# الباب الثاني

# علم الفلك في الحضارة الإسلامية

Astronomy in Islamic civilization

**مقدمة Introduction**

إن التراث العلمي الذي أسسه لنا أجدادنا يتسم بالشمولية والعمق، وهو تراث يستحق منا اهتمام، ليس فقط من باب معرفة كل ما قدموه للإنسانية بل أيضا لأننا في حاجة لمعرفة طرقهم في بناء العلم ومنهجهم في البحث العلمي. بل يكاد المرء أن يجزم بأن أساليبهم في بناء حياتهم أكثر مناسبة لمجتمعاتنا من تلك التي نستوردها الآن من الحضارة الغربية بدون تمحيص.

لقد نشأنا ونحن نعلم أن العلوم كلها غربية المنشأ وكأن أجدادنا لم يهتموا إلا بالعلوم الشرعية وأهملوا غيرها، فلم يظهر لهم إنتاج علمي يذكر، بل لقد ذهب بعض علماء الغرب إلى أبعد من ذلك حيث قالوا إن علماء العرب والمسلمين لم يكونوا سوى نقلة لعلوم اليونان، وهذا مما لا شك فيه إجحاف بدور الحضارة الإسلامية. لكن السؤال الموجه لنا نحن أبناء الحضارة الإسلامية: هل نعلم حقيقة حدود وتفاصيل ما قدمته هذه الحضارة من علم للإنسانية؟. للأسف الشديد أن الدراسات الموجهة لمخطوطاتهم لم تصل بعد إلى الحد الذي يكشف لنا تفاصيل ما كتبوه، وكثير من معلوماتنا التي نعرفها عما قدموه من جهد أخذناها من كتب غربية المصدر. إننا بحاجة لأن يكون هناك فِرق من علماء التخصصات العلمية المختلفة من طب ورياضيات وفلك وفيزياء وكيمياء وأحياء وغير ذلك كل في مجال تخصصه ندرس أعمالهم ونعرضها على معارفنا العلمية لنبني وجهة نظر المتخصص في تقدير أعمالهم ومقدارها ودورها في التقدم العلمي والحضاري بشكل محدد وواضح. إننا بحاجة إلى أناس يشغلون أنفسهم بدراسة أعمال علماء العرب والمسلمين من خلال مخطوطاتهم بشيء من التحليل والدراسة ليبرزوا لنا مدى تأثيرها على العلوم الحديثة وأهميتها بالنسبة للمعارف التي بدأت بها النهضة الأوربية، كيف يمكن أن نستفيد من مناهجهم وأفكارهم.

وفيما يلي سنعرض أهم الأسس التي تميزت بها الحضارة الإسلامية ومدى تأثر الغرب بها، وهل كانت تهتم بالنواحي التطبيقية العملية أم أنها سارت على نهج الحضارة اليونانية التي أهملت الجانب العملي. ثم نستعرض بشكل مختصر أهم ما أفرزته هذه الحضارة من دراسات فلكية. وفي آخر الباب نتكلم عن بعض العلماء وأهم ما تميزوا به من إنتاج علمي.

أهم الأسس العامة التي تميزت بها الحضارة الإسلامية :

١) اللغة العربية: حيث تم جمع وترجمة الكتب من شتى الحضارات السابقة إلى اللغة العربية. ففي فترة القرنين الثاني والثالث الهجريين ظهرت مدارس قوية لترجمة العلوم برعاية الدولة الإسلامية حتى تم نقل ما توفر من علوم الحضارات المختلفة التي كانت موجودة قبل الإسلام كالإغريقية والهندية والصينية وغيرها. ثم ظلت اللغة العربية لغة العلم خلال قرون الحضارة الإسلامية رغم اتساع رقعة العالم الإسلامي ووجود مسلمين يتكلمون لغات أخرى متعددة.

٢) نفي الأوهام والخرافات والسحر والتنجيم عن العلم: فقد أصبح الفلك منفصلا عن التنجيم، ولم يتعامل مع التنجيم غير العلماء المضطرين لذلك كنصير الدين الطوسي وغيره حيث كان يعيش تحت حكم هولاكو.

٣) التأثر بلغة القرآن: كالتعبير عن مدارات الأجرام بالأفلاك استخدام ألفاظ البروج وغيرها.

٤) الاهتمام بالمسائل الفلكية المتعلقة بأمور شرعية: مثل تحديد اتجاه القبة وبداية الشهور القمرية ومواقيت الصلاة والشروق وكذا الكسوف والخسوف وما يتعلق بهذه الموضوعات من مسائل فلكية.

٥) الأمانة والتوثيق في النقل عن الآخرين: ويظهر ذلك جليا في كلام علمائهم عن علماء الحضارات السابقة الذين أخذوا وترجموا عنهم.

٦) الاهتمام بالناحية التطبيقية للعلم: وهو ما نسميه نحن اليوم الاهتمام بالتقنية، فهم الذين علموا البشرية من بعدهم كيفية بناء المراصد والاهتمام بكل ما يعود بالنفع على البشرية من علم تطبيقي عملي.

٧) الربط بين الأرصاد والنظريات العلمية: وهذا يتضح جليا في شروحهم وأعمالهم كما سنرى ذلك عند الكلام عن بعض جهودهم العلمية.

