د. سائر بصمه جي

خرائط النجوم
وتطورها عبر العصور

» اسم الكتاب: **خرائط النجوم وتطورها عبر العصور.**

» اسم المؤلف: **د. سائر بصمه جي.**

» الترقيم الدولي: ISBN: **978-9933-567-72-9**

» الناشر: **دار عقل للنشر والدراسات والترجمة.**

» سنة الطباعة: **2023.**

جميع الحقوق محفوظة لدار عقل

يطلب الكتاب على العنوان التالي:

دار عقل
للنشر والدراسات والترجمة
هاتف: 00963115618956
00963115637060
aklpublishing@gmail.com

التوزيع في مصر: روسلان لإدارة المكتبات العلمية
هاتف: 00201060253858

مقدمة

تعبِّر الخريطة السماوية عن كل أو بعض الأجرام السماوية في الفضاء الواسع، بما في ذلك النجوم والكواكب والمذنبات وغيرها. وغالباً ما تكون هذه الخرائط مستوية، إلا أن بعضها قد يتم إسقاطه على نموذج كروي فينتج لدينا ما يسمى بالكرة السماوية.

وقد ظهرت الخريطة السماوية نتيجة حاجة الإنسان لمعرفة مواقع الأجرام في السماء والكشف عن الجديد منها. وقد اهتمت الحضارات جميعها بموضوع الخرائط السماوية كونها تمثل المؤشر الذي يمكن الاستدلال من خلاله على موقع الجرم السماوي، وبالتالي الاسترشاد بها في البرّ والبحر.

كما كانت كل حضارة من الحضارات تعبر عن تخيلها لكل مجموعة من النجوم في السماء – وهو ما سيشكل فيما بعد الكوكبات النجمية – إما بصورة حيوان أو إنسان أو مخلوق خرافي من موروثها الثقافي الأسطوري. الأمر الذي أظهر مجموعات متنوعة ومختلفة من خرائط النجوم وغير الموحّدة فيما بينها.

وقد افتقرت المكتبة العلمية العربية إلى كتاب يوثق لتاريخ تطور خرائط النجوم ويحدد موقع الخرائط النجمية التي أنجزها العلماء العرب والمسلمون في هذا السياق التاريخي العلمي. لذلك انبرينا للعمل على تغطية هذا الجانب، والتركيز على الإسهامات العلمية العربية التي أثبتت لنا أن العلماء العرب والمسلمين لم يكونوا ليتخلفوا عن العمل في هذا الموضوع، بل على العكس تماماً؛ فقد كانوا مؤسسين للقاعدة التي سيرتكز عليها الأوروبيون فيما بعد.

لقد كانت خريطة النجوم العربية مرنة ومنفتحة وتسعى للدمج بين التقليدين العربي واليوناني. وهو ما سنجده في الجهد العظيم الذي قام به عبد الرحمن الصوفي في كتابه المميز والرائع (صور الكواكب). فقد أراد أن يصنع من خلال هذا الكتاب

معياراً موحداً لدى كل الفلكيين سواء في الشرق أو الغرب، الأمر الذي أكسب عمله قبولاً عالمياً لا يزال يحظى بالتقدير حتى يومنا هذا.

سنتعرف في هذا العمل على مسيرة تطور الخرائط النجمية، مع التركيز على الإسهامات العلمية العربية في هذا الموضوع. وقد وجدنا أن نضيف – في الفصل الأخير من هذا الكتاب – أحدث ما توصل إليه علماء الفلك في مجال الخرائط النجمية، وهو مخصص للكوكبات النجمية غير المرئية بالعين المجرّدة.

كما أننا ألحقنا الكتاب بمجموعة من الخرائط النجمية التي قمنا بتصميمها؛ منها خريطة بالكوكبات التي جاء وصفها في كتاب (صور الكواكب) للصوفي؛ حيث إننا قمنا بتجميعها من مختلف المخطوطات التي وقعت بين أيدينا، وخريطة أخرى بالمجرات والسدم التي وردت في هذا الكتاب أيضاً.

نأمل أن نكون قد أحطنا بكل جوانب الموضوع، وتقديمه بطريقة سلسة وميسّرة للقارئ العربي الشغوف بمعرفة إسهامات أجداده العلمية.

والله ولي التوفيق.

د. سائر بصمه جي

الفصل الأول

خرائط النجوم عند الحضارات القديمة

يبدو من الاكتشاف الذي توصل إليه علماء الآثار عام 1979م أن أقدم خريطة للنجوم تعود إلى 32,500 سنة، وهي محفورة على لوح من العاج لناب فيل الماموث، وقد عثر عليها في وادي آخ في منطقة ألب الدانوب في ألمانيا. حيث يحوي النحت على رسم لشخص يشبه الرجل، له ذراعين وساقين ممدودين وفق الشكل نفسه لنجوم كوكبة الجبار. وقد ادعى التوصل لهذا الاكتشاف الباحث مايكل رابينغلويك M. Rappenglueck المعروف بعمله الرائد في تحديد الخرائط النجمية التي رسمت على كهوف ما قبل التاريخ. طبعاً اقتراح رابينغلويك مجرد فرضية غير مؤكدة بعد فيما إذا كان ما هو مرسوم لصورة نجومية لكوكبة الجبار أو لرجل يرقص. (الشكل 1 – ملحق الصور والأشكال).

وثمة دلائل على محاولات جرت في العصر البرونزي تعود للثقافة الأونتية Unetice Culture (2300–1600 ق.م) التي نشأت في وسط أوروبا (وسط جمهورية التشيك تحديداً) من أجل تصوير السماء. حيث عُثر في موقع بالقرب نت نيبرا، ساكسونيا أنهالت، في ألمانيا على قرص سُمي بقرص سماء نيبرا Nebra sky disk يعود تاريخه إلى حوالي عام 1600 ق.م. وقد اعتبر هذا القرص أقدم تصوير ملموس للكون في جميع أنحاء العالم. في يونيو/حزيران عام 2013م تم إدراجه في سجل ذاكرة العالم لليونسكو ووصف بأنه "واحد من أهم الاكتشافات الأثرية في القرن العشرين". (الشكل 2 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الأول: خرائط النجوم عند بلاد ما بين النهرين

من الناحية العلمية والتاريخية فإننا ندين بمعرفتنا الفلكية للصور والخرائط النجمية إلى الخبرات الطويلة التي وضعها لنا البابليون. فقد انتشرت الخرائط النجمية في كافة رحاب الأرض ووصلت إلى الصين نفسها قبل عام 523 ق.م، ولكن حدث في أثناء الفترة الفارسية – التي تؤرخ حتى 522 ق.م – أن علم الفلك العلمي في بابل قد بدأ بمعناه الصحيح القائم على رصد المشاهدات المسجلة، وقد ظهر في بابل حينها ثلاث مدارس هي: مدرسة أوروك وشيبرا وبابل ومعها بورسيّا. ولعل أشهر فلكي بابلي (أو كلداني) عُرف بعد عهد الإسكندر هو كيدينّو Kidinnu (توفي 330 ق.م) الذي نسب إليه الباحث ب. شنابل P. Schnabel عام 1923م اكتشاف مبادرة نقطة الاعتداليين، لكن هذا الاكتشاف لا يزال موضع جدال بين العلماء. (الشكل 3 – ملحق الصور والأشكال).

كما استُخرج لوح لوحي طيني في أواخر القرن التاسع عشر من مكتبة الملك آشوربانيبال السرية في نينوى بالعراق على يد الباحث هنري لايارد H. Layard وقد بقي يحير العلماء لأكثر من مئة عام. وفقاً للعلماء، تشير هذه اللوحة المذهلة والمثيرة للجدل إلى أن السومريين القدماء لاحظوا تأثير كويكب من نوع أتين Aten منذ أكثر من 5000 عام. وكويكبات Aten عبارة عن مجموعة من الكويكبات القريبة من الأرض، وتتزامن مع مدار الأرض. ويُعتقد أن هذا اللوح هو نسخة من مجموعة من الأرصاد التي قام بها عالم فلكي سومري لاحظ أن السماء تشير إلى الكويكب على أنه "وعاء من الحجر الأبيض يقترب". ويعتقد الباحثون الآن أن حجم ومسار الكويكب الذي تتعقبه خريطة النجوم هذه يتفق مع الكويكب الذي اصطدم بجبال الألب النمساوية في كوفيلز، مما خلق تأثيراً كارثياً يمكن أن يقتل أي شخص في طريقه بقوة تعادل انفجار أكثر من 1000 طن من مادة تي إن تي. ووفقاً للباحثين، يُعتقد أن هذا القرص الطيني كان أفضل أحد الأدوات الفلكية التي تم اكتشافها في بلاد ما بين النهرين. ويقابل تحليل الحاسوب للنقش على اللوح فوق السماء فوق بلاد ما بين النهرين في 29 يونيو/ حزيران عام 3123 قبل الميلاد. (الشكل 4 – ملحق الصور والأشكال).

1 - خرائط النجوم عند الحضارات القديمة

كان السومريون يسجلون أسماء المجموعات النجمية على ألواح مصنوعة من الطين ويعود ذلك إلى حوالي 3000 قبل الميلاد. بعض هذه الأسماء مألوف بالنسبة إلينا اليوم مثل: الثور والأسد والعقرب. وقد كان هذا الإجراء مهماً في تشكيل المجموعات النجمية، إذْ ربما عكس رغبتهم بتنظيم السماء على نحو أسطوري وبطريقة ذات مغزى، وعلى وجه الخصوص المنطقة التي من خلالها تنتقل الشمس والقمر والكواكب، والتي ندعوها الآن بالمسار الشمسي Ecliptic. بهذه الطريقة، تم تعيين نقطة الدلالة من أجل وصف موقع هذه الأجرام السماوية، وهذه المعلومة كانت مفيدة في إعداد التقاويم لأغراض زراعية واجتماعية، وتحسين الملاحة في البحر، والقيام بالتنبؤات التنجيمية. وبما أن التقويم مؤلف من 12 شهراً في الفترة البابلية الأولى (حوالي 1800 قبل الميلاد)، بدا من المعقول تقسيم هذه المنطقة إلى عدد مماثل من الأجزاء. وبحلول 1100 قبل الميلاد، تم ابتكار نظام حيث ثلاث مجموعات من 12 نجماً كانت مرتبة في ثلاثة مسالك عبر السماء، كل واحد منها كان مرتبطاً بالإله الخالق. وهي موصوفة في الألواح الطينية (Mul Apin)، والتي تم أول ما تم إنتاجها في الألفية الأولى قبل الميلاد وتضمنت مصوراً لنجوم مهمة وحوالي ستين مجموعة نجمية، سوية مع أزمنة ظهورها وأفولها.

المسار المتوسط كان إضافياً تقريباً أو ينقص 17 درجة عن خط المسار الشمسي المرتبط بآنو. المسار الشمالي لهذه المنطقة كان يسمى بإنليل، والمسار الجنوبي بإيا. بالاستناد إلى وجهة نظر مؤرخ علم الفلك برادلي شيفير B. Schaefer المأخوذة عن حالات ظهور ومواقع المجموعات النجمية في السماء من ألواح مول آبين الطينية ومصادر أخرى، وجد شيفير بأن حجم مجموعات بلاد الرافدين النجمية كانت قد زاد عليها المراقبون الآشوريون بين 1300 و1100 قبل الميلاد في القسم الشمالي من المنطقة. وقد انتشر تأثير هذا النظام على نطاق واسع في الهند والصين ومصر واليونان. وعلى التوازي لهذا التطور كان إيجاد 18 مجموعة نجمية التي من السهل مراقبتها في الليل لتكون في مسار القمر. لم تتضمن هذه

المجموعة فقط مجموعات النجوم المشابهة تقريباً إلى مجموعتنا النجمية، وإنما أيضاً بعض المجموعات النجمية الصغيرة التي لا نعترف بها على أنها مجموعات نجمية حالياً. يعطي المؤرخ نيكولاس كامبيون N. Campion لائحة لـ 18 مجموعة من مول آبين، وقد اشتملت هذه اللائحة على عدد من الأسماء المألوفة: الثور والجوزاء والسرطان والأسد والميزان والعقرب وسمكة المعزة (الجدي). وهكذا، تم وضع دائرة البروج القمرية حيث كانت قائمة بشكل أساسي على تجمعات النجوم، وسرعان ما أخذ هذا معنى تنجيمياً. على سبيل المثال: يحوي إيما آنو إنيليل على تكهنات يتم بها وصف مواقع الكواكب بالارتباط مع بعض المجموعات النجمية هذه. ربما كان من المحتم أن تطور هذه الأبراج القمرية المكونة من 18 كوكبة إلى دائرة البروج الشمسية المكونة من 12 كوكبة والتي تشبه ما كان عليه الحال في القرن الخامس قبل الميلاد. على الرغم من أن المجموعات النجمية اختلفت في الحجم، إلا أنها كانت معطاة نسبة 12/1 من المسار الشمسي لكل مجموعة، وهو ما سيتحول إلى منطقة تنجيمية ذات 30 درجة. يركز هذا على المسار الشمسي ودائرة البروج (بدلاً من على خط الاستواء السماوي، مثل الذي حدث في الصين)، الذي نقل إلى اليونانيين، وسيكون التوجه المفضل في الغرب من أجل وصف مواقع الأجرام السماوية حتى القرن الثامن عشر للميلاد.

فقد شهد العصر الهلنستي (القرن الرابع ق.م) امتزاجاً كبيراً بين الفلك البابلي والفلك اليوناني. حيث وضعت خريطة البروج البابلية Horoscope. وكانت خرائط البروج تستخدم أولاً بوصفها أداة لضبط الوقت وقياس الزمن ولتسجيل الحوادث المهمة وتأثير النجوم على الملوك. وتخبرنا وثائق كثيرة أن تثبيت الأبراج وخرائطها حصل منذ العهد البابلي القديم، ولكن تقدم هذا العلم حصل بعد سقوط بابل حيث ثبت تقسيم كل إشارة الى ثلاثين درجة. الأمر الذي يثبت أن رسم الخرائط البروجية الأولى كان من إنجاز البابليين.

المبحث الثاني: خرائط النجوم عند الصينيين

رسم الخرائط الصينية للنجوم بدأ تقريباً في الوقت نفسه الذي ظهرت فيه خرائط النجوم اليونانية. لكن الخرائط الصينية لم تقدم أية مساهمة ذات أهمية بالنسبة لعلم الفلك الإسلامي.

كانت الأبراج الصينية أصغر من الأبراج الغربية ولكنها أكثر عدداً. كل كوكبة تتألف عادة من مجموعة قليلة من النجوم التي جعلت من الأسهل تحديد مناطق السماء دون الحاجة إلى إحداثيات دقيقة. وبحلول نهاية القرن الثالث الميلادي، طور علماء الفلك الصينيون نظام متقن مكون من 283 كوكبة تتألف بدورها من 1464 نجمة. هذه الأبراج لم تصور الأساطير وحسب وإنما جوانب الحياة الإمبراطورية والاجتماعية والريفية الصينية. على سبيل المثال نجد كوكبات باسم ديزو، وعرش الإمبراطور (النجم ألفا الجبار)، وهووانزي، ومحكمة الخصيان (60 الجبار وثلاثة نجوم مجاورة له)، ولينغتاي، والمرصد الفلكي؛ والتزيين (سي) التي تقع وراء شاشة التواضع، وبينغ، الموجودة مع بعضها في كوكبة الأرنب. في بعض أجزاء السماء، شكلت مجموعات من الأبراج ذات الموضوع المشترك نماذج كبيرة تصور مشاهد مثل حصاد الخريف، ومطاردة الشتاء، ومعسكر الفرسان، وسوق سماوية. ظهرت بعض الشخصيات نفسها مراراً وتكراراً في أجزاء مختلفة من السماء، ولا سيما الإمبراطور وحاشيته وعلى مساحة واسعة النطاق. وخلافاً للفن الخيالي لرسم الخرائط السماوية الغربية، لم تقدم الخرائط النجمية الصينية مثل تلك المقدمة من دونهوانغ التي تصور هذه الأبراج. وإنما رسم صناع الخريطة ببساطة النجوم المكونة كنقاط ذات أحجام مماثلة متصلة بالخطوط، دون محاولة لتوسيع نطاق الرموز حسب سطوع النجوم. هذا النقص في الحجم على الخرائط الصينية يضيف إلى صعوبة تحديد النجوم المعنية. ولم يكن نظام الكوكبات الصينية معروفاً في الغرب ولم يكن له تأثير على المجموعات السماوية الـ 88 التي نعرفها اليوم. وقد كان لا يزال قيد الاستخدام عندما قدّم المبشرون اليسوعيين الكوكبات النجمية الغربية إلى الصين في القرن السابع عشر للميلاد. (الشكل 5 – ملحق الصور والأشكال).

لقد وجه الصينيون أنفسهم نحو القطب السماوي الشمالي، الذي دارت حوله كل النجوم. نجم قطبنا الحالي، نجم الدبة Alpha Ursae Majoris (بمعنى: النجم الأكثر سطوعاً في مجموعة الدب الأصغر، حيث يقع في كوكبة الدب الأصغر)، لم يكن نجم القطب بالنسبة للصينيين القدماء بسبب مبادرة الاعتدالين Precession، لكن نالت النجوم الأخرى هذا الشرف، مثلاً، في الألفية الثانية قبل الميلاد كانت ألفا التنين نجمة القطب، وقد حسبت الباحثة هو Ho وزملائها ذلك النجم الباهت في مجموعتنا النجمية الزرافة فكان "النجم المحوري" في أثناء فترة تانغ الأولى (القرن السابع عشر للميلاد). ونظراً للتوجه الفلسفي لتلك الأحداث على الأرض وفي السماء انعكس لديهم الاعتقاد بأن المنطقة التي تقع حول القطب السماوي الشمالي تمثل الإمبراطور والبيت الإمبراطوري. كان نجم الكوكب أو بيتا الدب الأصغر Beta Ursae Minoris النجم الأكثر سطوعاً في هذه المنطقة آنذاك، حيث كان يُعتقد بأنه يمثل الإمبراطور. النجم الثاني الأكثر سطوعاً كان نجم الفرقد الذي يقع منتصف تاج الأمير، والنجم الأكثر بهاتة في المنطقة تمثل الإمبراطورة. سلسلتان طويلتان من النجوم مثلتا جدران القصر الإمبراطوري، ووقعت النجوم الأخرى ضمن جدران في "نطاق ممنوع أرجواني" برزت من أجل الخليلات، والمخصيين وموظفين رسميين آخرين. رأى الصينيون المجموعات النجمية الصغيرة للدب الأكبر على أنها المحراث، وكان يُعتقد بأنها تنظم الفصول وهي تتحلق حول النجم المحوري. (الشكل 6 – ملحق الصور والأشكال).

أي حدث غير طبيعي في السماء، مثل الانفجار النجمي والمذنبات والنيازك أو الكسوف، قد بمثابة نذير شؤم على المجتمع، خصوصاً بالنسبة إلى أهل تلك الناحية التي تمثلها مساحة من السماء التي قد حدث فيها الحدث. على سبيل المثال: الانفجار النجمي المكتشف في منطقة ذات ارتباط زراعي من السماء ربما من المحتمل أن تدل على حصاد محاصيل سيئة، أو عندما يدخل مذنب في النطاق المحرم الأرجواني فقد يكون نذيراً سيئاً بالنسبة للإمبراطور وحكومته المركزية. موقع الكواكب والظواهر الأخرى (بمعنى: الضوء البرجي والغيوم) أيضاً كان لديها تشعبات نجمية. مثل هذه الأحداث يمكن أن تبشر بأن الحاكم كان يسيء إدارة حكومته أو هناك مسلك لا أخلاقي، فهي

1 - خرائط النجوم عند الحضارات القديمة

تصرفات تزعج النظام الطبيعي وتؤدي إلى المجاعات والطاعون واضطرابات في السماء. في العموم، كانت الظواهر التي يمكن توقعها إشارات جيدة وظواهر غير قابلة للتوقع كانت لديها علامات. بقي المنجمون الملكيون منهمكين في تفسير معنى الأحداث السماوية غير العادية، وغالباً ما تم التعامل مع التكهنات على أنها حالة أسرار (خصوصاً إذا كانت سلبية). ينبغي ملاحظة بأن لعلم التنجيم الصيني مناطق تشتمل على الاهتمام بالمجتمع بدلاً من الأفراد، ما عدا حالة الإمبراطور وبلاطه. وبحلول القرن الخامس عشر قبل الميلاد، طوّر الصينيون نظاماً لتقسيم منطقة واسعة من السماء ينتقل من خلالها القمر في 28 جزءاً متساوياً تدعى المنازل القمرية. كل جزء مرقّم ومسمّى لمجموعة نجمية أو مجموعات نجمية أصغر واقعة تقريباً على طول خط الاستواء السماوي. على سبيل المثال: المنزل القمري الثامن عشر يدعى "ماو Mao" (يمثل المكان المتوقف) الذي شكّلته نجوم الثريا، ومنزل القمر الحادي والعشرين يدعى شين Shen (يمثل الملاح) وكان تقريباً متماثلاً مع كوكبة الجبار. عملت المنازل القمرية كنقاط استدلالية، وبربطها مع القطب الشمالي موقع الهيكل السماوي بات بالإمكان تحديدها. على سبيل المثال: موقع النجم قد يكون موصوفاً من ناحية عدد الدرجات جنوب القطب السماوي الشمالي وعدد الدرجات من حواف المنزلة القمرية الأقرب. (الشكل 7 – ملحق الصور والأشكال).

احتوت الكرة السماوية الصينية على 365,25 درجة، وليس على 360 درجة التي نستخدمها اليوم. من المحتمل أن هذا النظام كان قيد الاستخدام في القرنين الثالث أو الرابع قبل الميلاد. وهكذا، استعمل الصينيون النظام الإحداثي السماوي الاستوائي قبل قرون من استخدامه في الغرب (الذي كان نظامه يعتمد التوجه للمسار الشمسي حتى القرن الثامن عشر). لهذا السبب، استخدم العديد من أدواتهم الفلكية اتجاهاً موجهاً نحو خط الاستواء، وكانوا رواداً في صنع حوامل خط الاستواء التلسكوبية التي نعرفها اليوم. (الشكل 8 – ملحق الصور والأشكال).

كان الصينيون مبدعين في رسم خرائط النجوم والمصورات منذ القرن الخامس قبل الميلاد على الأقل. وقد ظهر في القرنين الرابع والثالث قبل الميلاد، ثلاثة من

علماء الفلك البارزين هم: شي شين Shi Shen وغان دي Gan De ووو إكسيان Wu Xian كل واحد منهم أبدع خريطة نجوم ومصور خاصين به. يذكر المؤلف الصيني دينغ ينك Din Yinke أن مصنف شي شين أعطى إحداثيات الاستوائية لـ 120 نجماً، وكلاهما هو غان دي لاحظا الكواكب الخمسة المعروفة ولاحظا بأن فترة دوران المشتري الفلكية حول الشمس كانت 12 سنة (قريباً بالضبط إلى 11,86 سنة). ويصف الكتاب الأسبق الموجود للوصف بشكل نظامي المجموعات النجمية الصينية في السماء كان تيناغونان شو Tianguan Shu لسيما كيان Sima Quian، (145 قبل الميلاد – 87 قبل الميلاد). حوالي 90 مجموعة نجمية تم ذكرها، من بين ذلك المنازل القمرية 28. كانت هذه منظمة في خمسة أماكن. المركزية أو القصر (الأرجواني) كان المنطقة المحيطة بالقطب السماوي الشمالي وقد تم التلميح إلى الأسبق. بقية السماء كانت مقسمة إلى أربعة أقسام متساوية والتي كانت تدعى بقصور الشمال (أو المحارب القاتم والذي تمثله سلحفاة وأفعى مضفرة). الشرق (أو التنين اللازوردي)، الجنوب (أو الطائر الأحمر)، والغرب (أو النمر الأبيض). كل من هذه القصور مثلت أحد الفصول الأربعة، وكل واحد مركب من منازل قمرية. النجوم في هذه المناطق متمثلة ومسماة لسمات أرضية في المجتمع الصيني، مثل المعابد والمفاهيم الفلسفية والدكاكين والأسواق والمزارعين والجنود. وفي القرن الثالث بعد الميلاد، أكمل شين زهو Chen Zhuo سجلات شي شين وغان دي ووو إكسيان. كانت النتيجة كان خريطة نجوم ومصور لـ 1,464 نجماً وجمعها في 284 مجموعة نجمية. في أوائل القرن الرابع للميلاد، الفلكي الإمبراطوري كيان لوزهي Quin Luozhi سبك كرة سماوية برونزية مع نجوم ملونة عليها لتميز جدولة هؤلاء الفلكيين. سلسلة مشابهة من النجوم والمجموعات النجمية هي أيضاً عكست في خريطة نجوم مطبوعة موجودة في السابق، مخطوطة تونهاوانغ Tunhhuang الصينية، يعود تاريخها إلى سلسلة تانغ الحاكمة التالية (618 للميلاد – 907 للميلاد). معظم هذه المجموعات النجمية كانت مختلفة عن تلك التي نحن معتادين عليها، على الرغم من أن القليل كانوا محاكين لنفس الطريقة ومقتدين بها. المؤرخ

1 - خرائط النجوم عند الحضارات القديمة

الصيني الكبير جوزيف نيدهام Joseph Needham، يذكر الدب الكبير وأوريون وأوريغا وكورونا وأستراليا‌س والصليب الشمالي. بينما كان لدى الصينيين ارتباطاً كبيراً مع الفلكيين الهنود والمسلمين، وصاروا معرضين إلى النظام اليوناني لتطوير المجموعة النجمية، وبعض هؤلاء كانت قد اندمجت أفكارهم في الفكر الصيني. هذا استمر عندما دخل المسيحيون الصين في القرن السادس عشر. وفي القسم الكبير منها، عبرت الأفكار الفلكية أعلاه كانت مهمة على الصعيدين الكوري والياباني. جزئياً مثل انعكاس هيمنة الصين السياسية في المنطقة، كان يوجد بضعة فروق بسيطة. على سبيل المثال: على الرغم من أنها مجبرة على استخدام النظام التقويمي الصين، كانت التقاويم الصينية محسوبة بشكل مستقل بعد أوائل القرن الحادي عشر. في اليابان بعض من علم الأساطير ارتبط مع آلهة الشمس "أماتيراسو Amaterasu ومع سوبارو Subaru (Pleiades)، بالإضافة إلى ظهور ثلاثة نجوم حزام أوريون لتحكم الأزمنة من أجل زراعة الرز ونبات الدخن في خط عرض اليابان، مطلوبة لتكون مكتملة مع النماذج الصينية ومندمجة بها.

لكن، في الأساس استخدم الكوريون واليابانيون الطرائق الصينية لمراقبة السماوات، وتسجيل الأحداث السماوية، وملائمة الوقت والتقويم، وللتوجيه بأنفسهم إلى كونها. أيضاً تبنوا المجموعات النجمية الصينية. لقد كان للصين الأولى سمعة عن كونها مغلقة عن التأثيرات الخارجية، لكن هل هذا حقاً صحيح؟ قد يبدو بأنه كان فعلاً يوجد صلة أولى محدودة بين الصينيين واليونانيين التقليديين وأن علم الفلك تطور بشكل مختلف في كل بلد. للتأكد كانت هنالك بعض المتشابهات في كلا الثقافتين طورت مصورات النجوم، وكانت كلتاهما مهتمتين بالتقويم، وكلاهما تعقبا حركة الكواكب في السماء. على كُلٍّ، أنظمة المجموعات النجمية كانت مختلفة جداً، كما سيتبين في الفصل القادم. بالإضافة إلى، أن الصين بدت بأنه كان لها التأثير على البابليين بالتعاميم الجبرية القديمة، حيث مواقع الأجرام السماوية في السماء كانت قد حددتها الحساب من أنماط معرفة خلال قرون في سجلات محفوظة. بالمقارنة، طور اليونانيون طريقة جديدة للتفكير التخيلي حيث أبدعوا نماذجاً هندسية لشرح

الظواهر السماوية وطبقوا طرائق الهندسة وعلم المثلثات الكروي على هذه النماذج لحساب موقع الأجرام في السماء. بالإضافة إلى ذلك، كان الصينيون مهتمين بخط الاستواء السماوي ومنطقة الدائرة القطبية، في حين كان اليونانيون مهتمين بالمسار الشمسي، وموقع الشمس والقمر والكواكب. لكن الباحث جوزيف نيدهام أشار إلى عدد من العوامل التي افترضت بأنه كان يوجد ربط بين الصين والغرب وما بعد ذلك. على سبيل المثال: بحلول القرن الأول للميلاد، كانت توجد طرق تجارية عديدة من الصين إلى بقاع أخرى، مثل الهند وبلاد الشرق الأوسط، ومدينة العلم الإسكندرية في مصر. هذه اشتملت على كِلا الطريقين البري والبحري، وتكيف البحارة الصينيون باستخدام النجوم لإرشادهم خلال الماء المحيط الهندي. نعرف أيضاً بأن الورق الذي تم اختراعه في الصين حوالي 105 للميلاد، وطباعة الكتب، التي تم تطويرها في الصين الغربية حوالي 870 للميلاد، كلاهما شقا طريقهما إلى أوروبا خلال العصور الوسطى، سوية مع التقنيات الأخرى. لكن ما عن النشاطات العلمية؟ وفقاً إلى نيدهام، بدا العلم الصيني النقي الصافي بأنه كان مصفى، ودخل في الثقافات العربية إنما لم يخترق الغرب أكثر وينفذ فيه. على كل حال، التبادل بين الصين والدول الإسلامية كان غنياً. على سبيل المثال: يشير نيدهام بأنه بعد مرصد الطوسي المشهور والمكتبة التي تم بناؤهما في مراغة أواخر القرن الثالث عشر للميلاد، كان يرُسل علماء الفلك من الصين للتعاون والمشاركة. ومع إدخال البوذية في الصين في القرن الأول للميلاد، فتح الباب للعلم الهندسي والطب. كان لعلم الفلك الهندي التقليدي تأثير قليل، لكن في القرن الخامس خضع إلى تغيرات بسبب تأثيرات علم الفلك اليوناني، وبدأت هذه الأفكار بالدخول إلى الصين. في القرون اللاحقة الكثير من علماء الفلك الهنود عملوا في المراصد الوطنية في الصين وكان لديهم تأثير، وخاصة في مجال التجديد التقويمي. بحلول القرن الثامن، عمل علماء الفلك من بلاد فارس في الصين، وبتعاونهم مع علماء الفلك المسلمين فيما بعد أضافوا مدخلات إضافية للغرب. انحدر بعدها علم الفلك الصيني كثيراً من فترة مينغ Ming (1368 – 1644م)، لكن تم إنعاشه في أوائل ثمانينيات القرن السادس عشر مع وصول

المسيحي ماتيو ريشي Jesuit Matteo Ricci، الذي التحق بمهمة القديس فرانسيس اكسافير ST. Francis Xavier الناجحة إلى اليابان من 1549 إلى 1552م.

بالإضافة إلى الابتكارات، مثل الساعات والخرائط والكرات النموذجية الدورانية والمزاول، قدم ريشي أيضاً المعرفة الرياضياتية الغربية وعلم الفلك إلى الصين، وترجم العديد من الكتب في هذه المجالات إلى الصينية. بعد موت ريشي في 1610م، وبعثات تبشيرية يسوعية لاحقة، بمن فيها جوهان آدام شال فون بيل Johann Adam Schall Von Bell، وكذلك فرديناند فيربيت Fredinand Verbiest، أثرت المعرفة الغربية الفلكية بشكل كبير على الصينيين وخلفائهم. بالنتيجة، تسلل عدد من الأفكار الغربية إلى مشهد السماوات الصيني؛ مثل: نموذج تيكو براهي الهجين للنظام الشمسي وأفكاره عن الآلات الفلكية، واستخدام نظام المسار الشمسي الإحداثي، ووجها النظر اليونانية التقليدية للمجموعات النجمية. مع أنّ بعض المفاهيم تم تبنيها، إلا أنه تم تغييرها لملائمة المفاهيم الصينية. على سبيل المثال: المجموعات البرجية النجمية الصينية استعملت مجموعة من الحيوانات بدلاً من تمثيلات الآلهة / الحيوان الممتزجة من النظام اليوناني. ومع أنّ العلاقات بين البلاط الصيني والبابا توطدت في أوائل القرن الثامن عشر، في النتيجة تم طرد كل المبشرين من الصين بحلول نهاية القرن، وتم توظيف القليل من اليسوعيين في مكتب علم الفلك والسماح لهم بالبقاء. (الشكل 9 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الثالث: خرائط النجوم عند المصريين

طوّر المصريون القدماء نظام المجموعات النجمية الخاصة بهم القائمة على آلهات مهمة وحيوانات من أساطيرهم، مع أنه لم يكن متسعاً كتوسعه في الثقافات الأخرى. على سبيل المثال: يذكر المؤرخ وعالم الرياضيات هوغ ثورستون H. Thrston مصوراً مصرياً عن الكون يعود تاريخه إلى حوالي 1100 قبل الميلاد الذي يدرج فقط خمسة مجموعات نجمية، اثنان اللذان يشبهان أوريون والدب الأكبر. بالطبع، إذا تضمن واحد مجموعات نجوم ديكان، ثم هذا الرقم يقفز إلى 36.

وكما كان الحال مع سكان بلاد ما بين النهرين والصينيين، كانت مجموعات الدائرة القطبية النجمية مهمة بالنسبة للمصريين، ليس كثيراً جداً لأنهم لم يعدوا ذلك سوى لأنها لا تظهر قبل شروق الشمس. وهكذا، كانوا في أغلب الأحيان مرتبطين مع قوى الظلام ومع الحيوانات المفترسة. على سبيل المثال: منطقة الدائرة القطبية حول نجم التنين كانت في أغلب الأحيان مرتبطة بالتمساح أو فرس النهر، أما المجموعة النجمية الصغرى الدب الأكبر (دبنا الأكبر) للدب الأكبر التي كانت مشاهدة عند فخد أو القائمة الأمامية للثور (يمثل إله الشر سيث). توت، إله القمر، كان يظهر عادة مع رمز القمر فوق رأسه. كان أيضاً مصور على أنه سعدان (حيوان يصرخ قبل الفجر)، ويمثل الانتقال من الليل إلى النهار. كِلا هاتين الصورتين موجودتين، وكما رأينا، كانت نوت مرتبطة مع درب التبانة حين تقوست عبر السماء. وقد حلل الباحثان لول Lull وبيلمونت Belmonte مؤخراً عدداً من الصور المصرية الواقعة في القبور وعلى أسقف المعابد ليجدوا متوازيات بين المجموعات النجمية المصرية التقليدية والمجموعات النجمية التي نراها اليوم. على سبيل المثال: شاهدوا صورة أنثى فرس النهر في يسار المركز الأدنى لتمثل منطقة كبيرة من السماء تتركز حول المجموعة النجمية الدائرة القطبية التنين، من كوكبة القيثارة إلى العواء. ومثّل التمساح على ظهرها المنطقة حول رأس الأفعى. انحناء الأسد وصور التمساح في يمين المركز الأدنى يمثل الأسد والأفعوان، على التوالي. وبالطبع، الفخذ/الثور مجموعة متوضعة في جزء المركز الأعلى سيكون الدب الأكبر. وبعد موت الإسكندر الكبير، استولى أحد قادته الكبار يدعى بطليموس على إدارة مصر، لتبدأ الفترة البطليموسية (323 – 30 قبل الميلاد). وفي أثناء هذه الفترة، اشتملت أفكار اليونان عن الكون وبدأ علم التنجيم يفرض تأثيره على مصر. بالإضافة إلى، المجموعات النجمية كانت مدمجة مع تلك المحلية المصرية في صور على أسقف المعابد والنصب التذكارية الأخرى. حالة معينة هي الصورة المشهورة التي يعود تاريخها تماماً من بعد هذه الفترة التي كانت مرة متوضعة على السقف من معبد هاثور Hathor من دندرة Dendera. وقد دعيت "بدائرة بروج دندرة"، تصور دائرة السماء التي تصورها 12 شكلاً تمثل المجموعات النجمية للدائرة البروج. الحلقة الخارجية للأشكال في الدائرة تمثل 36 نجماً ديكاناً تقليدي

ومجموعة نجمية. أما الأشكال الأعمق فهي مجموعات نجمية مصرية، وهي محاطة بمجموعات نجمية لدائرة برجية ممتزجة داخلياً مع صور تمثل الكواكب تصور كآلهات تحمل صولجانات. (الشكل 10 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الرابع: خرائط النجوم عند الهنود

لم تحظ دائرة الأبراج القمرية الهندية المقسّمة إلى 27 أو 28 منزلاً باهتمام كبير، ربما لأنها كانت متأثرة بالتراث الصيني والعربي، ويبدو أن أول ترقيم كامل لكل المنازل القمرية عرفه (تايتيريا–سامبيتا) في القرن 7 ق.م.

