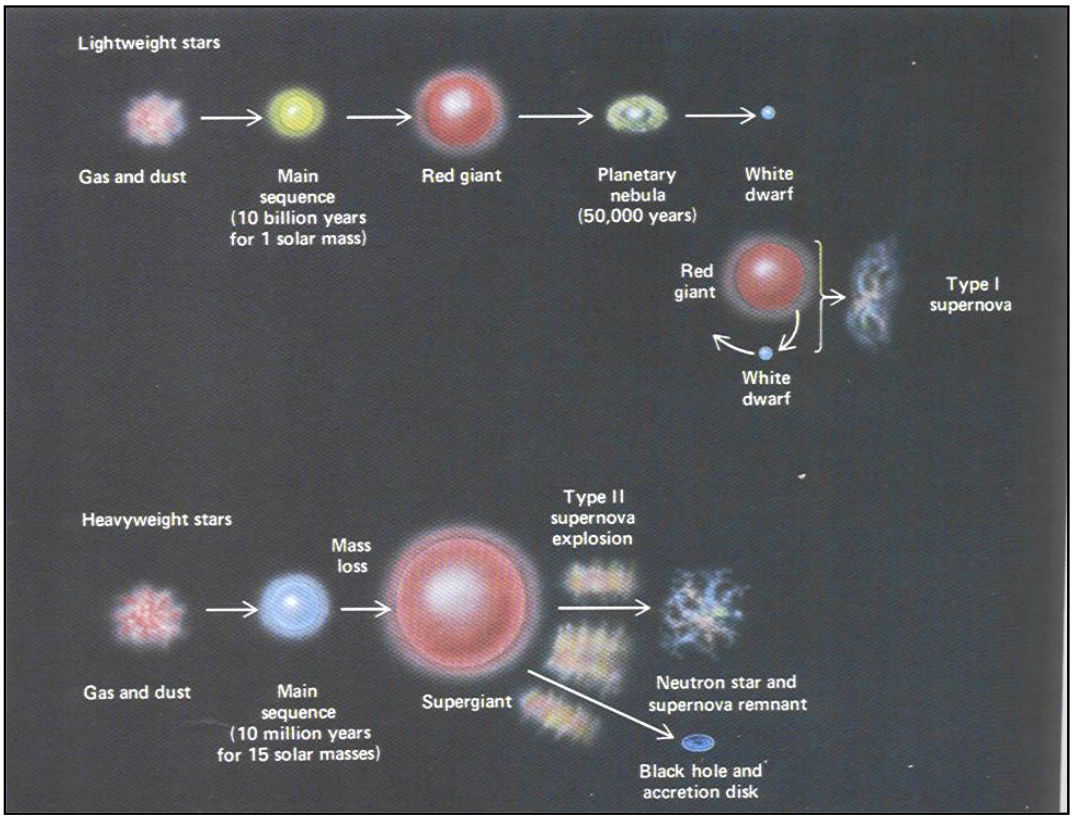


الدرس السابع

النجوم والبروج

٧-١- نشأة النجوم

تنشأ النجوم من الغازات والغبار التي ينطلق من انفجار بعض النجوم ، وعند حدوث أي اضطراب تبدأ تلك الغازات بالتجمع مما يؤدي إلى ارتفاع الكثافة في أماكن فتبدأ بجذب بقية الأجزاء ، مما يؤدي إلى تكثف مركز النجم أكثر فيتكون نجم بدائي (protostar) ثم يتشكل النجم في طوره الطبيعي فيتوازن تحت تأثير قوتين. حيث تقوم قوة الاندماج النووية (للخارج) بموازنة القوة الجاذبية (للداخل) التي تؤدي إلى انكماش النجم. وبعد مليارات السنوات وعند استهلاك كامل طاقة النجم النووية فإنه إما أن ينكمش على بعضه فيتحول إلى نجم ضعيف الاشعاع عالي الكثافة (قزم dwarf) أو أن يعيد تفاعله النووي بشدة بسبب شدة الانكماش فينفجر النجم محدثاً (supernova) قد يتكون نجم نيوتروني (وماض Pulsar) وبقايا الإنفجار، أو ثقب أسود في مركز الإنفجار. وتعتمد أطوار النجم ونوعه على كتلة المادة التي تكون منها النجم البدائي. حسب الشكل ٧-١.



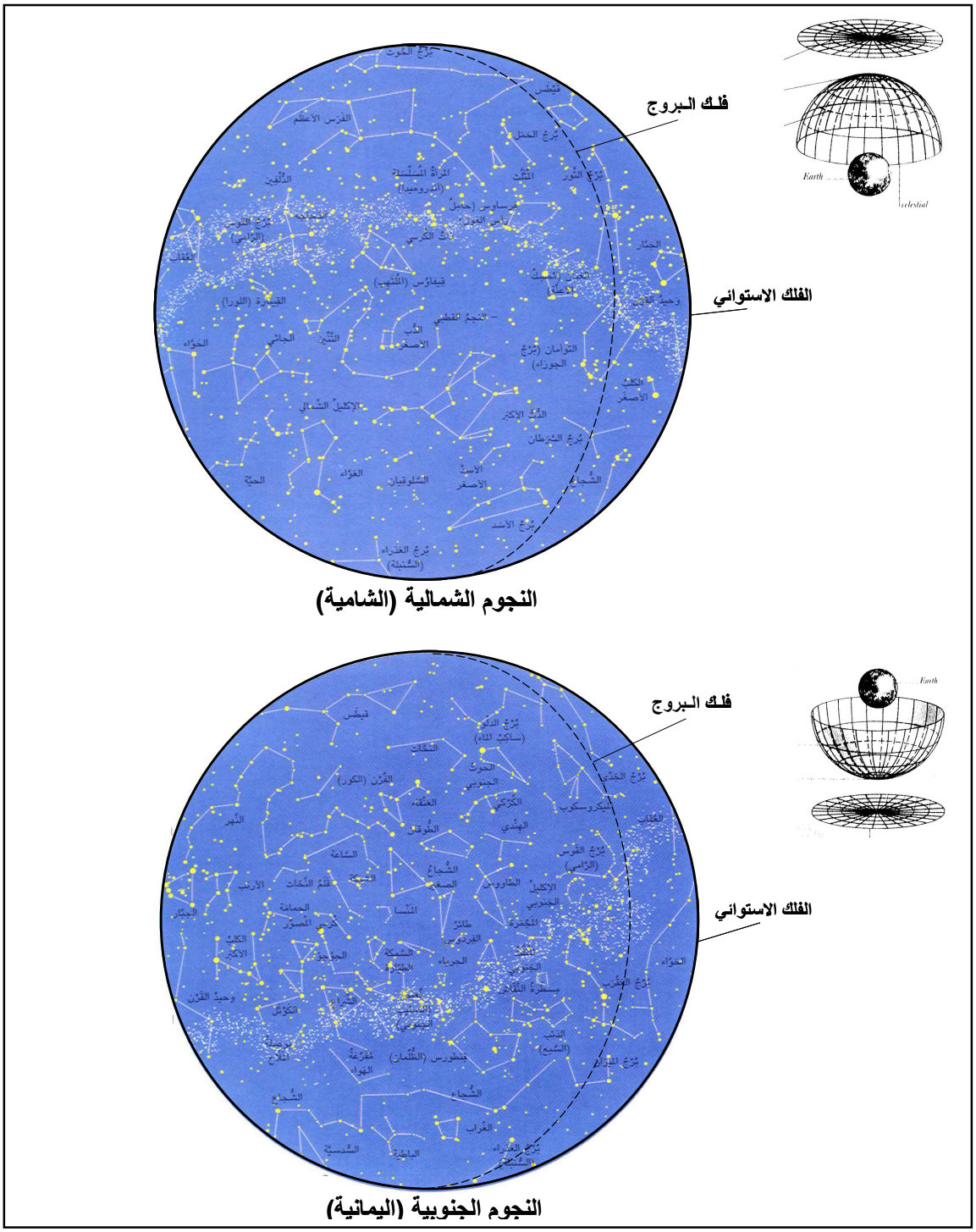
شكل٧-١: تكون النجوم حيث يعتمد طور النجم ونهايته على الكتلة الإبتدائية. نجم خفيف الكتلة (أعلى) ونجم عالي الكتلة (أسفل)

٧-٢- حركة النجوم الفعلية (proper motion)

تتحرك النجوم في جميع الإتجاهات بالنسبة للأرض ولكن لأن النجوم بعيدة جداً فإنها تبدو ثابتة بالنسبة لبعضها البعض (باستثناء حركتها الناتجة عن حركة الأرض) ويرجع ذلك إلى قصر عمر الإنسان.

٧-٣- المجموعات النجمية والبروج (Constellations and Zodiac)

يمكن رؤية النجوم من سطح الأرض على شكل مجموعات نجمية حتى وإن كانت تختلف في البعد فعلاً، واصطلح العلماء السابقون على تسميتها بحسب الأشكال التي تصورها مشابهة لتلك المجموعات وبسبب القصص التي نسجوها حول تلك المجموعات. وتسمى في بعض الأحيان بالبروج السماوية وإن كان الشائع هو استخدام مصطلح البروج لإشارة إلى المجموعات التي تمر فيه الشمس (تكون خلفية للشمس) عند دوران الأرض حولها. وتتكون الكرة السماوية بشقيها الشمالي والجنوبي من ٨٨ مجموعة نجمية. ويمكن تقسيمها إلى مجموعات شمالية للفلك الاستوائي (شامية) أو جنوبية له (يمانية)، شكل ٧-٢.