## تأثير اللغة العربية على الغرب Effect of Arabic language

لقد انطلقت الحضارة الغربية بعد استيعابها وفهمها لمفردات وأفكار الحضارة الإسلامية والأسس التي أدت إلى نهضة المسلمين. والذي يقرأ تاريخ تطور العلوم، سيتضح له مدى اهتمام الغرب وتأثره العلمي واللغوي بالحضارة الإسلامية، وباعترافات الكثير من الغربيين فإنه لولا فضل التقدم الحضاري الإسلامي وعمقه ما كان للحضارة الحديثة أن تكون في تقدمها الحالي ( أنظر كتاب شمس العرب تسطع على الغرب لمؤلفته زغريد هونكة الألمانية). وقد مدح بعض المستشرقين الأعمال الفلكية التي قدمها علماء المسلمين، حيث يقول جورج سارتون في كتابه (المدخل لتاريخ العلوم): "إن البحوث التي قام بها علماء العرب والمسلمين في حقل الفلك كانت مفيدة للغاية، إذ أنها هي بالحقيقة التي مهدت الطريق للنهضة الفلكية الكبرى التي ازدهرت في عهد كبلر وكوبرنيك". ويقول شكات في كتابه ( تاريخ الرياضيات ): "كانت قياسات علماء العرب والمسلمين في الفلك إلى حد كبير أصح من قياسات اليونان، ومما يجدر بالذكر هنا أن طول السنة الشمسية التي حسبها العالم المسلم البتاني اختلفت عن الحقيقة بأقل من ثلاث دقائق".

وبرغم ما ورد في مقولات علماء الغرب من مدح لجهود علماء العرب والمسلمين إلا أن دورهم في الحقيقة كان أكبر بكثير مما قيل عنهم كما سنبين ذلك في هذا الباب. ولو نظرنا لتجمعات النجوم وكثير من الألفاظ الفلكية لوجدنا أن الغربيين نقلوا الأسماء العربية للنجوم إلى لغاتهم بألفاظها. لقد دخل على لغتنا العربية في العصر الحديث الكثير من الألفاظ الإنجليزية وأصبحنا نستخدم الكثير من الألفاظ العلمية المنطوقة بلغات أجنبية في حياتنا اليومية، بل ويتداولها الناس في شتى دروب الحياة، فنحن متأثرون لغوياً وحضارياً بما لدى الغرب من تقدم علمي في الوقت الحالي. ونفس هذه الصورة من المشاعر التي نعيشها اليوم من إحساس بتقدمهم ونهضتهم كانت تملأ نفوس الناس في الغرب في العصور الوسطى حيث كانوا يعيشون في تخلف وكانت الدولة الإسلامية متقدمة علميا وحضاريا، ولذلك اهتموا بتعلم اللغة العربية وعكفوا على دراسة ما زخرت به مكتباتنا العربية من نفائس الكتب في شتى فروع العلم. ولسنا هنا في معرض الكلام عن سلوكياتهم بقدر ما نركز عليه من توضيح فكرة تأثرهم بالحضارة الإسلامية. فقد كانت اللغة العربية هي لغة العلم وكل من يريد أن يتعلم فعليه أن يقبل على دراسة اللغة العربية أولا. وعلماء العرب والمسلمين لم يكونوا جميعاً من أبناء العرب فالدولة الإسلامية حوت أبناء لغات مختلفة ورغم ذلك فجميع العلوم كتبت بلغة العلم وهي اللغة

العربية، ولذلك بدا تأثر الغرب باللغة العربية في فترة نقلهم العلوم عن المسلمين واضحاً وجلياً، فأخذوا النظام العربي في كتابة الأرقام وفي عملياتهم الحسابية، كما أدخلت في لغتهم الكثير من الألفاظ العربية، والجدول ١-٢ يبين بعض الألفاظ الفلكية الشهيرة والتي كتبت بلفظها العربي تقريبا بلغتهم اللاتينية (مع بعض التحريف أحيانا كي يسهل عليهم نطقها) ومن ثم أدخلت هذه الألفاظ إلى لغاتهم الأوروبية الحديثة.

جدول 2-1: بعض الألفاظ العربية التي دخلت في اللغات الأوربية

| الكلمة العربية | الكلمة الإنجليزية | الكلمة العربية | الكلمة الإنجليزية |
|---|---|---|---|
| آخر النهر | Acherner | النسر الطائر | Altair |
| العقرب | Acrad | النصل | Alnasl |
| العذارى | Adara | القائد | Alkaid |
| رأس الغول | Algol | منكب الجوزاء | Betelguese |
| العضادة | Alidad | فم الحوت | Famalhaut |
| المقنطر | Alamcantar | الدبران | Aldebaran |
| المريء | Almury | رِجل الجبار | Rigel |
| السمت | Azimuth | أوج | Auge |
| الكفة | Kiffa | النظير | Nadir |
| المركب | Markab | ذنب الجدي | Deneb algedi |

والكلمات التي وضعت في الجدول السابق هي على سبيل المثال لا الحصر، فقد أدخلت في لغتهم ألفاظ عربية أكثر من ذلك بكثير، والتأثر اللغوي ما هو إلا نتيجة محاولتهم تتبع أسلوب ومنهج الحضارة الإسلامية، حتى يمكنك أن تلاحظ من تفاصيل حياتهم أنهم قد أخذوا نمط وأسلوب الحياة العلمية والاجتماعية عند المسلمين، والمعمار الإسلامي والقوانين ومنهج البحث العلمي عند المسلمين. وكل ذلك يمكن ملاحظته بشكل واضح لو أمعنا النظر في كيفية بنائهم لحضارتهم وطريقة تطورهم في أفكارهم وهذا شيء طبيعي، فالحضارات رغم فواصل اللغات والبعد المكاني تتمازج وتتناقل، وهذا كله يجعل الإنسانية تمسك بتلابيب الحضارة جيلاً بعد جيل ويتناقلوها بينهم، وكل من يملك أسباب الحضارة يتقدم، وكل من يهمل نواميس الله في كونه يتخلف ليتحقق في أبناء كوكب الأرض قول الله عز وجل: {وتلك الأيام نداولها بين الناس} .