ولمواكبة النظام التقويمي القمري قسم علماء الفلك الهنود السماء في أثناء الفترة الرجفيدية Rgvedic على طول المسار القمري إلى 27 جزءاً متساوياً تدعى ناكاساتراس Naksatras. ارتبطت نجوم معينة ومجموعات نجمية محددة مع هذه المناطق. وفي الكتابات اللاحقة كان عدد كلٍّ من المنطقتين والنجوم المرتبطة بها تزيد عن 28 يوماً، حيث التتبع الأفضل لتقدم القمر في السماء. كانت مجموعات نجمية أخرى معروفة بأنها مشابهة إلى مجموعتنا النجمية، مثل الدبين (الدب الأكبر والدب الأصغر)، والكلبين المقدسين (الكلب الأكبر والكلب الأصغر)، والسفينة والثريا في برج الثور. طبقاً إلى كاك، في فترة الباراهامينيين، كانت كوكبة الجبار والنجم الساطع الشعرى منفردين، بالإضافة إلى النجوم الممكنة في الجوزاء والجدي وذات الكرسي. لقد كانت الكواكب التي تُرى بالعين المجردة معروفة ومسماة منذ الفترة الرجفيدية. في الأساطير الفيدية، كانوا بشكل تقليدي ذريةً للكائنات السماوية الأخرى مقترنة مع الآلهات: عطارد (فيشنو Visnu)، والزُّهرة (إندرا)، والمريخ (ساكاندا Skanda ابن سيفا)، والمشتري (براهمان)، وزحل (ياما Yama). كان الزُّهرة أحياناً مرتبطاً مع التوءم أسفينس Asvins، حيث ينعكس ظهوره عند كلٍّ من كوكب الصباح ونجمة المساء. كانت الشمس مرتبطة مع شيفا Siva، والقمر مع أوما Uma، زوجة شيفا. كانت الكواكب مرتبطة أيضاً مع الألوان (بمعنى عطارد والمشتري بالأصفر؛ الزُّهرة بالأبيض؛ المريخ بالأحمر؛ زحل بالأسود). كانوا أيضاً جزءاً من الدلالات التي لمحت إلى 34 ضوءاً في السماء،

والتي كانت 27 ناكاساتراس، والشمس والقمر وخمسة كواكب. ويوجد دليل على الصلة بين الثقافتين الهندية وبلاد ما بين النهرين أثناء الفترة الآشورية. على سبيل المثال: يستشهد الباحث نورث بوجود مشابهات مع بعض البيانات الموجودة في ألواح مول آبين الطينية، والتي كانت منتجة باكراً في الألفية الأولى قبل الميلاد، ونصوص فيدية لاحقة. بالإضافة إلى دخول الفرس في الهند الغربية الشمالية في أواخر القرن الخامس عشر، محضرين معهم الأفكار البابلية التي تتضمن علم الفلك وعلم التنجيم، بما في ذلك التكهنات الموجودة في إنوما أنو إنليل. (الشكل 11 – ملحق الصور والأشكال).

أثناء الفترة الهيلينية بعد فتوحات الإسكندر الأكبر، شقت التأثيرات اليونانية طريقها في المنطقة. يشير نيدهام إلى أن المستوطنين الذي تُركوا في الهند شكلوا ممالك اليونان بكتريا Bactria وسوغديا Sogdia. في الواقع، يعطي فحص النصوص الهندية بعض الرؤية في علم الفلك ما قبل البطليموسي في اليونان، وخاصة النصوص اليونانية الأولى التي نجت من هذه الفترة كنتيجة يتم استبدالها بعمل الفلكي بطليموس (توفي حوالي 170م) Ptolemy الكبير. بالتدريج، أخذت أفكار أرسطو وبطليموس بالانتشار والتمسك بها، وقام الهنود بتحسينات على النظرية الإهليلجية (مثل استعمال المسار الإهليلجي البيضوي) وهم بذلك يتشاركون الفضل فيما بعد مع العلماء العرب. تبنوا أيضاً أسبوع السبعة أيام وتخصيص كل يوم لآلهات الشمس والقمر وخمسة الكواكب الأخرى. بالإضافة إلى أنهم تبنوا نظام المجموعة النجمية اليونانية. في النصوص الهندية اللاحقة، نجد دائرة البروج وهي مرسومة سوية مع المجموعات النجمية اليونانية. في أغلب الأحيان، تم تلبيس الأشكال بلباس هندي تقليدي. لكن التأثير واضح تماماً. على كل حال، قدم كاك بعض الدليل على وجود التأثير المتبادل من الهند إلى الغرب، بما في ذلك استخدام دريودس Druids نظام التقويم المشابه إلى ذلك المذكور في "فيدانغا جويلسا Vedanga Jyolsa"، واستعملوا الشهر القمري ذو 27 يوماً الذي يقترح رابطاً للأطوار القمرية و27 ناكاساتراس. أيضاً، بعض من أساطير الزُّهرة لبلاد الرافدين واليونان يبدو بأن نصوص الفيدية قد أرختها بتاريخ سابق، بالإضافة إلى صور الفيلة في الأعمال الأوروبية القديمة. (الشكل 12 – ملحق الصور والأشكال).

الفصل الثاني

خرائط النجوم عند اليونانيين

كان نظام المجموعات النجمية اليونانية متأثراً بقوة بالنظام الذي تطور في بلاد ما بين النهرين ومن المحتمل أنه وصل إلى اليونان عن طريق مصر. وقد وضع الكاتب في علم الفلك البريطاني آيان ريباث I. Ridpath حجة مفادها بأن بعض المجموعات النجمية لبلاد الرافدين ربما كانت منقولة منذ الألفية الثانية قبل الميلاد من قبل البحارة المينوسيين Mainoans من جزيرة كريت والجزر المجاورة لها مثل تيرا Thera (تسمى الآن سانتوريني Santorini). تستند الحجة إلى أن علم البحار المتضمن في بعض أساطير الكوكبات، وكذلك خط عرض السماء الممثل، يشير إلى سماء جزيرة كريت وتوسع إمبراطورية مينوا في بحر إيجة الشرقي في ذلك الوقت. وبحلول القرن الثامن قبل الميلاد، كان هوميروس (عاش حوالي 850 ق.م) Homer وهيسيود (عاش بين 750 و650 ق.م) Hesiod يذكران كوكبات النجوم في أعمالهما والتي تتوافق الآن مع كوكبة الدب الأكبر. على كُلٍّ، مجموعة كاملة من المجموعات اليونانية لم تكن موصوفة حتى القرن الرابع قبل الميلاد إلى أيام عالم الفلك إيدوكسوس الكنيدوسي (توفي 355 ق.م) Eudoxus of Cnidus في عملين يدعيان (المرايا والظواهر Enoptron and Phaenomena). إذْ ربما يكون قد قدم إلى هذه الكوكبات النجمية أثناء أسفاره في مصر. بالإضافة إلى كتاباته، أيضاً من الممكن بأنه بنى كرة سماوية التي بينت هذه الأنماط النجمية وحدد دائرة بروج بلاد ما بين النهرين.

استناداً إلى مراجعته لظهور مواقع الكوكبات النجمية في السماء المأخوذة من جداول (مول أبين) الطينية ومصادر أخرى، استنتج مؤرخ علم الفلك برادلي شيفير B. Schaefer إلى أن الجزء الأكبر من كوكبات النجوم في بلاد ما بين النهرين قد تم تطويره على الأرجح بين عام 1300 قبل الميلاد و1100 قبل الميلاد من قبل الراصدين الآشوريين في الجزء الشمالي من المنطقة. وبالتالي، فإن المجموعة الكاملة لا يمكن أن تكون قد وصلت إلى اليونان حتى في زمن ما بين كتابات هوميروس وهيسيود (الذي يصف فقط بضعة كوكبات نجمية) في القرن الثامن قبل الميلاد والأوصاف التي قدمها إيدوكسوس في القرن الرابع قبل الميلاد. من المحتمل أن الزمن الذي كان حوالي القرن الخامس قبل الميلاد، عندما كان يُعتقد بأن الأبراج النجمية أيضاً وصلت إلى اليونان. طبقاً إلى شيفير، هناك 20 كوكبة من 45 كوكبة نجمية يونانية تقليدية عبارة عن نسخ مباشرة من بلاد الرافدين، مثل: المعزة السمكة الآشورية "الجدي"، والتوءم الكبير (التوءمان). عشرة آخرين لديها النجوم نفسها إنما بأسماء مختلفة، مثل: المأجور الآشوري (برج الجمل) والسنونو (برج الحوت). الكوكبات الثمانية عشر المتبقية اليونانية كانت عبارة عن تصورات حيوانية ونباتية. وهي تتضمن: هرقل ومخلوقات التي دافع عنها (الأسد والتنين)، والحَوَّاء Ophiuchus (التي تمثل أسكليبيوس Asclepius، إله الطب)، والأفعى التي يحملها الدولفين Delphinus، والمجموعات النجمية مشتملة إنقاذ برشاوس Perseus للمرأة المسلسلة (أندروميدا) Andromeda (من ضمنها قيفاوس Cepheus وذات الكرسي Cassiopeia وقيطس Cetus). عدل اليونانيون بعضاً من المجموعات النجمية لتكون ملائمة مع الاهتمامات. يعطي شيفير مثالاً عن المثلث Triangulum الذي في "مول أبين" بأنه كان مخصصاً للمحراث الذي حوله اليونانيون المحبين للهندسة إلى مثلث.

أما عن إسقاط الكوكبات اليونانية كلها على الكرات السماوية فقد تأخر. إذْ يعدّ التمثيل المتوفر لأقدم كرة سماوية هي أطلس فارنيز Farnese Atlas الذي يعود إلى القرن الثاني للميلاد، وهو عبارة عن نسخة رومانية من الرخام لتمثال

أطلس وهو يجثو على ركبته ويحمل كرة السماء على كتفيه. تصور الكرة سماء الليل كما تُرى من خارج القبة السماوية وتبين 41 من أصل 48 مجموعة نجمية يونانية قديمة حسبما ذكر بطليموس. (الشكل 13 و14– ملحق الصور والأشكال).

المبحث الأول: إيدوكسوس (القرن 4 ق.م)

وضع الفلكي اليوناني إيدوكسوس، وهو تلميذ أفلاطون، 44 صورة نجمية، وقد أضاف إليه بطليموس أربع أخرى فيما بعد فأصبح 48 صورة نجمية. ونعلم أن إيدوكسوس هو الذي وضع منظومته الفلكية التي تقول بأن الكواكب والشمس والنجوم كلها تدور حول الأرض الثابتة على كرات بلغ عددها 27 كرة. وربما كان هذا أول تمثيل لصور كوكبات السماء من قبل مراقب خارج الأرض بدلاً من رؤيتها من قبل مراقب على الأرض.

المبحث الثاني: أراتوس السولوي (القرن 3 ق.م)

يعتبر أراتوس السولي (أو أراطس أو أراطوس) (توفي نحو 240 ق.م) Aratos of Soloi فلكي غير معروف كثيراً عند العرب. وقد ذكر المؤرخ أحمد بن إسحاق اليعقوبي (توفي بعد 292هـ/ بعد 905م) في كتابه (تاريخ اليعقوبي) أن هذا الفلكي "عمل صورةً للفلك كهيئة البيضة فحاكى بها الفلك وصوّر فيها البروج". كما ذكر المؤرخ المصري عمر الكندي (عاش في النصف الثاني من القرن 4هـ/10م) أن أراتوس السولوي صنع صورة للفلك بهيئة البيضة وعليها 48 صورة للكوكبات النجمية وتتضمن 1020 نجماً ثابتاً. ويذكر أبو الحسن المسعودي (توفي 346هـ /957م) في كتابه (التنبيه والأشراف) بأنّ أراتوس قد ألّف كتاباً بعنوان (صورة الفلك والكواكب).

ويتفق البيروني مع ما نُقل عن جالينوس Galenus (توفي 200م) أن أوّل من تولى أمر النجوم والكوكبات النجمية هو أراتوس المنجم، بدليل أن الرموز وتفاسيرها الموجودة في كتابه (الظاهرات Phaenomena) تشهد له بذلك، ويرى

البيروني أن وضع أراتوس لتسميات الكوكبات لم يكن جزافاً من محض الخيال، وإنما قصد بذلك أن يتمكن الراصد من الاستدلال على الأكوان بسهولة أكبر، حيث إنه أنشأ الصور التي "تفصح بتلك الدلالة، فاتفق له في بعضها ما طبق المفضّل كصورتي الدبين في الشمال، والجبار في الجنوب، وصورتي الثور والعقرب في البروج، وبَعُدَ في بعض تشبيهه حتى إنّ منها ما انسلخ عنه أصلاً مثل الكلب المتقدم الذي إن تصوّرت من كوكبيه اللذين هما الشعرى الغميصاء ومرزمها كل ما استطال واستقام من حبل أو قضيب أو سهم أو رمح جاز ذلك".

تمكّنا من العثور على نسخة من كتاب أراتوس (الظاهرات Phaenomena) وهي محفوظة في المكتبة البريطانية ، وقد حررها شيشرون، وسنورد فيما يأتي بعض صور الكوكبات عنده، والواقع أننا لا نملك دليلاً أن الصوفي قد أخذ عن أراتوس سواء نصوص أو صور الكوكبات. (الشكل 15 – ملحق الصور والأشكال).

في الواقع يعتبر كتاب (الظاهرات) لأراتوس عبارة عن صياغة شعرية لكتاب (الظاهرات) المفقود الذي سبق وأن وضعه إيدوكسوس. وقد بدأ بهذا المشروع بناءً على طلب من الملك أنتيغونوس Antigonus ملك مقدونيا حوالي 275 قبل الميلاد. ووفقاً للباحث ثيوني كوندوس Th. Condos، يتألف كتاب "الظواهر" من حوالي 1150 بيتاً شعرياً هدفها الرئيس هو وصف ظهور وتنظيم الكوكبات النجمية في السماء مع الإشارة إلى بعضها بعضاً. من حين إلى آخر، مواع نجوم معينة في مجموعة نجمية كمن وراء أصولها الأساطير. على كل حال، هذا لم يكن الهدف الرئيسي لهذا العمل الشعري .

كان كتاب "الظواهر" شعبياً جداً وترجمه فيما بعد الرومان إلى اللاتينية، يتضمن نسخاً لشيشيرو Cicero أفينوس Aveinus. أحد الترجمات الأكثر تأثيراً كانت لجيرمانيوكوس قيصر Germanicus Casear (15 قبل الميلاد – 19 للميلاد)، حيث تضمن تكيفه معلومات عن بعض المجموعات النجمية أكثر من حتى الأصلية. شكلت هذه النسخة أساس عمل جيرمانيوكوس (ليدن أراتيا Leiden Aratea). مؤلف آخر تأثر بأراتوس هو الشاعر الروماني ماركوس

مانيليوس Marcus Manilius (ازدهر في القرن 1م)، فألف كتاباً من خمسة أجزاء يدعى (القصيدة الفلكية) تضمن مادة تنجيمية بالإضافة إلى المعلومات عن مجموعة المعارف المكتسبة للكوكبات النجمية. نسخة عمل أراتوس اللاتينية استمرت بالظهور في مخطوطات القرون الوسطى وأوائل عصر النهضة، وبعض من هذه كانت مرفقة بإيضاحات مجموعات نجمية التي كانت السابقات لخرائط النجوم اللاحقة. حفز هذا العمل أيضاً ظهور تعليقات طويلة في اللغتين اليونانية واللاتينية. (الشكل 16 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الثالث: إراتوسثينيس (القرن 2 ق.م)

يوجد عمل يوناني رئيس آخر عن المجموعات النجمية منسوب إلى إراتوسثينيس (توفي 194 ق.م) Eratosthenes، وقد حقق شعبية خلال القرون السابقة وهو عبارة عن مجموعة من الأساطير التي تفسر أصل الكوكبات النجمية. أصل العمل غير موجود وما لدينا هو ملخص عن الأصل، وكون مؤلف هذا العمل مجهول وغير معروف، فإنه منسوب إلى (إراتوسثينيس الزائف) والذي من المحتمل أنه كتب في القرن الأول أو الثاني للميلاد. على خلاف عمل أراتوس الكبير، فإن التركيز الرئيس فيه كان على أساطير المجموعات النجمية، وليس وصفاً شعرياً للتبسيط. بالإضافة إلى موقع النجوم الأساسية في كل مجموعة نجمية مذكورة. بالإجمال، يوجد 42 قصة تتناول المجموعات النجمية، وقصتين إضافيتين تتناولان درب التبانة والكواكب السيارة المعروفة بالنسبة لليونانيين (عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل)، تمت ترجمة كتاب إراتوسثينيس فيما بعد إلى اللاتينية وأثر في عدد من الكُتّاب اللاحقين، مثل هيغينيوس.

المبحث الرابع: هيبارخوس (القرن 2 ق.م)

قد يكون ظهور نجم جديد أثناء مشاهداته ومراقبته للنجوم، هو الذي دفع بهيبارخوس Hipparchus (المعروف بإبرخس عند العرب) (توفي 120 ق.م)

ليدرس مبكراً هذه الظاهرات السماوية، وقد لاحظ أن النجوم تتحرك في اتجاه الشرق. ووجد أنه بينما تزداد خطوط الطول السماوية للنجوم قليلاً، فإن خطوط العرض السماوية لا تتغير. ثم كان من هيبارخوس أن أعدّ فهرساً مصوراً للنجوم موضحاً لمعان وموقع كل منها، وعين حدودها على كرة سماوية. وميَّز بين طولين مختلفين: المداري والنجمي للسنة. ومن مشاهداته للطول غير المتساوي لفصول السنة الأربعة، استنتج وضعاً متطوراً لحركة الشمس. وقد استخدم الرياضيات، وخصوصاً حساب المثلثات المستوية في عمله.

ضمّ مصور هيبارخوس على الأقل 850 نجماً، ويذكر الباحث هيث Heath بأنه كان أول شخص يستعمل مثل هذا النظام، على الأقل لدى اليونانيين. ويعتقد أيضاً بأن هيبارخوس قد صنع كرة سماوية أظهرت عدداً من المجموعات النجمية عليها، إلا أنها لم تعد موجودة. بعض الكُتاب مثل ريتشارد ألين R. Allen اقترحوا بأن بطليموس قد تبنى نظام هيبارخوس من أجل مصوره السماوي (بالإضافة إلى الكثير من نظامه الكوني). ومع أن مؤرخ علم الفلك أوين غينفيريش O. Gingerich قام بإجراء مقارنة دقيقة لمصورين فقد ساوره الشك حول هذا التأكيد. مع ذلك، كان بطليموس متأثراً بشكل واضح بعمل هيبارخوس، كما أشارت إليه العدد من الاستدلالات التي ظهرت في المجسطي Almagest.

المبحث الخامس: جيمنوس الرودي (القرن 1 ق.م)

ظهرت في عام 2007م ترجمة بالإنكليزية لكتاب دراسي يعود القرن الأول قبل الميلاد في علم الفلك والذي كتبه عالم يوناني يسمى جيمنوس الرودي (القرن 1 ق.م) Geminus of Rhodes. عنوانه: (مدخل في الظواهر Introduction to the Phenomena)، وهو يقدم منظوراً وصفياً غير رياضياتي عن علم الفلك اليوناني في الفترة الواقعة بين هيبارخوس وبطليموس. يتضمن موضوعات مرتبطة بدائرة البروج، والكرة السماوية والدوائر القمرية وحالات الكسوف والخسوف. شمل أيضاً إدراجاً عن النجوم البارزة وشبه المجموعات النجمية (بدون معلومات أكثر

عن مواقعها أو قدرها)، ولائحة عن اثنتي عشر مجموعة نجمية لدائرة البروج واثنين وعشرين مجموعة نجمية شمالية وثمانية عشر مجموعة نجمية جنوبية، ليكون الحاصل 52. طبقاً إلى جيمس إيفان وج. لينارت بيرغرين L. Berggen، والمترجمين، أنّ الكوكبات النجمية الأربعة التي ذكرها جيمينوس ليست موجودة لدى بطليموس: وهي قفل بيريرنيك Lock of Berenike (شعر برنيقة Coma Berenices). ورمح ثيرسوس Thyrsus (فرع إكليل اللبلاب مع مخروط صنوبري فوقه، الذي هو جزء من قنطوروس الذي نصفه حصان ونصفه إنسان)، والماء (الذي هو الماء الذي تم سكبه خارج الدلو)؛ وكادوسيوس Caduceus صولجان البشير (الأفعى المتلفة بشكل مضاعف على الصولجان والذي يحمله هرمس، حيث لا يحدد موقعه جيمينوس).

المبحث السادس: جايوس يوليوس هيغينوس (القرن 1م)

وضع الروماني جايوس جوليوس هيغينوس Hyginus (توفي 17م) . كتاباً بعنوان (علم الفلك الشعري Poeticon Astronomicon)، وهو يغطي 47 كوكبة من الكوكبات التي سيذكرها بعد ذلك بطليموس ووفق الترتيب نفسه في كتاب (المجسطي).

يمثل الكتاب قطعة رائعة وقيمة إضافية لأي شخص مهتم بالبحث عن علم الفلك القديم. إذْ يركز الكتاب في المقام الأول على الأساطير اليونانية والرومانية المتعلقة بالأبراج، ونتيجة لأهمية الكتاب فقد تم نشره من قبل مطبعة إيرهارد الألمانية في البندقية، هذا بالإضافة إلى أن الكتاب لقي شهرة واسعة من قبل المهتمين بعلم الفلك ولذلك طبع منه أكثر من طبعة في عام 1482م. ومع أنه يسرد الأساطير اليونانية القديمة إلا أن الكاتب أصر على استخدام نماذج فلكية، على وجه الخصوص (العالم السماوي)، كعامل مساعد للتدريس أو لشرح مبادئ والظواهر الفلكية المرتبطة بالعصر الروماني والإغريقي. يعد الكتاب مرجعاً مهماً لقائمة مواقع النجوم التي توصف أوضاعها بدقة من اليسار واليمين ومن أعلى

وأسفل، هذا بالإضافة إلى أن الكتاب يناقش حركات الشمس والقمر والكواكب الخمسة وهي "عطارد والزهرة والمريخ وزحل والمشتري".

أخيراً؛ يقدم الكتاب لمحة موجزة عن الكون، وأيضاً عن الكرة الأرضية والفضاء والأبراج هذا بالإضافة إلى أن الكتاب يمس مفاهيم فيثاغورس التي تتناغم مع المجالات العلمية الفلكية.

وأكثر ما يميز الكتاب هو وجود العديد من الرسومات التوضيحية عن الأبراج، حيث إن الكتاب يبرز الصور مستمدة من مصادر القرون الوسطى التي وجدت بالمخطوطات واللوحات، ومن بين الصور المعروضة في الكتاب صور توضيحية من برج القوس والجدي والثور، وتعد هذه الأعمال ضمن الأعمال الكلاسيكية في علم الفلك.

نورد في (الشكل 17 – ملحق الصور والأشكال) بعضاً من صور الكوكبات النجمية التي كانت مرسومة في كتاب هيجينوس (علم الفلك الشعري).

المبحث السابع: كلاوديوس بطليموس (القرن 2م)

لا نعلم إن كان بطليموس قد اطلع على عملي آراتوس وهيغينوس السابقين، لكن من المؤكد أنه اطلع على عمل هيبارخوس وأعاد طرحه بشكل أكثر تنظيماً بعد أن مضى عليه حوالي 280 سنة . فقد كانت قائمة هيبارخوس تحوي على 850 نجماً فزاد عليها 172 نجماً وأصبحت 1022 نجماً. وقد وضع بطليموس معارفه عن الكوكبات وصورها مع نجومها في المقالتين السابعة والثامنة من كتابه (المجسطي). وهو أهم موسوعة فلكية ورياضياتية ألفها بطليموس حوالي عام 140م، عرف العرب من خلالها كتب الفلك اليونانية، وقد قام فلكيون عرب ومسلمون بترجمته وتلخيصه والتعليق عليه وتبسيطه، وبعضهم عدّلوا في نظريات بطليموس من خلال تصحيح القيم العددية لجداوله، وفي بعض الحالات نقدوا آراءه نقداً صريحاً . كما فعل الصوفي في كتابه (صور الكواكب). (الشكل 18 – ملحق الصور والأشكال).

2 - خرائط النجوم عند اليونانيين

أنجزت أقدم ترجمة عربية لكتاب المجسطي على يد الحجاج بن مطر في النصف الأول من القرن (3هـ/9م). وقد صنعت له ترجمتان أو ثلاث مختلفة، عمل إحداها إسحاق بن حنين (توفي 298هـ/910م)، ونقل هذه الترجمة إلى اللاتينية جيرار الكريموني (توفي 1187م) Gerardus Cremonensis، وتعد أفضل خلاصة وضعها أبو العباس أحمد بن محمد بن كثير الفرغاني (توفي بعد سنة 247هـ/861م)، في كتابه (المدخل إلى هيئة الأفلاك وحركات النجوم)، والتي أضاف إليها اكتشافات علماء الفلك المسلمين الأوائل لتصحيح ما ورد في كتاب المجسطي.

وقد قمنا نحن بدورنا بحصر ومراجعة كل ما توصلنا إليه من مخطوطات عربية أو أجنبية عن كتاب (المجسطي) بهدف الوقوف على أوصافه للكوكبات النجمية وصورها، ومقارنتها مع التي وضعها الصوفي في كتابه (صور الكواكب). لكننا لم نعثر ولا في أي نسخة من نسخ كتاب بطليموس (المجسطي) هذه على رسومات توضيحية سواء العربية المترجمة والمحررة أو اليونانية والإنكليزية المحررة في أوائل القرن العشرين.

طبعاً لا يعني ذلك بأي حالٍ من الأحوال أن المجسطي لم يتضمن رسوم خرائط نجمية للكوكبات السماوية، ولكن النسخ التي وقعت بين أيدينا لم تكن فيها أية رسوم، وإنما تضمنت معلومات فقط عن تلك الكوكبات.

على العموم يتضمن (المجسطي) مصوراً لـ 1022 نجماً مرتبة في 48 كوكبة نجمية، مع إدراج لموقع كل نجم في شكل المجموعة النجمية، وطولها بالدرجات، وخط عرضه بالدرجة والاتجاه شمالاً أو جنوباً بالنسبة للمسار الشمسي الإهليلجي، وقدره حيث إنّه عندما يكون 1 (فهو أكثر لمعاناً) إلى 6 (أكثر خفوتاً). بعض النجوم الأكثر سطوعاً لديها أسماء فردية منفصلة والتي بسطها أكثر الكُتّاب السابقون.

فكرة وصف مواضع النجوم بحسب مواقعها في الكوكبة النجمية كان تقليداً اتبعه علماء الفلك اليونانيين. من المفترض بأن صور المجموعة النجمية كانت

تمثيلات تصويرية حقيقية في السماوات حيث عرفت كل واحدة منها بشأنها. لذا عندما قيل نجم بأنه: "عند طرف الذيل" أو "فوق الركبة اليمنى"، تم افتراض وجود أشخاص بأنهم يرون صورة الكوكبة النجمية أولاً، ومن ثم يتخيلون النجم الذي كان في السماء. هذه طريقة مرهقة صارت عويصة فيما بعد، عندما صور بعض الكُتاب مجموعة نجمية تواجهنا، في حين آخرون صورها من الخلف. وهكذا، كانت ركبة اليمين على الجانب الأيسر من المجموعة النجمية تصور في حال نظرنا للأعلى نحو السماء، وفي الحالة الأخرى كانت على الجانب الأيمن. بقي الأمر كذلك حتى عرف علماء الفلك وحددوا النجوم وفق المواقع حسب أنظمة إحداثيات دقيقة في السماء أو بموجب الحروف اليونانية أو اللاتينية والأرقام المستندة على السطوع النجمي.

سندرج في الجدول الآتي كوكبات بطليموس اليونانية التقليدية حيث إنّ:

- المجموعات النجمية 1 – 27 هي في الكرة السماوية الشمالية وهي مدرجة في الكتاب السابع.
- المجموعات النجمية 28 – 48 هي في نصف الكرة الجنوبي السماوي وتظهر في الكتاب الثامن.
- المجموعات النجمية البرجية الاثني عشر مرقمة من 22 – 23.

ونلاحظ أن معظم هذه الكوكبات النجمية متمركزة في نصفي الكرة السماوية وتحديداً في منطقة القطبين الشمالي والجنوبي، وعلى التوالي. تم إعادة هذه الكوكبات إنتاجها في كتاب شوباخ Schaubach عام 1795م بعنوان (كوكبات إراتوستينيس النجمية) (إراتوستينيس الزائف)، وهو يصوّر المجموعات النجمية الموصوفة في المصدر. تمت إصدار نصفي الكرة على نطاق واسع، على سبيل المثال: في الملحق 3 من كتاب الباحث تيوني كوندوس وعلى غلاف كتاب السيد توماس هيث.

2 - خرائط النجوم عند اليونانيين

جدول بأسماء الكوكبات اليونانية التقليدية الثمانية والأربعين من أطلس بطليموس. النظام وأسماء المجموعات النجمية التي تعكس الاستخدامات الحديثة لها وهي مأخوذة من ترجمة تومير لكتاب بطليموس (المجسطي). لا تزال المجموعات النجمية قيد الاستعمال حتى اليوم وهي مبينة في الخط العريض.

1 – الدب الأصغر: دب صغير أو فنجان الدب	***25 – السرطان***
2 – الدب الأكبر: الدب الكبير	***26 – الأسد***
3 – التنين	***27 – العذراء***
4 – قيفاوس: ملك أثيوبيا	***28 – الميزان: كفتان أو مخلبي العقرب***
5 – العواء: الراعي أو قائد الدب	***29 – العقرب***
6 – الإكليل الشمالي: التاج الشمالي	***30 – القوس: رامي السهام***
7 – هرقل: أو البطل أو الرجل الجاثي	***31 – الجدي: ماعز البحر***
8 – ليرا: القيثارة	***32 – الدلو: حامل الماء***
9 – الدجاجة: البجعة	***33 – الحوت: السمك***
10 – ذات الكرسي: ملكة أثيوبيا	***34 – قيطس: وحش البحر أو الحوت***
11 – برشاوس: حامل رأس ميدوسا	***35 – الجبار: الصياد***
12 – ممسك الأعنة: العنّاز	***36 – النهر***
13 – الحواء: حامل الأفعى	***37 – الأرنب***
14 – الأفعى: الحية	***38 – الكلب الأكبر***
15 – السهم: السهم	***39 – الكلب الأصغر***
16 – العقاب: النسر	***40 – السفينة جيسون***
17 – الدلفين: الدولفين	***41 – الهيدرا: أفعى الماء***
18 – قطعة الفرس: المُهر أو الحصان الصغير	***42 – الباطية: الكأس***
19 – الفرس الأعظم: الحصان المجنح	***43 – الغراب***
20 – المرأة المسلسلة: أميرة أثيوبيا	***44 – القنطور***
21 – المثلث: المثلث أو الحرف "دلتا"	***45 – الذئب***
22 – الحمل: الخروف	***46 – المجمرة***
23 – الثور: الثور	***47 – الإكليل الجنوبي: التاج الجنوبي***
24 – التوءمان	***48 – الحوت الجنوبي: السمكة الجنوبية***

مع أن المجموعات النجمية المدرجة في الجدول السابق تظهر بالحجم نفسه، إلا أنه توجد بعض الفروق:

– **أولاً:** لم يذكر إراتوستينيس قطعة الفرس، ولم يتصور الحصان الأعظم على أنه مجنح، ولذا يصور شكل الحصان الأعظم من غير جناحين. أما النجوم التي كانت تعتبر بأنها تشكل الميزان فقد كان يُنظر إليها على أنها مخالب العقرب، وبحلول عصر بطليموس كان الميزان محرراً مثل مجموعته النجمية (الكوكبة الوحيدة في دائرة البروج التي لم تكن كائناً حياً).

– **ثانياً:** مثل غيمينوس، كانت كوكبة شعر برنيقة موجودة على أنها مجموعة (كوما بيرينيسيس) النجمية، لكنها غير موجودة في لائحة بطليموس على أنها مجموعة نجمية منفصلة (مع أنه ذكر بعضاً من نجومها كقسم فرعي لبرج الأسد).

– **ثالثاً:** هناك عدة اختلافات في الأسماء المترادفة. على سبيل المثال: مثلث بطليموس يدعى ديلتوتون (يعكس شكله كحرف لاتيني "دلتا")؛ كما يُشار إلى العواء باسمه البديل أركتوفيلاكس Arctophylax (يترجم "قائد الدب"، ويعكس موقعه خلف ذيل الدب الأكبر). (الشكل 19 – ملحق الصور والأشكال).

ويشار إلى الكلب الأصغر أيضاً باسم بديل هو بروسيون (اسم نجمه الأكثر سطوعاً، والذي فضله بطليموس)؛ ويدعى هرقل إنغوناسين Engonasin (مترجم على أنه "الرجل الجاثي"، وكأنه مصور قبل أن يصبح البطل هرقل). ويظهر الذئب على أنه الوحش، وهو الاسم المفضل لدى بطليموس. نلاحظ المساحة حول القطب الإهليليجي الجنوبي خاليةً من الكوكبات النجمية. تمثل هذه المنطقة جزء السماء الذي كان دائماً أسفل الأفق في العالم اليوناني. لم يكن ذلك حتى عصر الاستكشاف حيث بدأت السماء الجنوبية مليئة بالمجموعات النجمية ومكتظة بها. (الشكل 20 – ملحق الصور والأشكال).

الفروق بين المجموعات النجمية الموصوفة في كتاب (الكوكبات النجمية) و(المجسطي) توضح بأن بعض المجموعات النجمية لديها نهج أسطوري مختلف، وبعض الكُتاب يفضلون أحداها على الآخر. بالإضافة إلى ذلك، منذ أن ظهرت المجموعات النجمية كانت محددة بشكل شخصي، وتمت إضافة مجموعات جديدة

أو حذف مجموعات قديمة أو تبديلها حسب رغبة الكاتب. وخلال القرون اللاحقة كان بعض الفلكيين يضيفون مجموعة نجمية إلى خريطة النجوم إما لإبهاج الداعم لهم أو للاحتفال بحدث مهم. كانت بعض المجموعات النجمية مرتبطة بشكل غامض. على سبيل المثال: أندورميدا هي ابنة حاكما أثيوبيا الملك قيفاوس والملكة كاسيوبيا، والتي أنقذها برشاوس من وحش البحر قيطس. للاحتفال بهذه الأسطورة، فقد كانت كل السبل متاحة لوضعها في السماء.

المبحث الثامن: هيباشيا (القرن 5م)

تعتبر هيباشيا أو هيباتيا الإسكندرية (توفيت 415م) Hypatia of Alexandria مجددة لعلم الفلك البطليموسي، فقد وضعت شرحاً لكتاب المجسطي اسمه (الجداول الفلكية)، وقد أكّد ذلك الكثير من المؤرخين مثل سويداس Soydas وفابريكوس Fabricius، لكنهم افترضوا خطأً أن عملها هذا قد ضاع، وهو ما ضلل مؤرخي الرياضيات، كما يقول الباحث تانيري Tannery، حيناً من الدهر.

صنعت هيباشيا خريطة نجوم مستوية Planisphere من الفضة حوالي عام 401م لتلميذها سينوسيوس القورينائي (توفي نحو 414م) Synesius of Cyrene الذي أهداها بعد ذلك إلى باينوسوس Paeonius وهو نبيل في بلاط الإمبراطور في القسطنطينية.

ميزة خريطة هيباشيا النجمية أنها تعرض جزءاً من خريطة السماء في يوم محدد وساعة محددة. طبعاً هي أداة علمية تعليمية تساعد المبتدئين في دراسة علم الفلك على التعرف على مواقع الأبراج والنجوم في السماء. ويمكن اعتبار هذه الخريطة عبارة عن تطوير للخريطة النجمية التي كانت ترسم على الإسطرلابات التي تعتمد مبدأ الإسقاط المستوي للقبة السماوية.

والواقع لا توجد دلائل مؤكدة على معرفة الفلكيين العرب بعملها سواء عن طريق الشرح الذي وضعته على كتاب المجسطي أو الخريطة التي صممتها لتلميذها سينوسيوس.

الفصل الثالث

خرائط النجوم في العمارة

لقد أسرت صور الكوكبات النجمية خيال المعماريين، فقاموا بنقلها من بناء السماء وأبراجها إلى أبنية الأرض. وقد تنوع توزيع صور الكوكبات في الأبنية المعمارية، فقد وضعت على الأرضيات وعلى الأسقف، وكان بعضها على الجدران والأسقف مع إضفاء بعض مؤثرات صوتية وبصرية.

وقد اختلف الهدف من وضع صور الكوكبات في الأبنية بين حضارة وأخرى. فبعضهم وضعها لمعرفة المواسم والفصول، وبعضهم وضعها كونها تتعلق بآلهة السماء، وبعضهم وضعها من باب فني جمالي للإحساس بالتواصل مع السماء. وإنْ دلنا هذا على شيء فإنه يدل على مدى التأثير الثقافي لخرائط النجوم على الفكر البشري.

المبحث الأول: صور الكوكبات على الأرضيات

يوجد على أرضية كنيس يهودي قديم يعود للقرن السادس الميلادي بلاط فسيفسائي، وقد عثر عليه عام 1928 قرب بيت ألفا في مرج ابن عامر في فلسطين المحتلة. يرتسم على هذا البلاط الفسيفسائي صور دائرة البروج الاثني عشر مع أسمائها باللغة العبرية، ومع صورة لمركبة الشمس (وهي عنصر يوناني) في مركز الدائرة حيث تتقدمها أربعة أحصنة.

في زوايا الفسيفساء تظهر أسماء المواسم الفلكية الأربعة بالعبرية: "تقوفات تشريه" (موسم تشرين بعد الاستواء الخريفي)، و"تقوفات طيفيت" (موسم كانون بعد

أقصر نهار)، و"تقوفات نيسان" (موسم نيسان بعد الاستواء الربيعي) و"تقوفات تموز" (موسم تموز بعد أطول نهار). (الشكل 21 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الثاني: صور الكوكبات على الأسقف

رسم المصريون القدماء على الأسقف النجوم التي كان لها ارتباط ديني جنائزي مقدس، وهو ما تمّ ملاحظته في سقفي مقبرة (سنيموت) وسقف معبد (دندرة)، حيث إن تلك النجوم كانت تجسّد طاقم المركب النهاري لإله شمس (رع)، وفي الوقت نفسه كانت هذه النجوم تجسّد أرواح الموتى من الملوك والناس الصالحين وهم يسكنون في مثواهم الأخير من جنة السماء.

تقع مقبرة (سنيموت) في موقع دير البحري في مصر. حيث يعود تاريخ القبر والزخارف الموجودة على السقف إلى الأسرة الثامنة عشر في مصر القديمة (حوالي 1473 قبل الميلاد). (الشكل 22 – ملحق الصور والأشكال).