شكل ٧-٢: المجموعات النجمية الشمالية والجنوبية.

ويمكن تصنيف النجوم حسب لونها أو الطيف الضوئي الذي تطلقه. كذلك فإن إضاءتها الظاهرية من سطح الأرض تحسب بأرقام وكلما قل الرقم زادت الإضاءة فمثلاً إضاءة أقوى النجوم لمعاناً وهي الشعراء اليمانية هي -١,٤٦، وأما باقي النجوم فلها رقم أكبر ولكن لمعانها أقل. واللمعان الظاهري يختلف عن الإضاءة الحقيقية التي تعتمد على بعد النجم، الجدول في الأسفل يوضح لمعان أهم النجوم.

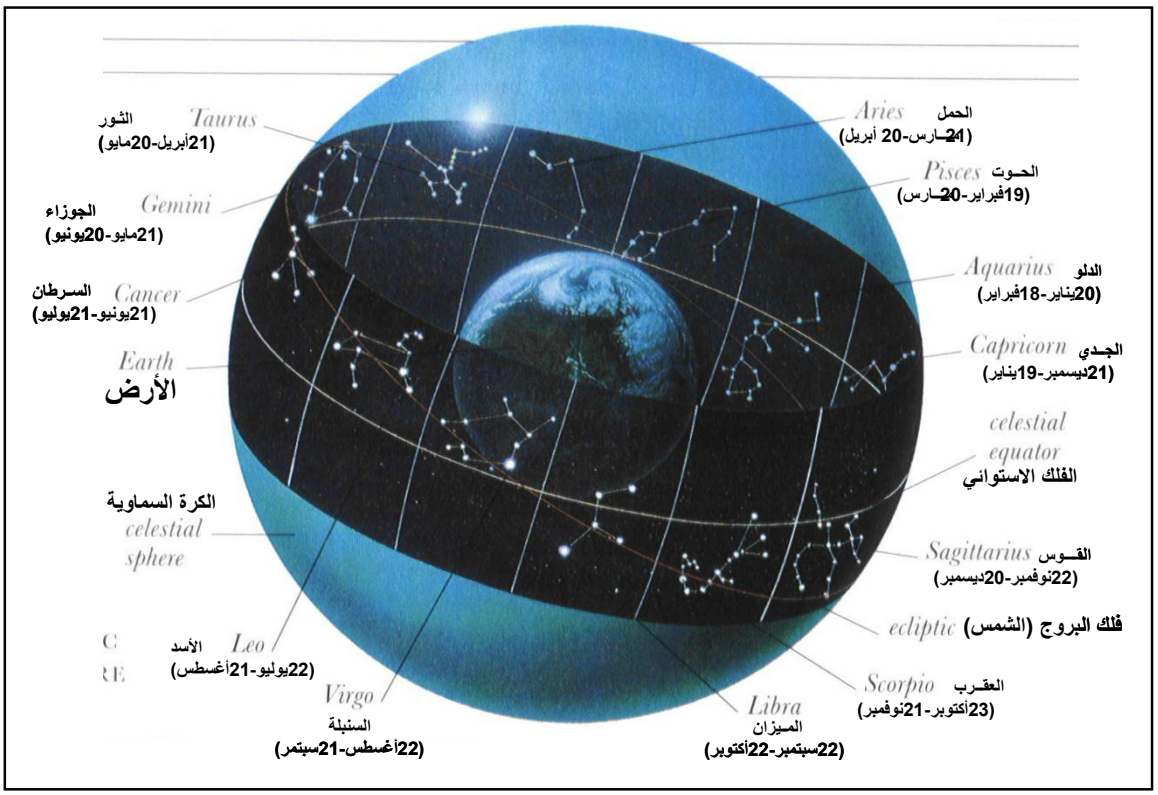
ألمعُ النُّجوم

يُقاسُ لَمَعانُ النجمِ بالقَدرِ المُحدَّدِ له. وكُلَّما انخفضَ القَدْرُ كانَ النجمُ ألمعَ، بحيثُ إنَّ لَمَعانَ نجمٍ من قَدْرٍ مُعَيَّنٍ يَزيدُ مَرَّتين ونصفًا على لمعانِ نجمٍ من القَدْرِ الذي يليه كما يَبدوانِ من الأرض. أمَّا القَدْرُ المُطلَقُ فهو كميَّةُ الضوءِ التي يَبْتَعِثُها النجمُ فِعْلًا.

الاسم	القَدْر الظاهري	القَدْر المُطلق	البُعد عن الشَّمس (بالسَّنين الضوئيَّة)
الشِّعْرَى اليمانيَّة	- ١,٤٦	+ ١,٤	٨,٦٥
سُهيل	- ٠,٧٣	- ٤,٦	١٢٠٠
حَضار	- ٠,١	+ ٤,١	٤,٣٨
السِّماكُ الرَّامح	- ٠,٠٦	- ٠,٣	٣٦
النَّسْرُ الواقع	+ ٠,٠٤	+ ٠,٥	٢٦
العَيُّوق	+ ٠,٠٨	- ٠,٥	٤٢
رِجْلُ الجَبَّار	+ ٠,١٠	- ٧,٠	٩٠٠
الشِّعْرَى الشَّامِيَّة	+ ٠,٣٥	+ ٢,٦	١١,٤
مَنْكِبُ (أو إبْطُ) الجَوزاء	+ ٠,٤٩	- ٥,٧(متغيّر)	٣١٠
آخِرُ النَّهر	+ ٠,٥١	+ ٢,٥	١١٧
الوَزَن	+ ٠,٦٣	- ٤,٦	٤٩٠
النَّسْر الطائر (الطير)	+ ٠,٧٧	+ ٢,٣	١٦
الدَّبَران (عينُ الثور)	+ ٠,٨٥	- ٠,٧	٦٩
نَيِّرُ نُعَيم (الصليب الجنوبي)	+ ٠,٩٠	- ٣,٧	٣٧٠
قلبُ العقرب	+ ٠,٩٢	- ٤,٥	٤٣٠
السِّماكُ الأعزَل (السُّنبلة)	+ ٠,٩٦	- ٣,٦	٣٦٠
رأسُ التوأم المُؤخَّر	+ ١,١٥	+ ١,٠	٣٥
فَمُ الحوت	+ ١,١٦	+ ١,٩	٣٣
ذَنَبُ الأسد (الذَّنَب)	+ ١,٢٥	- ٧,١	١٨٠٠
نَيِّرُ نُعَيم الثاني	+ ١,٢٥	- ٥,١	٤٨٩
قلبُ الأسد	+ ١,٣٥	- ٠,٧	٨٥
العَذارَى	+ ١,٥٠	- ٤,٤	٦٨١

ولأن الشمس تسير في فلك محدد يسمى فلك البروج ويسير القمر في فلك ينحرف عن ذلك بخمس درجات وتسير كل الكواكب ماعدا بلوتو بالقرب من فلك الشمس ، لذلك فإنها تخترق سلسة من مجموعات نجمية محددة تتألف من ١٢ مجموعة نجمية تسمى البروج. تمكث الشمس في كل منها قرابة الثلاثين يوماً أي أنها تمر في تلك البروج في سنة شمسية كاملة. بينما يمر القمر فيها كل شهر قمري ويمكث في كل واحدة قرابة ٢,٣ يوم. وقديماً يمكن تحديد مواقع الشمس والقمر والكواكب ومدة بقائهم في تلك البروج بواسطة الأزياج الفلكية أوالاسطرلاب.

وتشكل منطقة البروج شريطاً بمقدار ٨° شمال فلك البروج و ٨° جنوبه، أي أن سمكه ١٦°. والشكل ٧-٣ يوضح أشكال تلك البروج بالنسبة للشمس. وبسبب حركة الترنح فإن موقع نقطتي الاعتدال تختلف فتختلف أوقات تلك البروج وفصولها من سنة إلى أخرى حسب ما سيتم دراسته في التوقيت والفصول الأربعة. ولكن هناك اصطلاح لدى الفلكيين أخذ عن المنجمين وهو أن برج الحمل يبدأ في يوم الإعتدال الربيعي ٢١ مارس وهو ما حدث عام ٤٥٠ ق.م. وفي الحقيقة فإن الشمس ومنذ ما يربو على سبعين سنة تدخل برج الحوت عند الإعتدال الربيعي. وسنتعرض لهذا بالتفصيل عند الحديث عن التوقيت والتقويم في الدرس القادم. الشكل ٧-٣ يوضح البروج المختلفة وأشكالها وأوقاتها حسب التقويم الاصطلاحي.