## أجهزة الرصد الفلكية الإسلامية Islamic astronomical instruments

طور المسلمون ثلاثة أنواع من أجهزة الإسطرلاب: الكروي والمستوي والخطي، كما تنوعت أشكال آلات الإسطرلاب ومسمياتها وذلك لاستعمالها في أغراض فلكية مختلفة نذكر منها، شكل 2-1:

١) قياس ارتفاعات الكواكب عن الأفق ومواقع النجوم وأقدارها.
٢) الأبراج وتحركات المجموعات النجمية.
٣) سمت الكواكب.
٤) تحولات الليل والنهار ومعرفة اتجاه الرياح.

٥) دوائر الطول والعرض والميل.

٦) منازل الشمس والقمر.

٧) تعيين الزمن.

٨) ومن أشهر آلات الرصد، شكل 2-1، والمعروفة تحت مسمى الإسطرلاب نذكر منها:

٩) ذات الأوتار وهي تتكون من أربع أسطوانات وتستخدم في معرفة تحول الليل كما أنها تغني عن الحلقة الاعتدالية.

١٠) ذات الحلق وتتكون من خمس حلقات متحدة من النحاس وهي: دائرة نصف النهار ودائرة منطقة البروج ودائرة العرض ودائرة الميل ودائرة سمت الكواكب.

شكل 2-1: اسطرلاب (أعلى اليمين) ونماذج لكرات سماوية (مرصد جامعة الملك سعود)

١١) ذات الشعبتين لقياس الارتفاع.

١٢) ذات السمت والارتفاع وهي نصف حلقة تستخدم في معرفة السمت والارتفاع.

١٣) ذات الجيب وتشبه ذات الشعبتين.

١٤) المشبهة بالمناطق وتستخدم في قياس البعد بين الكواكب.

١٥) يتكون الإسطرلاب من عدة دوائر أهمها: اللينة وتستعمل في حساب الميل وأبعاد الكواكب، والحلقة الاعتدالية وهي حلقة يعلم بها التحول الاعتدالي، ودائرة معدل النهار، ودائرة منطقة البروج، ودائرة العرض، ودائرة الميل.

مما سبق يتضح لنا أن المسلمين قد تفوقوا في صناعة الإسطرلاب وطوروه كثيراً فأصبح يتكون من عدة أجزاء وله استعمالات متعددة. هذا بالإضافة لأجهزة حساب الزمن ومن أهمها المزولة الشمسية والرقاص والساعات الرملية والساعات المائية وغيرها.

## أهم المراصد الإسلامية The main Islamic observatories

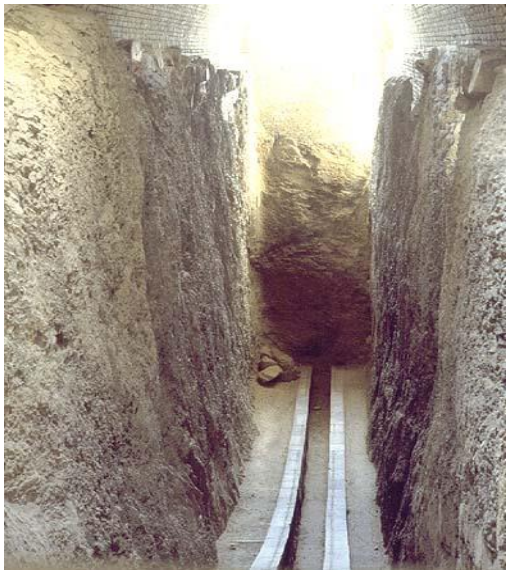
بنى المسلمون مراصد كثيرة مما يؤكد اهتمامهم الشديد بالرصد الفلكي. وفيما يلي أهم المراصد التي وصلت لدينا معلومات عنها:

١) مرصد حي الشماسية في بغداد وقد دام سبعة قرون، بالإضافة لعدة مراصد أخرى في بغداد.

٢) مرصد جبل قاسيون بدمشق.

٣) مرصد سامراء وكان بهذا المرصد آلة كبيرة عليها صور التجمعات النجمية وكانت تدار بواسطة القوة المائية بحيث تتحرك مع حركة النجوم، فكلما غاب نجم من السماء اختفت صورته على الآلة.

٤) مرصد إنطاكية (بناه البتاني).



شكل 2-2: بقايا مرصد أولغ بك بسمرقند

٥) مرصد جبل المقطم بالقاهرة.

٦) مرصد أصفهان.

٧) مرصد ابن الشاطر في الشام.

٨) مرصد مراغة بأذربيجان.

٩) مرصد أولغ بك في سمرقند، شكل 2-2.

وتوالى إنشاء المرصد في مدن كثيرة من أنحاء العالم الإسلامي، كما أنشئت مراصد خاصة في قصور بعض الحكام.

## أهم الأعمال الفلكية الإسلامية The main Islamic astronomical efforts

فيما يلي نبين أهم الأعمال العلمية التي استطاع علماء المسلمين إنجازها، وسيتبين من خلال عرض هذه الأعمال مدى عمق الثروة الفلكية التي قدمها علماء المسلمين، وليصبح جليا مدى إسهامهم في تطوير علم الفلك.

١) نقل المؤلفات الفلكية وغيرها من الأمم التي سبقتهم وصححوا بعضها ونقحوا بعضها الآخر. ونشطت في القرون الأولى عمليات الترجمة وظهرت في ذلك مدارس عدة.

٢) عرفوا أصول الرسم على سطح الكرة، وعليها رسموا المثلث الكروي وهو مثلث أضلاعه كروية.

٣) أوجدوا بطريقة علمية طول درجة من خط نصف النهار أو ما نعرفه بخط الزوال وهو الخط الذي ينصف الفترة من الشروق إلى الغروب إلى نصفين متساويين، وقسموا فترة النهار إلى درجات.