أما معبد دندرة فيقع ضمن مدينة الصغيرة القريبة من الضفة الغربية لنهر النيل، على بعد حوالي 5 كيلومترات إلى الجنوب من محافظة قنا. ويعد هذا المعبد أحد أعرق المعابد في مصر القديمة التي كانت مخصّصة لعبادة الإله (حتحور)، ويوجد المعبد في مكان معزول على حافة الصحراء على بعد حوالي 2.5 كيلومتر إلى الجنوب الغربي. (الشكل 23 – ملحق الصور والأشكال).

أما عند العرب والمسلمين فقد بدأت حركة نقل صور النجوم من الكتب إلى الأسقف مع قصر (أو قصيّر) عمرة Qusayr Amra الأموي الذي يقع الآن في الأردن، على بعد 75 كيلومتر شرقي عمّان. وقد أنشأ هذا القصر في عهد الخليفة الوليد بن عبد الملك (توفي 96هـ/715م) سادس الخلفاء الأمويين. ويعتقد أن القصر كان يستخدم محطة استراحة لرحلات الصيد التي يقوم بها الخلفاء وأمراء بني أمية للترفيه عن أنفسهم.

ما يهمنا في هذا القصر هو قبة الحمام الساخن التي رسمت عليها صور الكوكبات بطريقة الفريسكو (أي خلط الألوان بالماء للرسم)، وهو أقدم محاولة

لتصوير الكوكبات السماوية على سطح كروي. بمعنى أن النموذج الذي خطط الرسام للقيام به اتبع فيه طريقة الإسقاط المجسّم.

هذه الرسوم تعود في الغالب إلى عهد هشام بن عبد الملك (توفي 125هـ /743م)، أي أن البناء بدأ مع عهد الوليد وانتهى بعهد هشام. وقد اكتشفه إلوا موزيل عام 1898م، ونشر رسوماته بمجلد مطبوع وملون في أكاديمية فيينا عام 1901م. وهو يقدم لنا مشهد السماء المزينة بالنجوم والكوكبات صورة رمزية للسماء وما فيها وهو يدل دلالة على الفهم المباشر والعقلاني للظاهرات الطبيعية. (الشكل 24 أ، ب، ج – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الثالث: إسقاط صور الكوكبات على السقف والجدران

ومن العلماء العرب والمسلمين الذين اهتموا بنقل صور الكوكبات إلى الأبنية نجد أن عباس بن فرناس القرطبي (توفي 274هـ/885م) قد قام بصنع ما قد يكون أقدم قبة فلكية صنعية (بلانتاريوم Planetarium) في إحدى غرف منزله، حيث إنه رسم النجوم والغيوم وجعلها صور مجسمة. وقد حوّل هذه القبة إلى مكان تفاعلي، فقد كان يصدر صوت الرعد ولمعان البرق ويقطر منها ماء كأنها أمطار تهطل من السحب.

وفي حال صح هذا الخبر، فهذا يعني إما أنه قام برسم النجوم والكوكبات، وصنع مجسمات للغيوم من القماش والقطن المشبع بالماء. أو أنه استخدم تقنيةً بسيطة تتطلب وضع شمعة أو سراج داخل صندوق مثقّب، فيخرج منه نقاط مضيئة تسقط على السقف والجدران على هيئة نجوم.

ويدلنا هذا الخبر على وصول كتب فلكية (قد تكون عربية أو موجودة سابقاً في الأندلس قبل الفتح) لصور الكوكبات منذ القرن (3هـ/9م) إلى الأندلس حيث استلهم منها عباس هذا التصميم، عن طريق كتب أخرى فيها صور للكواكب قبل أن يترجم كتاب الصوفي إلى اللاتينية والقشتالية (اللغة الإسبانية الرسمية) في زمن الملك (توفي 1284م) Alfonso X de Castilla y León.

الفصل الرابع

خرائط النجوم في كتاب (صور الكواكب)

يعد كتاب (صور الكواكب) مرحلة مفصلية في تاريخ علم الفلك عموماً، وعلم الفلك العربي والإسلامي خصوصاً. فقد أراد من خلاله عبد الرحمن الصوفي أن يكون مرجعاً أساسياً تخصصياً يعتمد عليه كل من يرغب برصد النجوم الثابتة في السماء، وترك موضوع النجوم المتحركة (الكواكب السيارة) لغيره ممن أتقن رصدها، مثل البتاني الذي سبقه وبقوة في هذا المجال.

هذا التوجه التخصصي الفلكي أرسى دعائم، وبكل تأكيد، علم خرائط النجوم والأجرام السماوية، التي سيؤسس علماء الفلك الأوروبيين عليها فيما بعد.

المبحث الأول: خرائط النجوم عند العرب قبل الصوفي

يعتبر مؤرخ العلوم فؤاد سزكين أن ساويرا شاخت (توفي 666م) Severus Sebokht أقدم فلكي كان موجوداً على الأرض الإسلامية، فهو أول من أدخل النظام الهندي في نظام الترقيم العربي، كما أنه ألف كتاباً عن صور الكوكبات باللغة السريانية اعتمد فيه على من سبقه مثل أراتوس وبطليموس. وقد كان يهدف من خلال كتابه هذا أن يوضح عدم وجود صلة حقيقية بين أسماء الكوكبات والتأثير الذي يمكن أن تمارسه على حياة الناس ، فقد كان من المناهضين للتنجيم.

وقد ذكر لنا الفلكي عبد الرحمن الصوفي أن عطارد بن محمد البابلي البغدادي (توفي 206هـ / 821م) كان له كتاب وضع فيه صور الكواكب، وقد انتقده الصوفي بسبب وجود

أخطاء فيه، لكنه لم يذكر لنا هل رسمها عطارد على الهيئة التي رسمها عليها الصوفي أم لا. وفي جميع الأحوال فإن عمل عطارد مفقود ولا نعرف عنه أي شيء.

وهناك أيضاً علي بن عيسى الحراني الإسطرلابي (كان حياً في القرن 3هـ/ 9م) الذي ذكره الصوفي بأنه وجد له كرة كبيرة مرسوم عليها الكوكبات السماوية وفيها أخطاء، وقام الصوفي بتصحيح تلك الأخطاء أيضاً.

يوجد أيضاً ابن هبنتى (توفي بعد عام 330هـ/ 940م) الذي تكلم عن صور الكواكب في كتابه (المغني في أحكام النجوم) ، لكننا لم نعثر للصوفي أية إشارة لابن هبنتى ربما لأن ابن هبنتى اعتمد على عطارد الحاسب ومحمد بن جابر بن سنان البَتّاني (توفي 317هـ /929م) اللذان أشار إليهما في كتابه. ولدى المقارنة بين أوصاف الكوكبات التي وردت عند الصوفي وتلك التي عند ابن هبنتى نجد الجدول الآتي:

وجه المقارنة	الصوفي	ابن هبنتى
النجوم التي تقع خارج الكوكبة	ذكرها وأضافها	لم يذكرها
موقع كل كوكبة	لم يحدد موقعها بالدرجات	حدد موقعها بالدرجات
وصف الكوكبات	وصفها بالنص ورسمها	وصفها نصاً فقط
أسماء الكوكبات	عربية	عربية ويونانية
عدد النجوم الكلي	1022 نجماً	1022 نجماً
أقدار النجوم	فرز النجوم من ناحية أقدارها مفصلاً	فرز النجوم من ناحية أقدارها مجملاً
مصدر المعلومات	بطليموس	عطارد الحاسب والبتاني

المبحث الثاني: عبد الرحمن الصوفي

يعد عبد الرحمن الصوفي قامة علمية كبيرة وأحد أشهر علماء الفلك المسلمين قاطبةً، وقد حظي باهتمام كبير من قبل الحكام لقوة علمه ومعرفته الفلكية، كما حظي باهتمام العلماء والناس كافة منذ أن نشر كتابه (صور الكواكب).

فقد تناول في كتابه (صور الكواكب) بالدراسة والبحث والتمحيص الكثير من الباحثين العرب، كما حظي باهتمام كبير من قبل المستشرقين الغرب فقدّموا دراسات علمية كثيرة عن كتابه.

مع كل الشهرة التي مُني بها الصوفي وكتابه، إلا أننا لا نعرف عن حياته وسيرته إلا النذر اليسير، فقد ولد أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر بن سهل الرازي المعروف بالصوفي بالري في إيران حالياً، في (9 محرم سنة 291هـ)، الموافق: 7 ديسمبر (كانون الأول) سنة 903م، وتوفي، ربما في شيراز في إيران، في (13 محرم سنة 376هـ)، الموافق: 25 مايو (أيار) سنة 986م.

وحسب رواية ابن النديم فإن الصوفي: "من أفاضل المنجمين خادم عضد الدولة وهو بشاذكوه... وله من الكتب كتاب الكواكب مصور" . وهذا يعني أنه كان يخرج من شيراز، سواء في مرافقة عضد الدولة ألب أرسلان بن فناخسرو بن ركن الدولة البويهي (توفي 372هـ/ 983م) أو مع الوزير أبو الفضل بن العميد (توفي 367هـ/ 970م). وهو ما يؤكده حديث الصوفي أنه كان صديقاً لابن العميد، الذي كان يناديه بالأستاذ الرئيس، حيث إنهما كانا مترافقين معاً سنة 335 للهجرة معاً في دينور، مسقط رأس أبي حنيفة الدينوري (توفي 281هـ/ 894م). ثم بعدها بسنتين توجه بصحبة الوزير أيضاً إلى أصفهان، حيث التقى هناك بالمنجم ابن رواحة. (الشكل 25 – ملحق الصور والأشكال).

لقد عاش الصوفي 83 عاماً قضاها في البحث والعلم والاستكشاف دون كللٍ أو ملل. ولا نعرف الكثير عن حياته الأسرية سوى أنّ للصوفي ابن قد وضع أرجوزةً يلخّص فيها كتاب والده، وقد حسم المؤرخ فؤاد سزكين معرفة اسمه وهو أبو علي حسين بن عبد الرحمن الصوفي الرازي.

كما أننا لا نعرف الكثير عن حياته الأولى أو تعليمه أو شيوخه سوى محمد بن محمد الذي جاء ذكره على لسان الكيميائي عز الدين آيدمر بن علي الجلدكي (توفي 743هـ/ 1342م) في إحدى حواشي كتابه (غاية السرور في شرح ديوان الشذور)، لكن يمكننا التأكيد على أنه كان ذكياً لامعاً بين أقرانه، محباً للعلم وممارساً له.

أما عن تلاميذه فيبدو أنهم كثر خصوصاً بعد أن سطع نجمه لعل أبرزهم الخليفة عضد الدولة. فالإنجازات التي حققها والإسهامات التي قدمها تنمّ عن دراية واسعة وفهم عميق في علم الفلك والرياضيات جعلته يحظى بمكانة مرموقة بين الحكام والملوك الذين توالوا على حكم شيراز حيث كان يقيم بشكل دائم.

قضى الصوفي معظم حياته المهنية في مدينة شيراز، وفي الفترة التي بلغت ذروتها الذهبية في عهد عضد الدولة الذي كان له مجلس رعاية للعلماء والشعراء يشبه مجلس الخليفة المأمون (توفي 218هـ / 833م) الداعم لأهل العلوم الكونية والأدباء، حيث يفصل بين الاثنين عهد قريب (حوالي 100 سنة). طبعاً لا يلتف العلماء حول الخليفة إلا لكونه يرعاهم ويتواضع لهم، وإلا لو كان غير ذلك لنفروا منه ولاذوا بالفرار.

أطلق على الصوفي في الترجمات الأوروبية عدة تسميات نذكرها هنا كلها حتى يكون القارئ الكريم على بينة عندما يرد اسمه في أي كتاب أو مرجع أجنبي: Abolfazen, Albuhassin, Ebennesophy, Acophius, Alzophi, Jeber Mosphim, Azophi, Ilbermosoafim, Ebennesophus, Jeber Mosphim, Abuhassin.

وحظي عبد الرحمن الصوفي بالثناء والتكريم قديماً وحديثاً، حياً وميتاً، في الأرض والسماء. فقد أثنى ابن النديم في (الفهرست) فقال كما ذكرنا: "من أفاضل المنجمين خادم عضد الدولة". وكذلك كان رأي ابن العبري (توفي 685هـ / 1286م) في كتابه (مختصر تاريخ الدول) فقال: "فاضلا نبيهاً نبيلاً".

كما كُرّم الصوفي حديثاً نظراً لجهوده المميزة في علم الفلك، ففي السماء؛ أطلق اسمه على حفرة قمرية 'Azophi'، وكرمه الاتحاد الفلكي الدولي فأطلق اسمه على

الكويكب 'Alsufi 12621'. وفي الأرض كرّمه موقع البحث الشهير غوغل عام 2016م بوضع رسم وتعريف بإنجازاته. كما كرّمته جمهورية الصومال عام 1985م بوضع أربع صور لكوكباته على بعض طوابعها الرسمية. (الشكل 26 أ، ب، ج، د، هـ – ملحق الصور والأشكال).

لقد قدم الصوفي في الخرائط النجمية إسهامات مهمة تتجلى في تصحيح آليات رَصَدَ النجوم، وكيفية عدَّها وتحديد أبعادها عرضاً وطولاً في السماء، كما اكتشف نجوماً ثابتة وأجراماً سماوية لم يسبقه إليها أحد من قبل ذكرها في كتابه (صور الكواكب). ثم رسم الكوكبات السماوية التي حسب فيها مواضع النجوم الثابتة، وأقدارها (أي شدة لمعانها كما يُرى بالعين المجرّدة). ووضع فهرساً للنجوم لتصحيح أخطاء من سبقوه خصوصاً بطليموس. وقد اعترف الأوروبيون بدقة ملاحظاته الفلكية حيث وصفه ألدوميلي بأنه "من أعظم الفلكيين العرب الذين ندين لهم بسلسلة دقيقة من الملاحظات المباشرة"، ثم يتابع قائلاً: "ولم يقتصر هذا الفلكي العظيم على تعيين كثير من الكواكب التي لا توجد عند بطليموس، بل صحح أيضاً كثيراً من الملاحظات التي أخطأ فيها، ومكن بذلك الفلكيين المحدثين من التعرف على الكواكب التي حدد لها الفلكي اليوناني مراكز غير دقيقة".

المبحث الثالث: أهمية كتاب (صور الكواكب)

إن أكثر ما اشتهر به عبد الرحمن الصوفي هو كتابه (صور الكواكب) منذ القرن العاشر للميلاد وحتى يومنا هذا. مع أن الصوفي وضع مؤلفات أخرى، لكن هذا الكتاب يكاد يطغى على جميعها بقيمته وأهميته.

حسب تقييم المؤرخ جورج سارتون G. Sarton يعدّ كتاب (صور الكواكب) "أحد الكتب الرئيسة الثلاثة التي اشتهرت في علم الفلك عند المسلمين، والكتاب الثاني لابن يونس والثالث لأولغ بيك" . أما حسب تقييم المؤرخ فؤاد سزكين فيعدّ الصوفي واسطة العقد بين ثلاثة علماء فلك عظام عملوا على وضع فهارس وخرائط نجمية مهمة بوساطة العين المجردة: الأول اليوناني بطليموس (توفي 170م)، والثاني هو

الصوفي، والثالث الألماني فريدريك فيلهلم أرجيلاندر F. W. Argelander (توفي 1875م).

ونظراً لأهمية هذا الكتاب فيما احتواه من صور ملوّنة للكوكبات النجمية والممثلة بهيئة أناس أو حيوانات أو أشياء وبما تضمن من وصف لمواقع 1020 نجماً كما تداولها عرب البادية. كما يقول المستشرق الإيطالي كارلو نلينو C. A. Nallino، فقد حظي باهتمام واسع عربياً وأجنبياً.

ولنا أن نتلمس أهمية كتاب (صور الكواكب) أيضاً من خلال الأثر الذي أحدثه على علماء الفلك الأوروبيين، وذلك من خلال اللغات التي تُرجم إليها. فقد نقل إلى اللغة الفرنسية وطبع في بطرسبورغ عام 1874م. وقام بالترجمة الفرنسية الفلكي الدنماركي هـ. شيلروب H.Schjelerup. كما ترجم كتاب الصوفي إلى اللغة الفارسية عدة ترجمات منها:

1 – ترجمة لنصير الدين الطوسي، فرغ منها في (25 ذي القعدة عام 647هـ/ 1 نيسان عام 1250م).

2 – ترجمة للطف الله بن أحمد ناصر معمار لاهوري.

3 – ترجمة لحسن بن سعد القايني، تعود لعام (1043هـ/1633م).

4 – ترجمة لشخص مجهول.

كذلك فقد ترجم كتاب الصوفي إلى اللاتينية والقشتالية (اللغة الإسبانية الرسمية) في زمن الملك ألفونسو العاشر ووضع ضمن كتاب عنوانه (كتب المعرفة الفلكية) مع مجموعة مكونة من 20 كتاباً فلكياً عربياً آخر. وكان من شأن الترجمة الأخيرة التأثير الأكبر على علم الفلك الأوروبي بعد ذلك. وقد لحق بالترجمة القشتالية ترجمة إيطالية أخرى. وقد كان كتاب الصوفي المرجع العربي الموثوق في علم الفلك لعدة قرون. وحديثاً؛ ترجم الباحث إحسان حافظ كتاب (صور الكواكب) إلى الإنكليزية عام 2010، وحصل بموجبها على درجة الدكتوراه.

اتبع الصوفي في تأليف الكتاب منهجية واضحة؛ فقد قسّمه إلى مقدمة وثمانية

وأربعين فصلاً، خصص كل فصل لكوكبة واحدة، تحدّث عنها بشكل مفصّل ومقدّماً عنها كل ما توصل إليه من معلومات وبيانات رصدية ونجوم جديدة لم تكن مذكورة في كتب السابقين. إضافةً لذلك فقد قرر دعم كل كوكبة بصورتين إحداهما كما تُرى بالنسبة لعين الراصد المجردة في القبة السماوية، والأخرى كما تُرى للراصد على الكرة السماوية، حيث يكون اتجاه الثانية معاكس ومناظر بشكل مرآتي لاتجاه الأولى بسبب اختلاف موقع الراصد. أي إن الراصد عندما يكون أسفل القبة السماوية فإن الكوكبة تبدو باتجاه يختلف عن الاتجاه عندما يرصدها فوق الكرة السماوية.

إضافةً لذلك فقد قام الصوفي بوضع عدد من الاكتشافات والإضافات الجديدة وهي:

- جمع لنا الصوفي أسماء النجوم التي كانت معروفة عند عرب الجاهلية فبلغت أكثر من 250 اسماً. وهي التي كانت تحدد حسب منازل القمر وليس حسب مواقعها على الدائرة البروجية.
- دمجه بين أسماء النجوم ومنازل القمر المعروفة في التقليد العربي وتلك التي وردت عن طريق بطليموس؛ فكان يحدد على الرسم أسماء النجوم في كل كوكبة.
- اكتشافه للنجوم المضاعفة أو المزدوجة Double star. حيث إنه أضاف (20 نجماً مضاعفاً) وكان يقصد بها النجمان اللذان يبدوان قريبين حسب إمكانية رؤيتهما بالعين المجردة من الأرض. مثل نجمي الشعرى اليمانية (أ) و(ب). وتدلنا هذه الإضافة على مقدرة الفصل بين النجوم التي كان يتمتع بها الصوفي، والتي تفوّق بها حقيقةً على كل أسلافه.
- لقد أحصينا أقدار النجوم التي قام الصوفي بتصحيحها في المجسطي فوجدنا أنّ الصوفي صحح أقدار /203/ نجوم، من بينها /11/ كان مظلماً بالنسبة لبطليموس، أي غير مرئي تماماً.
- حتى يكون عمله أكثر دقة وضبطاً للأبعاد بين النجوم على الخريطة؛ طبّق الصوفي وحدات القياس المعروفة في زمنه مانحاً إياها قيماً زاوية. فقد استخدم

الذراع (= درجتان و20 دقيقة)، والشبر (= 3/1 ذراع)، والقصبة (= 32/1 ذراع)، والرمح (= 14 درجة). مثلاً في كوكبة الدب الأكبر (Ursa Major) ذكر الصوفي أنه يوجد نجمان قريبان إلى نجم القائد. المسافة بين هذين النجمين هي ذراع واحدة والمسافة الأقرب بين هذين النجمين إلى نجم القائد هي أيضاً قريبة من ذراع واحدة (= درجتان و20 دقيقة). ولدى التدقيق بوسعنا أن نحدد أن هذين النجمين هما حالياً: HR3023 وHR5112 والمسافة بين هذين النجمين هي تقريباً درجتين و26 دقيقة. أما المسافة بين القائد والأقرب لهذين النجمين هي أيضاً أكثر بقليل من درجتين.

- أشار الصوفي في كتابه (صور الكواكب) إلى إمكانية وضع 45 نجماً على شبكة الإسطرلاب (التي تسمى بالعنكبوت وهي تمثل مدار الشمس في دائرة البروج) والاستدلال عليها بسهولة.
- أضاف الصوفي عدة أجرام جديدة لم يكن بطليموس قد رصدها من قبل، أو تم الإشارة إليها عن طريق التقليد الفلكي العربي، وقد كان مجموع ما اكتشفه الصوفي ووضعه في كتابه خمسة أجرام هي:

1 – الحشد النجمي الكروي (NGC644).

2 – اللطخة السحابية الموجودة في كوكبة الثعلب، والتي أعاد اكتشافها بشكل مستقل جيوفاني هوديرنا (1597–1660م) G. Hodierna في عام 1654م. وقد سميت حديثاً باسم حشد الصوفي (Al Sufi's Cluster).

3 – اللطخة السحابية التي اكتشفها عبد الرحمن الصوفي في كوكبة المرأة المسلسلة هي المجرة الشهيرة أندروميدا تأخذ في فهرس مسييه الرقم (M31) وفي الفهرس الحديث (NGC224).

4 – الحشد النجمي المفتوح Omicron Velorum (IC2391) في كوكبة الشراع. وقد أعاد اكتشافه فيما بعد الفلكي آبي لاكايل (1713–1762م) Abbe Lacaille في 1756م ووضعها في المصور على أنها "Lac II 5".

5 – ذكر الصوفي أن داخل حشد الثريا Pleiades –(أو الأخوات السبع)

الواقعة في كوكبة الثور– يوجد نجمان أو ثلاثة سوية مع أربعة أخرى تبدو مثل عنقود عنب. هذه النجوم الثلاثة هي (HR1149 وHR1165 وHR1142). وقد استطاع الصوفي أن يلاحظ سبعة نجوم للثريا بالعين المجردة.

بعد معرفتنا بإسهامات الصوفي السابقة يمكننا أن نفسّر سبب الحظوة الكبيرة لكتاب (صور الكواكب) بين علماء الفلك العرب والمسلمين وحتى الأوروبيين حتى القرن 18م. فقد احتفظ الفلكي الشهير أولغ بيك بقيم أقدار النجوم التي وضعها الصوفي نفسها في كتابه (الزيج السلطاني الجديد)، مع أنه أجرى أرصاده في عام 1437م. أي يوجد أكثر من 450 سنة بين تأليف كتاب الصوفي وكتاب أولغ بيك، وقد تغيّرت الكثير من مواقع وأقدار النجوم في أثناء هذه الفترة الزمنية.

المبحث الرابع: عدد الكوكبات

تغيّر عدد الكوكبات حسب المصادر التي وثّقت لها، فقد وضع الفلكي اليوناني إيدوكسوس الكنيدوسي /44 صورة/ نجمية، ثم أضاف إليها الروماني جايوس جوليوس هيغينوس ثلاث كوكبات فأصبحت /47 صورة/، ثم أضاف إليها بطليموس واحدة فأصبحت /48 صورة/. إلا أن أبا عبد الله الخوارزمي والمعاصر للصوفي يذكر في كتابه (مفاتيح العلوم) أن عدد الكوكبات النجمية هو /45 صورة/ وليس /48 صورة/، مع أن كتاب الصوفي كان قد أنجز وانتشر في عصره. ويقول: "والكواكب الثابتة تقع في خمس وأربعين صورة منها اثنتا عشرة صورة في وسط الفلك وهي صورة البروج الاثني عشر".

لكن في النهاية استقرت آراء الفلكيين العرب والمسلمين على /48 صورة/، وانتقلت إلى أوروبا على أنها /48 صورة/ حتى جاء الفلكي الألماني يوهان باير (توفي 1625م) وبدأ بالإضافة عليها، ووضع الإضافة في أطلسه الشهير (Uranometria) الذي نشر عام 1603م.

نورد في (الشكل 27 – ملحق الصور والأشكال) مجموعة من صور الكوكبات كما تم رسمها في كتاب الصوفي.

الفصل الخامس

سمات اللغة العلمية في كتاب (صور الكواكب)

حتى نفهم الشروحات والتعليقات التي وضعها الصوفي على خرائطه النجومية في كتابه (صور الكواكب) لا بد لنا من فهم اللغة العلمية التي كتب بها هذا الكتاب؛ فاللغة وعاء الفكر، وكل فكر بما فيه ينضح، فإذا كان العلم هو المهيمن على الفكر فإن اللغة ستكون علمية بامتياز، وهذا ما وجدناه في خطاب الصوفي العلمي في كتابه (صور الكواكب)، الذي برهن أنه يتمتع بمهنية عالية في ممارسة الفلك علماً وعملاً، لذلك لن نستغرب أن يكون مستوى اللغة العلمية في كتابه كانت أفضل ما أنتجته القريحة.

وربما ساعده في الوصول إلى هذا المستوى هو استقرار اللغة العربية العلمية في النصف الثاني من القرن (الرابع الهجري/ العاشر للميلاد) في كافة أرجاء البلاد الإسلامية. حيث انتهت مرحلة الترجمة وبدأت مرحلة استيعاب العلوم المترجمة، وترافق معها مفهوم الاتفاق على تحديد المصطلح العلمي بين أهل الاختصاص، ونخص هنا بالقول علماء الفلك تحديداً.

يقصد بـ"اللغة العلميّة" في مجال البحث العلمي أن التعبير اللغوي في الخطاب العلمي ينبغي أن يتصف بخاصية العلمية، تلك الخاصية التي قد تمنح محتوى الخطاب قيمة كبرى، إذا ما توفرت خصائص "اللغة العلمية" ومواصفاتها بنسبة جيدة، وقد يفقد الخطاب ذاته القيمة نفسها إذا ما قَلّت هذه الخصائص أو انعدمت هذه المواصفات.

وتختلف اللغة في المجال العلمي عنها في المجال الأدبي، ففي الأول تتجرد الألفاظ من دلالتها الهامشية لتدل على معنى اصطلاحي موحد قدر الإمكان، ويحرص العلماء في المجال العلمي أيضاً على الوفاء بحاجة التعبير، دون التقيد المسرف بشكليات القواعد التفصيلية، أما في الميدان الأدبي فالمجال واسع لاستعمال الوسائل البيانية، والصور المجازية، والمحسنات البديعية.

بشكل عام يجب أن اتسمت اللغة العلمية العربية في كتاب (صور الكواكب) للصوفي بعدة خصائص نوردها في المباحث الآتية.

المبحث الأول: الموضوعية

فقد حاول الصوفي أن يتجرد من ذاته ورأيه، ويقرر أن ما حصل عليه هو بالتجربة والمعاينة، مستخدماً كافة الوسائل والتقنيات المتاحة في عصره من إسطرلابات وكرات سماوية وحلقات وحتى بصره السليم. إذْ نجد أن الصوفي استخدم عبارة (في رأي العين) 106 مرة، ليدل بها على إمكانية إعادة الرصد من قبل أي شخص. كما أنه أشار إلى 45 نجماً لامعاً يمكن وضعه على الإسطرلاب والاستدلال عليه في أثناء عملية الرصد، إضافة لذكره استخدامه للحلقة العضدية في الرصد. ناهيك إلى أنه أشار في كتابه عن الإسطرلاب إلى الطريقة العلمية لصنع هذه الأداة المهمة بطريقة صحيحة.

المبحث الثاني: التنظيم

كانت أفكار ومادة كتاب (صور الكواكب) منظمة تنظيماً منهجياً متماسكاً يخلو من التناقض، فبعد 25 صفحة شكلت مدخلاً نقدياً في كتابه، قام بتناول كوكبات الشمالية وبدأ بها واحدة إثر أخرى، ثم انتقل لكوكبات الأبراج، وألحقها بالكوكبات الجنوبية. والتنظيم كان يشمل الكوكبة الواحدة، فقد كان يستعرض نجومها ومواقعها نصياً كما ورد عند بطليموس ويبين أماكن الخطأ فيها، ثم ينتقل للحديث عن التقليد الفلكي العربي ويضبط مواقع نجومه داخل صور الكوكبات اليونانية،

بعدها يدعم كلامه السابق بصورتين توضيحيتين إحداهما كما ترى الكوكبة في السماء والأخرى كما ترى في الكرة السماوية، ثم يضع جدولاً ناظماً لقيم الرصد الصحيحة التي وجدها هو بنفسه.

المبحث الثالث: الوضوح

تميزت اللغة العلمية في كتاب (صور الكواكب) للصوفي بابتعادها عن الغموض والإبهام، فقد كانت تتسم بالسمات الآتية:

1 – على مستوى المصطلحات العلمية:

يقصد بالمصطلح العلمي كل لفظ استخدم للدلالة على معنى خاص محدد بالعلوم الإنسانية أو الطبيعية، مثلاً مصطلح "طريقة الشمس" كان يقصد به الصوفي مسار الشمس الظاهري ضمن نطاق الأبراج. لكن الصوفي في هذا المجال بذل جهداً مميزاً للتفريق بين المصطلحات العلمية والمقارنة بينها بهدف توضيحها، وهو ما لاحظناه فيما يأتي:

– التعريب:

أورد الصوفي في كتابه (صور الكواكب) ست كلمات يونانية وقد عرّبها كما هي. فقد ذكر لفظ (الدال)، وهو الحرف الرابع من الأبجدية اليونانية (Δ)، وذكر أسماء الكوكبات كما وردت في اللغة اليونانية وعرّبها مثل (قنطورس Centaurus) و(قيطس Cetus).

وورد عنده اسم نجم (السرما Syrma) وهو نجم إيوتا العذراء Iota Virginis أو الغفر الذي يقع في كوكبة العذراء وهو نجم ثنائي قدره الضوئي الظاهري 4.08 ومرتبته الطيفية F6 ويبعد عن كوكب الأرض 71 سنة ضوئية.

أيضاً نجده يعتمد اسم (آذرس Azrs) لكوكبة الشجاع أو (العُدار) Hydra وهو في أساطير اليونان حية عظيمة قتلها هرقل وزعموا أن كان لها تسعة رؤوس كلما قطع رأس منها نبت آخر. وفي أساطير العرب دابة في اليمن لها شيء أعظم من رؤوس عدار اليوناني.

كما أنه ذكر اسم (فاييس) لنجم سهيل، وهي تسمية لم يحدد لنا مصدرها هل هو يوناني أم غير ذلك، لكن يشير بعض الباحثين إلى أن بطليموس وإيراتوشينس (توفي 195 ق.م) Eratosthenes الذين رصداه في الإسكندرية هما من أسمياه كانوبوس (Kanōbos) على اسم أحد رجال الملك اليوناني منلاوس.

- عِظم وقدر:

كان الصوفي يستخدم المصطلحين معاً في كتابه، وكان يقصد بذلك مقدار لمعان النجم المرئي بالعين المجردة، وقد اتفق الفلكيون على أن يأخذ أحد الأرقام بين (1-6).

- موقع وموضع:

كثيراً ما يذكر الصوفي مصطلحا (الموقع) و(الموضع)، والفرق بينهما أن الموقع هو اسم المكان الذي حدث فيه الوقوع، ومعناه في قوله تعالى: (فَلاَ أُقْسِمُ بِمَوَاقِعِ النُّجُومِ) أي منازلها ومساقطها للغروب. أما الموضع فهو مصدر وَضَعَ، وموضع الشَّيءَ: مركزه، وعيَّن موضعَه: دلّ عليه وحَدَّدَهُ وعَيَّنَهُ.

لذلك عندما قال الصوفي: "وبعد فراغنا من الصور التي في النصف الشمالي من الكرة وعدد كوكبة كل صورة ومواقعها من الصورة ومواضعها من فلك البروج بأطوالها وعروضها وأسمائها وألقابها على مذهب المنجمين ومذهب العرب". فقد كان يقصد أنه كان يحدد موقع الصورة على الكرة السماوية، ثم يعين موضعها من فلك البروج من ناحية أطوالها وعروضها وغير ذلك.

- قدام وأمام:

استخدم الصوفي كلمة (قدام) 137 مرة، واستخدم كلمة (خلف) المضادة لها 140 مرة لوصف مواقع النجوم بالنسبة لبعضها بعضاً.

أما كلمة (أمام) فقد استخدمها مرتين في موضعين هما قوله: "والذي على رأس الجاثي أمامه ويميل عنه إلى الشمال قليلًا"، وقوله: "الغفر، وهو المنزل الخامس عشر من منازل القمر، وتزعم أنه خير المنازل لأنه خلف ذنب الأسد وساقيه لأن عندهم أن السماكين هما ساقا الأسد وأمام زُباني العقرب".

ونجد أن الصوفي لم يستعمل كلمة (وراء) المضادة لكلمة (وراء) في كتابه كله إلا مرة واحدة في قوله: "وزعم أكثرهم أن وراء القبة الصردين وهما السادس والعشرون والسابع والعشرون من كوكبة الرامي".

وقال كثير من اللغويين أن (وراء) تقال لما توارى عنك، سواء أكان في الخلف أم في الأمام. وهذا تمييز لغوي ومكاني دقيق، فالصوفي لم يكن ينظر إلى ترتيب مواقع النجوم على أنها ثنائية الأبعاد على مستوٍ، وإنما اعتبرها تتوزع بشكل ثلاثي الأبعاد كما هي في الفضاء الحقيقي. ولم يعتبرها متوارية، لذلك لم يستخدم الكلمتان (أمام) و(ووراء)، واستخدم (قدام) و(خلف).

وإذا ناقشنا الأمر بشكل مفصل فإن كلمة (خلف) هي ضد (قدام)، أما كلمة (وراء) فضدها (أمام). ونقول خلف فلان فلاناً أي جاء بعده، أما وراء فغالباً تأتي للستر، وقد تأتي بمعنى بين يديّ. ويجوز استعمال وراء بدل الخلف والأرجح أنه لا يجوز استعمال خلف بدل الوراء.

قال الماوردي: لقد اختلف أهل العربية في استعمال كلمة (وراء) موضع (أمام) على ثلاثة أقوال:

1. الأول: يجوز استعمالها بكل حال وفي كل مكان وهو من الأضداد.
2. الثاني: أن وراء تستعمل في موضع أمام في المواقيت والأزمان.
3. الثالث: أنه يجوز في الأجسام التي لا وجه لها كحجرين متقابلين كل واحد منهما وراء الآخر ولا يجوز في غيرهما.

- الطول والعرض:

يقابل مصطلح الطول –في كتب الفلك العربية وكتاب الصوفي– مصطلح (الميل Declination) حديثاً، ويقصد به قيمة الزاوية بين أي جرم سماوي (نجم في حالة كتاب الصوفي) وخط الاستواء السماوي وذلك على دائرة عظمى تمر بالنجم وبقطبي السماء.

ويقابل مصطلح العرض (الصعود المستقيم Right Ascension R.A) ويقصد به الزاوية المحصورة بين الدائرة الساعية لجرم سماوي والدائرة الساعية

لنقطة الاعتدال الربيعي وكما هي الحال في الزاوية الساعية، فيمكن قياس المطلع المستقيم بقوس دائرة الاستواء السماوية بدءاً من نقطة الاعتدال الربيعي حتى نقطة تقاطع الدائرة الساعية لجرم سماوي مع دائرة الاستواء السماوية.

- خطأ وغلط:

وردت كلمة (خطأ) 42 مرة وقد استخدمها من أجل قيم بطليموس تحديداً، كما وردت كلمة (غلط) التي وجهها بشكل خاص للتقليد الفلكي العربي في تحديد مواضع النجوم من صور الكوكبات.

طبعاً يوجد فرق بين الخطأ والغلط كما يقول أبو هلال العسكري (توفي 395هـ/ 1005م) حيث إنّ: "الْغَلَط هُوَ وضع الشَّيْء فِي غير مَوْضِعه وَيجوز أن يكون صَوَاباً فِي نَفسه وَالْخَطَأ لَا يكون صَوَاباً".

فقد كان الصوفي يدرك وجود إزاحة بين التقليد الفلكي العربي والتقليد الفلكي اليوناني، وهو صحيح في نفسه لأنه لمئات السنين والعرب تعمل وفق هذا النظام قبل أن تعرف التقليد اليوناني. لذلك فإن احتمالات وقوع الخطأ والغلط وارد جداً.

- تعدد التسميات للكائن الواحد:

كان الصوفي يعدد كل ما أمكنه من أسماء للكائن الواحد، سواء منها العربية أو المترجمة ولعل أبرز مثال على ذلك هو كوكبة اللورا (Lyra أو Lyre) التي تعني القيثارة في اليونانية. بينما أعطى الصوفي عدة أسماء لهذه الكوكبة وهي: السلياق والوزة المغرفة والسلحفاة. وكانت السلياق تكتب أيضاً بالشِلياق؛ لكن الباحث كونتش Kunitzsch صحح هذا الاسم إلى (سالباق) وهي نوع من القيثارة المستخدم لدى العرب القدماء. وقد تم تنويع تصوير هذه الكوكبة في الكثير من المخطوطات الشرقية والكرات السماوية مرةً بهيئة قيثارة ومرةً بهيئة سلحفاة حسب ما كان الناسخ يخطر له أن يرسم.

- التكرار:

أخيراً فقد كان الصوفي يكرر بعض الألفاظ أحياناً، ويتجنب التكرار أحياناً أخرى. مثلاً حتى يتجنب تكرار العبارات، كثيراً ما كان يستخدم - خصوصاً في

الجداول – عبارات مثل: (الوسط منها) و(الجنوبي منها) و(الشمالي منها) و(المتقدم منها).