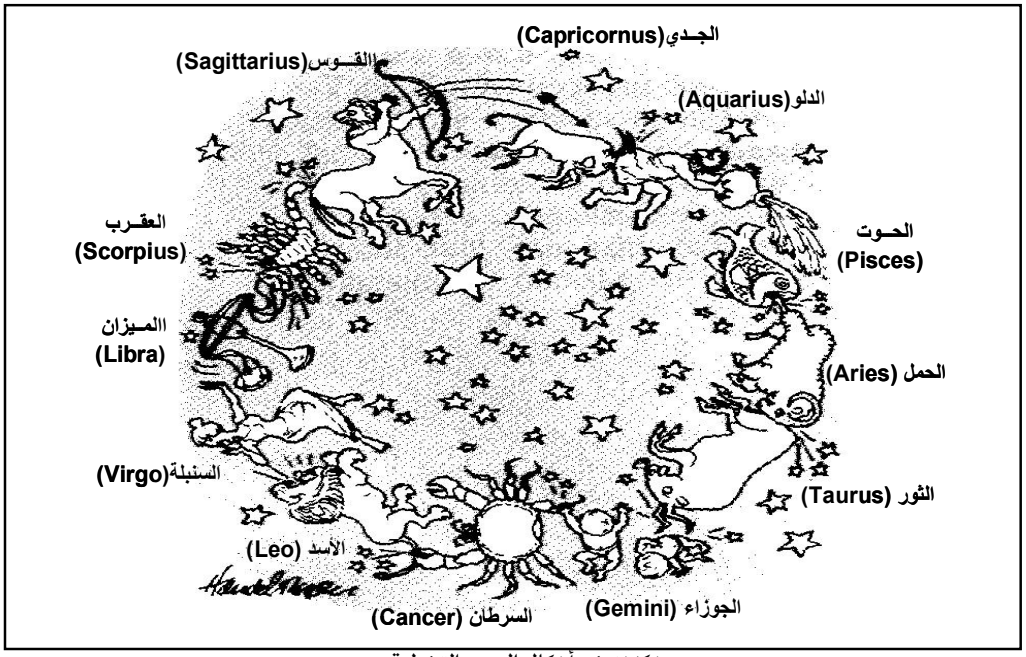
شكل٧-٣: أشكال البروج الشمسية وتوزعها على الكرة السماوية وأوقاتها حسب التقويم التنجيمي.

ويجمع تلك البروج مرتبة من أول بروج الربيع (الحمل) حتى آخر بروج الشتاء (الحوت) بيتا الشعر التاليان:

حمل الثور جوزة السرطان ورعى الليث سنبل الميزان

ورمى عقرب من القوس جدياً وسقى الدلو بركة الحيتان

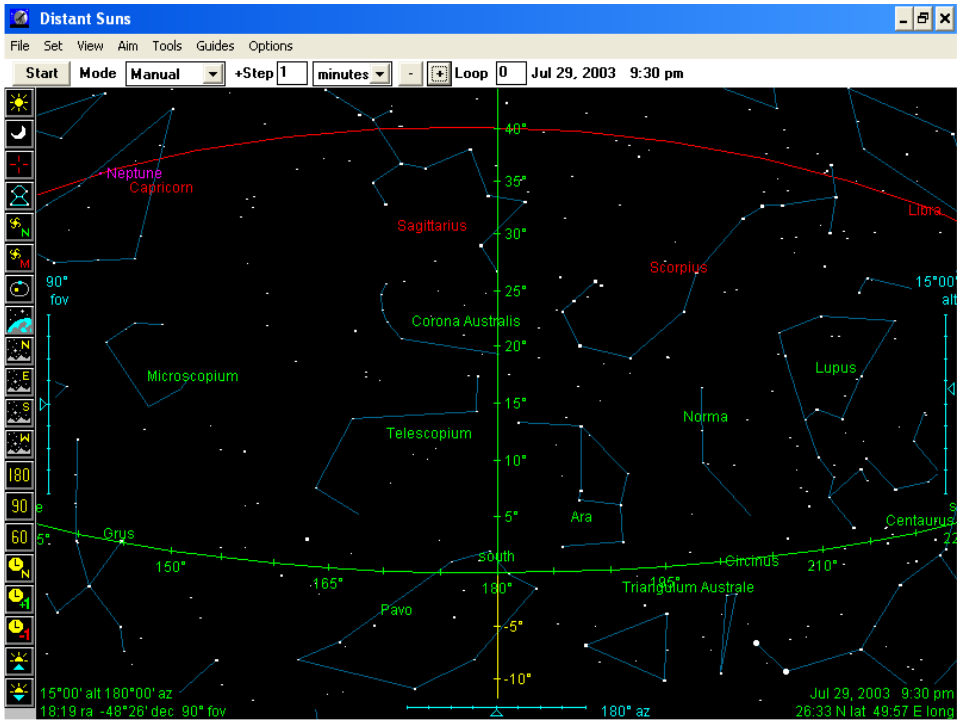
والشكل٧-٤ أدناه يوضح أشكال البروج حسب ما تصورها السابقون.



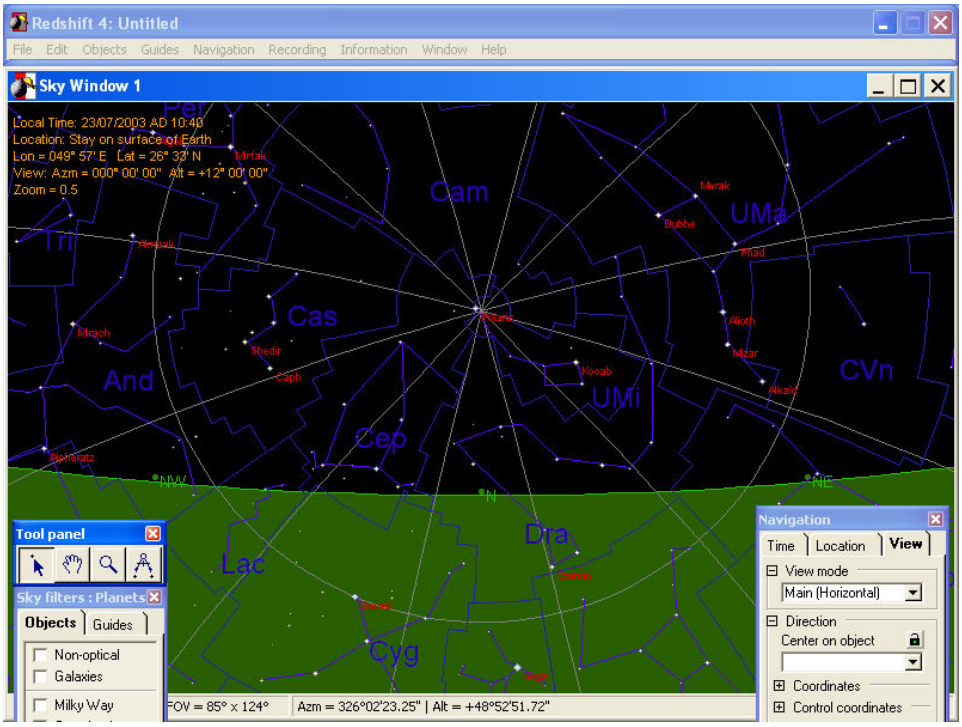
شكل٧-٤: أشكال البروج التخيلية.

التعرف على النجوم بواسطة RS &DS

يمكن تحديد النجوم والمجموعات النجمية في أي وقت من الأوقات أو جهة من الجهات بواسطة البرنامجين. كما يمكن التوجه أو البحث عن أي نجم أو أي مجموعة نجمية. كذلك يمكن تحديد البرج الفعلي للشمس أو للكواكب والقمر. فمثلاً بالنظر إلى جهة الجنوب في يوم ٢٩ يوليو ٢٠٠٣ الساعة ٩:٣٠م بالتوقيت المحلي فإن شكل السماء حسب برنامج DS كالشكل أدناه:



الخط العلوي يمثل فلك البروج. والنظر إلى الجهة الشمالية في نفس الوقت بواسطة RS يظهر:



س: حاول تغيير جهة الرؤية إلى جميع الجهات في كل برنامج.

الدرس الثامن

التقويم والتوقيت وفصول السنة

٨-١- التقويم

التقويم هو وضع مرجع ما لتأريخ الأحداث وأهم العوامل المؤثرة في التقويم هي:

أ- غاية الإنسان:حيث تختلف التقاويم باختلاف اهتمامات الإنسان ، سواءً بمنازل القمر أو بأوقات الفصول الأربعة أو غيرها.

ب- حركات الأرض والقمر المختلفة.

وعلى ذلك يمكن تقسيم أنواع التقاويم إلى ثلاثة أقسام أساسية :

١- **تقويم قمري** : وهو الذي يعتمد على منازل القمر ، وتتكون السنة القمرية من ١٢ شهراً قمرياً، فتكون بمجموعها حوالي : ٣٥٤,٣٣ يوم. ومن أمثلته التقويم اليهودي. ومن أهم التقاويم القمرية هو التقويم الهجري-قمري حيث يستخدم السنوات القمرية ابتداءً من السنة القمرية التي هاجر فيها الرسول(ص) وتتكون السنة فيه من ١٢ شهراً قمرياً تتراوح بين ٢٩ و٣٠ يوماً. واليوم الأول من هذا التقويم هو على الأرجح يوم الجمعة ١/١/١هـ ، الموافق (١٦/٧/٦٢٢م).

٢- **تقويم شمسي** : وهو التقويم الذي يعتمد على دوران الأرض حول الشمس أو على حركة الشمس في فلكها ويمكن تقسيم السنة فيه إلى :

أ- سنة نجمية (sidereal year) : وهي المدة التي تستغرقها الأرض لتكمل دورة حول الشمس ، أو المدة التي تستغرقها الشمس كي تكمل دورة في فلكها بالنسبة للبروج التي تمر فيها. ومقداره ٣٦٥ يوماً و ٦س و ٩د و ١٠ث. أي حوالي ٣٦٥ يوم وربع يوم.