٤) قدموا أدلة على استدارة الأرض ولفها حول محورها.

٥) عملوا الأزياج العظيمة النفع، والأزياج جمع زيج وهو عبارة عن كتاب يحوي جداول ومعلومات فلكية لمواقع النجوم والكواكب وحركاتها، وكذلك يوضع في هذه الجداول كل ما يتم رصده من أرصاد فلكية عن الكسوف والخسوف إلى غير ذلك، ومازال الفلكيون إلى يومنا هذا يعملون الشيء نفسه حيث يضعون المعلومات المهمة عن النجوم والمجرات في أزياج فلكية توضع في المراصد للاستعانة بها في أعمال الرصد.

٦) ضبطوا حركة أوج الشمس وتداخل فلكها في أفلاك أخرى. والمقصود بذلك هو تأثير حركتها على حركة الأجسام الأخرى، فمثلاً الأرض تدور حول الشمس، والقمر يدور في نفس الوقت حول الأرض فيظهر تأثير مجموع حركتي الأرض حول الشمس، والقمر حول الأرض على حركة القمر الظاهرية. وبالطبع فإن إدراكهم لما نسميه اليوم بالحركة النسبية وقدرتهم في فصل حركة القمر حول الأرض عن حركة الأرض حول الشمس لدليل واضح على مدى العمق في فهمهم لكلا الحركتين.

٧) حسبوا الخلل في حركة القمر، وقد حسبها البوزجاني، كما حاولوا تحديد تعاقب السنوات القمرية الكبيسة (355 يوما بدلا من 354 يوم) وذلك خلال دورة زمنية تقدر بثلاثين سنة قمرية. وهذه تعد واحدة من المسائل الفلكية الصعبة والمهمة في الوقت نفسه، فحركة القمر في مداره حول الأرض ليست بسيطة وإنما تختلف من شهر لآخر اختلافا طفيفا وهو ما يعرف بالخلل في حركة القمر. فلم يعرف المسلمون أن القمر يتحرك حول الأرض فقط بل إنهم ذهبوا لما هو أعمق من ذلك حيث وضعوا معادلة لحساب حركة القمر حول الأرض وأسموها معادلة السرعة. وبالمناسبة فإن لفظ خلل في حركة القمر لا يشير إلى خلل حقيقي في حركته فليس هناك من خلل بمعنى عيب في حركة القمر ولكن الحاصل أن مدار أي كوكب حول الشمس بسيط بينما مدار القمر أكثر تعقيدا حيث أنه خاضع لحركته حول الأرض ولحركة الأرض حول الشمس.

٨) صنعوا وطوروا أشكال عدة من آلات الإسطرلاب.

٩) رصدوا الكواكب والنجوم، وعرفت الكواكب بالنجوم السيارة لأنها تظهر بحركة أسرع من الحركة الظاهرية للنجوم، فحركة النجوم كما نراها تعبر عن حركة الأرض حول الشمس، وحيث أن الكواكب تتحرك كذلك حول الشمس فإن حركتها تختلف عما نشاهده من حركة للنجوم بحيث تغير الكواكب مواقعها بين النجوم بشكل مستمر، وقد لاحظ السابقون ذلك فأطلقوا على الكواكب لفظ السيارة وعلى النجوم لفظ الثوابت.

١٠) أولوا اهتماما بالغا بدراسة التقويم الزمني لارتباطه الوثيق بعلم الفلك، ومازال حساب الزمن من أحد المهام التي تقوم بها المراصد ليومنا هذا.

١١) تعاملوا مع ظاهرتي الكسوف والخسوف بشكل علمي، حيث تمكنوا من تتبع حدوث الظاهرتين، ومنها تمكنوا من حساب قطر القمر واستدلوا منها كذلك على طبيعة القمر وأن ضوءه مقتبس من انعكاس أشعة الشمس عليه وليس من ذاته.

١٢) حسبوا محيط الكرة الأرضية بدقة تقرب مما نعرفه اليوم، وبالطبع دقتهم في حساب محيط الأرض تدل على درايتهم بأن كروية الأرض كانت شيئا بديهيا.

١٣) حددوا بروج الشمس ومنازل القمر، بحيث تسير الشمس في كل برج منها شهرا واحدا ويسير القمر في كل برج منها يومين وثماني ساعات، ثم يستتر ليلتين في كل شهر.

١٤) رسموا خريطة السماء في الفصول المختلفة، فمواقع النجوم تتغير من وقت لآخر بسبب حركه الأرض حول الشمس ولذلك يتم رسم أربع خرائط لتجمعات النجوم على مدار السنة وهذا ما يتم عمله حتى الآن.

١٥) انشأوا علم الجبر وطوروا علم المثلثات وغيرهم من فروع الرياضيات بهدف خدمة علم الفلك. كما ابتكروا الهندسة التحليلية وطوروا علم الهندسة كما حلوا المعادلات المكعبة بالأنظمة الهندسية واخترعوا كذلك الملاحة الجوية. ويثبت التاريخ كذلك أنهم أول من تعرفوا على مبادئ اللوغاريتمات كما سنبين ذلك في أعمال ابن يونس المصري.

١٦) برهن ابن الشاطر أن الشمس هي مركز الحركة وليست الأرض. فالأرض هي التي تدور حول الشمس وليس العكس، كما أنهم عرفوا أن مدار الأرض حول الشمس ليس دائريا بل إهليجي بحيث تكون الأرض قريبة من الشمس أحيانا وتكون بعيدة عن الشمس في أحيان أخري وهذه الفكرة هي بعينها ما تعبر عنه كتب الفلك بقانون كبلر الأول.