في المقابل تكررت كلمة "وجدنا" في كتاب (صور الكواكب) 65 مرة، وكان يهدف من هذا التكرار أن يؤكد على أنه هو من قام بعملية الرصد وتأكد من النتيجة بنفسه، ولم يعتمد على من سبقه.

2 – على مستوى الأسلوب:

غالباً ما يكون الأسلوب العلمي في الكتابة العلمية واحداً لدى كل من يسير في طريق العلم والمعرفة، مع ضرورة التفريق بين مستوى القارئ، فإذا كانت الكتابة موجهة للباحثين المختصين فإن اللغة تكون بحيث يفهمها المختصون بكل دقة ووضوح، أما إذا كانت موجهة لعامة الناس فلا يشترط فيها تلك الصرامة المفروضة على أسلوب كتابة البحث العلمي المتخصص. ويتصف الأسلوب العلمي بدقة التعبير، وترتيب الأفكار، وسرعة الوصول إلى عقل القارئ، والابتعاد عن الخيال، إذ إن غايته مخاطبة العقل، وشرح الحقائق، وتفسير الغوامض بكلمات بسيطة وفصيحة، وجمل واضحة ودقيقة.

وقد لاحظنا أن الصوفي كان يراعي في أسلوب كتابته العلمية لكتاب (صور الكواكب) النقاط الآتية:

1 – بعد أن استعرض نقده للسابقين، كان من الصوفي أن حدد تعريفاته وقصده من كل مصطلح في المقدمة. وقد استخدم كلمة (نُبيّن) من أجل توضيح هذه التعريفات، بحيث لا يكون هناك أي لبس أو غموض أو خلط بين المصطلحات.

2 – استعمال الصوفي الكلمات التي تدل على الجزئية وعلى التخصيص الذي ينفى عن الكلام صفة العمومية، وعدم الدقة، مثل: (خاصةً) التي استخدمها مرتين في أثناء حديثه عن نجوم (النعش) و(سهيل).

3 – استعمال الصوفي مفردات وتعبيرات الاحتمال والترجيح التي تعبر بدقة عن موقع الكلام من الحقيقة المجردة، مثل: (أرجح)، فقد استخدم الصوفي كلمة (أرجح) 186 مرة، ليدل بها على المسافة الزائدة بقليل من المسافة المقدرة.

4 – يفترض في اللغة العلمية عدم استعمال الأفعال التي لا يعرف فاعلها من خلال النص، مثل: (زعموا، قالوا، ادعوا)، وقد ورد جذر اللفظ (زعم) 22 مرة في كتاب الصوفي (صور الكواكب)، والمعنى اللغوي للزعم كما جاء في المعجم الوسيط:" زَعَمَ زَعْماً: ظنَّ، يقال: زَعَمَهُ صَادقاً، وزعم أَنَّى لا أَوَدُّه، وزَعَمَني لا أَوَدُّه: ظنَّني. وأَكثرُ ما يستعملُ الزعمُ فيما كان باطلاً أَو فيه ارتيابٌ".

لكن تكراره لم يخلّ في اللغة العلمية للكتاب لأن الصوفي كان يضعه في الأماكن التي يشك فيها سواء في كتاب المجسطي لبطليموس أو في الروايات المتعلقة بالتقليد الفلكي العربي. وهو كان يردّ على مزاعمهم بالأقوال الصحيحة والدقيقة.

5 – استعمال الصوفي المفردات التي تفرض الاستنتاج، فتدل على كيفية بناء الأحكام، انطلاقاً من استقراء الظواهر المدروسة، مثل لفظ (لذلك) الذي تكرر ظهوره 21 مرة في الكتاب.

6 – استعمال الصوفي أفعال المقاربة التي تجتهد لمقاربة المعنى تدريجياً، مبتعدة عن الجزم غير المبرر علمياً، وغير المعبر عن حقيقة الواقع، مثل فعل (قرب) الذي تكرر ظهوره 277 مرة في الكتاب.

7 – لم نجد الصوفي يستعمل أفعال الرجاء، والتمني، والمدح، والذم، مثل (ليت، نعم، بئس).

8 – مع أن الصوفي استعمل المفردات المترادفة التي تعبر عن المعنى عينه، لكنه نبه إلى الفروق المعنوية التي تتضمنها.

9 – لم يستعمل الصوفي المفردات التي تحمل معنىً مسبقاً، يعود إلى ميادين السياسة، أو الدين، أو التراث إلا بتحديد المعنى المقصود بها؛ لأنها تستدعي تلقائياً الفهم الانحيازي.

10 – اعتمد الصوفي التوثيق بشكل كبير في كتابه، فقد أسند الأقوال لأصحابها، خصوصاً بطليموس الذي تكرر ذكره في الكتاب 514 مرة. وكذلك فعل في أبيات الشعر، وما ورده من قيم خاطئة في رصد النجوم.

11 – أخيراً فقد كان عند الصوفي وعي تام للبعد الزمني، أي إنه في مرحلة تاريخية تختلف عن التي تسبقها والتي ستلحق بها، لذلك استخدم عبارة (في زماننا) أربع مرات ليؤكد على نسبية الأرصاد وإمكانية تغيرها من عصر لآخر.

المبحث الرابع: الاقتصاد

حتى يحقق غاية الاقتصاد في كتابة لغته العلمية، اعتمد الصوفي ما كان شائعاً في اللغة العلمية في عصره من استخدام نظام (حساب الجُمّل) في الترقيم، وهو إعطاء قيمة رقمية لكل حرف من حروف الأبجدية العربية. إذْ أن عمله قائم على تصحيح القيم التي وقعت فيها أخطأ من قبل السابقين له. كما أنه اعتمد على الرموز، مثلاً كان يضع رمز (ص) للدلالة على القيمة الصغرى لقدر النجم، ووضع رمز (ك) للدلالة على القيمة العظمى لقدر النجم (أي شدة لمعانه).

وفق حساب الجمّل فإن الأرقام تبدأ من (1) إلى (10)، بعدها تصبح القيم مضروبة بعشرة من (20) وحتى (1000). وكان العرب يعرفون قيمة المليون ويسمونها (ألف ألف).

إذاً فقد تحققت معايير الخطاب العلمي وخصائصه في كتاب (صور الكواكب) للصوفي، خصوصاً من ناحية التركيب السليم، والوضوح، والإيجاز، والدقة، والتوثيق. وهو ما يفسّر لنا سبب قوة تأثيره في المجتمع العلمي الفلكي حتى بعد مضي أكثر من ألف سنة على تأليفه.

الفصل السادس

الجانب الفني والجمالي في خرائط الكوكبات عند الصوفي

منذ أن قام الصوفي بتأليف كتابه (صور الكواكب) حظيت الرسومات التي أودعها فيه باهتمام الباحثين نظراً للقيمة الفنية العالية التي فيها، ويعتبر بعض الباحثين أمثال: بلوخت Blochet وهولتر Holter وديماند Dimand وأبتون Upton وغيرهم، أن هذه الرسومات تمثل فصلاً مهماً في تاريخ فن المنمنمات الإسلامية.

لم يذكر الصوفي المصدر الذي أخذ منه رسومات صور الكوكبات، لكن ثمة مصدر وصله بطريقة ما واعتمد عليه. ونعتقد أنه قد رسمها بنفسه نقلاً عن المخطوطات اليونانية القديمة، ثم ثبّت عليها التسميات العربية للنجوم كما هي في التقليد الفلكي العربي بعد أن صحح مواضعها.

أجرينا مفاضلة جمالية بين أربع نسخ تعود كلها إلى قرن واحد (6هـ/12م)، وقد اخترنا صور أجمل النسخ وهي نسخة (أحمد الثالث 3493)، حيث أضاف لها الرسام الألوان ودخل في بعض التفاصيل بخلاف النسخ الأخرى التي كانت مجرد خطوط خارجية (سكيتشات). وسنأخذ منها فقط صور الكوكبات كما تُرى في السماء. وقد كان واضحاً أن أسلوب الرسم في هذه النسخة يعود إلى القرن (6هـ/12م).

وقد وجدنا أن الرسومات التي وردت في كتاب (صور الكواكب) للصوفي تصنف إلى نجوم وهيئات بشرية وحيوانية وأسطورية وأشياء. وسنختار من كل صنف صورة أو اثنتين لتقييمها فنياً. (الشكل 28 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الأول: رسم النجوم

كانت النجوم على اختلاف أشكالها تحمل معانٍ مختلفة تتراوح بين الأسطورية والقدسية، ويتجسد هذا الاختلاف حسب عدد الرؤوس. وقد مُثلت النجوم في الرسوم القديمة على شكل نجمة يختلف عدد رؤوسها من التسعة إلى خمسة رؤوس، وخصص رمز الشكل الهلالي للقمر أم الدائرة فهي للشمس أحياناً، ولكنها كانت ترمز للكون أو للقوى التي هي وراء الشمس أو ترمز إلى بيضة الحياة. وفي بعض المعتقدات القديمة كان الكون مؤلف من نصفي بيضة: النصف الأعلى منه يمثل السماء، والنصف الأسفل يمثل الأرض. ثم تطور شكلي نصف البيضة حتى يصبح مثلثاً، وهو رمز الانسجام والتكامل والتوازن، ومن خلال تطابق نصفي الكون تتشكل النجمة السداسية الرؤوس. وقد يتحول الشكل السداسي الكوكبي إلى شكل سداسي تشجيري يمثل شجرة الحياة المكونة من ستة فروع، أو إلى ورقة الكرمة ذات الأقسام الستة، أو إلى زهرة سداسية شبه طبيعة أو مجردة. ووفق هذا المفهوم عُرفت النجمة السداسية والثمانية عند العرب والمسلمين وتم استعمالها في الرقش العربي الهندسي بكل أنواعه. لكن اليهود كان لهم مفهوم آخر بشأن النجمة السداسية، فهم يرون في المثلث الأول الهرمي رمزاً للوجود اليهودي، أم المثلث الثاني المقلوب فهو رمز للوجود الإنساني الآخر (الغوييم)، والذي يجب أن يكون مسخّراً لخدمتهم. للأسف انتقل معنى النجمة في ثقافة وعقيدة اليهود إلى معنى عنصري فرأس النجمة العلوي يمثل عقلهم المتفوق المتعالي (شعب الله المختار)، أما رأس النجمة السفلي فيمثل عقل الغوييم المتخلف الذي يجب أن يخدمهم.

قبل المسلمين واليهود كانت النجمة الخماسية تمثل الإنسان الكامل في الفلسفة اليونانية، وتحديداً عند فيثاغورث، حيث يبقى هذا الإنسان محور الوجود وقطب العالم. وقد تحوّلت النجمة الخماسية إلى رباعية في الثقافة المسيحية لتعبّر عن صلب المسيح بوصفه الكائن الإلهي المقدس. وكانت تظهر أحياناً النجمة السداسية عند المسيحية لتعبّر عن الاندماج بين السماء والأرض، وقد منح الرب فيهما السلطة للمسيح.

جميع النجوم التي توشّح بها الرايات الإسلامية بجوار الهلال (الذي يرمز للقمر) تشير إلى كوكب الزهرة أو نجمة الصباح التي يترافق ظهورها مع القمر في معظم البلاد العربية. ويستثنى من ذلك راية المغرب التي تتخذ من نجمة خاتم سليمان شعاراً لها. ويرى بعض المؤرخين أن النجمة الموجودة على راية المغرب تعبّر عن شعر الموشحات الأندلسية.

وقد لاحظنا أن النجوم اتخذت أشكال نقاط كبيرة وصغيرة ملونة في كل نسخ كتاب (صور الكواكب) للصوفي: حمراء أو سوداء أو ذهبية. وقد مثّلها على شكل نقطة كبيرة إذا كانت لامعة، أو على شكل نقطة صغيرة إذا كانت أقل لمعاناً.

المبحث الثاني: الهيئات البشرية

كان الرسامون المسلمون يلبسون الشخصيات لباس عربي/ إسلامي وليس يوناني. ويبدو أن اللباس كان مما هو شائع في عصر الرسام الذي رسم الكوكبات. لذلك كنا نجد اختلاف اللباس (سواء كان لباس النساء أو الرجال) من مخطوطة لأخرى.

ونلاحظ أن سحنة وجوه معظم الشخصيات مغولي، ويرى الباحث ناصر الحاني أن أثر المغول لم يكن كبير في الرسم والتصوير العربي، لكنه كان شائعاً في إيران وتركيا، حيث إن المغول بعد أن اعتنقوا الإسلام تأثروا بالطابع الإيراني واستقروا هناك، لذلك من الطبيعي أن يسير فنهم على الطراز الإيراني لكن بوجوه مغولية.

بلغ عدد الكوكبات التي كانت لها هيئات بشرية في خرائط الصوفي إحدى عشرة وهي: ذات الكرسي وقيفاوس (أو قيقاوس) والجبار والجاثي على ركبته (هرقل) وحامل رأس الغول (برشاوس) والحواء (حامل الحية) والمرأة المسلسلة وممسك الأعنة والعذراء والتوءمين وساكب الماء (الدلو).

سنأخذ صورة المرأة المسلسلة ونقيمها من الناحية الفنية. (الشكل 29 – ملحق الصور والأشكال).

الكائن المرسوم في الصورة:

كائن حي			
إنسان		حيوان	
ذكر	أنثى	أسطوري	حقيقي
	✓		

مستوى التفاصيل (الثياب، الأشياء) المستخدمة في رسم الصورة:

بسيط	متوسط	كبير
	✓	

الألوان المستخدمة في الصورة:

أحمر	بني	أسود	أزرق	الإضاءة	التدرج اللوني
✓	✓	✓	✓	خافتة	×

التناظر المرآتي بين صورتي الكوكبتين في السماء وعلى الكرة:

متناظر	غير متناظر
✓	

مؤشر نسبة التعري الجسدي في صورة المرأة المسلسلة = 4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
لا يوجد	تعرية اليد اليمنى	تعرية اليد اليسرى	تعرية اليدين فقط	تعرية القدمين فقط	تعرية الساق اليمنى	تعرية الساق اليسرى	تعرية الساقين	تعرية الساقين واليدين	تعرية الجسد ماعدا السوأة	تعرية الجسد كله

حيث إنّنا نقصد بالتعرية في اليد من راحة الكف وحتى العضد وأكثر. وتعرية الساق من القدم وحتى الركبة وأكثر. وكان ازدياد نسبة التعرية يفيد بأن الهدف الآخر من الرسم هو إبراز مفاتن جسد الرجل أو المرأة، مع تحديد مواقع النجوم. وهو الأمر الذي لاحظناه في نسخ القرون المتأخرة من كتاب الصوفي، وقد انتقلت هذه الطريقة في الرسم مع الكتب الأوروبية التي وضعت عن النجوم.

المبحث الثالث: الهيئات الحيوانية

بلغ عدد الكوكبات التي كانت لها هيئات حيوانية سبعة عشر وهي: السمكتان والحوت الجنوبي والفرس (الكامل) وقطعة الفرس والحية والشجاع والعقاب والدجاجة والدلفين والأرنب والثور والحمل والكلب الأصغر والكلب الأكبر والعقرب والسرطان والغراب.

سنأخذ صورة الكلب الأكبر ونقيمها من الناحية الفنية. (الشكل 30 – ملحق الصور والأشكال).

الكائن المرسوم في الصورة:

كائن حي			
إنسان		حيوان	
ذكر	أنثى	أسطوري	حقيقي
			✓

مستوى التفاصيل المستخدمة في رسم الصورة:

بسيط	متوسط	كبير
	✓	

الألوان المستخدمة في الصورة:

أحمر	أسود	الإضاءة	التدرج اللوني
✓	✓	خافتة	✗

التناظر المرآتي بين صورتي الكوكبتين في السماء وعلى الكرة:

متناظر	غير متناظر
✓	

المبحث الرابع: الهيئات الأسطورية

يوجد بين صور الكوكبات أربع هيئات أسطورية وهي: قنطورس وقيطس والفرس الأعظم (الفرس المجنح) والرامي.

سنأخذ فيما يأتي صورتي كوكبتي الفرس الأعظم وقيطس ونقيمهما من الناحية الفنية. (الشكل 31 – ملحق الصور والأشكال).

كائن حي			
إنسان		حيوان	
ذكر	أنثى	أسطوري	حقيقي
		✓	

مستوى التفاصيل المستخدمة في رسم الصورة:

بسيط	متوسط	كبير
	✓	

6 - الجانب الفني والجمالي في خرائط الكوكبات عند الصوفي

الألوان المستخدمة في الصورة:

أحمر	أزرق	أسود	الإضاءة	التدرج اللوني
✓	✓	✓	خافتة	✗

التناظر المرآتي بين صورتي الكوكبتين في السماء وعلى الكرة:

متناظر	غير متناظر
✓	

أما بالنسبة للصورة الثانية فهي صورة وحش البحر قيطس. (الشكل 32 – ملحق الصور والأشكال).

كائن حي			
إنسان		حيوان	
ذكر	أنثى	أسطوري	حقيقي
		✓	

مستوى التفاصيل المستخدمة في رسم الصورة:

بسيط	متوسط	كبير
	✓	

الألوان المستخدمة في الصورة:

أزرق	أسود	الإضاءة	التدرج اللوني
✓	✓	خافتة	✗

التناظر المرآتي بين صورتي الكوكبتين في السماء وعلى الكرة:

متناظر	غير متناظر
✓	

المبحث الخامس: هيئات الأشياء

بلغ عدد الأشياء التي تم رسمها بهيئة كوكبات ثمانية وهي: المجمرة، المثلث، النهر ، السفينة، الباطية، الميزان، الإكليل الشمالي والإكليل الجنوبي، والسهم.

سنأخذ صورة الباطية ونقيمها من الناحية الفنية. (الشكل33– ملحق الصور والأشكال).

الكائن المرسوم في الصورة:

كائن حي				غير ذلك
إنسان		حيوان		كأس
ذكر	أنثى	أسطوري	حقيقي	✓

مستوى التفاصيل المستخدمة في رسم الصورة:

بسيط	متوسط	كبير
	✓	

الألوان المستخدمة في الصورة:

أحمر	أسود	الإضاءة	التدرج اللوني
✓	✓	خافتة	✗

التناظر المرآتي بين صورتي الكوكبتين في السماء وعلى الكرة:

متناظر	غير متناظر
✓	

إذاً فقد اكتسب كتاب صور الكواكب للصوفي أهمية فنية إضافةً لأهميته العلمية، وهذا جانب مميز في تاريخ العلوم العربية والإسلامية لم نكن نشهده في الحضارات السابقة، خصوصاً اليونانية التي تم نقل إرثها للعربية. وسنجد في الفصل التالي كيف أن هذه الطريقة لقيت القبول في المجتمع العلمي العربي والإسلامي، وباتت تتطور مع مرور الزمن مع تطور وسائل وأدوات الرسم.

الفصل السابع

خرائط النجوم
في المؤلفات الإسلامية اللاحقة لكتاب الصوفي

افتتح الصوفي باباً كبيراً أمام المؤلفين والفلكيين العرب والمسلمين والغرب، فمنهم من أفرد كتاباً فلكياً خاصاً للموضوع، ومنهم من دمجه ضمن كتب التنجيم والعجائب. لكننا سنلاحظ أن أول كتاب صدر تحت عنوان قريب من عنوان كتاب الصوفي هو (اختيار صور الكواكب) للنسوي، وقد انتشر بعد حوالي 100 سنة من انتشار كتاب الصوفي، وكذلك الحال في بقية الأعمال، توجد فيما بينها فجوات زمنية تأخذ في الازدياد. وقد يعود السبب في ذلك إلى قوة تأثير كتاب الصوفي الذي لم يستطع أحد على منافسته.

المبحث الأول: أبو الريحان البيروني (القرن 5هـ/ 11م)

تناول أبو الريحان البيروني (توفي 440هـ / 1048م) الكواكب الثابتة، طبعاً دون أية رسوم توضيحية لها، في كتابه (القانون المسعودي)، وقد ذكر أنه اعتمد على بطليموس وعلى الصوفي في تحديد عروضها وأقدارها. ويبدو من كلام البيروني أنه كان يثق بعمل ونتائج الصوفي أكثر من عمل بطليموس.

المبحث الثاني: أبو الحسن النسوي (القرن 5هـ/ 11م)

أبو الحسن علي بن أحمد النسوي (توفي حوالي 472هـ / 1075م) وضع

كتاب بعنوان (اختيار صور الكواكب)، وهو كتاب مختصر لكتاب الصوفي، وقد سمّاه (كتاب المرتضوي) لأنه كان مهدىً إلى أبي طاهر المطهّر بن علي المرتضي (توفي 436هـ / 1044م). لكننا لم نستطع العثور عليه وعقد مقارنة بينه وبين كتاب الصوفي من كافة النواحي.

المبحث الثالث: زكريا بن محمد القزويني (القرن 7هـ / 13م)

اشتهر زكريا بن محمد القزويني (توفي 682هـ / 1283م) بكتابه (عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات)، وقد صوّر فيه الكوكبات النجمية الثمانية والأربعين، قد يكون هو أو النساخ الذي جاؤوا من بعده، مرة كما ترى في السماء ومرة كما تُرى على الكرة السماوية.

نورد في (الشكل 34 – ملحق الصور والأشكال) بعضاً من صور الكوكبات التي ظهرت في كتاب (عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات):

ونلاحظ أن صور الكوكبات في جميع النسخ لم تكن تراعي الدقة العلمية، أو على الأقل تحاكي صور الكوكبات التي رسمت في كتاب الصوفي من ناحية وضع أسماء النجوم . فالأمر كان مجرد تزيين للنص أو توضيح أو إعطاء فكرة تصورية عن الكوكبة لا أكثر ولا أقل.

المبحث الرابع: ابن البَنَّاء المراكشي (القرن 8هـ / 14م)

ابن البَنَّاء المراكشي (توفي 721هـ /1321م) له كتاب (الأنواء)، تكلم فيه عن صور الكوكبات، لكننا لم نعثر عليه.

المبحث الخامس: عبد الحسن الأصفهاني (القرن 8هـ / 14م)

وضع عبد الحسن الأصفهاني (كان حياً في القرن 9هـ / 14م) في كتابه (البلهان) صور للكوكبات النجمية. ولكن يصنف هذا الكتاب ضمن كتب السحر والشعوذة والعجائب. ويبدو أنه اعتمد على أبي معشر الفلكي في الكثير من مواده.

نورد في (الشكل 35 – ملحق الصور والأشكال) بعضاً من صور الكوكبات التي رسمها الأصفهاني بنفسه في كتابه (البلهان).

ونلاحظ من استعراضنا لصور الكوكبات التي رسمها الأصفهاني أنه وضعها في الحالتين، كما فعل الصوفي، صورة الكوكبة مع نجومها كما تُرى في السماء، وصورتها كما ترى في الكرة. كما أنها أضاف بعض أسماء النجوم على صورة الكوكبة الملونة.

المبحث السادس: أبو محسن الدشتقي (القرن 10هـ / 16م)

أبو محسن بن علي بن منصور الحسيني الدشتقي (كان حياً في القرن 10هـ / 16م) له كتاب (التقرير)، وهو غير مؤرخ، لكن يُرجّح أنه يعود إلى حوالي (985هـ / 1577م)، وقد أهدي إلى شاه إسماعيل الثاني (حكم بين 984–986هـ).

الملاحظ تأثر الدشتقي كثيراً بكتاب الصوفي، والواضح من رسوماته التي بلغت 40 رسماً أنه حاول إضافة أرقام النجوم على الصورة كما ترى في السماء.

نورد في (الشكل 36 – ملحق الصور والأشكال) إحدى الصور التي رسمها الدشتقي في كتابه (التقرير).

المبحث السابع: حاجي خليفة (القرن 11هـ / 17م)

وضع حاجي خليفة كاتب جلبي (توفي1068هـ / 1657م) خريطة نجومية في كتابه (جهان نما) أي (دليل العالم). وقد تكون هذه أول خريطة نجومية تجمع بين الكوكبات الشمالية والجنوبية على لوحة واحدة، على غرار لوحات الخرائط النجمية التي ستظهر عند الأوروبيين. (الشكل 37 – ملحق الصور والأشكال).

المبحث الثامن: ميرزادة سليم أفندي (القرن 12هـ / 18م)

في الجزء الأول من كتابه (عقد الجمان في تاريخ أهل الزمان) الذي ترجمه للتركية، أضاف ميرزادة سليم أفندي (توفي 1155هـ / 1743م) لنسخته 46 لوحة

مصغّرة تصور النجوم الثابتة والأبراج. والغاية من ذلك توضيح النصوص الفلكية التي تحدث المؤلف الأصلي عنها، أي محمود بن أحمد بن موسى الحنفي الشهير ببدر الدين العيني (توفي 855هـ / 1451م). ويبدو أنه قد رسمها ميرزادة بنفسه.

نورد في (الشكل 38 – ملحق الصور والأشكال) نماذج من صور الكوكبات النجمية التي رسمها ميرزادة..

ونلاحظ من صور الكوكبات عند ميرزادة أنها أصبحت أكثر فنية من الصور السابقة لها في المؤلفات الإسلامية. فهي تراعي الظل واللون وزاوية الإضاءة لتجسد الصورة النجمية بشكل ثلاثي الأبعاد، وتتوزع عليها النجوم.

الفصل الثامن

خرائط نجوم الكوكبات المرئية الحديثة

تعدّ الكوكبة Constellation اليوم بأنها صورة سماوية أو نجومية لمجموعة من النجوم تنتظم في السماء في شكل محدد، أو صورة معينة، أعطيت اسما موافقا لشكلها (حيوان، إنسان، طير، نهر... وغير ذلك). وقد اتفق علماء الفلك على تحديد 88 كوكبة نجمية في السماء فقط، لكل منها تسمية معينة متوافقة مع صورتها السماوية المتخيلة. ولعل أشهرها كوكبات الأبراج الاثني عشر التي تشكل دائرة البروج. وقد تكون النجوم التي تبدو متقاربة فيما بينها للراصد لا علاقة للنجم الواحد منها بالآخر، بل هي نجوم متباعدة ومتنوعة. (الشكل 39 – ملحق الصور والأشكال).

وفي عام 1763م، أضاف الفلكي الفرنسي نيكولا لاسيليه (توفي 1762م) N. Lacaille مجموعة جديدة للكوكبات سُميت باسم عائلة لاسيليه Lacaille's family أو كوكبات لاسيليه Lacaille's constellations، وهي مجموعة من الكوكبات في السماء الجنوبية، وعددها 13 كوكبة في آخر قائمة الكوكبات الثمان والثمانون، وهذه الكوكبات هي المسطرة، البركار، المنظار، المجهر، النقاش، الكور، آلة النقاش الساعة، الثمن، الجبل، الشبكة، المصور، مفرغة الهواء. (الشكل 40 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة مفرغة الهواء أو مضخة الهواء Antlia, Air pump

اسم كوكبة سماوية جنوبية تجاور كوكبة السفينة وكوكبة الشجاع. تقع إلى الشرق من كوكبة البوصلة وإلى الشمال الشرقي من كوكبة شراع السفينة، وإلى

الجنوب من كوكبة الشجاع. وهي كوكبة باهتة ليس فيها سوى نجم واحد من نجومها الستة من القدر الخامس. تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 239 درجة مربعة. وفيها عدد من المجرات منها: المجرة NGC2997 والمجرة NGC3223 وأجرام أخرى.

كوكبة المرأة المسلسلة (الأندروميدا) Andromeda

إحدى الكوكبات السماوية التي تضم نحو 23 نجماً من الأقدار الأقل من السادس. وهي تبدو في السماء بهيئة امرأة ممدودة الذراعين مقيدة الرسغين. تمتد إلى الشرق من كوكبة حامل رأس الغول (برسيوس)، وإلى الجنوب الشرقي من كوكبة ذات الكرسي، وإلى الشمال الشرقي من مربع الفرس الأعظم، والشمال الغربي من الحوت والمثلث. وهي تمتد بين الميل الزاوي 41–47 درجة شمال خط الاستواء السماوي، أي تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 722 درجة مربعة. وتشاهد في بلادنا قريبة من السمت في فصل الخريف. ومن أسطع نجوم هذه الكوكبة. نجم المراق أو ما يعرف بنجم الرشا، أو نجم جنب المسلسلة (β) ويليه نجم رأس المرأة المسلسلة (α)، ومن ثم رجل المسلسلة (γ) أو ما يعرف باسم عناق الأرض. ومما يميز هذه الكوكبة وجود مجرة رائعة المنظر في مجالها تشبه مجرتنا تعرف بمجرة المرأة المسلسلة M31. ويوجد فيها أيضاً المجرة M32 والمجرة NGC205، والعنقود النجمي المفتوح NGC752 والسديم الكوكبي NGC7662. كما تنطلق من هذه الكوكبة زخة شهبية تدعى بشهب المرأة المسلسلة.

كوكبة طائر الفردوس Apus

أو كما يعرف بطائر الجنة، كوكبة جنوبية قريبة من القطب السماوي الجنوبي، فهي تقع بين الميل الزاوي –70 إلى –82 درجة، إلى الجنوب من كوكبة المثلث الجنوبي. تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 206 درجات مربعة. وهي عموماً كوكبة باهتة، من أسطع نجومها، نجم ألفا طائر الفردوس (α.Aps) ذو القدر الظاهري

3,83 وغاما طائر الفردوس (γ.Aps) وقدره 3,89، وفي هذه الكوكبة يوجد العنقود الكروي NGC6101 والمجرة NGC5967 وأجرام أخرى.

كوكبة الدلو Aquarius

كوكبة الدلو، أو كما تعرف بساكب الماء، من كوكبات دائرة البروج. وتمثل البرج الحادي عشر من بروج الشمس في دائرة البروج تدخله الشمس في 21 كانون الثاني، وتخرج منه في 18 شباط، لكن في الوقت الحالي (وبعد تراجع الاعتدالين إلى الغرب) أصبح البرج الثاني عشر، تدخله الشمس يوم 16 شباط، وتخرج منه يوم 21 آذار من كل سنة. تمتد هذه الكوكبة – المعروفة منذ القديم– بين الميل الزاوي 3+ درجة والميل الزاوي –25 درجة، وذلك إلى الشمال الشرقي من كوكبة الجدي، وإلى الجنوب من كوكبة الفرس الأعظم. تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 980 درجة مربعة. تبدو في السماء بهيئة إنسان قائم باسط يديه، وآخذ بأحديهما كوراً مقلوباً ليسكب منه الماء. وتضم هذه الكوكبة نحو 45 نجماً، من أسطعها نجم سعد السعود بيتا الدلو (β.Aqr). وكافة السعودات الشتوية المعروفة تقع في هذه الكوكبة.

كوكبة العقاب Aquila

العقاب كوكبة سماوية تعرف أيضاً بكوكبة النسر الطائر. وهي من الكوكبات الصيفية المشهورة التي تبدو ظاهرة بشكل واضح في شهري تموز وآب. وهي تمتد على جانبي خط الاستواء السماوي (شماله بـ 15 درجة وجنوبه بـ 12 درجة) تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 652 درجة مربعة. ويرى من نجومها 15 نجماً بالعين المجردة. من أسطع نجومها نجم النسر الطائر، يليه نجم الشاهين الخاطف، فنجم ذنب العقاب، فنجم الشاهين (بيتا العقاب)، فنجم إيتا العقاب (η.Aql). الذي ينتمي إلى المتغيرات القيفاوية. وتعرف نجوم دلتا (δ) وايتا (η) وثيتا (θ) الواقعة على خط مستقيم باسم الميزان، وهي غير الميزان في كوكبة الجبار، وغير كوكبة الميزان المعروفة. وفيها الحشد المفتوح NGC6709 والسديم NGC6741 وأجرام أخرى.

كوكبة المجمرة Ara

كوكبة قديمة صغيرة، تعرف أيضاً باسم كوكبة المذبح. تقع إلى الجنوب من ذنب العقرب (الميل الزاوي −46 درجة) تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 237 درجة مربعة. ولا تحوي على أي نجم دون القدر الثالث؛ فمن مجموع نجومها الأربعة عشرة، يوجد سبعة نجوم أقدارها دون السادس، وألمع نجمين هما؛ ألفا المجمرة (α) ذو القدر الظاهري 2.85، وبيتا المجمرة (β) ذو القدر 2.85. وفيها الحشد الكروي NGC6352 والحشد المفتوح NGC6193 والمجرة NGC6221 وأجرام أخرى.

السفينة Argo, Argo Navis

إحدى صور السماء النجمية الجنوبية التي تغطي مساحة كبيرة من السماء الجنوبية تبلغ نحو 1888 درجة مربعة، لكونها تمتد من الميل الزاوي −25 درجة وحتى 70 درجة. لقد قسمت هذه الكوكبة حديثاً إلى أربعة كوكبات تمثل أجزاء السفينة، وهي: كوكبة الجؤجؤ، وكوكبة الكوثل، وكوكبة الشراع، وكوكبة البوصلة. وتحوي هذه الكوكبة أسطع نجم في السماء كلها، وهو نجم سهيل (ألفا الجؤجؤ) أو القاعدة (α.Car) المشهور الذي قيلت فيه الأشعار وتحدثت عنه القصص والحكايات.

الحمل Aries

كوكبة الحمل أو ما تعرف باسم الكبش، أول كوكبة من كوكبات دائرة البروج، تحل فيها الشمس وقت الاعتدال الربيعي، لكنه حالياً وبسبب تراجع الاعتداليين إلى الغرب، أصبح البرج الثاني في الترتيب. ومن نجومها الممكن رؤيتها بالعين المجردة 18 نجماً من القدر دون السادس، فهو يخلو من النجوم شديدة السطوع. وهي من كوكبات السماء الشمالية، لكونها تقع بين الميل الزاوي −10 و−30 درجة، وتغطي مساحة سماوية تبلغ 441 درجة مربعة. ألمع نجم فيها هو الناطح أو ما يعرف بنجم الحمل Hamal (ألفا الحمل α.Ari). وفيها المجرة NGC772 والمجرة NGC976 وأجرام أخرى.

ممسك الأعنة Auriga, Aurigae

وتعرف باسم أو العِنَاز Charioteer، وهي إحدى الكوكبات النجمية المعروفة قديماً. صورها القدماء بهيئة رجل ممسكاً أعنة بيده اليسرى، وحاملاً جدياً على ذراعه الأيمن. تقع فيما بين كوكبة الثور جنوباً والدب الأكبر شمالاً، وإلى الشرق من كوكبة حامل رأس الغول. وهي تمتد بين خطي العرض السماويين 28–55 درجة شمال خط الاستواء السماوي. تغطي مساحة سماوية تبلغ 657 درجة مربعة. وترى واضحة لسكان العروض الوسطى الشمالية في فصل الشتاء. وتضم نحو 14 نجماً ساطعاً يمكن مشاهدتها بالعين المجردة، أشدها تألقاً نجم العيوق. فيها حشود نجمية مفتوحة منها: M36، M37، M38 وهناك أجرام أخرى.

الذؤابة (ضفيرة الأميرة) Coma Berenices

كوكبة الذؤابة أو الهلبة أو شعر برنيقة، وهي إحدى الكوكبات الشمالية التي حددها الفلكي الدنمركي تيكو براهي (توفي 1601م) في القرن السادس عشر. وتعتبر كوكبة خافتة النجوم عموماً. تقع في السماء الشمالية بين عرض 15–33 درجة شمال خط الاستواء الشمالي، متاخمة لكوكبتي العواء، والأسد، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 386 درجة مربعة. وتحوي في مجالها على العديد من الحشود النجمية والمجرات منها: M98، M99، M100، M88، M64، وغير ذلك.

الدب الأكبر Ursa major

ويعرف باسم الدب الكبير Big Dipper أو العربة السماوية Celestial Wagon أو العربة الكبرى Great Wagon أو عربة الملك شارل، وبالكسرولة، وبالمحراث... وغير ذلك من الأسماء التي أطلقتها شعوب مختلفة. وهي إحدى الكوكبات النجومية الشمالية المعروفة منذ القديم. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 1280 درجة مربعة. وتضم 27 نجماً – كما يذكر الصوفي في كتابه – تنظيم بهيئة دب كبير، وتنتظم سبعة من تلك النجوم في شكل محدد أطلق عليه العرب اسم بنات نعش الكبرى، وهذه

النجوم هي الحور أو الجون (ε) والدبة (α) والقائد (η) والعناق (ζ) والمراق (β) والفخذ (γ) والمغرز (δ). وهي من النجوم التي لا تغرب عن سمائنا، كون نجومها السبعة الرئيسية تمتد بين خطي عرض سماويين 50–63 درجة شمال خط الاستواء السماوي. ويوجد فيها السديم الكوكبي M97، وهو سديم خافت وعدد من المجرات، منها المجرة M81، والمجرة M82 وعدد من الأجرام الأخرى.

العواء Bootes, Boötes

تعرف أيضاً باسم راعي القطيع، أو راعي الشاه Herdsman. وهي إحدى الصور النجومية السماوية الشمالية الجميلة المنظر لكثرة نجومها (54 نجماً). وتعرف بأسماء أخرى منها: راعي الشاء، البقار، الصياح، حارس الشمال، طارد الدب. وهي من الكوكبات المعروفة منذ زمن قديم. وتمثل في السماء صورة صياد بيده اليسرى دبوس، وبيده اليمنى ممسك ربط كلبيه أستريون وخارا – أي السلوقيين– يطارد بهما الدب الأكبر حول القطب. وتقع هذه الكوكبة بين كوكبتي الدب الأكبر في الشمال الغربي، والإكليل الشمالي في الجنوب الشرقي، وبين كوكبتي السلوقيان والذؤابة غرباً وكوكبة الجاثي شرقاً. وتغطي مساحة سماوية تبلغ 907 درجة مربعة. أسطع نجومها هو نجم السماك الرامح (ألفا العواء) Acturus. فيه الحشد المجري NGC5466 والمجرة NGC5248 والمجرة NGC5676 وأجرام أخرى.