ب-سنة مدارية (tropical year) : وهي المدة التي تستغرقها الشمس كي تكمل دورة في فلكها من نقطة الإعتدال الربيعي إلى نفس النقطة. ومقدارها ٣٦٥يوماً و ٥س و ٤٨د و ٤٦ث. وينشأ الإختلاف بين السنتين لأن نقطة الإعتدال تتحرك تدريجياً باتجاه الغرب بمعدل ٥٠"ثانية من الدرجة (٢٠د) في السنة. بسبب حركة ترنح الأرض.

جـ- السنة الكسوفية (eclipse year) : وهي المدة التي تستغرقها الشمس كي تكمل دورة في فلكها من نقطة الكسوف (نقطة التقاء فلك القمر بفلك الشمس) إلى نفس النقطة. ومقدارها ٣٤٦يوماً و ١٤س و ٥٢د و ٥١ث.

والتقاويم الشمسية فتستخدم لتحديد وتنظيم الأمور على فصول السنة الأربعة وأهم التقاويم الشمسية هي :

١- التقويم الهجري-شمسي : حيث تستخدم السنوات الشمسية ابتداءً من السنة الشمسية التي هاجر فيها الرسول(ص)، وتتكون من ١٢ شهراً شمسياً ابتداءً من اليوم الأول في فصل الربيع (النيروز) أو من بداية برج الحمل.

٢- التقويم الميلادي (Gregorian) : حيث تستخدم السنوات الشمسية ابتداءً من السنة الشمسية التي ولد فيه السيد المسيح(ع)، وتتكون من ١٢ شهراً شمسياً ابتداءً من يناير وحتى ديسمبر.

ولكي يتم التخلص من ربع اليوم يضاف يوم لكل أربع سنوات فتكون أيام إحداها ٣٦٦ يوماً وتسمى **كبيسة** (Leap). ولكن بما أن الفرق بين السنوات المدارية إلى الشمسية يصل إلى ٣ أيام كل ٤٠٠ سنة. لذلك وجب اسقاط ٣ أيام من كل ٤٠٠ سنة. وعلى ذلك فقد أصطلح على أن سنوات بداية القرون (المئات) التي لا يكون ناتج قسمتها على ٤٠٠ عدداً صحيحاً لاتعتبر كبيسة ، مثل الأعوام ١٧٠٠، ١٨٠٠، ١٩٠٠، بينما يكون العام ١٦٠٠ و ٢٠٠٠ سنة كبيسة. ويعود التغيير الذي حدث في التقويم الشمسي في العام ١٥٨٢م، إلى الفرق بين السنوات النجمية والسنة المدارية حيث أسقطت ١٠ من شهر أكتوبر في ذلك العام ولذلك يعتبر هذا التاريخ نقطة مفصلية في التقويم الميلادي.

٣- التقويم اليومي (اليوم اليولياني): يمكن القول أنه لتجنب العد بالسنوات ومايترتب عليه من فرق فيها كما لاحظنا. فإنه يمكن استخدام عدد الأيام من يوم ما وإن لم تكن تلك طريقة عملية وليست سهلة في التعامل بها بل يمكن إعتباره كمرجع يجمع التقاويم المختلفة بحيث يمكن التحويل بينها عبره. ولعل أشهر تلك العدادات هو اليوم اليولياني أو عداد جوليان (Julian Day) ، حيث بدأ في عد الأيام ابتداءً من ظهر يوم ١ يناير عام ٤٧١٣ ق م. فصار التقويم اليوليانى يؤرخ اليوم برقمه ابتداءً من ذلك اليوم. فمثلاً يوم ١٥ يوليو ٢٠٠٢م يصادف اليوم اليولياني رقم ٢٤٥٢٤٧١.

٨-٢-التحويل بين التقويم الهجري قمري للميلادي

كما ذكرنا أعلاه فإن التقويم الميلادى قد مر بعدة مراحل، لذلك لكي يسهل التحويل من التقويم الهجري القمري إلى الميلادي أو العكس فإنه من الأنسب التحويل إلى اليوم اليولياني ثم إلى الميلادي أو الهجري. وبما أن التقويم الهجري القمري لم يطرأ عليه تغير من بداية إقراره فإن طريقة التحويل من التاريخ الهجري إلى اليوم اليولياني لا تختلف باختلاف التاريخ. بينما تختلف طريقة التحويل من الميلادي إلى اليولياني والعكس فيما إذا كان التاريخ قبل ١٥/١٠/١٥٨٢م أو بعده. ويعتمد التحويل بين التواريخ القمرية والشمسية إلى الفرق ببين السمة الشمسية والقمرية. كذلك يرجع إلى زيادة السنة القمرية على ٢٥٤ يوم والشمسية على ٢٦٥ يوم بأقل من يوم. وهو ما أدى إلى إدخال مفهوم **الأدوار** في كبس السنوات القمرية. وأما كبس السنوات الشمسية فقد حل بالطريقة السابقة.

وللتحويل من تاريخ هجري قمري إذا كانت السنة الهجرية س، والشهر القمري ش، واليوم من الشهر القمري هو ي، أي أن التاريخ المراد تحويله هو (ي / ش / س) فإن اليوم اليولياني يج يمكن إيجاده من خلال العلاقة:

$$\text{يج} = (١١\text{س} + ٣)/٣٠ + ٣٥٤\text{س} + ٣٠\text{ش} - (\text{ش}-١)/٢ + \text{ي} + ١٩٤٨٤٤٠ - ٣٨٥ \qquad (٨-١)$$

وعند التحويل بين الميلادي واليوم اليولياني قبل تاريخ ١٥/١٠/١٥٨٢م فإن

$$\text{يج} = ٣٦٥,٢٥(\text{س} + ٤٧١٦) + ٣٠,٦٠٠١(\text{ش} + ١) + \text{ي} - ١٥٢٤,٥ \qquad (٨-٢)$$

حيث س، ش، ي في العلاقة (٨-٢) للسنة والشهر واليوم بالتقويم الميلادي

وعند التحويل بين الميلادي واليوم اليولياني بعد تاريخ ١٥/١٠/١٥٨٢م فإن

$$\text{يج} = ٣٦٥,٢٥(\text{س} + ٤٧١٦) + ٣٠,٦٠٠١(\text{ش} + ١) + \text{ي} + ٢ - \text{س}/١٠٠ + \text{س}/٤٠٠ - ١٥٢٤,٥ \qquad (٨-٣)$$

هذا مع مراعاة أن حاصل القسمة العلاقات السابقة يساوي أكبر عدد صحيح من دون الفواصل.

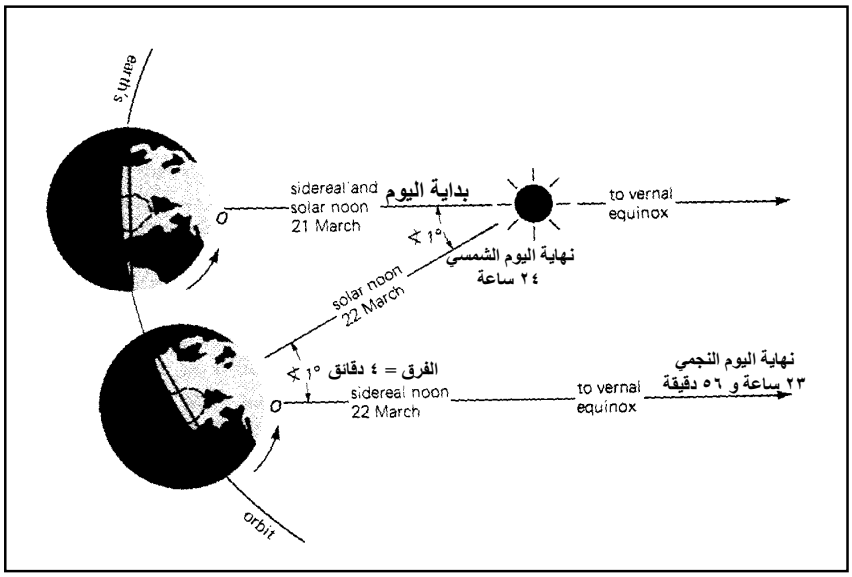
وهناك عدة برامج للتحويل بين التقويمين السابقين ومن أدقها برنامج المواقست الدقيقة ، يمكن تحميله من الموقع التالي على شبكة الإنترنت : http://www.jas.org.jo/accut.html.

٨-٣- التوقيت

استخدم الإنسان التوقيت ليسهل وينظم أمورحياته، والتوقيت في العادة يطلق على تحديد الأوقات في اليوم الواحد وهذا يختلف باختلاف القطر الجغرافي الذي يعيش فيه الإنسان وكذلك باختلاف فصول السنة. حيث يختلف طول الليل والنهار. ويتكون اليوم الشمسي من ٢٤ ساعة ولا بد من التفريق بين اليوم النجمي واليوم الشمسي.

اليوم النجمي (Sidereal day♀) : وهو الفترة الزمنية التي تدور فيها الأرض حول نفسها بالنسبة للنجوم ، أو الفترة التي يدور فيها نجم ليصل إلى نفس النقطة. وتساوي ٢٣ساعة و٥٦ دقيقة.