١٧) وصفوا ترتيب الكواكب إلى داخلية وهي الزهرة وعطارد وخارجية وهي المريخ والمشتري وزحل، كما نجحوا في تقدير الفترة التي يتم فيها كل كوكب دورته في فلكه (أي حول الشمس). قال البوزجاني: "إن فلك القمر هو أصغر الأفلاك"، إن هذا النص يبين بلا أدنى شك درايتهم بقرب القمر من الأرض وأنه أقرب الأجرام إلينا.

١٨) حسبوا ميل دائرة البروج بدقة عالية تختلف بثوان عما نعرفه اليوم. وحتى نعرف مدى عمق هذه الحسابات فإننا بحاجة أن نعرف أولا ما معنى ميل دائرة البروج. فإن دائرة البروج تمثل مدار الأرض حول الشمس ويمكن أن نعبر عنها بمستوى نسميه مستوى دائرة البروج وهذا المستوى يميل على مستوى دوران الأرض حول نفسها والممثل في خط الاستواء بزاوية تعرف بميل دائرة البروج أو كما نعرفها حديثاً بميل المحورين أي الزاوية بين محوري دوران الأرض حول الشمس وحول نفسها.

١٩) قاسوا أحجام الكواكب وأبعادها.

٢٠) كانوا أول من فكر في قوة الجاذبية وقاموا ببعض التطبيقات على الجاذبية، من ذلك تفسير البيروني لثبات المسطحات المائية وكذا طبقات الهواء حول الأرض بسبب الجاذبية نحو مركز الثقل في باطن الأرض.

٢١) عرفوا المجرة وأعطوها اسم درب التبانة كما رصدوا العديد من السدم والتي أطلقوا عليها اسم لطخ.

٢٢) حددوا أقدار ما يزيد عن ألف نجم تمثل ما يمكن رصده بالعين المجردة.

## بعض مشاهير علماء الفلك Some of the famous astronomers

وبعد أن شرحنا أهم ما قدموه من أعمال تعالوا نقترب من بعض مشاهير علماء الفلك لنتعرف عليهم عن قرب ولنتلمس من سيرتهم العلمية مدى النهضة العلمية التي كانوا عليها (لمزيد من التفاصيل انظر كتاب:العلوم البحتة في الحضارة العربية والإسلامية، علي الدفاع):

**البتاني** (235-317)

ولد في بتان على نهر الفرات. ويعد عبد الله محمد بن جابر بن سنان البتاني من أعلام الفلك فقد أنشأ مرصدا عرف باسمه، وألف جداول فلكية تبين حركات الكواكب والنجوم ومنها يمكن حساب التقويم، وضعها في كتاب أسماه الزيج الصابئ، وكانت أرصاده وحساباته على مستوى كبير من الإتقان والدقة، كما أنه أدلى بدلوه في تطوير الآلات الفلكية المستخدمة في عمليات الرصد. يقول في أحد كتبه واصفا علم الفلك: "إن من أشرف العلوم منزلة وأسناها مرتبة وأحسنها حلية وأعلقها بالقلب وألمعها بالنفوس وأشدها تحديدا للفكر والنظر وتزكية للفهم ورياضة للعقل بعد العلم بما لا يسع الإنسان جهله من شرائع الدين وسنته علم صناعة النجوم". ومن الناحية العلمية نجد أن البتاني قد درس أبعد نقطة بين الشمس والأرض وبالتالي حسب طول السنة الشمسية فكانت تختلف عما نعرفه اليوم بمقدار دقيقتين و22 ثانية فقط مما يدل على دقته العالية. وقد صحح كذلك قيمة الأعتدالين الصيفي والشتوي وحسب ميل دائرة البروج على خط الاستواء، كما أنه حسب مواقيت الكسوف والخسوف، وقد تمكن من إجراء أرصاد للنجوم لا تزال محل دهشة العلماء ومحط إعجابهم، وقد استنتج في حساباته أن معادلة الزمن تتغير تغيرا بطيئا على مر الأجيال وهذا ما تؤكده الحسابات الحديثة. ويعتبر البتاني أول من استخدم علم المثلثات في خدمة الفلك، فقد طور نظريات الجيب كما ابتكر مفاهيم جيب التمام والظل وظل التمام. كما أنه استبدل بالحلول الهندسية التي كان اليونان يستخدمونها حلولا جبرية. ولا شك أن إيجاد الزاوية بالطريقة الجبرية مدهشة للغاية وتدل على استيعابه التام لبحوث الهندسة والجبر والمثلثات معا. ومن الأمثلة على ذلك أنه أستخدم المثلث المستوي لمعرفة ارتفاع الشمس بالنسبة لبقعة ما.

يقول دفيد بوجين سمث في كتاب تاريخ الرياضيات: "نال البتاني شهرته العظيمة في تطويره لعلم الفلك، وترجمت مؤلفاته إلى لغات أوروبية كثيرة". ويوضح كرلونللينو في كتابه علم الفلك – تاريخه عند العرب في القرون الوسطى: "يشترط البتاني في التقدم في الفلك شرطين: ١) التبحر في نظرياته مع بذل الجهد في تقدمها مع الأخذ بالاعتبار ما يستخرج من علوم أخرى رياضية وطبيعية وكيميائية. ٢) المثابرة على الأرصاد وإتقانها". ومثل هذا الكلام يؤكد على أن الغرب لم يقفوا عند حد التعرف على أعمال علماء المسلمين بل نجدهم قد اهتموا بدراسة المنهج العلمي عندهم.