آلة النقاش Caelum

وتسمى قلم النحات أو الإزميل Sculptor's Apparatus إحدى الكوكبات الجنوبية التي حددها الفلكي لاسيليه عام 1752م. تقع بين كوكبتي الحمامة والنهر إلى الجنوب من خط الاستواء السماوي فيما بين الميل الزاوي –27 إلى 46 درجة. وتغطي مساحة سماوية محدودة تبلغ نحو 125 درجة مربعة. نجومها قليلة خافتة عموماً، ولا تملك نجماً سطوعه أكثر من القدر الرابع، وهناك نجمان فقط من القدر الخامس، وفيه المجرة NGC1679 وأجرام قليلة أخرى.

الزرافة Camelopardalis, Camelopardus

إحدى كوكبات السماء الشمالية التي تقع بين كوكبتي الدب الأكبر وذات الكرسي. تغطي مساحة سماوية قدرها 757 درجة مربعة. وهي من الكوكبات الحديثة التحديد التي يعود تحديدها إلى الفلكي الألماني جوهانس هيفليوس (1611–1687) عام 1690م. ونجومها خافتة عموماً؛ كونها لا تحوي أي نجم قدره الظاهري دون القدر الرابع. يوجد في هذه الكوكبة عدد من الحشود والسدم والمجرات منها: الحشد المفتوح NGC1502 والسديم الكوكبي NGC1501 والمجرة NGC1961 والمجرة NGC2146 وأجرام أخرى.

السرطان Cancer

إحدى كوكبات دائرة البروج المعروفة منذ القديم، الوفيرة النجوم – حيث تقدر نجومها بنحو 83 نجماً – تقع بين خطي عرض 7–32 درجة شمال خط الاستواء السماوي. وتغطي مساحة سماوية قدرها 506 درجات مربعة. وتشكل هذه الكوكبة البرج الرابع من بروج الشمس تدخله الشمس في 22 حزيران وتخرج منه في 22 تموز. لكنه في الوقت الحاضر (بعد تراجع الاعتدالين إلى الغرب) أصبح البرج الخامس فتدخله يوم 20 تموز وتخرج منه يوم 10 آب من كل سنة. تبدو هذه الكوكبة واضحة في السماء في أيام السنة كافة. من أهم نجومها الطرف، والزبانيان، والحماران. كما وتضم في وسطها حشد النثرة (عن العرب) النجمي M44 أو حشد خلية النحل (عند الغرب)، والحشد المفتوح الآخر M67، والمجرة NGC2775 وأجرام أخرى.

السلوقيان Canes Venatici

أو كلاب الصيد، اسم كوكبة نجومية شمالية، حددها الفلكي هفليوس عام 1690م. صورت بهيئة كلبين هما السلوقي الأول "استريون" والسلوقي الثاني "خارا" مشدودين برباط إلى كوكبة العواء. تتحدد في السماء إلى الجنوب الشرقي من كوكبة

الدب الأكبر، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 465 درجة مربعة. من أهم نجومها؛ نجم كبد الأسد (أو كوركارولي) وهو النجم الوحيد الذي يفوق سطوعه القدر الرابع (درجة سطوعه 2.90). ويوجد في هذه الكوكبة أيضاً: المجرة M94 والمجرة M63 والمجرة M106 والحشد الكروي M3 وأجرام أخرى.

الكلب الأكبر Canis major

أو ما يعرف بكلب الجبار الكبير. كوكبة قديمة، تنتظم نجومها بصورة كلب كبير خلف كوكبتي الجبار والأرنب. وتضم من النجوم المرئية 29 نجماً. تقع في نصف الكرة السماوي الجنوبي غير بعيدة كثيراً عن خط الاستواء السماوي (ميلها الزاوي يتراوح بين −10 درجات إلى −33 درجة) وتغطي مساحة سماوية قدرها 380 درجة مربعة. تحوي هذه الكوكبة على أسطع نجم في السماء كلها؛ وهو نجم الشعري اليمانية أو فم الكلب وقدره 1.46. فيها أيضاً الحشد المفتوح M41 والحشد المفتوح NGC2204، ومن مجراتها NGC2207 وNGC2217 وهناك أجرام أخرى.

الكلب الأصغر Canis minor

كوكبة شمالية قديمة، قريبة في انتشارها من خط الاستواء السماوي، تقع بين كوكبتي الجبار والسرطان، وهي تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 183 درجة مربعة. وتمثل الكلب الأصغر من كلاب الجبار. وتعرف أيضاً باسم الكلب المتقدم، لتقدمها على الكلب الأكبر. من نجومها المتألقة في السماء نجم (ألفا الكلب الأصغر) أو الشعري الشامية، و(ألفا الكلب الأصغر) أو مرزم الغميصاء.

الجدي Capricornus

إحدى كوكبات دائرة البروج. تمثل البرج العاشر (برج الجدي) في الترتيب القديم البروجي تدخله الشمس في 22 كانون الأول وتخرج منه يوم 20 كانون الثاني، لكنه في الوقت الحاضر (بعد تراجع الاعتدالين إلى الغرب)، أصبح البرج الحادي

عشر فتدخله الشمس يوم 20 كانون الثاني وتخرج منه يوم 16 شباط. عدد نجومها 28 نجماً. تصورها الأقدمون بهيئة جدي له ذنب سمكة. تمتد بين خطي عرض 10–28 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، وذلك إلى الجنوب الشرقي من كوكبة العقاب، وتغطي مساحة سماوية قدرها 414 درجة مربعة. وهي عموماً كوكبة باهتة، ذلك أن القدر الظاهري لأسطع نجومها – وهو نجم ألفا الجدي – بحدود 3.7. وتضم العديد من نجوم السعودات. تضم هذه الكوكبة الحشد الكروي NGC7099، والمجرة NGC6907 وهناك أجرام أخرى.

الجؤجؤ Carina

أو القاعدة كوكبة جنوبية، تمتد بين زاويتي الميل 52–75 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 494 درجة مربعة. وتشكل إحدى أجزاء كوكبة السفينة الكبرى. تتميز بغناها بالنجوم الساطعة البراقة: كنجم سهيل، ونجم المياه الساكنة، ونجم تدوير السفينة، ونجم الترس. يوجد في هذه الكوكبة المجرة NGC3059، والحشد NGC3532 والسديم الكوكبي NGC2501 وغير ذلك من الأجرام.

ذات الكرسي Cassiopeia

كوكبة نجمية شمالية دائمة الظهور، صورها الأقدمون بهيئة امرأة تجلس على كرسي له قائمة كقائمة المنبر، وعليه مسند، وقد أدلت رجليها، وهي بحسب الأسطورة اليونانية أم أندروميدا وزوجة قيفاوس. تضم أكثر من 55 نجماً، ثلاثة عشرة منها يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وتنتظم الخمسة النيرة منها بشكل حرف (W). تقع إلى الشمال من كوكبة المرأة المسلسلة، وإلى الجنوب الشرقي من كوكبة الملتهب (قيفاوس)، ممتدة بين خطي عرض سماويين 47–57 درجة شمال خط الاستواء السماوي، بينما تتركز الصورة الحقيقية للكوكبة بين خطي عرض 56–64 درجة شمال خط الاستواء السماوي. تغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 598 درجة مربعة،

وتضم هذه الكوكبة العديد من الحقول النجمية البهية. من نجوم هذه الكوكبة: (ألفا ذات الكرسي) ويمثل الصدر وهو نجم متغير، و(بيتا ذات الكرسي) ويسمى الكف الخضيب و(دلتا ذات الكرسي) وهو الركبة، وفي هذه الكوكبة حشود مفتوحة منها: M52 و M103 والمجرة NGC147 والمجرة NGC185 وأجرام أخرى. وقد كشف عام 1572م، الفلكي الدانماركي تيكو براهي نجماً متفجراً في هذه الكوكبة، والذي سمي (بالنجم التيكوني).

قنطورس Centaurus

كوكبة سماوية جنوبية، تمثل الحكيم قنطورس – حسب الحكايات القديمة– الذي مقدمته إنسان، ومؤخرته مؤخرة فرس. تمتد بين خطي عرض 30–60 درجة جنوبي خط الاستواء السماوي وتغطي مساحة سماوية مقدارها 1060 درجة مربعة. وهي من الكوكبات البهية المتألقة نجومها. ففيها نجم رجل قنطورس (ألفا قنطوروس) ثالث أسطع نجم في السماء كلها. وتضم بحدود 37 نجماً مرئياً بالعين المجردة. فيها عدد من المجرات والسدم والحشود منها: المجرة NGC5128 والسديم NGC5367 والحشد الكروي NGC5139 وأجرام أخرى.

الملتهب (قيفاوس) Cepheus

كوكبة نجومية شمالية، تمثل صورة الملك الحبشي قيفاوس في قصة ذات الكرسي والمرأة المسلسلة. تقع في السماء ممتدة لأكثر من 20 درجة عرضية إلى الشمال من خط العرض السماوي الشمالي 56 درجة. يحاذيها من الغرب كوكبة التنين ومن الشرق ذات الكرسي، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 587 درجة مربعة. تضم بعض النجوم متغيرة الإضاءة؛ كما في النجمين دلتا قيفاوس (δ.Cep) وزيتا قيفاوس (ζ.Cep) الذي نسب إليهما نموذج النجوم المتغيرة القيفاوية. ومن نجومها أيضاً؛ نجم الذراع اليمنى، ونجم الفرق، ونجم الراعي. يوجد في هذه الكوكبة أيضاً الحشد المفتوح NGC7160 و NGC7261 والسديم الكوكبي NGC40 وأجرام أخرى.

قيطس Cetus

وتعرف باسم سبع البحر، وقيطس تعني: الحوت؛ وهي كوكبة شمالية–جنوبية، تقطع خط الاستواء السماوي، إذ تمتد من خط عرض 10 درجة شمال خط الاستواء السماوي وحتى عرض 25 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، وتغطي مساحة سماوية قدرها 1231 درجة مربعة. وقد صورها الأقدمون بهيئة حيوان بحري (سبع البحر). يبلغ عدد نجومها الممكن رؤيتها بالعين المجردة 22 نجماً، من ألمعها نجم ذنب قيطس، ونجم البحر. وتحوي على نجم مثير متغير الإضاءة يعرف باسم أعجوبة قيطس (o.Cet) أو ميرا. وفي هذه الكوكبة المجرة اللولبية الكبيرة M77 والسديم الكوكبي NGC246، وغير ذلك من الأجرام.

الحرباء Chamaeleon

إحدى الكوكبات الجنوبية التي حددها الفلكي باير. تمتد بين درجتي عرض 75–83 جنوب خط الاستواء السماوي وتغطي مساحة سماوية قدرها 132 درجة مربعة. لا تحوي سوى خمسة نجوم خافتة من القدرين الخامس والسادس، عدا نجوم أخرى لا ترى بالعين المجردة. ويوجد فيها السديم الكوكبي NGC3195.

البركار Circinus

كوكبة جنوبية أضافها لاسيل عام 1752م، إلى الكوكبات السماوية، معطياً إياها تسمية البركار لانتظام نجومها الثلاثة النيرة في شكل مثلث حاد الزاوية يشبه البركار. وهي كوكبة صغيرة تقع إلى الشرق من كوكبة قنطورس قريبة من نجم قنطورس (α.Cir)، وتغطي مساحة سماوية قدرها 93 درجة مربعة. يوجد فيها الحشد المفتوح NGC5823 والسديم الكوكبي NGC5315، وأجرام أخرى.

الحمامة Columba

اسم كوكبة نجومية سماوية جنوبية صغيرة. تقع بين خطي عرض سماويين

28–42 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، إلى الجنوب الشرقي من كوكبة الكلب الأكبر، تغطي الكوكبة مساحة سماوية قدرها 270 درجة مربعة. وقد حددها الفلكي روير عام 1679م. وتمثل في الحكايات الأسطورية الحمامة التي أطلقها نوح من سفينته. وتضم هذه الكوكبة ثمانية نجوم نيرة، تتراوح أقدارها بين 2.5–4.6، كما في نجمي الفاختة والوزن. وفيها من الأجرام: المجرة NGC2090، والمجرة NGC2188، والحشد الكروي NGC1851، وغير ذلك من الأجرام.

الإكليل الجنوبي Corona Australis

كوكبة جنوبية صغيرة تقع جنوبي خط الاستواء السماوي بحدود 40 درجة إلى الجنوب من كوكبة القوس، وإلى الجنوب الشرقي من كوكبة العقرب، وتغطي مساحة سماوية قدرها 128 درجة مربعة. تنتظم نجومها الـ 13 في شكل أكليل (تاج). وهي من الكوكبات الخافتة نجومها التي لا تحوي أي نجم دون القدر الرابع. يوجد فيها الحشد الكروي NGC6541 والسديم NGC6729 وأجرام أخرى.

الإكليل الشمالي Corona Borealis

إحدى كوكبات نصف الكرة السماوي الشمالي، والتي تعرف أيضاً باسم الفكة. تنتظم نجومها بشكل نصف دائرة "أكليل"، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 179 درجة مربعة. يذكر أنها تضم 12 نجماً، أسطعها نجم الفكة، يليه نجم السلطان.

الغراب Corvus

كوكبة الغراب – أو كما تعرف بالخباء اليماني – إحدى كوكبات السماء الجنوبية التي تقع بين الميل الزاوي –10 و–25 درجة، مجاورة لكوكبة الباطية، وإلى الجنوب من نجم السماك الأعزل في كوكبة العذراء، وتغطي مساحة سماوية قدرها 184 درجة مربعة. وتضم سبعة نجوم خافتة الإنارة تنتظم على هيئة طير غراب؛ ثلاثة من نجومها من القدر الثالث (جناح الغراب الأيمن γ ورجل الغراب

β، وجناح الغراب الأيسر δ)، ونجمان من القدر الرابع هما نجم الرقبة (ε)، ومنقار الغراب (α). ويوجد فيها عدد من المجرات منها: NGC4027 والمجرة NGC4050 وأجرام أخرى.

الباطية Crater

الباطية أو ما تعرف بالكأس، كوكبة سماوية جنوبية، تقع إلى الجنوب من كوكبتي الأسد والعذراء، وإلى الشمال من كوكبة الشجاع. وأسطع نجومها مشترك مع كوكبة الشجاع. ولقد أطلق العرب على هذه الكوكبة الخافتة الإضاءة اسم المعلف.

الصليب الجنوبي Crux Australis

واحدة من الكوكبات النجومية التي وصفها الفلكي روير عام 1679م. أطلق عليها العرب اسم نعيم، وتحدث عنها عدد من الفلكيين منذ أقدم العصور، فقد أشار إليها بطليموس في القرن الثاني للميلاد. تقع إلى الجنوب مباشرة من كوكبة قنطورس بين خطي عرض سماويين 48–56 درجة جنوباً تغطي مساحة سماوية قدرها 68 درجة مربعة. ورغم صغر مساحتها، إلا أنها تبدو متألقة في السماء الجنوبية بنجومها الأربعة الساطعة (نعيم – ألفا الصليب –، ميموسا – بيتا الصليب –، غاما الصليب، ودلتا الصليب) من مجموع نجومها الإحدى عشرة. يوجد في هذه الكوكبة أيضاً عدد من السدم المفتوحة منها: NGC4052 وNGC4103، وفيها السديم المظلم (كيس الفحم).

البجعة Cygnus

أو الدجاجة، إحدى كوكبات السماء الشمالية الجميلة، الغنية بنجومها، وبتجمعاتها النجمية، وحقولها السديمية. وقد عرفت بأسماء أخرى (الطائر، الإوزة العراقية). وهي من كوكبات الصيف المشهورة، يتحدد مجال انتشارها بين خطي عرض سماويين 28 – 60 درجة شمالاً، تغطي مساحة سماوية قدرها 804 درجة

مربعة. ولقد أُحصي من نجومها المرئية بالعين المجردة 17 نجماً، ينتظم 15 منها في صورة دجاجة أو إوزة. ومن أسطع نجومها نجم الذنب (α) والصدر (γ) والجناح (ε) ودلتا الدجاجة (δ) والمنقار (β). وفيها حشود مفتوحة منها: M29، وM39 وسديم براق NGC6826 وسديم مظلم NGC6960 وهناك بقايا مستعر فائق، وغير ذلك من الأجرام.

دلفين Delphinus

كوكبة شمالية صغيرة، قريبة من خط الاستواء السماوي (2 – 20 درجة شمالاً). تقع شمال شرق كوكبة العقاب، وجنوب شرق كوكبة الدجاجة. تغطي مساحة سماوية قدرها 189 درجة مربعة. ليس فيها نجماً قدره دون القدر الرابع. ومن نجومها الهامة؛ نجم غاما الدلفين (γ) المزدوج. وترسم نجومها الأربعة (δ,γ,β,α) شكل صليب، أسماه العرب القعود، وهي الأكثر لمعاناً في الكوكبة. تضم الحشد الكروي NGC69334، والسديم الكوكبي NGC6891، وأجراماً أخرى غيرها.

أبو سيف Dorado

كوكبة أبو سيف إحدى الكوكبات الجنوبية التي حدد الفلكي باير عام 1603م. تنتظم نجومها في السماء بهيئة مماثلة لسمك أبو سيف. يتراوح ميلها الزاوي بين –55 إلى –70 درجة، وموقعها إلى الشرق من كوكبتي الشبكة والشجاع. تغطي مساحة سماوية في حدود 179 درجة مربعة، وتحوي خمسة نجوم من القدرين الرابع والخامس. كما تحوي ضمن مجالها على جزء من سحابة ماجلان الكبرى، بجانب احتوائها على السديم الأنشوطي العظيم. وسدماً ومجرات أخرى هي NGC1549 ومجرة NGC1553 والسديم NGC2070 وأجراماً سماوية أخرى.

التنين Draco, Dragon

إحدى كوكبات السماء التي لا تغرب عن العروض الوسطى الشمالية. والتي

نجومها في شكل تنين (أفعى) يتلوى وينعطف على نفسه ثلاث مرات. تقع هذه الكوكبة الشمالية بين الدب الأصغر والجاثي. تغطي مساحة سماوية قدرها 1082 درجة مربعة. وأُحصي من نجومها 31 نجماً ظاهراً، أشدها سطوعاً النجم الواقع على رأس التنين أو رأس الثعبان، يليه نجم ذنب التنين، ونجم العوائد الذي يقع غربي نجم رأس التنين – وان كانت العرب أطلقت العوائد على عدة نجوم. يوجد فيها أيضاً السديم الكوكبي NGC6543، والمجرة NGC3147، والمجرة NGC4125، والمجرة NGC423، وأجرام أخرى.

قطعة الفرس Equuleus

كوكبة شمالية صغيرة، تقع إلى الجنوب الغربي من كوكبة الفرس الأعظم، تغطي مساحة سماوية قدرها 71 درجة مربعة. تحوي على ستة نجوم، أربعة منها نيرة يمكن رؤيتها بالعين المجردة (α وβ وδ وγ)، يتوضع اثنان منها على الفم واثنان على الرأس.

النهر Eridanus

كوكبة جنوبية محددة منذ القديم، تمتد طولانياً في السماء بين الميل الزاوي –4 درجة وحتى –58 درجة، وتغطي مساحة سماوية قدرها 1138 درجة مربعة. أحصى الأقدمون 34 نجماً مرئياً فيها. تظهر إلى الغرب من كوكبة الجبار. وألمع نجم فيها هو الظليم (نجم آخر النهر)، يليه نجم كرسي الجبار المقدم (بيتا النهر). يوجد فيها عدد من المجرات منها: المجرة NGC1532، والمجرة NGC1187، والمجرة NGC1300، والسديم الكوكبي NGC1535.

الكور، الفرن Fornax, Furnace

وتعرف باسم فرن الكيميائي Chemical oven أيضاً، وهي كوكبة جنوبية، حددها الفلكي الفرنسي لاسيليه عام 1752م، تعرف أيضاً باسم (فرن الكيميائي).

تقع بين كوكبتي قيطس والنهر إلى الجنوب من خط الاستواء السماوي بحدود 24 – 40 درجة، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها نحو 398 درجة مربعة. وهي تخلو من أية نجوم براقة أو أجسام سماوية مثيرة. لكنها تحوي على عدد كبير من المجرات الباهتة منها: المجرة NGC986، والحشد الكروي NGC1049، وهناك سديم كوكبي NGC1360، وأجرام أخرى.

التوءمان Gemini

كوكبة شمالية تقع ضمن دائرة البروج، تعرف ببرج الجوزاء وتغطي مساحة سماوية 514 درجة مربعة. الاسم الحقيقي لهذه الكوكبة هو التوءمان، والتوءمان البرج الثالث في الترتيب البروجي القديم، لكنه في الوقت الحاضر، وبعد تراجع الاعتدالين إلى الغرب، أصبح الرابع تدخله الشمس يوم 21 حزيران وتخرج منه يوم 20 تموز. وقد تصورها الأقدمون بهيئة إنسانين رأسيهما في الشمال وأرجلهما في الجنوب، كالمتعانقين اختلطت نجوم أحدهما بالآخر. والأول من نجومهما هو المتقدم من نجمين. نيّرين يطلعان في الشمال بعد الثور، كل واحد على رأس واحدة من الصورتين؛ يعرف الأول برأس التوءم المقدم، والثاني برأس التوءم المؤخر. ومن نجومها المعروفة أيضاً الهنعة، والتحية، والمبسوطة، والمقبوضة، والزر، ووسط التوءم المؤخر. يوجد في هذه الكوكبة الحشد المفتوح M35، والحشد المفتوح الأخر NGC2266، والآخر NGC2395، والسديم الكوكبي NGC2393، وأجرام أخرى.

الكركي Grus

كوكبة جنوبية تبدو مشابهة لصورة طائر الكركي. حددها عام 1603م، الفلكي الألماني جوهان باير (1572–1625). تقع قرب نجم فم الحوت الجنوبي. وتمتد عموماً جنوب خط الاستواء السماوي من الدرجة 37 وحتى الدرجة 57، فهي تغطي مساحة سماوية قدرها 365 درجة مربعة. تحوي على 24 نجماً؛ منها تسعة نجوم ساطعة ذات أقدار خمسة وما دون، أسطعها هو النجم النيّر (ألفا الكركي)

يليه نجم الذنب، ومن ثم نجم غاما الكركي. وفيها عدد من المجرات منها: المجرة NGC7456، والمجرة NGC7412، والمجرة NGC7424.

هرقل (الجاثي على ركبته) Hercules

كوكبة نجومية شمالية. تبدو بهيئة رجل جاث على ركبته – لذا عرفت بالجاثي– بيده اليمنى ما يشبه المنجل مشيراً إلى كوكبة الشلياق، ويده الأخرى مبسوطة باتجاه النجوم المجتمعة إلى جنوب كوكبة الإكليل الشمالي. تغطي مساحة سماوية قدرها 1225 درجة مربعة. وعدد نجوم هذه الكوكبة 29 نجماً، أسطعها نجم حامل الدبوس. ومن نجومها المعروفة أسمائها نجم البهاء، ومعصم الجاثي، ومرفق الجاثي، ورأس الجاثي. وترقد نجوم هذه الكوكبة بين خطي عرض 15 – 50 درجة شمال خط الاستواء السماوي، إلى الجنوب مباشرة من كوكبة التنين. يوجد فيها أيضاً الحشد الكروي M13 وهو من أجمل الحشود الكروية في السماء التي يمكن رؤيتها في السماء، والسديم الكوكبي NGC6058، وأجرام سماوية أخرى كالنجم المتفجر الذي ظهر عام 1934م.

الساعة Horologium

أو الساعة البندولية Pendulum clock وهي كوكبة نجومية جنوبية، حددها الفلكي لاسيليه عام 1603م. تمتد إلى الشرق من كوكبة النهر، فيما بين خطي عرض 40 – 67 جنوب خط الاستواء السماوي، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 249 درجة مربعة. من أسطع نجومها؛ النجم الساعي ألفا (α.Hor) ذو القدر الظاهري 3,8. كما تحوي على السديم الكروي NGC1261، وعدد من المجرات منها: المجرة NGC1249، والمجرة NGC1411، وأجرام أخرى.

الشجاع Hydra

كوكبة سماوية جنوبية تعرف أيضاً بثعبان البحر أو الماء. تقع إلى الجنوب

من كوكبة السرطان، وإلى الشمال من كوكبة قنطورس، فيما بين 10 – 33 درجة جنوب خط الاستواء السماوي وتغطي مساحة سماوية قدرها 1303 درجة مربعة. هي كوكبة باهتة عموماً، إذ إن القدر الظاهري لأسطع نجومها (قلب الشجاع) بحدود 1,95. يوجد فيها أيضاً الحشد الكروي M68، والمجرة الحلزونية M83 وأجرام أخرى.

حية الماء الصغرى Hydrus

أو كما تعرف بالشجاع الصغير، كوكبة جنوبية قريبة إلى القطب السماوي الجنوبي وتغطي مساحة سماوية قدرها 243 درجة مربعة. أضافها الفلكي باير عام 1603م، إلى الكوكبات السماوية. تحوي خمسة نجوم ساطعة، أشدها تألقاً النجمين ألفا وبيتا (α, β. Hyi).

الهندي Indus

كوكبة نجومية جنوبية، حددها بير عام 1603م. تظهر إلى الشمال من كوكبة الثمن القطبية، وإلى الشرق من كوكبة الطاووس. يبلغ عدد نجومها 13 نجماً، منهم نجمين من القدر الرابع (α,β) ونجم من القدر الخامس (ε.Ind). يوجد فيها عدد من المجرات منها: المجرة NGC7049، والمجرة NGC7083، وأجرام أخرى.

العظاية Lacerta

أو السحلية، كوكبة نجومية شمالية صغيرة، حددها الفلكي هفليوس عام 1690م. تقع قريبة من كوكبة الملتهب. تمتد بين يد المرأة المسلسلة شرقاً وذنب الدجاجة غرباً، وبين يد الفرس الأعظم جنوباً ورأس الملتهب شمالاً، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 201 درجة مربعة. تتصف بخفوت نجومها، إذ إنها لا تحوي على أي نجم ذو قدر دون الرابع. يوجد فيها عدد من الحشود المفتوحة منها: NGC7243، وNGC7296.

الأسد Leo

كوكبة الأسد؛ إحدى كوكبات دائرة البروج، وتمثل البرج الخامس من بروج الشمس، لكن بعد تراجع الاعتداليين إلى الغرب أصبح البرج السادس تدخله الشمس يوم 10 آب وتخرج منه يوم 16 أيلول من كل سنة. وهي من كوكبات السماء الشمالية التي تمتد على قرابة 22 درجة ميل (11 – 33 درجة شمالاً). ويتاخمها من الغرب كوكبة السرطان، ومن الشرق كوكبة العذراء، كما إنها تمتد إلى الجنوب الغربي من الدب الأكبر، وتغطي مساحة سماوية تبلغ نحو 947 درجة مربعة. وقد أحصى الأقدمون نجومها فوجدوها 35 نجماً، ينتظم 27 نجماً منها في صورة أسد. ومن أسطع نجومها قلب الأسد (α) ومن ثم جبهة الأسد (γ)، فالصرفة (β) فالزبرة (δ) فرأس الأسد الجنوبي (ε). يوجد في هذه الكوكبة عدد من المجرات منها: M95, M96, M65 وأجرام أخرى.

الأسد الأصغر Leo minor

أحد الكوكبات الشمالية الصغيرة التي حددها عام 1690م، الفلكي هفليوس، وموقعها بين كوكبتي الدب الأكبر والأسد، تغطي مساحة سماوية قدرها 232 درجة مربعة. وهي عموماً كوكبة خافتة، تحوي نجماً من القدر الرابع (α) واثنين من القدر الخامس، وينتظم الثلاثة معاً في شكل مثلث. يوجد فيها عدد من المجرات منها: المجرة NGC3003، والمجرة NGC3344، والمجرة NGC3432 وغيرها من الأجرام.

الأرنب البري Lepus

كوكبة شمالية، تبدو بصورة أرنب. تقع أسفل كوكبة الجبار وتغطي مساحة سماوية قدرها 290 درجة مربعة. تضم نجماً ظاهراً هو ألفا الأرنب؛ تعرف النجوم الأربعة الواقعة على جسد الأرنب (α وβ وγ وδ) باسم عرش الجبار أو كرسي الجبار. ومن أسطع نجومها نجمين من القدر الثالث هما نجم الأرنب (α.Lep)

ونجم نهال (β.Lep). يوجد فيها حشد كروي M79 والمجرة NGC1744 والمجرة NGC1964 وأجرام سماوية أخرى.

الميزان Libra

كوكبة الميزان، واحدة من كوكبات دائرة البروج. وتشكل البرج السابع من بروج الشمس في الترتيب القديم للأبراج، لكنها حالياً وبعد تراجع الاعتدالين إلى الغرب تمثل البرج الثامن، حيث تدخلها الشمس في يوم 30 تشرين الأول وتخرج منه يوم 23 تشرين الثاني. ولقد حدد الأقدمون نجومها بـ 17 نجماً ظاهراً، ينتظم ثمانية منها بصورة ميزان، وتنتشر البقية حوله. وهي من البروج الجنوبية التي تمتد من خط الاستواء السماوي وحتى الميل الزاوي 30 درجة جنوباً. يحدها من الشمال الغربي كوكبة العذراء، ومن الجنوب الشرقي كوكبة العقرب ومن أهم نجومها الزبانيان الشمالي (α.Lib) والجنوبي (β.Lib) الموجودين في كفتي الميزان، والنجوم المرتصفة على جبهة العقرب (نجوم الإكليل). يوجد فيها الحشد الكروي NGC5897 وأجرام سماوية أخرى.

الذئب (السبع) Lupus

كوكبة جنوبية معروفة منذ زمن قديم تعرف أيضاً باسم السبع أو الفهد، وتقع إلى الشرق من كوكبة قنطورس. تغطي مساحة سماوية تبلغ 334 درجة مربعة. وإلى الغرب من العقرب وجنوبي الميزان. تضم عدداً كبيراً من النجوم الساطعة ذات الأقدار بين الثالث والسادس. هناك عدد من السدم والحشود والمجرات، كالحشد المفتوح NGC5749، والسديم الكوكبي NGC5882، والمجرة NGC5643، بالإضافة لأجرام سماوية أخرى.

الوشق Lynx

كوكبة شمالية حددها هفليوس عام 1690م. تقع بين الدب الأكبر في الشرق وممسك الأعنة في الغرب، ورأس التوءمين في الجنوب، وتغطي مساحة سماوية

قدرها 454 درجة مربعة. وهي كوكبة خافتة لا تضم أي نجم ألمع من القدر الثالث. يوجد فيها المجرات: NGC2776، NGC2541، NGC2683 والحشد الكروي NGC2419، وأجرام أخرى.

الشلياق Lyra, Lyre

كوكبة الشلياق أو كما تعرف أيضاً بالسلحفاة أو القيثارة؛ كوكبة شمالية قديمة، تقع إلى الغرب من كوكبة الدجاجة وإلى الشرق من الجاثي، وإلى الجنوب من التنين وتغطي مساحة سماوية قدرها 286 درجة مربعة. يبلغ عدد نجومها المرئية بالعين عشرة نجوم، من أسطعها نجم النسر الواقع (من القدر الأول)، وفيها العديد من النجوم المزدوجة. كما تضم العديد من السدم، والتجمعات النجمية التي لا ترى دون استخدام مقراب. منها الحشد الكروي M56 والسديم الكوكبي M57.

الجبل Mensa

أو المنضدة، كوكبة جنوبية صغيرة باهتة جداً، حددها الفلكي لاسيليه، عام 1752م. تقع قريباً من القطب السماوي الجنوبي. تغطي مساحة سماوية قدرها 153 درجة مربعة. لا يوجد في هذه الكوكبة نجم يفوق سطوعه القدر الخامس ولا أية أجرام تستحق الذكر. أسطع نجم فيها هو ألفا الجبل قدره 5,05، ويبعد عنا 33 سنة ضوئية. يمتد جزء صغير من مجرة سحابة ماجلان إلى داخل هذه الكوكبة.

المجهر Microscopium, microscope

بالإضافة إلى جهاز المجهر المعروف، أطلقت تسمية المجهر على كوكبة جنوبية بسيطة، حددها لاسيليه عام 1752م. تقع إلى الجنوب من كوكبة الجدي، وإلى الشرق من كوكبة القوس، وتغطي مساحة سماوية قدرها 210 درجة مربعة. تتصف بخفوتها، كون ألمع نجم فيها من القدر الخامس. يوجد في هذه الكوكبة المجرة NGC6923، والمجرة NGC6925 وأجرام أخرى.

وحيد القرن Monoceros

كوكبة شمالية – جنوبية، يكاد أن يشطرها خط الاستواء السماوي إلى نصفين. وهي من الكوكبات التي حددها الفلكي هفليوس عام 1690م. وتمثل صورة الحصان المقرن أو الثور الوحشي. تقع بين الكلب الأكبر جنوباً والكلب الأصغر شمالاً، تغطي مساحة سماوية قدرها 482 درجة مربعة. وتتراوح أقدار نجومها الإثني عشرة المرئية بالعين المجردة بين القدر الثالث والسادس. يوجد فيها الحشد المفتوح M50 والحشد المفتوح NGC2301 وسدم وأجرام أخرى.

الذبابة الجنوبية Musca , Musca Australis

كوكبة جنوبية تقع بين كوكبتي الحرباء والصليب الجنوبي، تغطي مساحة سماوية قدرها 138 درجة مربعة. عدد نجومها 12 نجماً، منها سبعة ساطعة ترى واضحة بالعين المجردة، ومن أسطع نجومها نجم ألفا الذبابة (α.Mus) ذو القدر الظاهري 2,7. يوجد فيها عدد من السدم، منها السديم الكروي NGC4372، والسديم الكروي NGC4823، والسديم المفتوح NGC4463، وغير ذلك من الأجرام الأخرى.

مسطرة Norma

كوكبة المسطرة (مسطرة النقاش Ruler أو مربع النجار)؛ كوكبة نجومية خافتة تقع إلى الجنوب الغربي من كوكبة العقرب، حددها لاسيليه عام 1752م. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 165 درجة مربعة. لا تضم هذه الكوكبة نجماً يفوق سطوعه القدر الرابع، وفيها عدد من الحشود المفتوحة منها: NGC5999، وNGC60667، وNGC6134، وأجرام أخرى.

الثُمن، ثُمنيّة Octans, octant

كوكبة جنوبية تقع في أقصى جنوب نصف الكرة السماوي، متحلقة حول

القطب السماوي الجنوبي الذي يقع في مجالها، وتغطي مساحة سماوية قدرها 291 درجة مربعة. وهي كوكبة باهتة قليلة النجوم، ألمع نجم فيها (ν) من القدر الرابع (3,7)، بينما لمعان النجم القطبي الجنوبي المركزي (σ) من القدر السادس.

الحواء Ophiuchus

الحواء أو حامل الحية كوكبة نجومية شمالية – جنوبية قديمة التحديد، يعبرها خط الاستواء السماوي في ثلثها الشمالي، وتمتد إلى الشمال من كوكبة العقرب إلى الجنوب من كوكبة الجاثي. تغطي مساحة سماوية قدرها 948 درجة مربعة. ولقد شبهت نجوم هذه الكوكبة بالرجل القائم الذي يمسك بين يديه حية ويصل رأسه إلى رأس الجاثي وقدمه اليسرى العقرب. ويرقد رأس الحية تحت الإكليل الشمالي، ويصل ذنبها إلى كوكبة العقاب، وقد قبض الحواء على الحية بكلتا يديه وأمرَّها بين فخذيه. ومن أسطع نجوم هذه الكوكبة نجم رأس الحواء (α) يليه كل من نجمي السابق الثاني (η) والأول (ζ)، فمقدم اليد اليسرى (δ)، وكلب الراعي (β)، فمؤخر اليد اليسرى (ε). هذه الكوكبة غنية بالسدم والحشود والمجرات فمنها: الحشد الكروي M9 والحشد الكروي M10 والحشد الكروي M12 والسديم الكوكبي NGC6309، والمجرة NGC6384، وأجرام أخرى.

الجبار Orion

كوكبة شمالية كبيرة الامتداد، تبلغ خط الاستواء السماوي في امتدادها. وهي بهية المنظر، حتى ليعتبرها البعض من أبهى الصور النجومية في السماء. تغطي مساحة سماوية قدرها 594 درجة مربعة. وقد تخيلها الأقدمون بهيئة رجل قائم في ناحية الجنوب عند دائرة البروج، بيده اليمنى عصا، وبيده اليسرى ترس، ويتدلى من وسطه سيف. وذُكِرَ أن عدد نجومها الظاهرة 48 نجماً. ويتمثل الجبار بشكل مستطيل ذو أربعة نجوم لامعة في زواياه (الرجل β، المنكب α، الناجذ γ والسيف κ)، وثلاثة أخرى في منتصفه منتظمة بهيئة حزام تلفه (النظام ε والنطاق ζ

والمنطقة δ). ويوجد ضمن مجال هذه الكوكبة العديد من السدم؛ من أشهرها السديم المعروف بسديم الجوزاء. وقد أطلق البعض على هذه الكوكبة اسم الجوزاء، ولذا نجد أن بعض نجومها قد دُلَّ عليها بذلك – كما في منكب الجوزاء –، غير أن الجوزاء هو الاسم الذي تعرف به حالياً كوكبة التوءمين. يوجد في هذه الكوكبة عدد من الحشود النجمية المفتوحة منها: NGC2186 وNGC2112، وNGC1981. وفيه السديمين الشهيرين جداً: M42 سديم الجبار العظيم، وسديم رأس الحصان، وغير ذلك من الأجرام الأخرى.