اليوم الشمسي:(Solar day) وهي الفترة التي تستغرقها الشمس حتى تصل إلى نفس النقطة التي بدأت فيها من اليوم السابق أي الفترة من زوال إلى زوال. ويساوي ٢٤ ساعة. ويرجع الفرق في ذلك إلى حركة الأرض حول الشمس حيث تساوي تقريباً درجة في اليوم وحيث أن الأرض تدور حول نفسها بمعدل ٤ دقائق لكل درجة ، إذن فاليوم الشمسي يساوي ٢٤ ساعة. الشكل أدناه يوضح الفرق بينهما.



شكل٨-١: الفرق بين اليوم النجمي واليوم الشمسي.

٨-٤-أوقات الصلوات

لعل موضوع مواقيت الصلاة من المواضيع التي حضيت باهتمام الفلكيين المسلمين. ويمكن القول أن وقت صلاة الظهر هو الأسهل من حيث التحديد إذ أن وقتها يبدأ عندما يصل مركز الشمس إلى خط الزوال. ولذلك فإن أوقات الصلوات تحدد بزاوية الميقات (θ) وهي بعد مركز الشمس بالدرجات عن وسط السماء عند حلول وقت الصلاة كالتالي:

١- يدخل وقت صلاة الظهر عندما تكون زاوية الميقات تساوي صفراً.

٢- **الفجر الفلكي وانتشار (اعتراض) الفجر**:يعرف الفجر الفلكي على أنه بداية انعكاس ضوء الشمس وتشتته من الغلاف الجوي الأرضي. ويحدث عند بداية الفجر الفلكي أن يشاهد الضوء من جهة الشرق مرتفعا عن الأفق ومحاطا بالظلام لأن النقطة التي يتقاطع فيها ضوء الشمس مع الغلاف الجوي والتي تكون أقرب للراصد تكون مرتفعة فوق الأفق لذلك يبدو الضوء مرتفعا في البداية. ويمكن أن يطلق على ذلك الضوء بالفجر الأول (الكاذب) بالمصطلح الشرعي. ويبدأ الفجر الفلكي عندما تكون زاوية الميقات = ٩٠ + ١٨ = ١٠٨°. أي عندما تكون الشمس تحت الأفق الشرقي بزاوية انخفاض مقدارها ١٨°. وأما بداية انتشار أو اعتراض الفجر فيحدث بعد الفجر الفلكي بفترة. وقد تسمى تلك اللحظة بالفجر الثاني (الصادق) بالمعنى الشرعي. ويعتمد تحديد تلك الفترة أو زاوية الميقات لتلك اللحظة على كثرة واستمرار رصد تلك الظاهرة من أماكن وأوقات مختلفة. وإن كان بعض المختصين قد حدد تلك الزاوية بمقدار ١٠٦-١٠٥ درجة، أي أن زاوية انخفاض مركز الشمس عن الأفق (١٦-١٥ درجة).

تجدر الإشارة إلى أن الفجر الفلكي يختلف عن الأضواء البروجية (zodiac lights) (الكاذب فلكيا) في أن الأضواء البروجية تظهر من جهة الشرق كضوء أبيض باهت على شكل مثلث قاعدته على الأفق ورأسه لأعلى. وهو ينتج نتيجة انعكاس ضوء الشمس عن أتربة وغبار تسبح في الفضاء وليس من الغلاف الجوي. وأما الفجر الفلكي فهو ضوء الشمس الذي يتشتت في الغلاف الجوي فينتشر في جهة الشرق. ومن الصعب مشاهدة النوعين في مناطق الأضواء الكثيرة كالمدن بل من المناطق المفتوحة والبعيدة عن الأضواء كالصحاري. ايضاً في المناطق البعيدة عن خط الاستواء والتي تكون دائرة العرض فيها أكبر من ٤٨,٥°±، فإنه قد يحصل في فصل الصيف فيها أن الشمس لا تنخفض عن ١٨° طيلة الليل أي أن ضياء الفجر الصادق يظل في الأفق.

٣- يدخل وقت صلاة المغرب الشرعي على الرأي المشهور عند الإمامية عندما تصل الحمرة المشرقية إلى منتصف السماء وهو ما يحدث عندما تكون زاوية الشمس تساوي ٩٠ + ٤ = ٩٤° تقريباً. أي عندما تغيب الشمس تحت الأفق الغربي بأربع درجات. أي بعد غروب الشمس بربع ساعة في المتوسط بحسب دائرة العرض المدارية. ولا تختلف تلك القيمة باختلاف الارتفاع. وأما عند غيرهم فعندما يختفي قرص الشمس عن الأفق الغربي أي عندما تساوي زاوية الميقات ٩٠°.

٤- زاوية صلاة العشاء مثل صلاة الفجر ولكن في الجهة المقابلة (الغربية). وإن كان رصد العشاء أو الشفق وهو تحول الشفق للعتمة أصعب من رصد الفجر وهو بداية الضياء. كذلك فإن درجة الحرارة التي تكون أعلى في حالة العشاء من الفجر يمكن اعتبارها سببا آخر في صعوبة رصد العشاء.

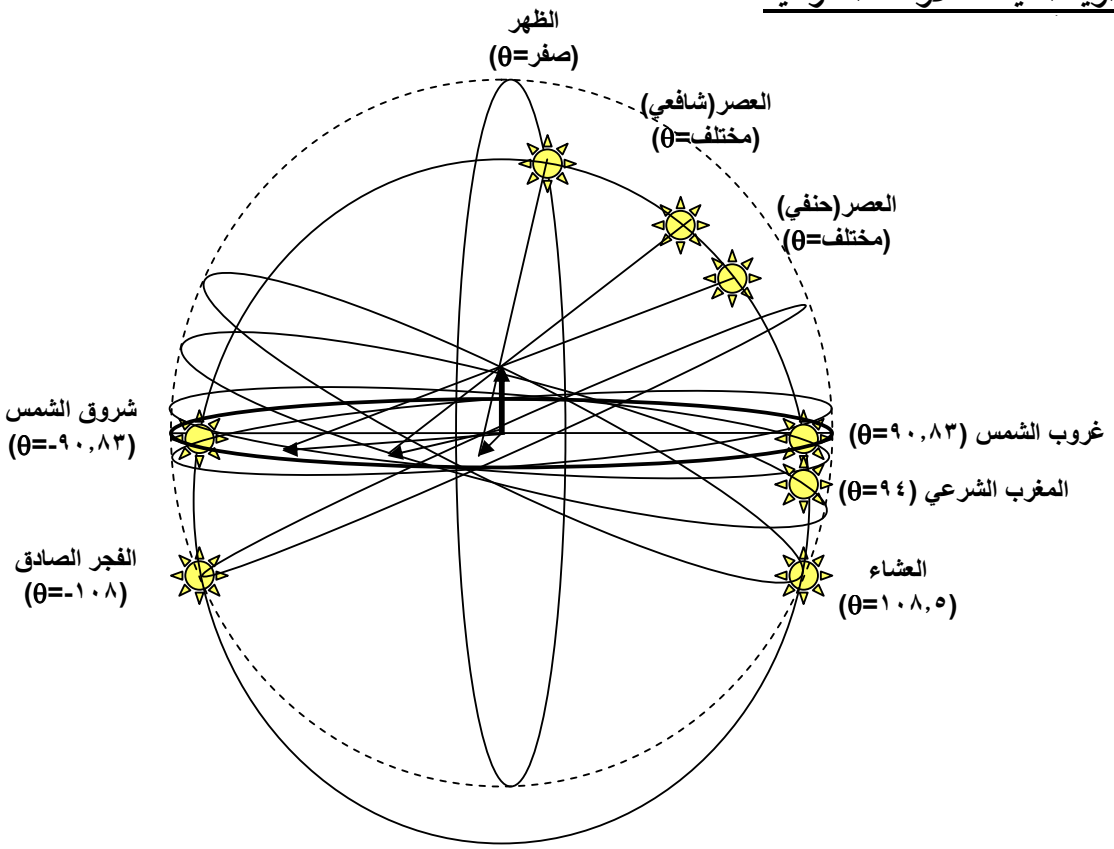
٥- يتأثر غروب الشمس المباشر وشروقها بالإرتفاع عن سطح الأرض، كذلك بظاهرة انكسار الضوء حيث يمكن رؤية جزء من قرص الشمس بعد فترة وجيزة من وقت الغروب وكذلك قبل نفس الفترة من وقت الشروق. لذلك السبب فإن زاوية ميقات غروب وشروق حافة الشمس هي ٩٠,٨٤± ° إذا كان سطح الأرض مستوياً. ولكن تختلف تلك الزاوية باختلاف الارتفاع. ولكن إذا وصلت الحمرة المشرقية لوسط السماء فإن غروب الشمس سيكون متيقناً بمعزل عن الإرتفاع.

٦- زاوية صلاة العصر ووقتها يختلف باختلاف وقت السنة. وهي على رأيين أحدهما يعتبر بدايتها عندما يصبح طول الظل مثل طول الشخص مضافاً عليه طول الظل في وقت الزوال. والرأي الآخر عندما يصبح الظل يساوي طول ضعف طول الشخص مضافاً إليه طول الظل وقت الزوال.

٧- المناطق التي تقع على خط طول واحد تتحد في وقت صلاة الظهر فقط وأما بقية الأوقات فتختلف فيها بحسب الفصل ويرجع السبب في ذلك إلى كروية الأرض. حيث تشرق الشمس على المناطق البعيدة عن دائرة تعامد الشمس قبل القريبة. ولكنها تغرب عن المناطق البعيدة بعد القريبة.

الشكل أدناه يوضح زوايا الميقات لكل صلاة.