**أبو الحسن الصوفي** (291-376)

كان يمتاز بالنبل والذكاء ودقة أرصاده، وكتابه في الكواكب الثابتة يعتبر أحد الكتب الرئيسة الثلاثة التي كانت تتداول كمراجع فريدة في علم الفلك، فقد رصد آلاف النجوم وأحجامها وأماكنها بدقة فائقة تثير الإعجاب وقد قال: "إن كثيرون يحسبون عدد النجوم الثابتة 1025 مع أنها أكثر من ذلك بكثير، أما النجوم الخفية فأنها أكثر من ذلك بكثير". وتمتاز مؤلفاته عن غيرها بالرسوم الملونة الواضحة وأسلوبه السهل وتوثيقه للمعلومات التي أستند عليها ودقة التجارب التي قام بها. وقد صحح المقاييس الفلكية القديمة وأسهم بأرصاده في تقدم علم الفلك التجريبي مما شجع الكثيرون على إنشاء المراصد الفلكية في جميع أرجاء الدولة الإسلامية.

**أبو الوفــاء البوزجاني** (328-388)

كان أحد أعضاء المرصد الذي أنشأه شرف الدولة في بغداد سنة 377 هـ وقد كان لبحوثه أثر كبير في علم الفلك والمثلثات وأصول الرسم، كما أنه من العلماء الذين مهدوا السبيل لإيجاد الهندسة التحليلية ومن مشاهير الرياضيين في القرن الرابع الهجري. وابتكر حلولا جديدة للقطع المكافيء. يقول فلورين كاجوري في كتابه (تاريخ الرياضيات): "إن أبا الوفاء أضاف إلى بحوث الخوارزمي إضافة هامة جدا ولا سيما فيما يخص علاقة الهندسة بالجبر وذلك بحل بعض المعادلات الجبرية المهمة هندسيا مثل: س٤ = جـ ، س٤ + جـ س٣ = ب". وقد قضى بعض وقته في دراسة مؤلفات البتاني في علم حساب المثلثات فعلق عليها وفسر الغامض منها، كما أنه عالج الكسور بجميع أشكالها، وهو يعتبر من أوائل العلماء الذين فصلوا علم حساب المثلثات عن علم الفلك، وقد أبتكر حلا للمعادلة ذات الدرجة الرابعة. وقد كان أبو الوفاء من الذين اهتموا بحركة القمر واختلافها من عام لآخر وقد اهتدى إلى معادلة مثلثية توضح مواقع القمر سماها معادلة السرعة.

**ابن يونـــس** (وفاته في 399)

ولد في مصر، وكان والده أكبر المؤرخين وجده من أصحاب الإمام الشافعي ومن المتخصصين في علم الفلك. بنى له الخلفاء الفاطميون مرصدا على جبل المقطم وجهزوه بأفضل آلات الرصد. ورصد الكسوف والخسوف عام 368 (978م). كما أنه ألف زيجا كبيرا في أربعة أجزاء سماه الزيج الحاكمي نسبة إلى الحاكم بأمر الله وضم في هذا الزيج جميع الكسوفات والخسوفات وجميع احتجابات الكواكب التي رصدها القدماء والمعاصرون، واحتجابات الكواكب أي يختفي كوكب خلف القمر أو يختفي كوكب خلف كوكب آخر. كما أنه صحح ميل دائرة البروج وزاوية اختلاف المنظر للشمس ومبادرة الاعتدالين. وقد قام بأرصاد كثيرة بحيث كانت له إضافات رائعة في رصد النجوم. وهو يعتبر من فحول علماء القرن الرابع الهجري (الحادي عشر الميلادي). وقد ترجم زيجه إلى اللغة الفرنسية. وقد أظهر ابن يونس براعة كبرى في حل الكثير من المسائل العويصة في علم الفلك الكروي. كما أنه خصص جزءا في كتابه لعلم جغرافية خطوط الطول والعرض. وكثير من المؤرخين يعتبرون أن ابن يونس مكتشف علم اللوغاريتمات حيث إنه حول عملية الضرب إلى عملية جمع، في حين يقول الغربيون أن العالم الاسكتلندي جان نابيير هو مبتكر اللوغاريتمات. كما أنه أمضى وقتا كبيرا في دراسة حركة الكواكب والتي قادته في النهاية إلى اختراع الرقاص ( البندول ) والذي أحتاج إليه في معرفة الوقت أثناء رصد الكواكب وهذا يظهر خطأ علماء الغرب في ادعائهم أن جاليليو (1564-1642م) هو مبتكر الرقاص، وكان اسم الرقاص المتداول بين المسلمين آنذاك المِوار. يقول ابن يونس عن دور العلم في تقوية الإيمان: "أن

أفضل الطرق لمعرفة الله هو التفكر في خلق السماوات والأرض وعجائب المخلوقات وما أودعه فيها من الحكم وبذلك يشرف الناظر على عظيم قدرة الله عز وجل وتتجلى له عظمته وسعة حكمه وجليل قدرته" .

**أبو القاسم المجريطي** (338-398)

ولد في مجريط (مدريد) بالأندلس ولكنه انتقل إلى قرطبة حيث تعلم هناك، وكان يحب الأسفار طلبا للعلم، فسافر إلى بلاد الشرق واتصل بعلماء العرب، وأنشأ مدرسة في قرطبة لتكون معهدا علميا يضم العلوم البحتة والتطبيقية. حرر زيج الخوارزمي وأضاف إليه، كما أن له رسالة عن الإسطرلاب ترجمت إلى اللاتينية. وقد طور نظرية الأعداد وهندسة إقليدس، وكتب كتابا في الحساب التجاري والمعروف آنذاك بحساب المعاملات. وقد كان أيضا من العلماء الذين اشتغلوا بالكيمياء، يؤثر عنه أنه قال: "على من يريد الاشتغال بالكيمياء أن يلم أولا بالرياضيات والعلوم، حتى يقف على أصولها ويدرب يديه على الأشغال العلمية وبصره على قوة الملاحظة وعقله على التفكير في العمليات والمواد الكيميائية ".