الطاووس Pavo

كوكبة نجومية جنوبية تبدو بهيئة طائر الطاووس. تقع إلى الشمال من كوكبة الثمن القطبية وإلى الجنوب من كوكبة المجهر، بين خطي عرض سماويين 67 – 74 درجة جنوباً، وتغطي مساحة سماوية قدرها 378 درجة مربعة. تضم هذه الكوكبة 17 نجماً، تتصف بتألقها الواضح، من أسطعها نجم رأس الطاووس Peacock (ألفا الطاووس α.Pav) لونه أزرق مبيّض. ومن أكثر نجومها إثارة المتغير القيفاوي (كابا الطاووس κ.Pav). يوجد فيها المجرة NGC6684، والحشد الكروي NGC6152، وأجرام أخرى.

الفرس الأعظم Pegasus

أو الفرس المجنح، كوكبة شمالية، عرفها الإنسان منذ القديم. تمتد بين الميل الزاوي 8–35 درجة شمال خط الاستواء الشمالي، تغطي مساحة سماوية قدرها 1120 درجة مربعة. تنتظم نجومها العشرون المشاهدة بالعين المجردة في صورة فرس له رأس ويدان وبدن إلى آخر الظهر، وليس له كفل ولا رجلان، بل له جناح. يمكن التعرف إليها بسهولة من خلال أربعة من نجومها الساطعة التي تشكل مربعاً يعرف بمربع الفرس الأعظم، والنجوم الأربعة هي نجم المنكب (β) والمركب (α) والجنب أو الجناح (γ)، بالإضافة إلى نجم سرة الفرس (δ) الذي يعد نجماً

مشتركاً بين الفرس الأعظم والمرأة المسلسلة، ويعرف أيضاً باسم نجم رأس المرأة المسلسلة (ألفا المرأة المسلسلة And.α). يوجد فيها الحشد الكروي M15 والمجرة NGC7479، والمجرة NGC7814، وأجرام أخرى.

حامل رأس الغول Perseus

حامل رأس الغول (برسيوس)، كوكبة نجومية شمالية تمتد بين الميل الزاوي 32–58 درجة. وتقع إلى الشرق من كوكبة المرأة المسلسلة، وتغطي مساحة سماوية قدرها 615 درجة مربعة. وتمثل هذه الكوكبة صورة رجلاً واقفاً على رجله اليسرى، ورافعاً رجله اليمنى، ويضع يده اليمنى فوق رأسه وهو ممسك بها سيفاً، ويحمل بيده اليسرى رأس الغول. ومن أسطع نجوم هذه الكوكبة نجم المرفق (α) يليه نجم رأس الغول (β). وتحوي على العديد من الحشود النجمية البهية مثل M34، والآخر NGC744، والسديم الساطع NGC1499، والمجرة NGC1003، والمجرة الأخرى NGC1023، وأجرام أخرى.

العنقاء Phoenix

صورة نجومية لطير العنقاء الأسطوري. تقع قريباً من نجم آخر النهر، ممتدة بين الميل الزاي 40–60 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، وتغطي مساحة سماوية قدرها 469 درجة مربعة. ومن مجموع نجومها الثمانية عشرة تحوي على نجم واحد من القدر الثالث هو نجم رأس العنقاء (α) ونجمين من القدر الرابع (β, ζ). يوجد فيه المجرة NGC625، وأجرام أخرى.

آلة المصور Pictor

وهي كوكبة جنوبية، حددها الفلكي لاسيليه عام 1752م. تقع إلى الغرب من كوكبة السفينة قريباً من نجم سهيل، وتغطي مساحة سماوية قدرها 247 درجة مربعة. من أسطع نجومها نجم ألفا المصور (α.Pic) ذو القدر الظاهري 3,3،

ونجم بيتا المصور (β) ذو القدر الظاهري 3.9. وقد حدث في هذه الكوكبة انفجار مستعر (نوفا) عام 1925م.

الحوت Pisces

كوكبة بروجية شمالية عموماً، تمتد بين الميل الزاوي −5 وحتى +30 درجة. وتشكل البرج الثاني عشر من البروج السماوية، لكنه بعد تراجع الاعتدالين إلى الغرب أصبح البرج الأول، تدخله الشمس يوم 11 آذار، وتخرج منه يوم 18 نيسان. تغطي هذه الكوكبة مساحة سماوية قدرها 889 درجة مربعة. وهي تبدو بصورة سمكتين مربوطتين بذنبيهما بخط متعرج من النجوم، تسمى أولاهما السمكة المتقدمة وهي التي على ظهر الفرس الأعظم، والأخرى السمكة المتأخرة وهي الواقعة إلى الجنوب والجنوب الشرقي من مربع الفرس الأعظم والمرأة المسلسلة. وتعد هذه الكوكبة من أخفت الكوكبات البروجية، فأسطع نجمين فيها ينتميان إلى القدر الرابع (نجم عقدة الخيطين α، ونجم فم السمكة المتقدمة β). يوجد فيها المجرة M47، والمجرة NGC474، والمجرة NGC488، وأجرام أخرى.

الحوت الجنوبي Pisces Australis

كوكبة جنوبية صغيرة، معروفة منذ القديم. تقع إلى الجنوب من كوكبة الدلو، وإلى الجنوب الغربي من الجدي، فيما بين الميل الزاوي 25 − 35 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 245 درجة مربعة. ومن نجومها إلـ11 المعروفة قديماً، فإن نجم فم الحوت (α.Psa) نجمها الساطع الوحيد بتألق. وفيها المجرة NGC7174، والمجرة NGC7314، وغيرها من الأجرام السماوية.

الكوثل Puppis

كوكبة جنوبية متفرعة عن كوكبة السفينة، تمثل مؤخرة السفينة التي وجهتها جنوباً. ولذا تكون هذه الكوكبة من أكثر أجزاء السفينة قرباً إلى خط الاستواء

السماوي (ميلها الزاوي بين−12 و−50 درجة) وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 673 درجة مربعة. وتضم 35 نجماً، يمكن رؤية قرابة نصفهم بالعين المجردة. كما تحوي على قرابة 20 تجمعاً نجمياً. ومن أسطع نجومها نجم سهيل حضر ونجم التريس. يوجد فيها العديد من الحشود والسدم منها: الحشود المفتوحة M46, M47, M93 والسديم الكوكبي NGC2438 والسديم الكوكبي NGC2440.

البوصلة Pyxis

كوكبة جنوبية، تشكل جزءاً من كوكبة السفينة الكبرى، حيث تمثل بوصلة البحار في السفينة. تقع إلى الشمال الشرقي من هيكل السفينة (الجؤجؤ)، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 221 درجة مربعة. وهي من أكثر أجزاء السفينة خفوتاً، إذ إنه من إجمالي عدد نجومها البالغ 12 نجماً، لا يوجد سوى ثلاثة نجوم متألقة نوعاً ما؛ نجم من القدر الرابع (ألفا البوصلة) واثنان من القدر الخامس (بيتا وغاما البوصلة). ويوجد فيها أيضاً الحشد المفتوح NGC2627، والحشد المفتوح NGC2658، والمجرة NGC2613، وأجرام أخرى.

الشبكة Reticulum

كوكبة جنوبية حددها الفلكي لاسيليه عام 1752م. وهي كوكبة صغيرة تقع بين كوكبة أبو سيف ونجم آخر النهر، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 114 درجة مربعة. ولا تبعد عن القطب السماوي الجنوبي أكثر من 25 درجة. أسطع نجم من نجومها التسعة، نجم ألفا الشبكة (α.Ret) ذو القدر الظاهري 3,4، ولذا فهي كوكبة باهتة عموماً. يوجد فيها المجرة NGC1313، والمجرة NGC1559 وأجرام أخرى.

السهم Sagitta, Arrow

كوكبة شمالية صغيرة، ذكرها بطليموس على أنها مؤلفة من خمسة نجوم بين منقار الدجاجة والنسر الطائر في مجرة درب التبانة، منتظمة بصورة سهم، نصله

إلى ناحية الشرق، وقوسه إلى ناحية الغرب، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 80 درجة مربعة. فعلى القوس نجمان وعلى النصل نجم، وبينهما نجمان. ونجومها خافتة نسبياً، ليس فيها نجم من القدر الثالث ومادون. يوجد فيها الحشد الكروي M71 والسديم الكوكبي NGC6879 وأجرام أخرى.

القوس Sagittarius

كوكبة القوس أو ما تعرف بالرامي Archer، وأحياناً الرامي والقوس؛ كوكبة بروجية قديمة، تمثل برج الشمس التاسع. تقع بين درجتي الميل الزاوي 11 – 45 جنوب خط الاستواء السماوي، وذلك إلى الشرق من كوكبة العقاب، وإلى الغرب من كوكبة الجدي، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 867 درجة مربعة. تنتظم نجومها في صورة رجل رامي يضرب بالقوس أسفله جذع حصان وأعلاه ورأسه جذع ورأس إنسان. وتحوي على سبعة نجوم من القدرين الثاني والثالث هم القوس الجنوبي (ε) ومنكب الرامي (σ) وإبط الرامي (ζ) والقوس الأوسط (δ) والقوس الجنوبي (λ) والنصل (γ) والبلدة (π). كما تحوي النجوم المعروفة بالنعام. وفي مجالها العديد من السدم والتجمعات النجمية، كما في سديم أوميغا، وسديم الهور. والرامي هو البرج العاشر في الترتيب البروجي الحديث حيث تدخله الشمس يوم 21 كانون الأول وتخرج منه يوم 20 كانون الثاني. يوجد في الكوكبة مجموعة من الحشود والسدم والمجرات منها: الحشد المفتوح M23، والحشد المفتوح M21 والآخر M24، والسدم الكروية M28, M69 وسديم حذوة الحصان M17، والمجرة NGC6822، وأجرام أخرى.

العقرب Scorpius

كوكبة بروجية شمالية، وهي إحدى الصور النجمية المعروفة منذ القديم. وقد حدد الأقدمون عدد نجومها بـ 24 نجماً ظاهراً، ينتظم إحدى وعشرون منها في صورة العقرب المعروفة. يمثل العقرب البرج التاسع للشمس في دائرة البروج، تدخله الشمس يوم 23 تشرين الثاني وتخرج منه يوم 29 تشرين الثاني، فهي تبقى فيه

ستة أيام فقط. وتمتد هذه الكوكبة بين الميل الزاوي 18 – 45 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، إلى الجنوب من كوكبة الحواء. وإلى الشرق من العقرب نرى الميزان، وغربها نشاهد ذات الكرسي. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 497 درجة مربعة. بالإضافة إلى نجومها البراقة العديدة (قلب العقرب، الشولة،.. الإكليل) تضم العديد من التجمعات النجمية المثيرة. يوجد في هذه الكوكبة الحشد المفتوح M6 والآخر M7، والحشد الكروي M4 والآخر M80، والسديم الكوكبي NGC1653 وNGC6337، وأجرام سماوية أخرى.

معمل النحات Sculptor

كوكبة جنوبية حددها لاسيليه عام 1752م. تنتظم نجومها بشكل يشبه آلة النقاش وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 475 درجة مربعة. وتأخذ عموماً شكل مثلث طويل نسبياً، ركائزه النجوم الثلاثة الأكثر تألقاً (α وβ وζ) التي تنتمي إلى نجوم القدر الرابع. وتقع هذه الكوكبة إلى الغرب. كوكبة قيطس، ممتدة بين 25 – 39 درجة جنوب خط الاستواء السماوي. يوجد فيها عدد من المجرات منها: NGC300، NGC253، NGC289 وفيها السديم الكروي NGC288، وأجرام أخرى.

الترس Scutum, Scuti

كوكبة جنوبية صغيرة، أدخلها الفلكي هفيلوس عام 1690م، وتمثل هذه الكوكبة درع سوبيسكي، تكريماً لجون سوبيسكي ملك بولندا الذي هزم الأتراك تحت أسوار فرنسا. وترقد إلى الجنوب الغربي من كوكبة العقاب، وإلى الشمال من كوكبة القوس، ممتدة بين الميل الزاوي 6 – 15 درجة جنوب خط الاستواء السماوي. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 109 درجة مربعة. وتحوي على ستة نجوم خافتة أقدارها فوق القدر الرابع، كما تحوي على الحشد المفتوح M11 الذي يسمى بالبطة الهائجة، والحشد الكروي NGC6712.

الحية Serpens, Serpent

أو الثعبان؛ كوكبة قديمة تقع على جاني الحواء (حامل الحية) رأسها شمال غربي الحواء، وذيلها شمال شرقي الحواء، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 637 درجة مربعة. قدر عدد نجومها المرئية بـ 18 نجماً، أسطعها نجم عنق الحية (α.Ser) يليه نجم طرف ذنب (θ.Ser). وتنتظم بعض نجومها في نسقين. يوجد فيها المجرة NGC6118، والحشد الكروي M5، والحشد الكروي M16 وأجرام أخرى.

السدسية Sextans

كوكبة شمالية صغيرة خافتة، حددها الفلكي البولندي هفليوس عام 1690م. تقع جنوب كوكبة الأسد، وشمال شرق كوكبة الشجاع. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 314 درجة مربعة. لا تملك نجماً يفوق سطوعه القدر الرابع، وفيها أجرام أخرى مثل المجرة NGC3115.

الثور Taurus

كوكبة الثور واحدة من كوكبات دائرة البروج، وهي معروفة منذ القديم. وقد أحصى القدماء 43 نجماً منظوراً فيها، ينتظم 32 نجماً في صورة ثور مؤخرته نحو الغرب ومقدمته الشرق، وليس له كفل ولا رجلان، وهو ملتفت إلى جنبه وقرناه إلى الشرق. وهي تمتد من خط الاستواء السماوي وحتى الميل الزاوي + 31 درجة، وتغطي مساحة سماوية قدرها 797 درجة مربعة. وتقع إلى الشرق من كوكبة الجبار وإلى الغرب من كوكبة قيطس. وتضم العديد من النجوم الساطعة، منها الدبران، وقرن الثور. كما تحوي في مجالها العديد من التجمعات النجمية (مثل الثريا..) والسحب السديمية (مثل سديم السرطان...). وتشكل هذه الكوكبة البرج الثالث من بروج الشمس في الدائرة البروجية تدخله الشمس يوم 13 أيار وتخرج منه يوم 21 حزيران.

التلسكوب Telescopium

كوكبة جنوبية، حددها لاسيليه عام 1752م. تقع جنوبي كوكبة الإكليل الجنوبي (بين الميل الزاوي −46 و−58 درجة)، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 251 درجة مربعة. تتصف بخفوت نجومها البالغ عددها عشرة نجوم. يوجد فيها المجرة NGC6887 والحشد الكروي NGC6584 وأجرام أخرى.

المثلث Triangulum

كوكبة نجومية شمالية، معروفة منذ القديم، واسمها مستمد من الصورة السماوية المثلثية التي تأخذها نجومها الثلاثة اللامعة التي تنتمي إلى نجوم القدر الرابع. تقع إلى الشمال من كوكبة الحمل وإلى الجنوب من كوكبة المرأة المسلسلة، وذلك بين درجتي 28 – 37 درجة شمال خط الاستواء السماوي. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 132 درجة مربعة. يوجد فيها المجرة الحلزونية M33 وأجرام أخرى.

المثلث الجنوبي Triangulum Australe

كوكبة نجومية جنوبية، حدد موقعها ونجومها الفلكي بير عام 1603م. تمتد بين خطي عرض سماويين 60 – 70 درجة جنوب خط الاستواء السماوي، إلى الجنوب مباشرة من كوكبة المسطرة، وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 110 درجة مربعة. تنتظم نجومها الثلاثة الساطعة (α وβ وγ) التي تنتمي عموماً إلى نجوم القدر الثالث بشكل مثلث. يوجد فيها الحشد المفتوح NGC6025 وأجرام أخرى.

الطوقان Tucana, Toucan

كوكبة جنوبية، تقع إلى الشمال من كوكبة الثمن القطبية. وتضم 16 نجماً من أشدها تألقاً النجم الطوقاني الفا (α.Tuc) ذو القدر الظاهري 2.85 واللون البرتقالي. ومما تتميز به هذه الكوكبة احتواءها على تجمعين نجميين مشهورين، وانتشار معظم سحابة ماجلان الصغرى ضمنها. وهي من الكوكبات التي حددها

الفلكي بير عام 1603م. تحوي على معظم مجرة سحابة ما جلان الصغرى، ثالث أقرب مجرة إلى النظام الشمسي، إضافة إلى الحشدين الكرويين NGC104 وNGC362 وأجرام أخرى.

الدب الأصغر Ursa minor

كوكب شمالية متطرفة في موقعها، عرفت منذ القديم. تشبه في شكلها العام كوكبة الدب الأكبر، لكنها أصغر منها، ومعاكسة لها في ترتيبها. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 256 درجة مربعة. تتألف هذه الكوكبة من سبعة نجوم رئيسية ساطعة تنتظم في صورة دب صغر، وقد أطلق العرب على مجموعة النجوم السبعة اسم بنات نعش الصغرى. ومن أشهر نجومها نجم القطب الذي لا يبعد عن القطب السماوي الشمالي سوى درجة واحدة تقريباً.

الشراع Vela, Velorum

كوكبة شراع السفينة؛ إحدى الكوكبات الفرعية المشتقة من كوكبة السفينة الكبرى. وهي تقع فوق كوكبة الجؤجؤ – إلى الشمال منها مباشرة ممتدة حتى الميل الزاوي – 38 درجة –. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 500 درجة مربعة. ومن نجومها البالغ عددها 28 نجماً، حوالي نصفها في مجال النظر المباشر بالعين. ومن أسطع نجومها سهيل المحلف ونجم كوشي. وسهيل الوزن، والمركب. يوجد في هذه الكوكبة عدد من الحشود المفتوحة مثل: NGC2972 وNGC2910 وNGC2925 والحشد الكروي NGC3201 والسديم الكوكبي NGC3132 وأجرام أخرى.

العذراء Virgo, Virgin

كوكبة العذراء أو ما تعرف أيضاً باسم السنبلة، من الكوكبات المعروفة منذ القديم. هي إحدى كوكبات دائرة البروج، إذ تمثل البرج السادس من بروج الشمس.

وقد تخيلها الأقدمون على صورة امرأة رأسها جنوب نجم الصرفة –في كوكبة الأسد–. وقدماها قدم الزبانيين الموجودين على كتفي الميزان. وعدد نجومها المرئية بالعين 32 نجماً، بجانب عدد آخر من النجوم الخافتة. ومن أسطع نجومها السماك الأعزل، ونجم زاوية العواء (γ)، المتقدم للقطاف. وتضم في مجالها ثلاثة من منازل القمر هم العواء (المنزلة الثالثة عشرة) والسماك (المنزلة الرابعة عشرة) والغفر (المنزلة الحادية عشرة).

السمكة الطائرة Volans

كوكبة جنوبية أضافها باير عام 1603م، إلى قائمة الكوكبات السماوية. وهي تقع على مقربة من كوكبة السفينة إلى الجنوب من الجؤجؤ، ممتدة بين الميل الزاوي 64 – 74 درجة جنوب خط الاستواء السماوي. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 141 درجة مربعة. عدد نجومها عشرة، يمكن رؤية ثلاث منها بالعين المجردة. يوجد فيها المجرة NGC2442 وأجرام أخرى.

الثعلب الأصغر Vulpecula

كوكبة شمالية صغيرة، تمتد بين الميل الزاوي 20 – 28 درجة شمال خط الاستواء السماوي. وهي تغطي مساحة سماوية قدرها 268 درجة مربعة. حددها الفلكي هفليوس عام 1690م. تقع إلى الجنوب من كوكبة الدجاجة وإلى الشمال من كوكبة الدلفين. نجومها خافتة عموماً. يوجد فيها السديم الكوكبي M27، وأجرام أخرى.

الفصل التاسع

خرائط نجوم الكوكبات غير المرئية الحديثة

بعد الدمج بين العلم والخيال أعلنت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا عن 21 من كوكبات النجوم، فقد أصبح شكل السماء مختلفاً بعد تصويرها بأشعة غاما التي لا ترى بالعين المجردة، كما درجت عليه العادة لآلاف السنين.

بدأت القصة في يوم 11 يونيو/ حزيران من عام 2008م، وذلك عندما أطلقت ناسا تلسكوب فيرمي لأشعة غاما، (Fermi Gamma-ray Space Telescope). حيث ينتج هذا التلسكوب خريطة كل ثلاث ساعات لجميع مصادر أشعة غاما في السماء كلها. وأشعة غاما هي الشكل الأعلى طاقة من الضوء، ولكن لا يمكننا رؤيتها بأعيننا. (الشكل 41 – ملحق الصور والأشكال).

بكل تأكيد فإن تصوير السماء بأشعة غاما سيكشف لنا عن خرائط مختلفة كثيراً عن السماء التي نراها عندما ننظر إلى الأعلى. إذ ينتج عن القدرات الفريدة لأشعة غاما عدد هائل من كوكبات النجوم التي لا ترى بالعين المجردة. وقد حدد تلسكوب فيرمي حوالي 3000 مصدر لأشعة غاما، والتي تشمل كل شيء من النجوم النيوترونية الدوارة إلى الثقوب السوداء الهائلة.

كما نعلم فقد وافق الاتحاد الفلكي الدولي (IAU) رسمياً – في عام 1928م – على وجود 88 كوكبة حديثة تغطي معاً الكرة السماوية بأكملها، بعد أن كان لكل حضارة كوكبات خاصة بها وفقاً لرؤيتها، مما خلق تبايناً في تصنيفات الكوكبات والتسميات. ولكن ناسا قررت الإعلان عن تسمية وتصنيف عدد من كوكبات النجوم

التي لا ترى بالعين المجردة. إذْ بعد بعشر سنوات من العمل الشاق، قرر فريق تلسكوب فيرمي الاحتفال بعمله وإنشاء مجموعة من 21 من كوكبات النجوم التي لا ترى بالعين المجردة من بين 3000 مصدر لأشعة غاما قامت التلسكوب برصدها.

وقد تمّ تسمية الكوكبات من فنون ومعالم مختلفة؛ حيث إنهم استمدوا الإلهام في عملية تسمية الكوكبات، من كل شيء بدءاً من ثقافة البوب مروراً بآلة الزمن تارديس TARDIS في مسلسل الخيال العلمي (دكتور هو Doctor Who)، وصولاً إلى مركبة الفضاء (Star Trek U.S.S. Enterpris) التي ظهرت في سلسلة أعمال ستار تريك Star Trek.

وبطبيعة الحال استمدوا الإلهام أيضاً من أيقونات العلوم مثل قطة شرودنغر (مفهوم فيزيائي)، إلى ألبرت آينشتاين أثناء استحضار هذه المجموعة الجديدة من الأبراج. ويمكن مشاهدة هذه الأبراج التي تم تحديدها حديثاً عبر موقع ويب تفاعلي يضم أعمالاً فنية قام بها المصمم أورور سيمونت A. Simonnet. (الشكل 42 أ، ب – ملحق الصور والأشكال).

في الواقع يعد تلسكوب أشعة غاما أو ما يعرف بتلسكوب فيرمي أحد أدوات استكشاف الفضاء، والمصمم لدراسة الكون من خلال دراسة أنواع معينة من الترددات عالية الطاقة تسمى أشعة غاما. يتضمن هذا المستكشف تعاوناً مشتركًا بين كلٍّ من وكالة الفضاء الأمريكية ناسا، والهيئة الأمريكية للطاقة، وعدد من الشراكات الأخرى الأمريكية والدولية.

ويرى العلماء أن تلسكوب فيرمي هو خليفة تلسكوب ناسا السابق (كومبتون– Compton) المختص بدراسة إشعاعات غاما، الذي أدى مهمته في الفترة بين عامي 1991 – 1999. حيث تقول وكالة ناسا بأن مجال رؤية المستكشف فيرمي وقدراته على مسح السماء تعادل ضعف حجم أحد أجهزة كومبتون، وبدقة تزيد عنه بـ 30 مرة. كما قد تم تصميم فيرمي لأن يكون مكملًا لمهمة المستكشف (نيل جهرليس سويفت – Neil Gehrels Swift)، حيث يقوم سويفت بفحص أماكن حدوث انفجارات غاما وما يحدث بعدها.

وصفت وكالة ناسا تلسكوب فيرمي بأنه (مجال مشترك بين الفيزياء الفلكية والفيزياء الجزيئية) حيث تم تطويره بواسطة وكالة ناسا بالتعاون مع هيئة الطاقة الأمريكية؛ إضافة إلى شراكات دولية مع فرنسا، ألمانيا، إيطاليا، اليابان، السويد، وبعض المعاهد بالولايات المتحدة. وقد وصلت تكلفة هذا المشروع إلى 690 مليون دولار، تكفلت الولايات المتحدة وحدها بـ600 مليون دولار، فيما ساهمت باقي الدول بباقي تكلفة المهمة 90 مليون دولار.

كان من المفترض أن يتم تسمية المستكشف فيرمي بـ (جلاست– GLAST) حتى وصل إلى مدار عمله، حيث تم إطلاقه 11 مايو عام 2008 من محطة القوة الجوية (كاب كانافيرال– Cape Canaveral) محملاً على صاروخ دلتا 2 من النوع الثقيل. تم وضعه في مساره الدائري حول الأرض، بارتفاع يصل إلى 560 كيلومتر. حيث إنه يقوم بعمل دورة كاملة حول الأرض كل 90 دقيقة. وتم اتخاذ هذا المسار لتجنب اصطدامه بالجسيمات المشحونة حول الأرض والتي قد تتسبب في إعطائه موجات خلفية غير مرغوبة، مع المحافظة على تنفيذه لمهمته على أكمل وجه. وقد صُمّم فيرمي بحيث يستمر عمله لمدة ما بين 5 إلى 10 أعوام، حيث أكملت المهمة عامها العاشر في مايو 2018م، ويتوقع أن تنهي مهمتها في نهاية ذلك العام.

سنتعرف في هذا الفصل الجديد من تاريخ الخرائط السماوية على 21 كوكبة جديدة لنجوم غير مرئية بالعين المجرّدة، وقد تم رصدها بواسطة تلسكوب فيرمي لأشعة غاما.

كوكبة منارة الإسكندرية

كانت منارة فاروس الإسكندرية أشهر منارة في العصور القديمة وواحدة من عجائب الدنيا السبع في العالم القديم. بنيت في القرن الثالث قبل الميلاد. على الطرف الشرقي من جزيرة فاروس في ميناء الإسكندرية، خدمت المنارة كمساعد ملاحي للبحارة الذين يقتربون من الميناء. يقال إن البرج كان يقف على ارتفاع يزيد

عن (110 أمتار)، وبقيت المنارة تستخدم حتى القرن الثالث عشر، عندما انهارت أثناء الزلزال. في عام 1994م، عثر علماء الآثار على بعض بقاياها المغمورة بالمياه.

المكافئ من أشعة غاما للمنارة هو النجم النابض. ويعتبر النجم النابض (فيلا Vela 11) منارة هذه الكوكبة، وهو ألمع مصدر ثابت لأشعة غاما في السماء. النجوم النابضة هي عبارة عن كائنات دوارة تدور بسرعة على شكل حزم من الطاقة في أشكال عديدة، من الراديو إلى أشعة غاما. عندما تتأرجح هذه الحزم في اتجاهنا، يكتشف الفلكيون نبضة بالقدر نفسه كما نرى الفلاش من منارة حديثة. يدور نجم فيلا مرة في الثانية أو 60 مرة في الدقيقة، وهو أسرع من دوران مروحة، ولكنه بطيء نسبياً بالنسبة للنجوم النابضة.

تعتبر النجوم النابضة أكثر أنواع أشعة غاما شيوعاً في مجرتنا، ولكن لم يُعرف سوى عدد قليل منها قبل إطلاق تلسكوب فيرمي. اكتشف الآن أكثر من 200 جرمٍ منها، بما في ذلك أول نجم نابض في أشعة غاما في مجرة أخرى، سحابة ماجلان الكبيرة، وهي قمر صناعي مجرتنا مجرة درب التبانة.

قد تدور أبطأ النجوم النابضة مرة واحدة كل بضع ثوانٍ، ولكن أسرعها يدور أكثر من 700 مرة في الثانية. كما أنها تمتلك حقولاً مغناطيسية قوية، إلى جانب دورانها السريع، تولد حقولاً كهربائية مكثفة. هذه الحقول هي المسؤولة في النهاية عن موجات الراديو والأشعة السينية وأشعة غاما التي نراها.

الجسم المادي في قلب النجم النابض هو عبارة عن بقايا نجمية صغيرة للغاية تدعى النجم النيوتروني. قطرها حوالي (20 كيلومتراً) عبر أكثر كتلة من نصف مليون كوكب، النجم النيوتروني هو النواة المكسرة لنجم ضخم انهار وانفجر كمستعر أعظم، حدث يحدث مرة واحدة في القرن في المتوسط في مجرتنا.

عندما ينفجر المستعر الأعظم تتطاير الأجزاء الخارجية للنجم إلى الفضاء، مما يؤدي إلى تشتيت العناصر الكيميائية الممزوجة بداخلها. هذه المواد الكيميائية تشكل الغبار الذي يمزج مع الغاز بين النجوم التي تشكل النجوم والكواكب الجديدة،

تماماً كما وجدت المواد الكيميائية من المستعرات العظمى السابقة طريقها إلى الشمس والأرض والشعب. (الشكل 43 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة العنكبوت

تمثل هذه الكوكبة، التي سميت باسم العنكبوت التي تأكل أحياناً شريكها (الأرملة السوداء)، العديد من أنظمة النجوم الثنائية في مجرتنا التي تنتج أشعة غاما. تقترن بعض هذه الأنظمة بنجم طبيعي مع النجم النابض، وفي بعض الحالات تدمر انبعاثات الطاقة العالية النجمية ببطء نجمها الرفيق.

والنجم النابض هو نجم نيوتروني مدمج وسريع الدوران ومغناطيس للغاية. فالنواة المكسرة خلفها عندما ينفجر نجم ضخم. يشير العثور على النجم النابض في نظام ثنائي إلى أن الرفيق نجا من انفجار المستعر الأعظم الذي شكل النجم النابض، ولكن يمكن أن تتشكل مثل هذه الأنظمة أيضاً عندما يتم سحب نجم نابض وحيد في مدار حوله بواسطة سحب الجاذبية لنجم.

عندما يرى فيرمي أشعة غاما من الثنائيات، من المحتمل أن يكون النجم النابض متورطاً. تصدر النجوم النابضة نبضات منتظمة من الضوء عند طاقات مختلفة، بما في ذلك أشعة غاما. كما أنها تولد تدفقات خارجية عالية الطاقة أو "رياح" من إلكترونات متسارعة وجزيئات أخرى.

في الثنائيات الأرملة السوداء، يدور نجم رفيق منخفض الكتلة عن كثب لدرجة أنه يأخذ القوة الكاملة لرياح النجم النابض. حيث تلتقي الريح مع الغلاف الجوي للنجم، فإنها تقوم بتسخين وتفريق الغاز. تستنفر رياح النجم بأكمله ذبذبة رفيقه على الملايين إلى مليارات السنين. لقد كشف فيرمي عن جميع ثنائيات الأرملة السوداء المعروفة تقريباً، وتم اكتشاف معظم أعضاء النظام ذي الصلة – والذي يُطلق عليه اسم redbacks، وهو على اسم عنكبوت أسترالي للأرملة السوداء – من خلال مراقبة مصادر تلسكوب فيرمي بواسطة التلسكوبات الراديوية.

تأتي قوة انبعاثات النجم النابض من الحقل المغناطيسي الدوار السريع للنجم

النيوتروني. إذْ مع مرور الوقت، وعندما تنضب النجوم النابضة الانفرادية، تتلاشى انبعاثاتها. ولكن إذا كان النجم النابض الباهت عضواً في نظام ثنائي، فيمكن تجديده من خلال تيار من المادة الذي يتم سحبه من رفيقه. يتسبب تأثير الدفق تدريجياً في زيادة دعم مادة النجم النابض. يمكن للنجم النابض أن يدور أسرع بكثير من وقت ولادته، مع تناقص فترات الدوران إلى 10 مللي ثانية أو أقل، أي ما يعادل عشرات الآلاف من الدورات في الدقيقة. وتشكل النجوم النابضة هذه أو "النجوم النابضة المعاد تدويرها" حوالي نصف النجوم النابضة لأشعة غاما التي يرصدها تلسكوب فيرمي. (الشكل 44 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة فقاعة فيرمي

في عام 2010م، كشفت أرصاد أشعة غاما من قبل فيرمي عن سمات غير معروفة في مجرتنا والتي تمتد في منتصف الطريق عبر السماء. تسمى الآن فقاعات فيرمي (Fermi Bubbles)، هذه الهياكل الغامضة (أرجواني في الصورة) تظهر فوق وتحت مركز مجرتنا، وتمتد على طول حوالي 50 ألف سنة ضوئية.

يضيء سطح مجرتنا (كما هو موضح باللون الأزرق في الصورة) في أشعة غاما، والذي ينتج عندما تتفاعل جسيمات عالية الطاقة تسمى الأشعة الكونية مع الغاز والغبار. تنبعث فقاعات فيرمي من أشعة غاما عالية الطاقة عن بقية قرص المجرة. (في التفاعلي، يؤدي النقر على زر كتالوج أشعة غاما إلى تغيير خلفية عرض السماء بالكامل لما يسمى بانبعاث الانتشار).

قد تكون الفقاعات مرتبطة بإطلاق كميات هائلة من الطاقة المنبعثة من الثقب الأسود الهائل في مركز مجرتنا درب التبانة. نحن نعلم أنه في المجرات الأخرى، يمكن للثقوب السوداء الفائقة الكتلة التي تستوعب كميات كبيرة من المادة أن تشغل نفاثات عالية الطاقة. من المحتمل أن الثقب الأسود المركزي في درب التبانة قد مر بمثل هذه المرحلة في الماضي، مما أدى إلى إنتاج نفثات مسؤولة عن فقاعات فيرمي التي نراها اليوم.

اكتشاف غير متوقع تماماً مثل فقاعات فيرمي هو متعة خاصة. ومع ذلك، يعرف العلماء أن هناك الكثير من المفاجآت التي تنتظر الكشف عنها من قبل فيرمي. في أحدث فهرس للمصادر من تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة، لا يُعرف أن ثلث مواقع المصدر المكتشفة على الإطلاق يحوي على جسم يصدر أشعة غاما في ذلك الموقع. ماذا يمكن أن تنتج هذه أشعة غاما؟

هذا هو السؤال الذي يأمل العديد من العلماء في الإجابة عنه حيث يواصل فيرمي مهمته. (الشكل 45 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة مسرح الكولوسيوم

كان هذا المدرج الشهير في قلب روما، الذي تم الانتهاء منه في عام 80م، أكبر هيكل من نوعه في العالم الروماني، وبه معماري بارع. ترمز هذه الكوكبة إلى مساهمات إيطاليا في علم فيرمي. تم تجميع النظام الفرعي للتتبع في تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة هناك، ولا يزال العلماء الإيطاليون يشاركون عن كثب في الأداة والعلوم التي تنتجها.

تأخذ معظم المادة المرئية في الكون شكل البلازما، وهي إحدى الحالات الأساسية للمادة، مثل المادة الصلبة والسائلة والغازية. في حالة البلازما، تكون المادة شديدة الحرارة لدرجة أن نوى الذرات لم تعد قادرة على التمسك بإلكتروناتها، مما يشكل مزيجاً من الجسيمات المشحونة كهربائياً. تشمل الأمثلة اليومية على البلازما الغازات المتوهجة في أنابيب الإضاءة الفلورية وعلامات النيون. ومن الأمثلة البعيدة على ذلك، الشمس والنجوم، والغيوم الغازية المتوهجة في الفضاء بين النجمي، وأقراص التراكم التي تدور حول الثقوب السوداء.

عندما تتحرك الجسيمات المشحونة كهربائياً في البلازما، فإنها تخلق تياراً كهربائياً، والذي بدوره يولد الحقول المغناطيسية. في العديد من الأماكن، مثل سطح الشمس، تتحرك البلازما بسرعة وبصورة متقطعة. يمكن أن تصبح الحقول المغناطيسية الناتجة عن هذه الحركة ملتوية ومتشابكة، حيث يتم تخزين كميات

هائلة من الطاقة في العملية. يمكن للمجالات المغناطيسية أن تطلق هذه الطاقة المخزنة فجأة من خلال عملية تسمى إعادة الاتصال. تسخن موجة الطاقة البلازما وتسرع إلكتروناتها وبروتوناتها ونواتها لتسير بسرعة قريبة من سرعة الضوء، وهو أسرع ما يمكن.

على الشمس، تؤدي إعادة الاتصال إلى توليد التوهجات الشمسية والظواهر الأخرى، حتى عند إطلاق البلازما نحو الأرض. تتفاعل الجسيمات التي تسرعها هذه الأحداث مع الغلاف الجوي الشمسي، وتنتج أشعة غاما التي يمكن ملاحظتها مع فيرمي. وجد علماء فيرمي بعض المؤشرات على أن إعادة الاتصال تحدث في بقايا المستعرات الأعظمية وفي إطلاق النفاثات من المجرات النشيطة، مع أن هذا لا يزال قيد التحقيق. (الشكل 46 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة برج إيفل

يشير برج إيفل الشهير في باريس نحو سماء غاما – أشعة نشطة بشكل مفاجئ. يرى فيرمي الآلاف من الثقوب السوداء الهائلة الفوارة، ومئات النجوم النيوترونية الوامضة، وعشرات الانفجارات النجمية، إلى جانب الطريق المتوهج لدرب التبانة. ترمز كوكبة برج إيفل إلى المساهمات الرائدة للعلماء الفرنسيين في الكشف عن هذه المصادر وفهمها.

تبدو سماء غاما، التي لا تظهر إلا فوق الغلاف الجوي للأرض، مألوفة وغريبة على حد سواء. تم رشها بآلاف من النقاط المضيئة، لكنها ليست نجوم – إنها غالباً مجرات بعيدة تعمل بواسطة ثقوب سوداء وحش. ويبدو توهج درب التبانة، وهو الطابور المركزي المغبر لمجرتنا، واضحاً أيضاً ولكن يبدو مشرقاً بشكل غير عادي. ونظراً للطريقة التي يكتشف بها فيرمي أشعة غاما، يُنظر إلى مصادر شبيهة بالنجوم على أنها نقط تبدو في كثير من الأحيان واسعة مثل القمر الكامل، حوالي نصف درجة تقريباً. هذا القيد يعقد بشكل كبير مهمة فصل النقاط من الوهج المنتشر في درب التبانة.