زاوية الميقات للأوقات الشرعية

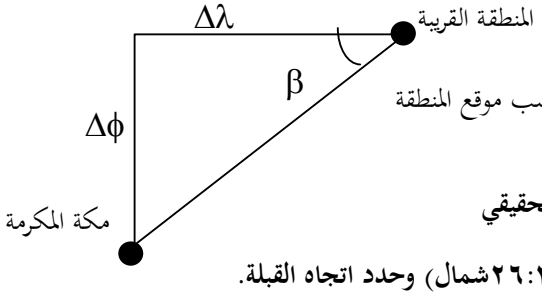


٨–٤–اتجاه القبلة

١) للمناطق القريبة من مكة (منطقة الشرق الأوسط تقريباً)

حيث يمكن اعتبار الأرض مستوية تقريباً أي يمكن تقريباً تطبيق الهندسة المستوية. وذلك باستخدام الفرق بين دوائر العرض $\Delta\phi$ وخطوط الطول $\Delta\lambda$ بين مكة المكرمة (٣٩:٤٩شرق، ٢١:٢٦شمال) = (٣٩,٨٢شرق، ٢١,٤٣شمال) والمنطقة القريبة وذلك وفق العلاقة التالية:

زاوية القبلة (β) = ظا$^{-١}$ $\left(\frac{\Delta\phi}{\Delta\lambda}\right)$ $\tan^{-1}$



وتحسب زاوية القبلة (β) من الشرق أو الغرب باتجاه الشمال أو الجنوب حسب موقع المنطقة بالنسبة إلى مكة المكرمة.

والطريقة أعلاه قد تختلف بزاوية تصل إلى ثلاث درجات عن الاتجاه الحقيقي

مثال: احسب زاوية ميل القبلة لبلدة الخبر (٤٩:٥٧شرق، ٢٦:٣٤شمال) وحدد اتجاه القبلة.

٢) للمناطق البعيدة والقريبة (بشكل أدق) عن مكة المكرمة

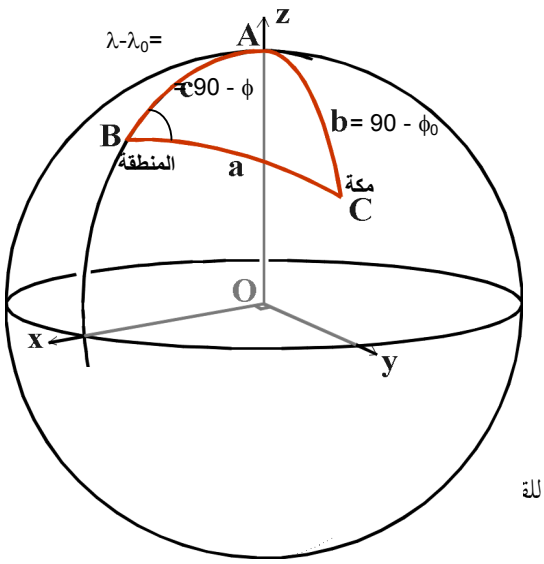
اتجاه مكة هو في الاتجاه الأقرب ومعلوم أن أقرب مسافة بين نقطتين على سطح الكرة هو خط الدائرة العظمى التي تمر فيهما (الدائرة العظمى: هي الناتجة عن تقاطع المستوى الذي يمر في مركز الكرة بسطح الكرة)

باستخدام قاعدة الجيب sin:

$$\mathbf{\sin(a)/\sin(A) = \sin(b)/\sin(B) = \sin(c)/\sin(C)}$$

وقاعدة جيب التمام:

$$\mathbf{\cos(a) = \cos(b)\cos(c) + \sin(b)\sin(c)\cos(A)}$$
$$\mathbf{\cos(b) = \cos(c)\cos(a) + \sin(c)\sin(a)\cos(B)}$$
$$\mathbf{\cos(c) = \cos(a)\cos(b) + \sin(a)\sin(b)\cos(C)}$$



حيث A, B, C تمثل كل منهم زاوية رأس المثلث الكروي.

a, b, c تمثل كل منهم زاوية دائرية كالشكل المقابل.

حيث (λ، ϕ) للمنطقة و (λ_0، ϕ_0) لمكة المكرمة

باستخدام المعادلة الأولى من قاعدة جيب التمام نوجد a :

$$\mathbf{a = \cos^{-1}[\cos(b)\cos(c) + \sin(b)\sin(c)\cos(A)]}$$

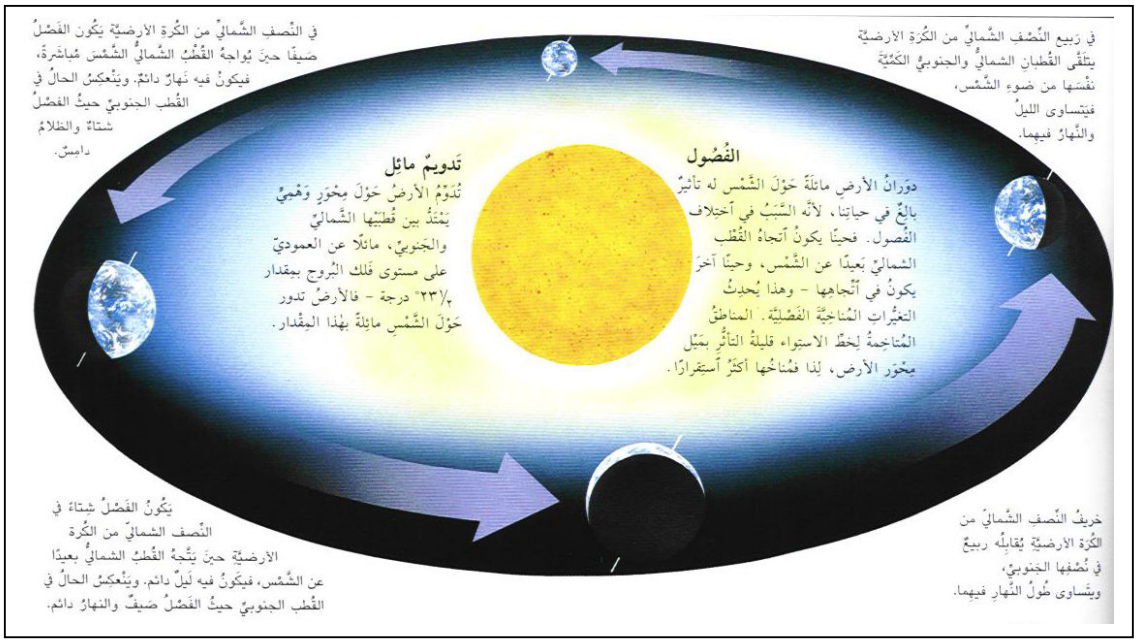
ثم باستخدام الجيب توجد زاوية القبلة B. وتمثل الزاوية السمتية من الشمال للة

$$\mathbf{B = \sin^{-1}[\sin(b)/\sin(a)/\sin(A)]}$$

مثال: احسب زاوية ميل القبلة لمدينة مراكش (٨:٠٠غرب، ٣١:٤٩شمال) وحدد اتجاه القبلة.

٨-٥- فصول السنة

وتحدث فصول السنة الأربعة الربيع- ٢١ مارس ، الصيف-٢١ يونيو، الخريف-٢٢سيتمبر، الشتاء-٢٢ ديسمبر. بسبب ميلان محور الأرض وليس بسبب قرب أو بعد الشمس، إذ أن الشمس في فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي تكون أقرب مايمكن للشمس حيث تكون أقرب بخمسة ملايين كلم من فصل الصيف. وميلان المحور بسبب دوران الأرض حول الشمس وليس بسبب تغير اتجاهه بالنسبة للنجوم. ويمكن اختصار ذلك بالشكل ٨-٢.