**أبو سهل الكوهي** (وفاته في 405)

كان عالما بالفلك وأشتهر بصناعة آلات الرصد الدقيقة. كما أنه يعتبر من كبار علماء الجبر في القرون الوسطى، حيث طور المعادلة الجبرية ذات الثلاثة حدود. قال عنه سيديو: "أن الكوهي يعتبر من أعظم فلكي عصره". وهو من مؤسسي مرصد بغداد في عهد شرف الدولة، ويعزى إليه تفسير الانقلاب الصيفي والاعتدال الخريفي. طلب منه شرف الدولة أ ن يقيم دراسة متكاملة عن رصده للكواكب السبعة من حيث سيرتها وتنقلها في البروج. كما اهتم الكوهي بدراسة مراكز الأثقال حيث يستخدم البراهين الهندسية لحل كثير من المسائل التي لها علاقة بإيجاد الثقل. ويروي المؤرخون إن الكوهي كان يدون محاضر كل الجلسات التي تجرى في المرصد بحضور العلماء.

**البيروني** (362-440)

ولد في بيرون (تركستان)، وقد برز في الفلك والرياضيات والطب والأدب والتاريخ. يقول عنه المستشرق سخاو: "إن البيروني أعظم عقلية عرفها التاريخ، فله إلمام شامل بالمعارف المختلفة"، وأضاف المستشرق الأمريكي أربو بول: "إن اسم البيروني ينبغي أن يحتل مكانة رفيعة في أية قائمة لأكابر العلماء، ومحال أن يكتمل أي بحث للرياضيات أو الفلك أو الجغرافيا أو علم الإنسان أو المعادن دون الإقرار بإسهامه في كل تلك العلوم". ألف كتابا يعتبر موسوعة في الهيئة والنجوم يحتوي على 143 بابا، ويروى عنه أنه أهدى هذا الكتاب إلى السلطان مسعود فأراد السلطان أن يجزيه على هذه الهدية فأرسل له ثلاث جمال محملة بالفضة فردها وقال إنه يخدم العلم ولا يبغي عليه مالا. زاره صديق له وهو مريض فسأله البيروني عن مسألة سبق أن ناقشه فيها فقال له صديقه: أفي هذه الحالة؟ فرد البيروني: أودع الدنيا وأنا عالم بهذه المسألة خير من أن أتركها وأنا جاهل بها. ولقد برهن حقائق علمية عن مساحة الأرض ونسبتها للقمر وكذلك عن الشمس وبعد الشمس عن القمر وأبعاد الكواكب عن بعضها وله رسالة دقيقة في ذلك.

وقد لاحظ الفلكيون أن أبعد نقطة للشمس عن الأرض غير ثابتة، وقد حاول البيروني بناء على أربع أرصاد في المواسم الأربعة أن يحسب مقدار التغير في الحركة بواسطة الحساب التفاضلي. كما أنه أول من فكر في علم الجاذبية (وليس إسحاق نيوتن كما يقول الغربيون) حيث تكلم عن عدم تطاير طبقة الهواء الغازية وارتباطها بمركز الأرض. لجأ في

بحوثه إلى التجريب حيث قام بحساب الوزن النوعي لثمانية عشر عنصراً ومركبا وذلك بأن استعان بوعاء يتجه بصبه إلى أسفل ثم يزن الجسم في الهواء. كما أن له حسابات دقيقة في حساب مساحة المثلث بدلالة أضلاعه، وقد استنتج من أرصاده أن الشمس أكبر من الأرض وأكبر من القمر، كما شرح بطريقة واضحة ظاهرة الشفق وحسب محيط الأرض بدقة فائقة وحدد اتجاه القبلة للصلاة بنظرياته الرياضية. وهناك مسائل معروفة باسمه مثل تقسيم الزاوية ثلاثة أقسام متساوية بدون مسطرة وفرجار وحساب قطر الأرض وأن سرعة الضوء تفوق سرعة الصوت. حسب البيروني نصف قطر الأرض ومحيطها من خلال تجربة علمية وباستخدام فكر نظري وتطابقت حساباته مع الحسابات التي تمت في عهد الخليفة المأمون. كما أنه درس المعادلة الجبرية ذات الدرجة الثالثة وصورها. وقد طبعت أكاديمية العلوم السوفييتية عام 1950 كتابا بعنوان: البيروني، اعترافاً بفضله وكذلك فعلت الهند عام 1951.

**ابن الشاطر** (704-777)

من مواليد دمشق وقضى معظم حياته في وظيفة التوقيت ورئاسة المؤذنين في المسجد الأموي بدمشق. درس في القاهرة والإسكندرية علمي الفلك والرياضيات، ولكنه تفرغ لعلم الفلك فأبدع فيه حيث أن له ابتكارات في صناعة الإسطرلاب وتصحيح المزولة الشمسية، وألف زيجا قدم فيه نماذج فلكية قائمة على التجارب والمشاهدة والاستنتاج ولكن كوبرنيك ادعى هذه النماذج لنفسه. يقول ديفيد كنج في مقال نشر في قاموس الشخصيات العلمية: "أنه ثبت في سنة 1950 أن كثيرا من النظريات الفلكية المنسوبة لكوبرنيك قد أخذها هذا الأخير من العالم المسلم ابن الشاطر، وفي سنة 1973 عثر على مخطوطات عربية في بولندا مسقط رأس كوبرنيك كان ينقل منها وينسب ذلك لنفسه".