ومع ذلك، فإن العلماء الذين يستخدمون تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة قد عزلوا حوالي 3000 نقطة من المصادر الفردية في سماء غاما. هذه الأشياء تحتل المرتبة بين أكثر مسرعات الجسيمات تطرفا. وهي تشمل جسيمات من الجسيمات التي أطلقتها الثقوب السوداء فائقة الضخامة عند سرعة الضوء تقريبًا إلى الفضاء خارج المجرة، وهي تيارات من التيارات الكهربائية مدفوعة بعيدًا عن النجوم النيوترونية السريعة الدوران، وموجات الصدمة التي تسببها انفجارات نووية حرارية حديثة تُسمى نوفا وما تبعها من نجم أكثر عنفاً انفجارات تسمى المستعرات الأعظمية. يساعد فيرمي الفلكيين على تحديد الخصائص التفصيلية للإشعاعات القادمة من هذه الظواهر المتطرفة، وكشف تسارع الجسيمات على المقاييس وفي الظروف التي لم يستطع العلماء رؤيتها من قبل.

هذه الجسيمات عالية الطاقة، تدعى الأشعة الكونية، تطوف عبر مجرتنا ومن خلال الفضاء بين المجرات، وتشتت الحقول المغناطيسية في اتجاهات عشوائية. تنبعث الأشعة الكونية أشعة غاما على طول مساراتها المتجولة عندما تواجه ذرات غازية وضوء نجم. هكذا تشرق نفثات مجرتنا، درب التبانة، بشكل ساطع في سماء غاما. يوفر هذا الإرسال رؤية فريدة لجانبين أساسيين لتطور المجرات: الغاز الذي ستتشكل منه النجوم الجديدة وتعداد جزيئات السرعة القريبة من الضوء التي تساعد على تسخين ونحت وتوجيه تطوره الكيميائي. كما يخبر التوهج العلماء كيف يتم إنتاج الأشعة الكونية في المناطق التي يحدث فيها تكوين النجوم الشديد ويساعدهم على تقييم أهمية الأشعة الكونية في التطور المبكر للمجرات وخلال عمليات دمج المجرات. (الشكل 47 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة آينشتاين

تعبر معادلة آينشتاين الشهيرة $E = mc^2$، عن ترابط أساسي بين الطاقة والمادة. يعتمد تلسكوب منطقة فيرمي الكبير (LAT) على هذه الحقيقة من أجل اكتشاف أشعة غاما. عندما يرمز أشعة غاما إلى ذرة من التنغستن في رقاقات

مكدسة داخل LAT، فإنه يتحول من طاقة إلى مادة – إلكترون ومكافئه من المادة المضادة، وهو بوزيترون. ومع تحرك الإلكترون والبوزيترون عبر الكاشف، يتتبع LAT حركته لتحديد المكان الذي نشأ فيه أشعة غاما في السماء.

خلال عامه الأول، قدم فيرمي دليلاً تجريبياً حول بنية المكان والزمان، تم توحيدهما كفضاء في نظريات آينشتاين. وقد اقترح بعض العلماء أن الزمكان قد لا يكون سلساً تماماً. إذا كان هذا صحيحاً، فسيعني ذلك أن الضوء العالي الطاقة سيستغرق وقتًا أطول في السفر لمسافة معينة من الضوء الأقل طاقة. لكن نظريات آينشتاين تعلن أن جميع الإشعاعات الكهرومغناطيسية – موجات الراديو والأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي والأشعة السينية وأشعة غاما – تنتقل عبر فراغ بنفس السرعة.

من حدث متفجر بعيد يسمى انفجار أشعة غاما، لاحظ فيرمي أشعة غاما على مجموعة واسعة من الطاقات. إذا كان التوقع بأن الفضاء يمتلك قواماً صحيحاً، فإن LAT من تلسكوب فيرمي كان سيكتشف فجوة زمنية كبيرة بين وصول أشعة غاما الأقل طاقة وأعلى طاقة. في الواقع، إلى داخل جزء واحد في 100 مليون مليار، سافر الفوتونين بنفس السرعة. أظهر فيرمي أن أي تأثير من هذا النوع يجب أن يكون صغيراً للغاية وقد لا يكون موجوداً على الإطلاق.

بالإضافة إلى ذلك، تتوقع نظرية آينشتاين في النسبية أن الجاذبية يمكن أن تغير مسار الضوء. الانحناءات الزمانية تقترب من الأجسام الضخمة، وينحرف الضوء أثناء انتقاله على امتداد الزمكان المنحني. وهذا يعني أن المجرات الأمامية يمكن أن تعمل كعدسة وتنتج صوراً مكبرة لأشياء أكثر بُعداً.

نظراً لأن مسارات الضوء المنحنى لها نفس الطول دائماً، قد تظهر المجرة العاكسة كصورتين أو أكثر، حيث يمثل كل منهما المجرة في أوقات مختلفة قليلاً. كشف تلسكوب منطقة فيرمي الكبير عن سلسلة من مشاعل أشعة غاما الساطعة من نظام عدسة جاذبية معروف باسم B0218 + 357، والذي ينتج صورتين منفصلتين لمجرة بعيدة. قام فيرمي بقياس أشعة غاما من إحدى الصور ثم اكتشف أشعة غاما من الصورة الأخرى بعد عدة أيام. (الشكل 48 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة تلسكوب فيرمي

إن تلسكوب فيرمي غاما راي الفضائي التابع لناسا، والذي تم إطلاقه في عام 2008م، هو أكبر كاشف للأشعة في الفضاء. ويوضح لنا الجهازان اللذان يدعى تلسكوب المنطقة الكبيرة (LAT) وجهاز مراقبة انفجار أشعة غاما (GBM) سماء غاما بمزيد من التفصيل عن ذي قبل.

يكتشف LAT فوتونات ذات طاقات تتراوح بين 20 مليون إلكترون فولت إلى أكثر من 300 مليار إلكترون فولت. للمقارنة، يتراوح الضوء المرئي من حوالي 2 إلى 3 إلكترون فولت. تم استكشاف نهاية عالية من مجموعة الطاقة LAT سيئة قبل تلسكوب فيرمي. عندما تعمل في وضع المسح، تفحص أدوات فيرمي السماء بأكملها كل ثلاث ساعات، وتوفر لقطات سريعة تسمح للعلماء بمراقبة المصادر المتغيرة بسرعة.

رمز المركبة الفضائية، GBM، تم تصميمه لاستكشاف التفجيرات عالية الطاقة المعروفة باسم رشقات غاما. يحدث ذلك عندما تموت النجوم الضخمة أو عندما تدور النجوم النترونية تدور معاً وتدمج. GBM حساس لأشعة غاما منخفضة الطاقة من LAT. توفر الانفجارات التي يشاهدها كلا الجهازين نظرة غير مسبوقة عبر نطاق واسع من طيف أشعة غاما ، مما يتيح للعلماء النظر في العمليات التي تدعم هذه الأحداث.

يُعرف في الأصل بالتلسكوب الفضائي لمنطقة غاما–شعاع، أو GLAST، وقد عُرف تلسكوب الفيرمي تكريماً للفيزيائي إنريكو فيرمي. فقد كان أول من اقترح آلية فيزيائية ممكنة عملياً لتسريع الجسيمات، ووضع عمله الأساس لفهمنا للعديد من أنواع المصادر التي درستها بعثة ناسا في فيرمي. (الشكل 49 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة غودزيلا

تصنف غودزيلا كواحدة من أشهر الوحوش في السينما وهي من بين الرموز الأكثر شهرة للثقافة الشعبية اليابانية. تقول قصة الفيلم الأصلي الذي صدر عام

1954م، إنه كانت تجرى اختبارات للأسلحة النووية في موطن الكائنات الحية في أعماق المحيطات، وإذْ فجأة ينطلق هذا الوحش من البحر ليعيث فساداً في اليابان.

كان سلاح غودزيلا هو "الأشعة الحرارية"، وهي نفثات نارية. وقد كان هذا يشبه للوميض الذي يصدر أشعة غاما بالقرب من الثقوب السوداء والنجوم النيوترونية.

عندما تسقط المادة باتجاه ثقب أسود، يتم إطلاق كميات هائلة من الطاقة. يتم ضغط الغاز المتساقط باتجاه الثقب الأسود ويتم تسخينه إلى ملايين الدرجات ويضيء بشكل ساطع بالقرب من الثقب الأسود. يمكن للحقول المغناطيسية القوية، جنباً إلى جنب مع دوران الثقب الأسود، تسريع بعض هذه الجسيمات المشحونة إلى سرعات تقترب من سرعة الضوء. تسارع الجسيمات بالقرب من أفق الحدث في الحفرة السوداء، نقطة اللاعودة، يمكن أن تفلت على طول محور الدوران في الثقب الأسود، لتشكل جسيماتٍ طائرة تنطلق نحو الخارج بسرعة تقارب سرعة الضوء.

يمكن للجسيمات سريعة الحركة هذه أن تتفاعل مع ضوء الطاقة المنخفض لإنتاج أشعة غاما. يرى فيرمي دليلاً على وجود نفاثات أشعة غاما في العديد من أنواع ما يسمى بالمجرات النشيطة، التي تصدر ضوءاً أكثر بكثير من المعتاد وقد تتفجر بشكل غير متوقع. يقول علماء الفلك إن هذه المجرات تمتلك نواة مجرية نشطة، أو نواة AGN قصيرة، وأن النشاط المعزز ينتج عن الابتلاع السريع للمادة بواسطة ثقب أسود فائق الكتلة.

معظم مصادر أشعة غاما المرئية في كوكبة غودزيلا هي في الواقع عبارة AGN، كما هو أكثر من نصف "نجوم" أشعة غاما التي صنفها تلسكوب فيرمي حتى الآن.

كما تحدث نفثات أشعة غاما في أنواع أخرى من النظم الفيزيائية الفلكية. عندما ينفد نجم هائل من الوقود وينهار تحت وزنه، أو عندما يتدفق نجمان نيوترونان يدوران معاً ويدمجان، قد يتشكل ثقب أسود جديد ونفاثات عالية السرعة. والنتيجة هي انفجار أشعة غاما، أقوى انفجار في الكون. هذه الانفجارات الوحشية، التي تحدث في مكان ما في الكون البعيد كل يوم أو نحو ذلك وفقاً لأرصاد تلسكوب

فيرمي فإنها ستجعل حتى غودزيلا يحسدها عليها. (الشكل 50 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة البوابة الذهبية

افتتح جسر البوابة الذهبية في عام 1937م، وهو يربط بين مدينتي سان فرانسيسكو ومارين بينسولاس، وربما يكون المعلم الأكثر شهرة في سان فرانسيسكو. ويرتكز التعليق على برجين يصل ارتفاعهما إلى (227 متراً)، وقد كان حينها أطول من أي مبنى في المدينة. هناك كابلين، طول كل منهما (2332 متراً)، يدعمان هذا الطريق المعلق. كما أنّها تحوي على (129000 كيلومتر) من أسلاك الفولاذ المغلفن.

ترمز هذه الكوكبة إلى المساهمات المهمة لعلماء كاليفورنيا في بعثة فيرمي. فقد قام مختبر SLAC، الذي تديره جامعة ستانفورد، بإدارة تطوير تلسكوب منطقة كبيرة في فيرمي (LAT)، فهو الذي قدم مساهمات مهمة لجميع الإلكترونيات المهمة لقياس خصائص أشعة غاما، ودمج الأداة من أجهزة ملفقة في مرافق حول العالمية. تدير SLAC أيضاً مركز عمليات علوم الآلات، الذي يعالج بيانات LAT. قاد فريق جامعة كاليفورنيا، سانتا كروز، تطوير الإلكترونيات منخفضة الطاقة ومتتبع الجسيمات الذي يشكل قلب LAT.

من خلال الكشف عن أشعة غاما، يوفر فيرمي للعلماء أداة لاستكشاف أهمية العديد من الآليات المختلفة لتسريع الجسيمات دون الذرية بالقرب من سرعة الضوء. مكان واحد يحدث فيه هذا هو موجات الصدم التي تنتجها مجموعة متنوعة من الظواهر الفيزيائية الفلكية، بما في ذلك النفثات التي تصدر عن الثقوب السوداء الوحش، وانفجارات أشعة غاما، وبقايا المستعرات العظمى وأكثر من ذلك. عندما تعبر الجسيمات المتجولة عشوائياً موجة الصدمة، فإنها تكسب كمية صغيرة من طاقة الصدم وتتحرك بسرعة أكبر قليلاً. الجسيمات التي تحدث للقيام بهذا العديد من المرات تصبح متسرعة إلى طاقات عالية للغاية، تصل إلى سرعات مماثلة لسرعة الضوء.

يمكن تسريع الجسيمات بطرق أخرى أيضاً. في النجوم النابضة، تستطيع الحقول الكهربائية الكبيرة تسريع الإلكترونات والبروتونات والنواة بنفس الطريقة التي تسرع بها مسرعات الجسيمات الأرضية، مثل SLAC. لكن النجوم النابضة يمكنها تسريع الإلكترونات إلى طاقات أكبر بمئات المرات من مسرع SLAC.

آلية أخرى لتسريع الجسيمات تُعرف بإعادة التوصيل المغناطيسي. عندما تصبح الحقول المغناطيسية القوية متشابكة، فإنها قد تخضع لعملية إعادة تشكيل مفاجئة لحالة طاقة أقل. ومن شأن هذا أن يطلق كمية هائلة من الطاقة في الجزيئات المحيطة بها. تحدث إعادة الاتصال المغناطيسي عندما تنتج الشمس شعلات شمسية، وقد نشهد ذلك أيضاً في المجرات النشيطة وبقايا المستعرات الأعظمية.

بغض النظر عن الكيفية التي تسرّع بها، يمكن للبروتونات عالية الطاقة والإلكترونات والنواة أن تهرب إلى الفضاء بين النجوم وحتى بين المجرات، حيث تصبح أشعة كونية، أو يمكنها التفاعل مع الحقول المغناطيسية أو الغاز أو ضوء النجوم لإنتاج أشعة غاما التي رصدها تلسكوب فيرمي. (الشكل 51 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة هالك

يعرف جميع محبي القصص المصوّرة وأفلام الخيال العلمي كل شيء عن قصة هالك Hulk، الشخص الغاضب الأخضر للدكتور بروس بانر Banner، الذي وقع بخطأ فادح في تجاربه مع أشعة غاما. أشعة غاما هي أقوى شكل من أشكال الضوء. إنها تضمن ما يكفي من الكمات الطاقية لتحويلها إلى مادة في ظل ظروف المناسبة، لذلك فإن التحوّل بين كلٍّ من بانر وهالك ممكن بالتأكيد.

كل ضوء يحمل طاقة. يوفر الضوء المرئي الطاقة الكافية التي يمكن للألواح الشمسية تحويلها إلى كهرباء، والنباتات الخضراء تستخدمها لتصنيع الغذاء. يمكن للأشعة فوق البنفسجية العالية الطاقة أن تسبب لنا سرطانات الشمس وحروق

الشمس. في حالة طاقات أعلى، يمكن للأشعة السينية اختراق المواد، مما يسمح للأطباء برؤية العظام المكسورة وأفراد أمن المطار فحص الأمتعة.

إن أشعة غاما الأقل طاقة التي يشاهدها تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة (LAT) تحمل أكثر من 6 ملايين مرة من الطاقة الضوئية للضوء المرئي. وقد تم تصميم LAT للكشف عن أشعة غاما المحملة أكثر من هذا بطاقات عشرات الملايين من المرات.

يعمل LAT عن طريق الاستفادة من قدرة أشعة غاما على التحول إلى مادة. الأداة تحوي على رقائق كثيفة من التنغستن. وعندما يدخل أشعة غاما LAT، فإنه ينتقل خلال هذه الرقائق حتى يمر بالقرب من ذرة تنغستن. يحول التفاعل أشعة غاما إلى إلكترون ونظير المادة المضادة، وهو البوزيترون. تستمر هذه الجسيمات بالتدفق من خلال LAT، الذي يتتبعها لمعرفة اتجاه أشعة غاما الأصلية. يطلق العلماء على هذا الإنتاج اسم عملية التصنيع.

وقد تحدث العملية العكسية، التي تدعى "الفناء"، عندما يصطدم إلكترون مع بوزيترون، مما يؤدي إلى توليد أشعة غاما. في حالة غير عادية في عام 2009م، أطلقت عاصفة رعدية حزمة من البوزيترونات (المادة المضادة) في الفضاء، وأصابت الجزيئات تلسكوب فيرمي. وعندما تصادمت الجسيمات مع الإلكترونات في المركبة الفضائية، فإنها ابتلعت ومضة من أشعة غاما. عندها وللحظة، أصبح تلسكوب فيرمي مصدراً لأشعة غاما، واكتشفت أجهزته الوهج.

يرى فيرمي أشعة غاما من مصادر متنوعة مثل العواصف الرعدية على الأرض، والتفجيرات النجمية في الكون، والنجوم النابضة في مجرتنا وغيرها من المجرات، والمجرات البعيدة حيث الثقوب السوداء الفائقة القوة وخاصة الانبعاثات المكثفة. في الواقع، تشكل هذه المجرات أكثر من نصف مصادر الطاقة العالية التي صنفها تلسكوب فيرمي في السماء حتى الآن. من خلال دراسة أقوى شكل من أشكال الضوء، يتمكن العلماء من الوصول إلى البيئات الفلكية غير العادية واكتساب نظرة ثاقبة على العمليات المتطرفة التي تحدث داخلها. (الشكل 52 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة الأمير الصغير

الأمير الصغير، الشخصية الرئيسة للرواية الفرنسية المحبوبة بالاسم نفسه، حيث إنه يغادر كويكب موطنه ويزور عوالم مجاورة، بما في ذلك الأرض. يكتشف تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة (LAT) أشعة غاما من عدة أماكن داخل النظام الشمسي، بما في ذلك الشمس والقمر والغلاف الجوي للأرض.

ينتج الكثير من هذا الانبعاث عن تفاعلات بواسطة جسيمات مشحونة عالية الطاقة تسمى الأشعة الكونية. وقد تم تسريع هذه الجسيمات، وهي بروتونات عادة، بالقرب من سرعة الضوء وهي تأتي إلينا من وراء النظام الشمسي. وعندما يصطدم شعاع كوني مع ذرة أخرى، فإن النتيجة هي دش من الجسيمات المشحونة سريعة الحركة. تتحلل بعض هذه الجسيمات (على سبيل المثال البيونات Pions) مباشرة إلى أشعة غاما، بينما ينتج البعض الآخر أشعة غاما عبر تفاعلات إضافية.

على الرغم من أننا عادة ما نفكر في القمر على أنه ينير من خلال ضوء الشمس المنعكس وحده، إلا أنه في حالة الطاقات الأعلى يصدر التوهج الخاص به بفضل الأشعة الكونية. في الواقع، في طاقات أشعة غاما بين حوالي 100 و400 ميغاواط – وهي الطاقات الأعلى بعشرات الملايين من المرات من طاقة الضوء المرئي – يبدو القمر عادة أكثر إشراقاً من الشمس. وبما أن الأشعة الكونية عبارة عن جسيمات مشحونة، فإن المجال المغناطيسي القوي للشمس يمكن أن يحرف الكثير من هذه الجسيمات، مما يؤدي إلى عدد أقل من الاصطدامات وأشعة غاما أقل.

تستعيد الشمس عرشها عند رؤيتها في طاقات أشعة غاما فوق 400 ميغا إلكترون فولط. ويرجع ذلك جزئياً إلى أن الأشعة الكونية ذات الطاقة الأعلى لا يمكن أن تنحرف بسهولة أو جزئياً لأن عملية إنتاج أشعة غاما أخرى تصبح مهمة. عندما يصطدم شعاع كوني سريع الحركة بفوتون ضوئي مرئي بالقرب من الشمس، فإن الأثر يمكن أن يعزز الفوتون لينتقل إلى طاقات أشعة غاما.

في بعض الأحيان، يستطيع نجمنا منافسة أشد مصادر أشعة غاما في السماء بفضل الانفجارات التي تطلقها الشعلات الشمسية. تحدث الشعلات بالقرب من البقع

الشمسية حيث تكون الحقول المغناطيسية للشمس أكثر شدة وفتلاً، حيث تخزن الطاقة مثل شريط مطاطي مفرغ. عندما تتلامس الحقول المغناطيسية ذات الاتجاه المعاكس، فإنها تطلق طاقتها المخزنة بهيئة ثوران عملاق. ومع وجود ما يعادل 20 مليار ميغا طن من مادة TNT، فإن الشعلات الشمسية هي أكثر الأحداث عنفاً في نظامنا الشمسي.

يعمل الانفجار على تسريع الجسيمات دون الذرية بالقرب من سرعة الضوء، وتنتج هذه الجسيمات المسرّعة أشعة غاما وأشكالاً أخرى من الضوء عندما تتفاعل مع الجسيمات في جو الشمس وسطحها.

وقد يثير الانفجار بعض النويات الذرية لإطلاق أشعة غاما بطاقات فريدة لكل نوع من أنواع الذرة. التفاعلات الأخرى تنتج نواة مشعة تتحلل فيما بعد، وتطلق البوزيترونات من المادة المضادة. عندما تصادف هذه البوزيترونات إلكتروناً فتضمحل الجسيمات وتنتج أشعة غاما.

لاحظ جهاز رصد انفجار أشعة غاما من فيرمي (GBM) أشعة غاما من هذه العمليات خلال العديد من التوهجات. يستخدم علماء الفيزياء الشمسية الأرصاد لتحديد الظروف في موقع كل توهج. كشف LAT أيضاً عن انبعاث البيون. في بعض شعلات اللهب، يستمر هذا الانبعاث لفترة طويلة بعد أن تلاشت انبعاثات شعلات اللهب الأخرى. ما زال الفيزيائيون الشمسيون يحاولون فهم هذا السلوك المدهش.

وأخيراً، فإن الغلاف الجوي للأرض هو مصدر أشعة غاما ساطع بالنسبة لتلسكوب لفيرمي. إذْ معظم هذه الانبعاثات هو نتيجة لقصف أشعة كونية، ولكن هناك استثناء واحد مهم ناجم عن العواصف الرعدية يكون على شكل نبضات قصيرة من أشعة غاما تسمى "ومضات أشعة غاما الأرضية" (TGFs). تحدث هذه الأحداث بشكل لا يمكن التنبؤ به وبسرعة، مع فترات تقل عن الألف من الثانية، ومع ذلك فهي شائعة بشكل مدهش. تشير بيانات من GBM إلى أن ما لا يقل عن ألف TGFs تحدث كل يوم. تظهر الدراسات التي تستخدم أرصاد GBM أن

TGFs مرتبطة بمرحلة مبكرة من البرق إلى السحابة، لكن الظاهرة ما زالت غير مفهومة. (الشكل 53 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة مجولنير

مجولنير Mjolnir هي المطرقة الأسطورية للإله ثور، إله الرعد الإسكندنافي. كانت مجولنير سلاحاً مخيفاً قيل إنه قادر على تسوية الجبال وإطلاق العنان للبرق. وقد كان الفايكنغ يرتدون التمائم على شكل مجولنير للحماية، وقد وجد أكثر من ألف مجولنير في جميع أنحاء شمال أوروبا. ترمز هذه الكوكبة إلى عمل فيرمي في التحقيق في ومضات أشعة غاما الأرضية (TGFs) المرتبطة بالبرق الناجم عن العواصف الرعدية على الأرض.

تعد العواصف الرعدية مسرع جسيمات طبيعية قوية. ويمكنه توليد تيارات من جسيمات دون ذرية تتحرك بالقرب من سرعة الضوء ينتج عنها وميض أشعة غاما تدوم حوالي ألف جزء من الثانية. تم اكتشاف TGFs في التسعينيات من قبل سلف تلسكوب فيرمي، وهو مرصد كومبتون لأشعة غاما، وقد توسع فيرمي بشكل كبير في النتائج التي توصل إليها. ويكشف راصد انفجار أشعة غاما من فيرمي (GBM) عن اثنين من TGFs كل يوم وهو يدور حول الأرض.

عندما تم اكتشاف TGFs لأول مرة، اعتقد العلماء أن المصدر يجب أن يكون مرتفعاً في الغلاف الجوي، على بعد عدة كيلومترات فوق قمم السحب، لأن أشعة غاما يتم امتصاصها أثناء مرورها عبر الهواء. لكنّ القياسات الأخيرة تظهر أن TGFs تنشأ أعمق في الغلاف الجوي، وداخل النوى من العواصف الرعدية، مما يعني أن المصدر يجب أن يكون أكثر كثافة لإنتاج وميض يمكن اكتشافه من المدار.

في معظم العواصف الرعدية، تحمل بلورات الجليد الصغيرة بالقرب من قمة العاصفة شحنة كهربائية موجبة وحبيبات ثلجية أثقل تسمى "graupel" عند ارتفاعات منخفضة تحمل شحنة سالبة. تتم عمليات تفريغ البرق عن طريق الحقل الكهربائي

القوي بين هذه الطبقات. لم نفهم بعد التفاصيل، لكن الإلكترونات في الهواء تصبح متسارعة إلى قرب سرعة الضوء عن طريق الحقل الكهربائي.

ونظراً لأن الإلكترونات مشحونة سلباً، فإنها تنجذب إلى طبقة الشحن الموجب، والتي عادةً ما تكون عند ارتفاعات أعلى، وبالتالي يتم توجيه شعاع الإلكترونات المعجلة عادةً إلى الأعلى. وعندما تتحرك الإلكترونات إلى الأعلى في الهواء، فإنها تبطئ، وتنتج إشعاع أشعة غاما يسمى bremsstrahlung، وهو مصطلح ألماني يعني "إشعاع الكبح"، وتظهر حزمة واسعة من أشعة غاما من قمة العاصفة الرعدية، متجهة نحو الفضاء.

ومع انتقال أشعة غاما عبر الغلاف الجوي، يتفاعل بعضها مع نوى ذرات النيتروجين والأكسجين في الهواء ويتحول إلى زوج مضاد المادة، وهو إلكترون وبوزيترون، يتحركان بالقرب من سرعة الضوء. إذا حدث هذا التحول في عمق الغلاف الجوي، يفقد الإلكترون والبوزيترون طاقتهما في تصادم مع ذرات الهواء وتمتص. ولكن إذا حدث التحويل في الجو المرتفع جداً، على ارتفاع (40 كيلومتراً) أو أكثر، فإن زوج الإلكترون والبوزترون يستطيعان الهروب إلى الفضاء.

يجب أن تتحلل هذه الجسيمات المشحونة على طول خطوط المجال المغناطيسي للأرض. أحياناً، إحدى هذه الحزم الجسيمات تضرب مركبة فضائية. تفرز البوزيترونات المضادة عندما تصيب المادة العادية، وتولد أشعة غاما من طاقة معينة. اكتشف فيرمي GBM لأول مرة تلك أشعة غاما المحددة في عام 2011م، واكتشف أن العواصف الرعدية يمكن أن تطلق حزم المادة المضادة إلى الفضاء. (الشكل 54 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة جبل فوجي

يرمز جبل فوجي، أعلى جبل في اليابان، إلى المساهمات اليابانية في علوم فيرمي. كما أن شكلها المخروطي، النموذجي لطبقات البراكين الستراتوفونية Statovolcanoes، يدعوك أيضاً إلى تتبع المسار الذي يتم تتبعه من خلال

تليسكوب منطقة فيرمي الكبير (LAT) بواسطة زوج من الإلكترون والبوزترون يتم إنتاجهما عند تحول أشعة غاما من طاقة نقية إلى مادة.

هناك شيئين مهمين يجب مراعاتهما إذا كنت تريد اكتشاف أشعة غاما. أولاً، هي قليلة ومتباعدة، وكلما كانت الطاقة أقل كلما كانت هناك. ثانياً، تحمل أشعة غاما طاقة هائلة كهذه – أكبر بمرور ملايين المرات من الضوء المرئي – يصعب إيقافها. لذا فإن المتعقب في LAT يعتمد على عملية تسمى إنتاج الزوج، حيث تتحول أشعة غاما إلى زوج من الجسيمات المشحونة – إلكترون ونظيرته المضادة، بوزيترون. ثم يتبع المتتبع الجسيمات من خلال LAT لتحديد اتجاه أشعة غاما الأصلية.

عندما يدخل أشعة غاما LAT، فإنه يصادف طبقات من رقائق معدنية مصنوعة من التنغستين وتحول إلى إلكترون وبوزيترون. يحوي هذا الجسيم على كل الطاقة والزخم تقريباً لأشعة غاما الأصلية، باستثناء كمية صغيرة يتم نقلها إلى نواة التنغستين.

يستمر الإلكترون والبوزيترون من خلال طبقات من التنغستين والسيليكون في جهاز التعقب. في كل مرة ينتقلون عبر طبقة من السيليكون يقومون بإيداع القليل من الطاقة، ويتم ترجمة هذه الطاقة إلى إشارات رقمية. وأخيراً، فإن هذه الجسيمات تودع معظم طاقتها في جهاز كشف كثيف يسمى المسعر، مصنوع من قضبان اليود السيزيوم. يبني الفلكيون صورة لرواسب الطاقة في المتعقب وربطهم بالخطوط.

سيتقارب المساران عبر الكاشف عند النقطة التي تفاعل فيها أشعة غاما أولاً مع LAT، مما يساعدنا في تحديد موضع السماء في المصدر. وعن طريق إضافة الطاقة المسجلة عندما تتحرك الجسيمات من خلال جهاز التتبع والمسعر الحراري، يستطيع علماء الفلك العثور على طاقة أشعة غاما الواردة.

وبطبيعة الحال، تحافظ خوارزميات الكمبيوتر على علامات التبويب على الجسيمات التي تتحرك من خلال جهاز التتبع. وبتحسين هذه الطرق، تمكن علماء فيرمي من تحسين جميع أرصاد LAT لإنتاج مجموعة موسعة من البيانات عالية الجودة تسمى Pass 8. وقد وفرت هذه التغييرات بشكل فعال ترقية رئيسة لقدرات LAT دون الاضطرار إلى مغادرة الأرض. (الشكل 55 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة القلعة

ترمز قلعة نويشفانشتاين الشهيرة بالقرب من فوسن، ألمانيا، إلى مساهمة ألمانيا في بعثة فيرمي. تقوم أداة مراقبة انفجارات أشعة غاما (GBM)، التي تم بناؤها جزئياً في معهد ماكس بلانك للفيزياء خارج الأرض في غارشينج، بمراقبة السماء بسبب اندفاعات مثل أشعة غاما، والتوهجات الشمسية، والمغناطيسية، ومضات أشعة غاما الأرضية من العواصف الرعدية.

انفجارات أشعة غاما (GRBs) هي أكبر انفجارات الكون. وهي تحدث بصورة موجات قصيرة ومكثفة من أشعة غاما تدوم من ثوان إلى دقائق، يتبعها ضوء يتلاشى ببطء، يسمى شفق، يمكن اكتشافه في الراديو والضوء المرئي والأشعة السينية. تتفوق هذه الأحداث لفترة وجيزة على بقية الكون في طاقات أشعة غاما.

انفجارات أشعة غاما تحدث نتيجة لاثنين من الأنواع النادرة جداً من الموت النجمي. فهي تحدث إما نتيجة لدمج اثنين من الآثار النجمية الكثيفة المعروفة باسم النجوم النيوترونية أو بعد انهيار نجم كتلته أكبر بـ 50 مرة من كتلة الشمس. في هذه السيناريوهات، يتم تكوين نجم نيوتروني سريع الدوران أو ثقب أسود.

هذه الأجسام يمكن أن تقذف نفثات الجسيمات إلى الخارج بسرعة تقارب سرعة الضوء. تؤدي موجات الصدم المتصادمة داخل النفثات إلى إطلاق أشعة غاما منخفضة الطاقة، مما يؤدي إلى أول انفجار لأشعة غاما. وعندما تتعطل النفثات في سحب الغاز المحيطة، ينتج التأثير ضوءاً عبر الطيف كالشفق.

تعد GRBs واحدة من أكثر الظواهر قصراً في الفيزياء الفلكية، لذلك فإنها تتخذ إجراءات سريعة لمتابعتها مع المراصد الأخرى على الأرض وفي الفضاء. يكتشف في الأسبوع ما بين 2 و 3 GRBs عبر تلسكوب فيرمي، ويكتشف تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة ألمع وأكثرها حيوية بمعدل واحد أو اثنين في الشهر. إن مجالات الرؤية الواسعة لهذه الأدوات، إلى جانب تغطيتها الواسعة للطاقة، تجعلها أدوات مثالية لدراسة GRBs والتحقق من كيفية تطور النجوم في الكون البعيد. (الشكل 56 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة المسلّة

المسلة عبارة عن نصب مرتفع طويل في نهايته هرم، وقد تم إنشاؤها في مصر القديمة. وهي ترمز إلى إله الشمس، رع، ربما تكون المسلة مستوحاة من عمود الشمس، وهي ظاهرة طبيعية في الغلاف الجوي تنتج عموداً واضحاً من الضوء بالقرب من شروق الشمس وغروبها. ويعد نصب مسلة واشنطن في مبنى الكابيتول الأمريكي أطول مسلة في العالم بالإضافة إلى أطول مبنى حجري يتكون من أكثر من 36000 كتلة حجرية.

وتمثل كوكبة المسلة واشنطن العاصمة وجوارها، حيث توجد عدة مؤسسات مرتبطة بتلسكوب فيرمي. حيث قام مختبر أبحاث البحرية الأمريكية في واشنطن بتصميم وبناء واختبار نظام المسعرات في منطقة التلسكوب الكبير (LAT)، والذي يقيس طاقة الجسيمات دون الذرية الواردة.

كما قام مركز غودارد للطيران الفضائي التابع لناسا في جرينبيلت بولاية ميريلاند بتطوير جهاز الكشف عن مضادات الجسيمات التابع لناسا، والذي يخبر تلسكوب فيرمي عندما يدخل الجهاز جسيم بدلاً من أشعة غاما. ويستضيف غودارد أيضاً مركز دعم علوم تلسكوب فيرمي، الذي يوفر أدوات التحليل للمجتمع العلمي، وأرشيف بيانات تلسكوب فيرمي، ويدير برنامج الباحثين في تلسكوب فيرمي.

يرتبط أصل المسلة مع الشمس أيضاً بعلوم تلسكوب فيرمي. حيث إنّ نجمنا النهاري هو مصدر باهت وثابت لتلسكوب فيرمي من أشعة غاما التي يتم إطلاقها عندما تؤثر جسيمات عالية السرعة تسمى الأشعة الكونية على الشمس. خلال الثورانات المعروفة باسم الشعلات الشمسية، تصبح الشمس مصدر أشعة غاما مشرق لكل أدوات تلسكوب فيرمي.

تصدر الشعلات وغيرها من الأحداث الشمسية أشعة غاما عن طريق تسريع الجسيمات المشحونة، التي تتصادم مع المادة في جو الشمس وسطحها المرئي. وتعطي أبحاث تلسكوب فيرمي الشمسية للعلماء القدرة على إعادة بناء طاقات وأنواع

الجسيمات التي تتفاعل مع الشمس أثناء التوهج، الأمر الذي سيفتح آفاقاً جديدة لفهم سلوك نجمنا المحلي. (الشكل 57 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة التلسكوب الراديوي

تقع الموجات الراديوية وأشعة غاما على طرفي نقيض للطيف الكهرومغناطيسي، ومع ذلك فإن الأرصاد باستخدام هذه الأشكال المختلفة من الضوء تكون مكملة بعمق. ترمز هذه الكوكبة إلى جميع المراصد الراديوية التي تعمل على دعم بعثة تلسكوب فيرمي، بما في ذلك المرفق الوطني للتلسكوب الأسترالي، ومرفق الفلك الراديوي ناكاي Nançay في فرنسا، ومرصد أريسيبو في بورتوريكو، ومرصد راديو وادي أوينز في كاليفورنيا وغيرها الكثير.

تمثل النجوم النابضة والحمراء فئتين لأجرام تكون الأرصاد الراديوية فيها مهمة لعلم تلسكوب فيرمي. النجوم النابضة هي نجوم نيوترونية سريعة الدوران تنبعث منها نبضات من الضوء على مدى واسع من الطاقات. أحياناً يكشف التلسكوب الكبير لمنطقة فيرمي عن مصدر يشتبه في كونه أحد النجوم النابضة، لكن لا توجد بيانات كافية تكشف عن نبضات أشعة غاما دون معرفة أفضل بدورانها.

وتستطيع المراصد الراديوية استهداف هذه المصادر والبحث عن نبضات راديوية. وبمجرد اكتشافها، يتم تأكيد طبيعة الجسم النابض والتعرف على دورانه، مما يسمح للعلماء بتحديد نبضات أشعة غاما. إن الجمع بين بيانات الراديو وأشعة غاما يمكّن من فهم أفضل لكيفية تحويل طاقة الدوران للنجم إلى ضوء.

النجم الزائف المتوهج أو البلازار Blazar هو مجرة نشطة مدعومة من الثقوب السوداء الهائلة. إنها مشرقة بشكل خاص بالنسبة لتلسكوب فيرمي لأنها تطلق نفثات عالية الطاقة من الجسيمات دون الذرية التي تصدر تفاعلاتها أشعة غاما، وقد يصادف أن تشير هذه النفثات بالضبط في اتجاهنا. هذه النفثات تخضع في بعض الأحيان لشعلات أشعة غاما مذهلة، ولكن لا أحد يستطيع التنبؤ عندما يحدث هذا.