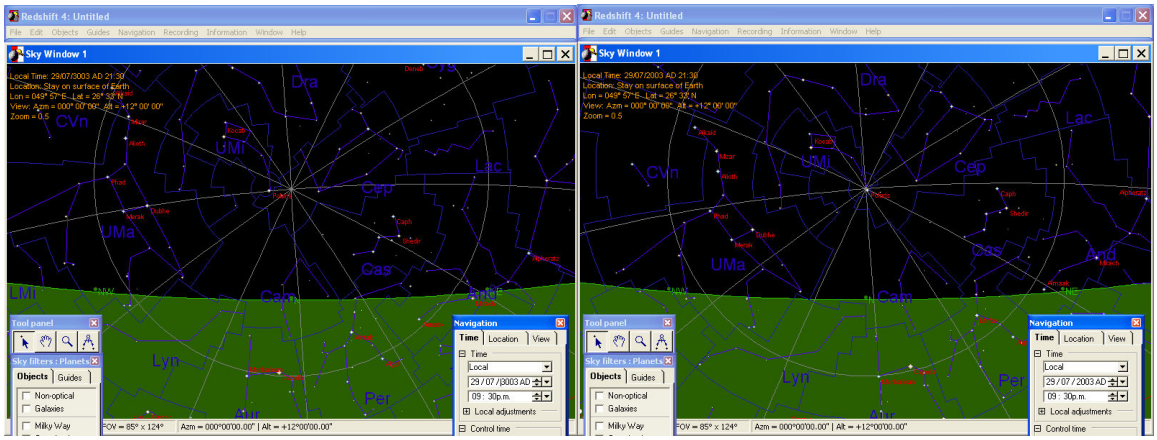


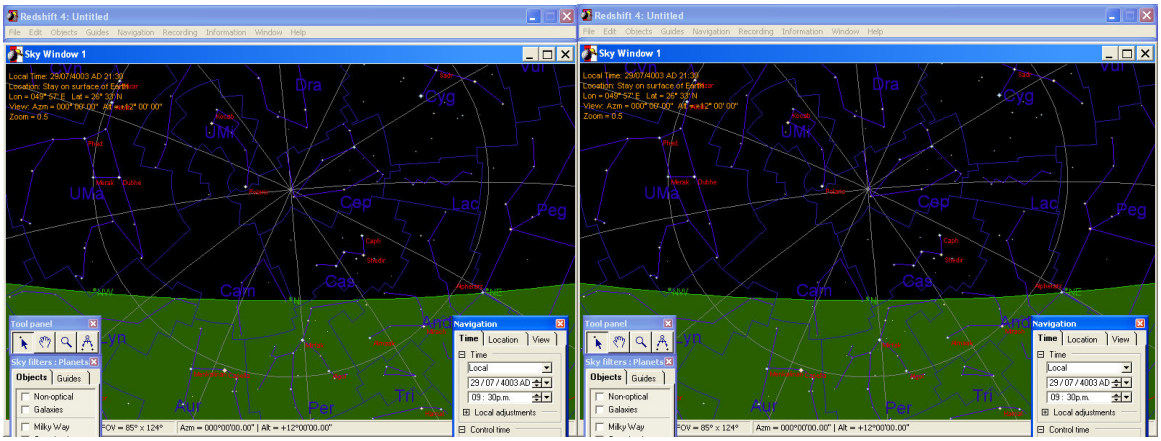
شكل٨-٢: الفصول الأربعة وكيفية حدوثها

ولا بد من الإشارة هنا إلى ظاهرة مباكرة البروج أو الإعتدالين، وهي الظاهرة التي تنشأ عن دوران محور الأرض في حركة ترنح الأرض وهي نفس الظاهرة التي ينشأ عنها الفرق بين السنة النجمية والسنة الإعتدالية. فنقطة الإعتدال الربيعي والتي تسمى في بعض الأحيان بنقطة صعود الشمس ونقطة الإعتدال الخريفي والتي تسمى في بعض الأحيان نقطة هبوط الشمس، يحدث لهما مباكرة بفترة تساوي تقريباً الفارق بين السنتين السابقتين ومقداره يساوي تقريباً ٢٠ دقيقة. أي أن موقع نقطتي الإعتدال قد يدور دورة كاملة عندما تكمل الأرض حركة ترنح واحدة.

التعرف على العوامل المؤثرة على التقويم بواسطة RS &DS

يمكن التحقق بشكل مباشر من حركة الترنح التي تتحرك بها الكرة الأرضية وذلك من خلال مراقبة القطب الشمالي السماوي على مدى فترة طويلة نسبياً (١٠٠٠سنة) وهو ما ينتج عنه دوران القطب. لاحظ الأشكال التي تفصل بينها ١٠٠٠ سنة.





الدرس التاسع

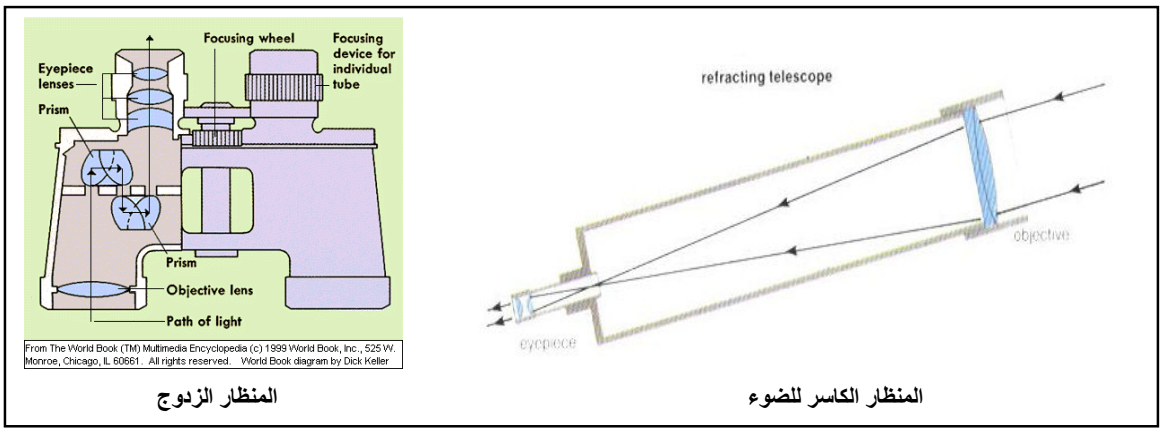
أدوات الرصد الفلكية

مع التطور الواسع والسريع الذي شهدته البشرية في شتى الميادين وخصوصاً مع اختراع الحاسوب ودخوله في جميع المجالات. فإن علم الفلك لم يكن بمعزل عن ذلك وإنما كان له نصيبٌ كبيرٌ، سواءً على مستوى تطور أدوات الرصد الفلكية وتيسرها لعامة الناس، وكذلك على مستوى تيسر المعلومات الفلكية. وقد تطورت أدوات الرصد عبر العصور المختلفة ويمكن تقسيم أدوات الرصد الفلكية إلى ٣ أقسام أساسية:

٩-١- أدوات الرصد البصرية(optical observation tools)

وهي التي تتوقف على رصد الأشعة الكهرومغناطيسية المرئية (ذات الأطوال الموجية ٤٠٠-٧٠٠ نانومتر -10^{-9} مـــــتر). وكانت الأداة الوحيدة التي كان يستخدمها الإنسان هي عينه الطبيعية. فكان يستخدمها في مراقبة الأجرام الفلكية ورسمها إما بالشكل الذي كان يتصوره أو مباشرة كما كان يراها. وظلت تلك الوسيلة لآلاف السنين إلى أن بدأ الفلكي الإيطالي غاليلو في عام ١٦٠٩م باستخدام المنظار الفلكي لمراقبة الأجرام فكانت تلك الخطوة بمثابة نقلة إنسانية كبرى في فهم الأجرام الفكلية ومن ثم الكون. فتمكن من مشاهدة المشتري وأقماره الأربعة الكبرى وكذلك كوكب الزهرة وأطواره. ويمكن تقسيم المناظير البصرية إلى نوعين أساسيين:

أ- المناظير الكاسرة (refractor telescopes): وهي المناظير التي تعتمد على ظاهرة انكسار الضوء وتتألف في أبسط أشكالها من عدستين، عدسة محدبة ذات بعد بؤري كبير باتجاه الشيء تسمى الشيئية (objective). وعدسة ذات بعد بؤري صغير تسمى العينية(eyepiece). والمنظار الذي استخدمه غاليلو كان من نفس هذا النوع. ومن الصعوبة صنع منظار ذو عدسة شيئية كبيرة نظراً لثقل وزنها. ويمكن أن يكون المنظار مزدوجاً (binocular) ويمكن أن يتكون من أثر من عدستين أو منشور زجاجي. وقد يعتمد على ظاهرة الإنعكاس الداخلي أيضاً، شكل ٩-١.

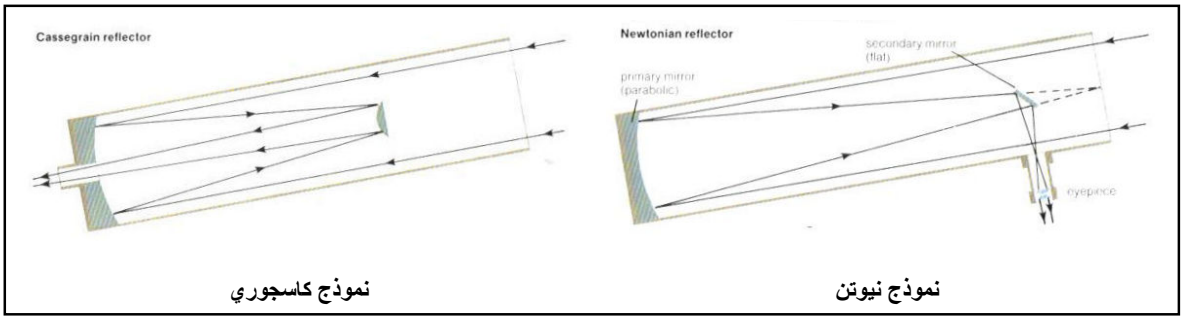


المنظار الزدوج — المنظار الكاسر للضوء

شكل٩-١ : المنظار الكاسر والمزدوج

ب- المناظير العاكسة (reflector telescopes): وهي المناظير التي تعتمد بشكل أساسي على ظاهرة انعكاس الضوء وتتألف في أبسط أشكالها من مرآة مقعرة ذات بعد بؤري كبير باتجاه الشيء تسمى الشيئية. وعدسة ذات بعد بؤري صغير تسمى العينية بالإضافة إلى مرآة ثانوية تعكس الضوء المجمع من المرآة الشيئية على العينية. وأول من اخترعه

هو نيوتن ولذلك ينسب له في بعض الأحيان. ويتخذ أشكالاً مختلفة وبعضها يوضع به أكثر من عدسة، شكل ٩-٢. والمناظير العالمية الضخمة التي يصل قطر الشيئية فيها إلى ١٠ أمتار، تكون في العادة من هذا النوع لأن المرايا أخف من العدسات. وهناك أيضاً سبب تقني وهو أن المرايا الشيئية الضخمة تثبت في أسفل المنظار وهو ما يجعل التحكم بها أسهل.