وقد صنع ابن الشاطر آلة لضبط وقت الصلاة سماها البسيط . كما أنه قاس زاوية انحراف دائرة البروج فانتهى إلى نتيجة عالية الدقة أكثر من القيمة التي حصل عليها البتاني فهي تختلف عن القيمة المضبوطة التي نعرفها اليوم فقط بمقدار 19.8 ثانية. وقد فهم الحركة داخل المجموعة الشمسية بصورة صحيحة حيث يقول في أحد نصوصه: "لذا الأرض والكواكب المتحيرة تدور حول الشمس بانتظام والقمر يدور حول الأرض"، وهذا الاكتشاف نسب إلى كوبرنيك والذي جاء بعد ابن الشاطر بعدة قرون. ولابن الشاطر مؤلفات كثيرة وبعضها مفقود.

**صلاح الدين قاضي زاده** (وفاته في 840)

اشتهر في الرياضيات والفلك، وعرف باحترامه للأساتذة وطلاب العلم وحفاظه على كرامتهم فمما روى عنه: أن أولغ بك قد عزل أحد المدرسين في مدرسته فاحتج قاضي زاده على ذلك وانقطع عن التدريس وإلقاء المحاضرات فذهب إليه أولغ بك وسأله عن سبب انقطاعه فأجابه: كنا نظن أن مناصب التدريس من المناصب التي تحيطها هالة من التقديس لايصيبها العزل وأنها فوق متناول الأشخاص، ولما رأينا أن منصب التدريس تحت رحمة أصحاب السلطة وأولي الأمر وجدنا أن الكرامة تقضي علينا بالانقطاع احتجاجاً على انتهاك حرمات العلم والعبث بقداسته، فلم يسع أولغ بك إلا الاعتذار وإعادة المدرس المعزول. وكان قاضي زاده مديراً للجامعة العلمية ومديراً للمرصد في سمرقند وقد تعلم أولغ بك على يديه وعملا معاً في الأرصاد الفلكية حيث ألفوا زيجاً عرف بزيج أولغ بك. كما عكف على التأليف في حقلي الرياضيات والفلك حيث كانت مصنفاته كثيرة. وقد خالف المنجمين مما جعلهم يتجرؤون عليه ويقتلونه ولكنهم بالطبع لم يقضوا على علمه الذي انتشر وبقى ليكون زاداً للإنسانية من بعده.

## ملخص Summary

١) بنى المسلمون العديد من المراصد الفلكية في فترة نهضتهم.
٢) ابدعوا في صناعة الأجهزة الفلكية كما حلوا الكثير من المعضلات الفلكية.
٣) حسبوا محيط الكرة الأرضية وكذا خطوط الطول والعرض لمدن كثيرة.
٤) صنع ابن الشاطر آلة البسيط لحساب مواقيت الصلاة ووضع شروطا دقيقة لرؤية هلال بداية الشهر، كما وضع أبو الوفاء معادلة لحساب حركة القمر في مداره.
٥) وضع ابن الشاطر الأسس النظرية لحركة الأرض والكواكب حول الشمس و القمر حول الأرض.
٦) حسبوا السنة القمرية ووضعوا طرقاً دقيقة لحساب بداية الشهر القمري نظريا وعمليا.
٧) ضبطوا زاوية ميل المحورين (ميل دائرة البروج).
٨) عملوا الأزياج العديدة وعظيمة النفع.
٩) رسموا خرائط دقيقة للنجوم في الفصول الأربعة.
١٠) تكلموا عن فكرة الجاذبية كما رصدوا عبور عطارد والزهرة أمام قرص الشمس.
١١) خلصوا علم الفلك من التنجيم.

## تعريفات مهمة

**الزيج:** وجمعه أزياج وهو كتاب فلكي يحوي معلومات عن تحركات الشمس والقمر والتجمعات النجمية والكسوفات والخسوفات وغيرها من المعلومات الفلكية التي تعتمد عل الرصد الفلكي.

**أوج الشمس:** وهي أبعد نقطة في مدار الأرض عن الشمس.

**خط الاستواء:** وهي دائرة الاستواء والتي ترسم مستوى دوران الأرض حول نفسها.

**الأبراج:** وهي جزء من المجموعات النجمية ولكنها تتميز بأنها تستخدم في وصف مدار الأرض السنوي حول الشمس.

**دائرة البروج:** وهي الدائرة التي تصف المدار السنوي للأرض حول الشمس.

**الكوكبات:** تتكون الكوكبات عند العرب من 48 كوكبة أولها الأبراج ثم كوكبات النصف الشمالي ثم كوكبات النصف الجنوبي وتفاصيلها كما يلي:

**الأبراج:** الحمل، الثور، الجوزاء، السرطان، الأسد، السنبلة، الميزان، العقرب، القوس، الجدي، الدلو، الحوت.

**كوكبات النصف الشمالي:** وعددها 21 كوكبة نجمية وهي: الدب الأكبر، الدب الأصغر، التنين، قيفاوس (الملتهب)، العواء، الجاثي، اللوزاء (الشلياق)، الاكليل الشمالي، الطائر (الدجاجة)، ذات الكرسي، برشاوش، ممسك الأعنة، الحواء، الحية، العقاب، الدلفين، الفرس الأعظم، قطعة الفرس (الفرس الثاني)، المرأة المسلسلة، المثلث، السهم.

**كوكبات النصف الجنوبي:** وعددها 15 كوكبة نجمية وهي: قيطس، الجبار، النهر، الأرنب، الكلب الأكبر، الكلب الأصغر، السفينة، الشجاع، الباطئة (الكأس)، الغراب، قنطورس، السبع، المجمرة، الاكليل الجنوبي، الحوت الجنوبي.

وقد تم حديثا تقسيم المجموعات النحمية إلى عدد 88 مجموعة نجمية.