شكل٩-٢: بعض نماذج المناظير العاكسة.

جـ- مناظير التصوير (schmidt telescope): وهي مناظير من النوعين السابقين ولكن بدلاً من أن يشاهد الإنسان فيها بعينه، توضع أفلام حساسة أو كاميرات تصوير أو الكاميرات التي تجمع الضوء (CCD) في موضع العين البشرية أو على المرآة الثانوية. وتستخدم في تصوير الأجرام الفلكية وتحديد أشكالها.

ويمكن حساب قوة تكبير الصورة المشاهدة في المنظار الفلكي بقسمة البعد البؤري للشيئية على البعد البؤري للعينية.

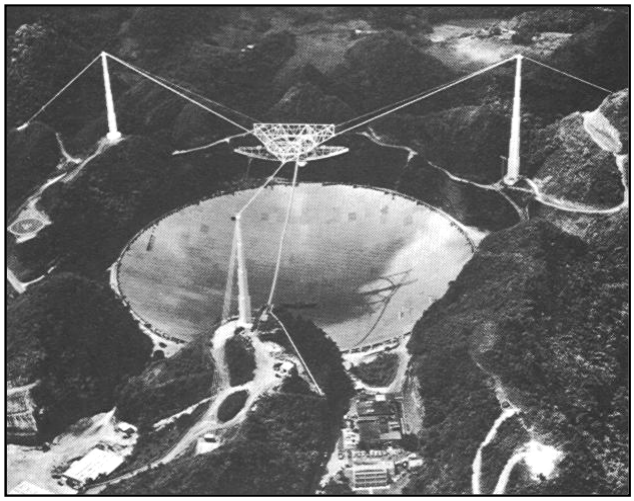
قوة التكبير (ت) = البعد البؤري للشيئية / البعد البؤري للعينية (٩-١)

كما أن وضوح الصورة يعتمد على كمية الضوء الذي تجمعه العدسة أو المرآة الفلكية وذلك يعتمد على مساحتها. أو تتناسب مع مربع نصف قطر المنظار.

إذن يمكن القول أنه كلما كبر البعد البؤري للشيئية وقل البعد البؤري للعينية فإن كبر الصورة يزداد بينما يزداد وضوحها كلما كبرت مساحة الشيئية أي أن الوضوح تتناسب مع مربع نصف قطرها. ولكن الكبر والوضوح له حد معين وذلك بسبب وجود الغلاف الجوي ولكي يتم تجاوز ذلك الحد ينبغي إرسال المنظار للفضاء.

٩-٢-أدوات الرصد غير البصرية(non-optical observation tools)

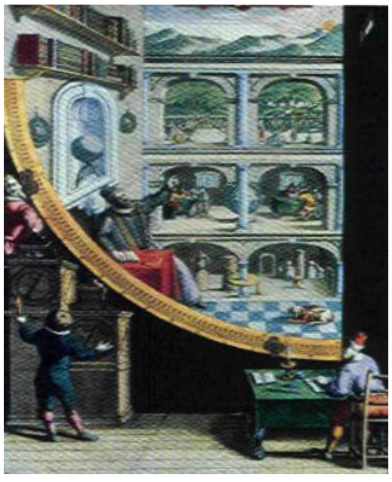
وهي التي تتوقف على رصد الأشعة الكهرومغناطيسية غير المرئية مثل موجات الراديو أو تحت الحمراء (infrared) أو فوق بنفسجية (ultraviolet) أو السينية (X-ray) أو حتى أشعة جاما (γ-ray). والسبب في رصد تلك الأشعة أن الأجرام الفلكية لا تطلق أشعةً مرئيةً فقط وإنما تطلق أيضاً طيفاً من الموجات بحسب طبيعتها الفيزيائية. ويستخدم لهذا الرصد أطباق التقاط تختلف في الحجم والمساحة تتراوح من بضعة سنتمترات إلى بضع مئات من الأمتار شكل٩-٣. وقد يستخدم أكثر من طبق لتحليل نفس الموقع السماوي في نفس اللحظة وقد تصل المسافات بينها لعدة آلاف من الكيلومترات.



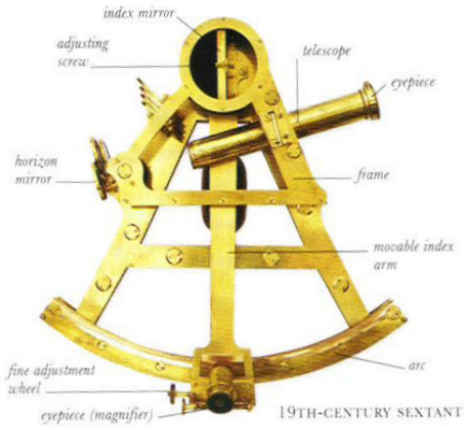
شكل٩-٣: مرصد أرسيبو في بورتريكو بقطر ٣٥٠ متر.

٩-٣- أدوات قياس الزوايا وتحديد مواقع الأجرام

وهي الأدوات التي تستخدم في قياس زوايا موقع الجرم. وكانت سابقاً إما على شكل أدوات هندسية بسيطة مثل الحلقة الإعتدالية أو ذات الجيب أو ذات النقطتين أو عصا الطوسي أو الستينية. أو لزيادة الدقة كانت على شكل مزاول كبيرة مثل مزاول مرصد أولج بيج في سمرقند والتي كانت دقة قياسها تصل إلى ٠,٠٥ من الدرجة أو مزاول تايكو براهي عالية الدقة شكل٩-٤.



مرصد تايكو براهي



الستينية

شكل٩-٤: بعض أدوات تحديد مواقع الأجرام الفلكية.

وأما الآن فأدوات تحديد المواقع اكتسبت دقة أفضل بفعل التطور الذي حصل في صناعة الآلات بحيث أصبحت دقتها أفضل من السابق بآلاف المرات. كما تتوفر حالياً مناظير فلكية شخصية محوسبة ويمكن توجيهها آلياً وقد يحتفظ في ذاكرته بآلاف الأجرام الفلكية التي يتجه نحوها بدقة عالية بمجرد ضغط الزر المخصص. كما يمكنه تتبع الأجرام الفلكي شكل٩-٥.

٩-٥: منظار آلي يمكن توجيهه نحو الأجرام الفلكية

٩-٤- تثبيت المناظير لمراقبة الأجرام الفلكية

هناك طريقتان لتثبيت المناظير الفلكية تعتمدان على الطريقتين الأساسيتان لتحديد مواقع الأجرام والتي تمت دراستها في الدرس الثاني. وهما.

١- التثبيت طريقة الإرتفاع الأفقي (Alt-Az): وهي الطريقة التي تقوم على نفس الطريقة في تحديد مواقع الأجرام الفلكية راجع (٢-٣) وفي هذه الطريقة تكون قاعدة المنظار موازية للأفق. ويتم تحديد الشمال بالبوصلة أو بالنجم القطبي، أو بظل الأجسام في وقت الزوال (الظهر). ولكن هذه الطريقة يتغير فيها كلا القيمتين (Alt-Az). أيضاً عند استخدام هذه الطريقة في التصوير طويل المدة. وضبط المنظار بهذه الطريقة سهل لكن أي تحرك في القاعدة يؤدي اختلال الضبط. حيث يتم وضع القاعدة بشكل أفقي تماماً وتوجيهه نحو الشمال مباشرة. ومن ثم يتم توجيهه نحو الأجرام.

٢- طريقة التركيب الأستوائي (Ra-Dec): وتعتمد على الطريقة الاستوائية في تحديد مواقع الأجرام. وفي هذه الطريقة تكون قاعدة المنظار التي يدور بها موازية للفلك الاستوائي (متعامدة مع القطب الشمالي للقبة) كي يتسنى متابعة الأجرام الفلكية بسهولة بواسطة هذه الطريقة. وضبط المنظار بهذه الطريقة يؤدي إلى ثبات أكثر في دقة توجيهه للأجرام. إلا أن الحصول على الضبط الدقيق أكثر تعقيداً من الطريقة الأولى. كذلك فهذه الطريقة هي الأنسب للتبع الأجرا الفلكية وتصويرها وخصوصاُ التصوير طويل المدة.

٩-٤- التصوير الفلكي

يعتبر التصوير الفلكي تخصصاً بحد ذاته. وتوجد له أنواع مختلفة بحسب نوع الجرم المراد تصويره. ومن تلك الأنواع:

١- التصوير بالأفلام الحساسة بكرسي التصوير أو على المنظار. وهو مناسب لتصوير النجوم والمجموعات النجمية.

٢- التصوير بالأفلام باستخدام المنظار. وهو مناسب لتصوير القمر الكواكب والمجرات والسدم.

٣- التصوير والعرض الرقمي المباشر باستخدام المنظار. وهو مناسب لتصوير القمر والكواكب.

٤- التصوير الرقمي باستخدام المنظار. وهو مناسب لتصوير القمر والكواكب والمجرات والسدم.

ويمكن لكل مستخدم استخدام وتطوير طريقة التصوير الفلكي لأن طرقها أصبحت غير محددة وخصوصاًُ مع التطور الرقمي.