يمسح LAT السماء بأكملها كل ثلاث ساعات، ويمكنه التقاط بداية شعلات جديدة بسرعة. وبمجرد أن تندلع شعلة ضوئية، يمكن للمراصد الإشعاعية والضوئية والأشعة السينية أن تستهدف الهدف للحصول على أكبر قدر ممكن من البيانات عبر نطاق واسع من الطاقات. بالإضافة إلى ذلك، تقوم بعض المراصد الراديوية والمرئية بمراقبة الحواجز بانتظام. تساعد هذه المعلومات الفلكيين بشكل أفضل على فهم الحقول المغناطيسية المعقدة في النفثات واستكشاف كيفية تقابل النشاط مع انبعاث أشعة غاما الذي يكتشفه تلسكوب فيرمي. (الشكل 58 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة صاروخ ساتورن-5

تعد هانتسفيل، ألاباما، موطن مركز مارشال لرحلات الفضاء التابع لوكالة ناسا، وجامعة ألاباما في هانتسفيل والفريق المسؤول عن جهاز فيرمي لمراقبة تدفقات أشعة غاما (GBM). يرمز الصاروخ "ساتورن–5" الهائل، الذي مكّن رحلات "أبولو" التابعة لناسا من الوصول إلى القمر، إلى هانتسفيل ومساهمات "مارشال" وفريق (GBM) في نجاح مهمة تلسكوب فيرمي.

يتألف GBM من 14 كاشفاً تقع على جانبي تلسكوب فيرمي. تتيح هذه الكاشفات مراقبة السماء بأكملها غير المحظورة بواسطة الأرض وكذلك الأرض نفسها. يقوم اثنا عشر من أجهزة الكشف بترجمة وتوصيف انبعاثات أشعة غاما عالية الطاقة ومنخفضة الطاقة من مجموعة متنوعة من المصادر قصيرة العمر، بما في ذلك رشقات أشعة غاما، والتوهجات الشمسية، وفجوات مغناطيسية، وحتى ومضات أشعة غاما من العواصف الرعدية للأرض.

أما جهازا الكشف الآخران فهما حساسان لأشعة غاما متوسطة الطاقة ويساعدان تلسكوب فيرمي في تغطيته للطاقة باستخدام تلسكوب المنطقة الكبيرة (LAT)، وهو الأداة الرئيسة لفيرمي. كلا النوعين من كاشفات GBM تتكون من بلورات كثيفة – يوديد الصوديوم أو البزموت – التي تمتص أشعة غاما ثم تصدر ضوءاً مرئياً

يتم اكتشافه بواسطة مستشعرات تحت البلورات. تكون جميع أجهزة الكشف GBM منخفضة الطاقة مائلة في اتجاهات مختلفة قليلاً، الأمر الذي يسمح بتحديد مكان نشأة أشعة غاما في السماء.

عندما يكشف GBM عن ثغرات لأشعة غاما الجديدة، فإنه يقوم تلقائياً بتنبيه العلماء على الأرض، الذين يمكنهم أن يطلبوا من التلسكوبات الأرضية إجراء عمليات متابعة. حوالي مرة واحدة في الشهر، سوف تكتشف GBM انفجاراً مشرقاً فعلاً قد يكون مرشحاً جيداً للكشف عن طاقات أعلى بكثير بواسطة LAT. في هذه الحالات، ستقوم GBM بتوجيه المركبة الفضائية لتلسكوب فيرمي بأكملها لمسح السماء بالكامل بشكل مؤقت والتركيز على الاندفاع خلال الـ 2.5 ساعة القادمة. (الشكل 59 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة قطة شرودنغر

تُصوِّر هذه الكوكبة الصندوق المجهز بسلسلة القطط في مركز تجربة ذهنية شهيرة ابتكرها الفيزيائي النمساوي إيروين شرودنغر في عام 1935م. وهي تصور أن وضع قطة في صندوق معتم إلى جانب جهاز من شأنه أن يطلق السم إذا كان لمسته عشوائياً. ولأن العلماء لا يستطيعون التنبؤ بالوقت الذي يحدث فيه تسرب الإشعاع وموت القطة، فإن الطريقة الوحيدة لمعرفة مصير القطة في أي لحظة من فتح الصندوق. كما هو موضح في ميكانيكا الكم، فإن القطة تكون حية وميتة في الوقت نفسه حتى يتم ملاحظتها. اعتبر شرودنغر هذا "سخيفاً تماماً"، وبدعم من علماء آخرين مثل ألبرت آينشتاين، استخدم هذه التجربة لتحدي التفسير السائد لميكانيكا الكم في ذلك الوقت.

في الوقت الحاضر، تستخدم التأثيرات الكمومية على نطاق واسع في العلوم والتكنولوجيا، بما في ذلك في تلسكوب منطقة فيرمي الكبيرة (LAT). يكشف LAT عن أشعة غاما، وهي أعلى أشكال الضوء. التعبئة أكثر من مليون مرة من طاقة الضوء المرئي، هذه أشعة غاما قادرة على اختراق المواد الصلبة، مثل التنغستين. وهذا يعني

أن التقنيات المستخدمة للأجزاء الأخرى من الطيف الكهرومغناطيسي، والتي تنطوي على انعكاس الضوء أو انحرافه إلى نقطة بؤرية، لا تناسب أشعة غاما.

لذا، فإن LAT من تلسكوب فيرمي يستفيد من ظاهرة تسمى "تحويل الزوج". عندما يتفاعل شعاع غاما المفعم بالحيوية مع أحد لوحات التنغستين داخل LAT، فإنه يتحول إلى إلكترون ونظيره المضادة، وهو البوزيترون. ثم يتتبع LAT الإلكترون لتحديد أي جزء من السماء يأتي منه أشعة غاما الأصلية.

بفضل الميكانيك الكمومي وأشكال الضوء الأكثر تطرفاً في الكون، يزود تلسكوب فيرمي العلماء بمعلومات أساسية حول بعض أقوى الأحداث في الكون. (الشكل 60 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة مركبة ستار تريك

يتم تشغيل محركات السفينة الأكثر شهرة في عالم "ستار تريك"، USS Enterprise، عن طريق إبادة المادة والمادة المضادة، وهي عملية تنتج الطاقة على شكل أشعة غاما. أكثر من نصف مصادر أشعة غاما التي صاغتها بعثة تلسكوب فيرمي تأتي من نوع مختلف من الثقوب السوداء ذات المحرك الهائل في قلوب المجرات البعيدة.

معظم المجرات الكبيرة تؤوي ثقوب سوداء؛ ذلك الوحش الذي يفوق بملايين مليارات المرات نجمنا الشمس. عندما تهبط المادة نحو ثقب أسود فائق الكتلة، فإن مركز المجرة المضيفة ينبعث منه الضوء أكثر من المعتاد، وقد يشتعل بشكل غير متوقع. يقول علماء الفلك إن هذه المجرات تمتلك نواة مجرية نشطة، أو AGN باختصار.

يرى فيرمي الكون بأشعة غاما، وهي أكثر أشكال الطاقة حيوية. في السنوات الأربع الأولى، وجد فيرمي أكثر من 1500 مصدر لأشعة غاما AGN، ولا يزال يجد المزيد.

يعمل الثقب الأسود الفائق الدوران في مركز AGN مثل المحرك الذي يحول

طاقة الجاذبية للمادة المتساقطة نحو الثقب الأسود إلى أشكال أخرى من الطاقة مثل الضوء. يتم ضغط الغاز المتساقط باتجاه الثقب الأسود ويتم تسخينه إلى ملايين الدرجات ويضيء بشكل ساطع بالقرب من الثقب الأسود. يمكن للحقول المغناطيسية القوية، جنباً إلى جنب مع دوران الثقب الأسود، تسريع بعض هذه الجسيمات المشحونة إلى سرعات تقترب من سرعة الضوء.

تسارع الجسيمات بالقرب من أفق الحدث في الثقب الأسود، نقطة اللاعودة، يمكن أن تهرب على طول محور الدوران في الثقب الأسود، لتشكل زوجاً من الجسيمات تتحرك في اتجاهين متعاكسين. من خلال العمل مع البعثات الأخرى، أظهر تلسكوب فيرمي أن أسرع النفثات هي الأفضل في إنتاج أشعة غاما.

عندما تصطدم الجسيمات سريعة الحركة بضوء منخفض الطاقة، فإنها يمكن أن تنقل الطاقة إليها وتزيدها إلى طاقات أشعة غاما. في السنوات القادمة، يأمل علماء تلسكوب فيرمي في تحديد أنواع الجسيمات المسؤولة عن هذه النفثات – وهي أخف مثل الإلكترونات والبوزيترونات، أو الجسيمات الأثقل مثل البروتونات ، أو المزيج من بينهما.

توضح بيانات فيرمي كيف يمكن أن يختلف سطوع أشعة غاما في AGN. في 14 يونيو/ حزيران 2015، زاد معدل النبض AGN المسمى 3C 279 بمقدار 10 مرات على مدار بضع ساعات. ترتبط هذه التغييرات السريعة بـ "البلازارات"، وهو نوع من AGN حيث يحدث أحد الجسيمات النقطية بشكل مباشر تقريباً نحونا. هذا الاتجاه، جنبا إلى جنب مع الحركات ذات السرعة القريبة من الضوء في النفثة، يضاعف سطوع الكائن وتغيره، مما يساعد علماء الفلك على استكشاف عمل محركه المركزي. (الشكل 61 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة تارديس

في قصة الدكتور (هو) سيد الوقت ينتقل عبر الزمان والمكان على متن السفينة المعروفة باسم تارديس TARDIS (اختصار للوقت والبعد النسبي في

الفضاء). بفضل حلبة الحرباء المكسورة، ظهرت تارديس في صندوق شرطة لندن من الستينيات، وبفضل تقنيته المتقدمة، يصبح أكبر من الداخل.

في عالمنا، لا يستطيع علماء الفلك السفر إلى الماضي، لكنهم يستطيعون النظر فيه عن طريق دراسة الضوء من الأجسام البعيدة. كلما نظرنا أبعد، استغرق الضوء وقتاً أطول للوصول إلينا، لذلك فإن دراسة الأجسام على مسافات مختلفة تسمح للعلماء الفلكيين بتجميع تاريخ الكون وتطوره.

كما يبحث العلماء عن آليات تتحدى، مثل تارديس، قوانين الفيزياء المعروفة. من خلال البحث عن ثغرات في النظريات الحالية، يأمل العلماء في توسيع وتحسين فهمهم للكون. بعض العلماء يبحثون عن انتهاك لمبدأ لورنتز الثابت، وأشعة غاما التي اكتشفها فيرمي توفر وسيلة واحدة للقيام بذلك. ويوضح مبدأ لورنتز الثابت أن نتيجة القياس لا تعتمد على سرعة تحرك الجسم أو مكانه في الفضاء. هذا المفهوم هو محور النظريات العلمية الرئيسة، مثل نظرية آينشتاين في النسبية. وتأخذ عمليات البحث الحديثة عن انتهاك مبدأ لورنتز الثابت (LIV) أشكالاً متعددة، أحدها يقيس سرعة الضوء من الأجزاء البعيدة من الكون.

ترتبط الانفجارات الكونية الشديدة التي تسمى بانفجارات أشعة غاما (GRBs) بميلاد ثقوب سوداء جديدة وتحدث في المتوسط مرة واحدة في اليوم في مكان ما في الكون. عادة ما يستغرق الضوء من GRBs مليار سنة أو أكثر للوصول إلينا. تنبأ آينشتاين – وتبين التجارب – أن الضوء ينتقل بسرعة ثابتة ، لذا يجب أن يصل كل الضوء الصادر من الانفجار الأولي لـ GRB في الوقت نفسه حتى بعد مرور مليارات السنين الضوئية.

تتنبأ بعض النظريات الفيزيائية بأن الضوء ذو الطاقة الأعلى يتحرك أبطأ قليلاً من الضوء ذو الطاقة الأقل، مما ينتهك مبدأ لورنتز الثابت. تعد مجموعات GRBs أدوات رئيسة لاختبار هذه النظريات لأن نبضها الأولي من أشعة غاما يحدث في نفس الوقت، لذا فإن جميع الفوتونات التي وصلت إلينا قد قطعت المسافة نفسه. ولأن GRBs بعيدة جداً، فإنه يوفر تحقيقاً حساساً لأي اختلافات في أوقات الوصول عبر طاقات مختلفة.

في إحدى الحالات، قام العلماء بدراسة اثنين من أشعة غاما اكتشفها فيرمي من حدث يدعى GRB 090510، وقد سافر الفوتونان، أحدهما يحمل طاقة أكثر بمليون مرة من الآخر، أكثر من 7,3 مليار سنة ضوئية قبل الوصول إلى التلسكوب. على الرغم من هذه المسافة الهائلة، وصل الفوتونان في الوقت نفسه تقريباً، مما يعني أن أي خرق لقانون لورنتز يجب أن يكون صغيراً للغاية. يواصل العلماء اختبار نظريات LIV الجديدة باستخدام بيانات تلسكوب فيرمي. (الشكل 62 – ملحق الصور والأشكال).

كوكبة سفينة فاسا

تعد السفينة "فاسا"، وهي سفينة سويدية، السفينة الوحيدة في العالم التي تم الحفاظ عليها منذ القرن السابع عشر. غرقت فاسا خلال رحلتها الأولى في 10 أغسطس/ آب عام 1628م، ونسي أمرها إلى حد كبير. بعد ثلاثة قرون، كانت فاسا تقع في ممر شحن خارج ميناء ستوكهولم مباشرة. تمّ إنقاذ فاسا في عام 1961 بشكل كبير، وأصبحت اليوم من بين أشهر مناطق الجذب السياحي في السويد.

ترمز هذه الكوكبة إلى مساهمات علماء الفلك السويديين في المعهد الملكي للتكنولوجيا في ستوكهولم، والذين ساعدوا في بناء مقياس فيرمي للحرارة، الذي يقيس طاقات الجسيمات التي تتحرك عبر تلسكوب المنطقة الكبيرة (LAT).

يتكون LAT من ثلاثة عناصر. يحدد "كاشف مضادات الكارثة" ما إذا كان الجسيم المشحون قد دخل إلى LAT حتى يعرف علماء الفلك أي من الأحداث المتعقبة تنتج عن الجسيمات والتي تسببها أشعة غاما. يأتي بعد ذلك مرحلة التعقب، والتي تتألف من طبقات متناوبة من السيليكون ورقائق التنغستين.

عندما تضرب أشعة غاما نواة التنغستين، فإنها تتحول إلى جسيمين من المادة، أي إلكترون ومكافئه من المادة المضادة وهو البوزيترون. تحافظ شرائط السيليكون الموجودة في جهاز التتبع على علامات الجدولة على الجسيمات أثناء انتقالها عبر

LAT، وتسجل مساراتها بحيث يمكن للأداة تحديد المكان الذي تأتي منه أشعة غاما الأصلية في السماء.

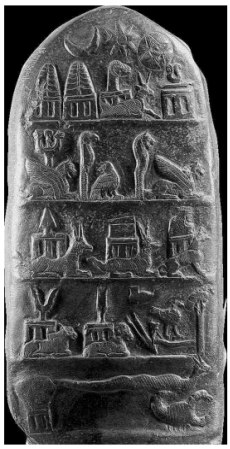
ومن أجل تحديد الطاقة الكلية لأشعة غاما الواردة، يجب إيقاف الجسيمات التي تنتجها بطريقة ما. وبالتالي فإن المسعر الحراري مصنوع من يوديد السيزيوم، وهو مادة تحوي على حوالي 40 في المئة من كثافة الرصاص الذي يصدر الضوء كلما مر الجسيم المشحون عبره.

استجابة للجسيمات الواردة، يصدر يوديد السيزيوم طولاً موجياً محدداً للضوء الذي تلتقطه أجهزة الكشف وتتحول إلى إشارات رقمية. من خلال قياس إجمالي الضوء المنبعث مع تباطؤ الجسيمات، يحدد المسعر الطاقة الكلية للجسيمات الأصلية، والتي هي أيضاً طاقة أشعة غاما الأصلية.

قد يبدو هذا معقداً، وهو كذلك فعلاً. ولكن من خلال الجمع بين كل هذه المعلومات، أنتجت LAT فيرمي أكثر العروض حساسية وأعلى دقة في سماء أشعة غاما على الإطلاق. (الشكل 63 – ملحق الصور والأشكال).

ملحق الصور والأشكال

الشكل 1: فسّر عالم الآثار رابينغلويك النقوش على أنها خريطة للنجوم، وقد تكون الشقوق المنحوتة على جانبيه وظهره تقويم للحمل يحدد متى ستلد المرأة[1].



الشكل 3: رقيم بابلي كودورو (حوالي القرن 12 ق.م) من سوسة، وهو محفوظ في متحف اللوفر بباريس. تتوزع على هذا الرقيم صور بعض الكوكبات النجمية (لاحظ في الأسفل العقرب والحية وفي الأعلى الشمس والقمر)، إضافة لرموز الآلهة إنو وإنليل وإيا[2].

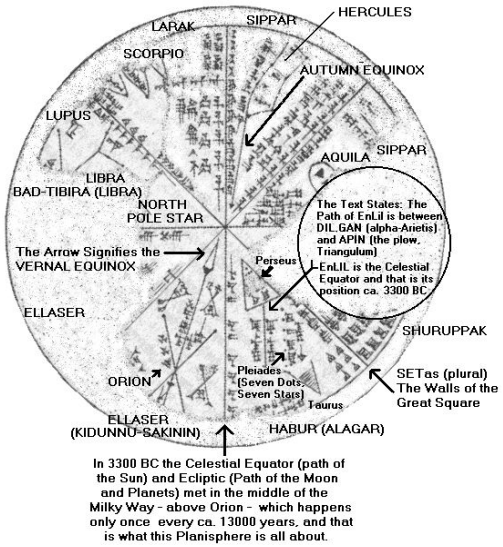
الشكل 2: قرص سماء نيبرا هو قرص برونزي يبلغ قطره حوالي 30 سنتيمتراً ووزنه 2.2 كيلوغرام يعلوه صدأ النحاس (أزرق مخضّر) وهو مرصع برموز ذهبية تفسر بأنها الشمس أو القمر الكامل، والهلال القمري، والنجوم (بما في ذلك مجموعة تفسر على أنها الثريا). ثم تم إضافة اثنين من الأقواس الذهبية على طول الجانبين، بين الانقلابين الصيفي والشتوي، في وقت لاحق. إضافة أخرى هي قوس آخر في الجزء السفلي محاط بضربات متعددة (ربما كان سفينة شمسية مع العديد من المجاذيف، مثل درب التبانة، أو قوس قزح)[3].

---

(1) مصدر الصورة والتعليق:
http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/2679675.stm

(2) مصدر الصورة والتعليق:
Magli, Giulio, Mysteries and Discoveries of Archaeoastronomy from Giza to Easter Island, Praxis Publishing Ltd., Copernicus Books, Springer, New York, 2009, p.102.

(3) مصدر الصورة: State Museum of Prehistory Halle, Nebra Sky Disc. Recto

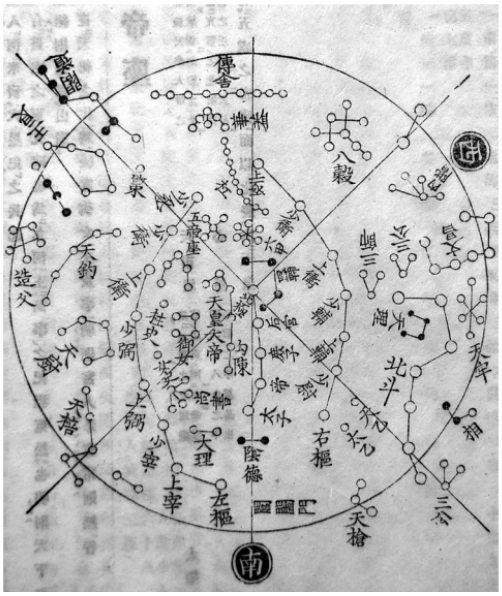


الشكل 4: إضافة لكونها خريطة لبعض الكوكبات السماوية؛ فإن هذا اللوح يشير إلى وجود الكويكب بيلغ قطره أكثر من كيلومتر واحد وأن المدار الأصلي حول الشمس كان من نوع أتين. ومع أن حوالي أربعين بالمائة من نقوش اللوحة قد تم محوها من اللوح، فإن نصف الرموز التي لا تزال مرئية تتحدث بالفعل عن الكويكب بينما يصف النصف الآخر مواقع الأبراج السماوية. رقم هذا اللوح الطيني هو K8538، وهو موجود في المتحف البريطاني، وأبعاده: القطر: 14.1 سنتيمتر، السماكة: 3.2 سنتيمتر[1].

الشكل 5: خريطة نجوم دونهوانغ Dunhuang Star Map هي تمثيل تخطيطي للنجوم وضعه الفلكيون الصينيون القدماء . وتعود الخريطة إلى حقبة سلالة تانغ (616-907)[2].

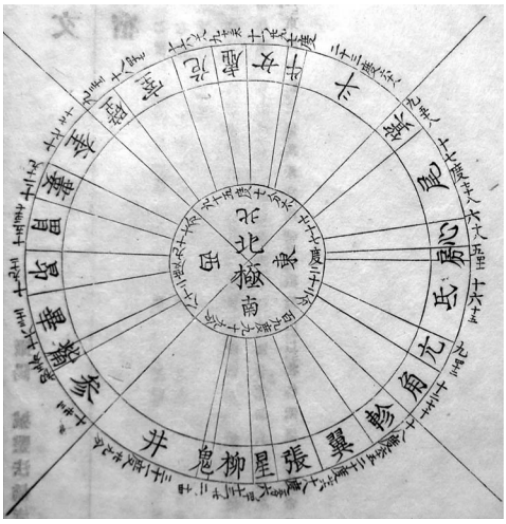
(1) مصدر الصورتين:
/httpindulgy.com , https://www.pinterest.ru/pin/523754631648008947
(2) مصدر الصورة: https://www.bl.uk/collection-items/chinese-star-chart
مصدر التعليق: Grand Encyclopedia UNIVERSE, Macaw Books LLC, India, 2010, p 87.

الشكل 6: قسم الصينيون المنطقة البروجية من السماء إلى أربعة أرباع، كما هو مبين في اليمين، حيث إن كل ربع يسيطر عليه مخلوق أو أكثر. ارتبط كل ربع مع نقطة أساسية من البوصلة ومع موسم، وأعطيت كل اسم مخلوق أسطوري. ومن المحير أن هناك أكثر من ترجمة ممكنة لعدة أسماء، لأنها قديمة جداً والمعاني الأصلية غير مؤكدة الآن. كل ربع يحوي على 7 من 28 شيو، أو القصور القمرية[1].

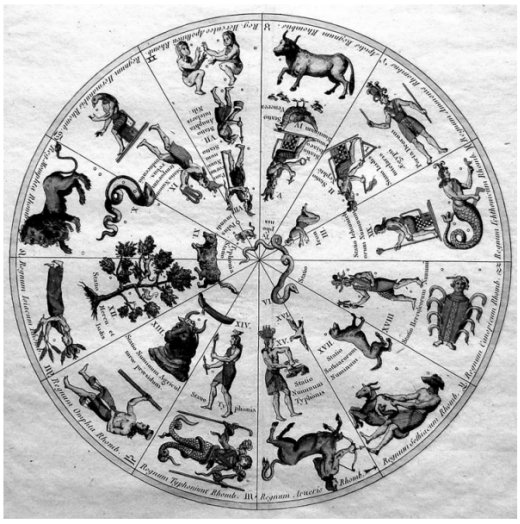


الشكل 7: المجموعات النجمية القطبية الدائرية الصينية، من طبعة تعود لعام 1901م لكتاب مكتوب أولًا باليابانية في عام 1712م لمؤلفه تيراشيما رويان TEERASHIAM ROYAN، عالم الطبيعة والفيزيائي في قلعة أوساكا OSAKA CASTLE. عنوان الكتاب WAKAN SANSAI ZUE، يذكر بأن هذا هي صورة الكتاب الياباني / الصيني للسماء والأرض والإنسان. تبنى اليابانيون المشهد الصيني للسماء. قياس 26,2 × 17,5 سنتيمتر. نلاحظ السلسلتين العموديتين، اللتين مثلتا الجدران حول النطاق الممنوع الأرجواني، والدب الأكبر خلف الجدار اليميني، والذي شاهده الصينيون على أن المنجل أو المحراث[2].

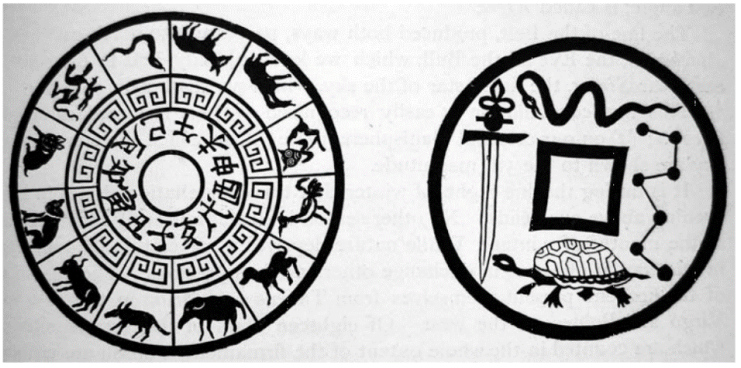
(1) مصدر الصورة والتعليق: http://idp.bl.uk/education/astronomy/sky.html
(2) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 21.



الشكل 8: خريطة لـ 28 منزلاً قمرياً صيني، من طبعة عام 1901 لكتاب رويان وكان ساسنيز زيو، ونلاحظ أن منطقة السماء تمثلها كل مجموعة نجمية كانت مختلفة في الحجم، كان منظمة في أربعة «أماكن» ذات حجم متساوي لسبعة منازل، علمتها خطوط متقاطعة[1].

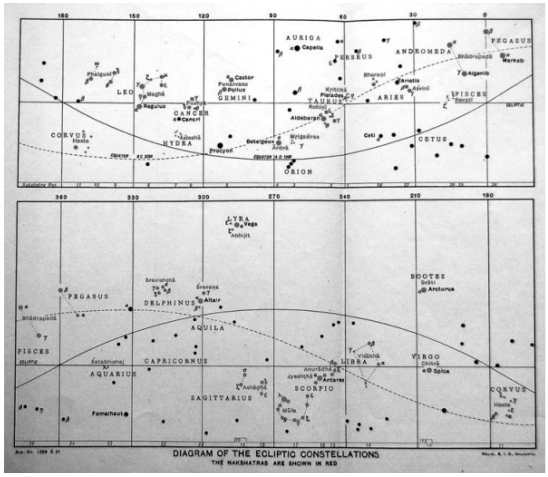


الشكل 10: نصف كرة سماوية مصرية تمثل السماء المصرية وفقاً إلى كيرشير أثينيوس Athanasius Kricher، من مصور «أصل كل الأفكار الدينية العالمية» 1795م. نلاحظ المزيج اللغوي الثقافي للصور البرجية الشرقية والغربية حول المحيط الخارجي والمجموعات النجمية الغربية التقليدية في المركز[2].



الشكل 9: المجموعات الصينية النجمية لدائرة البروج (يسار)، من طبعة فلاماريون الأمريكية (علم الفلك الشعبي) 1894م نلاحظ أن الرسوم مختلفة عن رسوم اليونانيين تلك وتتضمن جرذاً وثوراً ونمراً وأرنباً وتنيناً وأفعى وحصاناً وخاروفاً وقرداً وديكاً وكلباً وخنزيراً. إلى اليمين رسم لنموذج صيني قديم مع الدب الأكبر محفور[3].

(1) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 22.
(2) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 36.
(3) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 26.

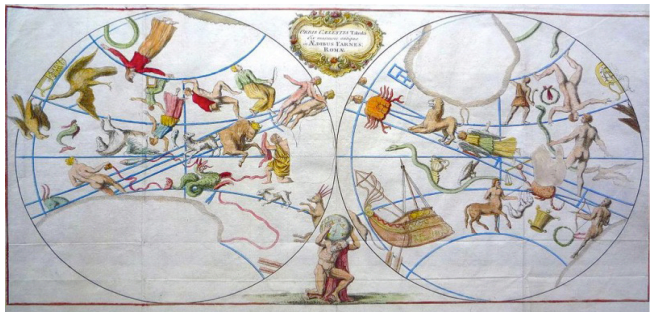


الشكل 11: مجموعات ناكاساتراس النجمية من الأسطورة الفيدية، من «مذكرات كاي Kaye عن الاستطلاع الفلكي في الهند». «علم الفلك الهندي المنشور في كولكتا في 1924م. ونلاحظ أنها تتضمن كِلا المجموعتين النجميتين والنجوم الفردية، حيث بعضها مألوف (مثل: الثريا Pleiades؛ ونجم السِّماك الرَّامح Arcturus)[1].

الشكل 12: المجموعات النجمية، من 1894 طبعة فلاماريون Flammarion «علم الفلك الشعبي». نلاحظ بأن الأشكال مرسومة باستخدام المنظور الهندي. تمثل المجموعات النجمية دائرة البروج، والمجموعات النجمية الأخرى الداخلية تمثل الشمس والكواكب، والقمر ونقاط صعوده وهبوطه[2].

الشكل 13: أطلس فارنيز وهو يحمل كرة سماوية نحتت عليها صور 41 كوكبة نجمية من أصل 48. يرتكز هذا الأطلس بشكل رئيس على فهرس هيبارخوس النجمي. يوجد هذا التمثال الرخامي الذي يعود للفترة الهلنستية في متحف نابولي الوطني للآثار في إيطاليا. ارتفاعه (2.1 متر)، وقطر الكرة التي يحملها (65 سنتيمتر)، وهو يعود إلى عام 150 م[3].

(1) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 40 .
(2) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 40.
(3) مصدر الصورة:
Stevenson, Edward Luther, Terrestrial and celestial globes, New Haven : Published for the Hispanic Society of America by the Yale University Press, 1921, p. 15.



الشكل 14: إسقاط مستوي لصور الكوكبات التي توجد على كرة أطلس فارنيز. رسمها الفلكي الإنكليزي مارتن فولكيس (توفي 1754م) Martin Folkes[1].

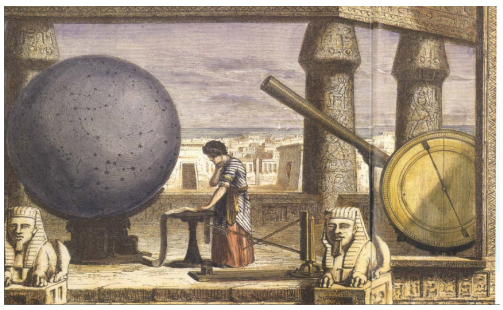
الشكل 15: نلاحظ من صور الكوكبات المرسومة في كتاب أراتوس (الظاهرات Phaenomena) أنها كانت-من الناحية الفنية-تستخدم النص مدموجاً مع رسم الكوكبة ليتحدث عن نجومها. وقد كان لديه كوكبة تسمى كوكبة الرؤوس الخمسة التي تعبر عن الثريا، وقد قدم لنا ربما أول خريطة نجمية تجمع بين الكوكبات على خطوط العرض السماوية فقط[2].

(1) مصدر الصورة والتعليق:
Duke, Dennis W., Analysis of the Farnese Globe, Florida State University, Journal for the History of Astronomy, February 2006, p.14.

(2) مصدر الصور:

الشكل 16: كوكبة الجبار كما تم تصويرها في كتاب عمل جيرمانيوكوس (ليدن أراتيا)[1].

الشكل 17: أعيد إحياء كتاب هيغينوس بطباعته في القرن 15م باللغة اللاتينية وبشكل ملون للصور النجمية[2].



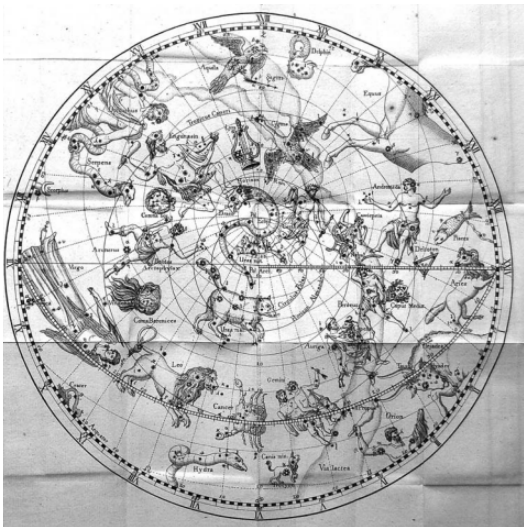
الشكل 18: رسم تخيلي يعود للقرن 19م، يصور بطليموس في مرصده وهو في الإسكندرية وأمامه كرة سماوية كبيرة تتوزع عليها الكوكبات النجمية، فهذه الأداة كان لا غنى عنها في أي مرصد[3].

---

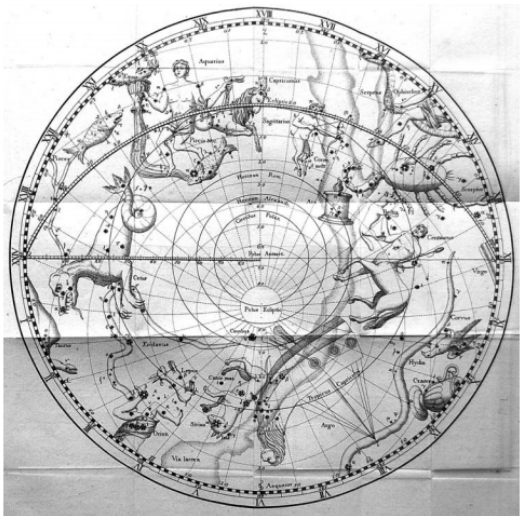
(1) مصدر الصورة: https://:Aratea_Leiden/wiki/org.wikipedia.en
http://www.bl.uk/catalogues/illuminatedmanuscripts/record.asp?MSID=6561

(2) مصدر الصور:
http://lhldigital.lindahall.org/cdm/compoundobject/collection/astro_atlas/id/629/show/558

(3) مصدر الصورة:
Donsbach, Margaret, The Scholar's Supernova, Saudi Aramco World, July/ August, 2006, p.41



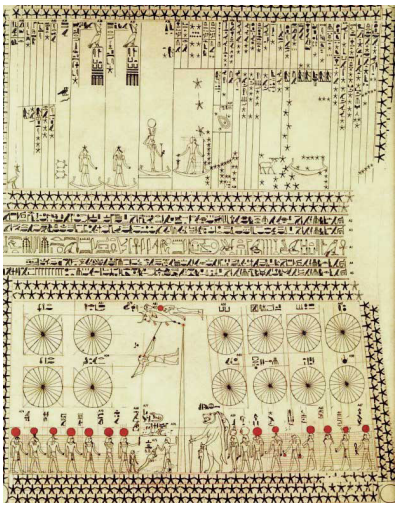
الشكل 19: صفحة تبين نصف الكرة الشمالي متمركزة حول القطب الإهليليجي الشمالي، مأخوذة عن مصور (مجموعة إراتوسثينيس النجمية) 1795م. الدائرة بقطر 24,6 سم. نلاحظ المجموعات النجمية اليونانية القديمة طبقاً لهذا المصدر(1).



الشكل 20: صفحة يبين نصف الكرة السماوية الجنوبية متمركزة حول القطب الإهليليجي الجنوبي، وهي مأخوذة عن شوبوباخ (مجموعة إراتوثينيس النجمية) 1795م. الدائرة بقطر 24,6 سم. نلاحظ بأن المجموعات النجمية اليونانية التقليدية طبقاً لهذا المصدر والمنطقة الفارغة حول القطب التي تمثل السماء أسفل أفق روما والإسكندرية(2).

(1) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 112.
(2) مصدر الصورة والتعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 113.

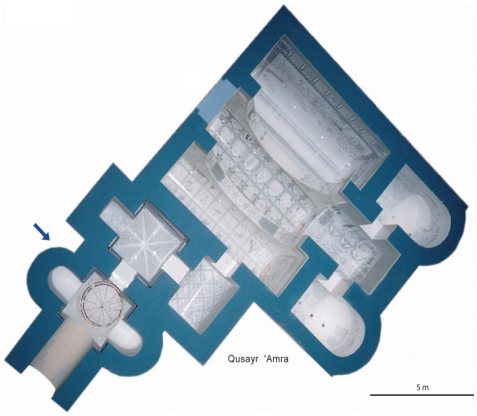
الشكل 21: تتوزع صور الأبراج العبرية المأخوذة من الثقافة اليونانية والبابلية وهي متوضعة حول الشمس[1].



الشكل 22: خريطة سماوية لسقف في مقبرة «سنيموت» من الأسرة الثامنة عشر، وهي تبين الاثني عشر شهراً للسنة (الدوائر في الجزء السفلي)، وتوضح كذلك دورات القمر، والآلهة المقدسة في مصر القديمة. كما رُسم على الخريطة النجوم الرئيسة اللامعة: الشعرى والجبار والدب الأكبر والتنين. الجزء العلوي من اللوحة مخصص لكوكبات السماء الجنوبية، أما الجزء السفلي فهو مخصص لكوكبات السماء الشمالية[2].

الشكل 23: صورة لسقف معبد دندرة Dendera تتوزع عليه صور تشتمل على ربة السماء (نوت) الأبراج، وتعود دائرة البروج هذه إلى العصر اليوناني – الروماني، وتحوي على صور من برجي الثور والميزان. ونلاحظ المجموعات النجمية التقليدية في المركز؛ وفرس النهر (المنطقة حول التنين) وفخذ الثور (الدب الأكبر). هذه محاطة بأشكال تمثل دائرة البروج اليونانية والكواكب (مصورة كآلهات ممسكة بأعمدة). على حلقة الدائرة هنالك أشكال تمثل 36 ديكناً[3].

(1) مصدر الصورة: https://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sjewcale.htm
(2) مصدر الصورة: https://www.metmuseum.org/art/collection
(3) مصدر الصورة:
http//:fusionanomaly.net/denderazodiac.jpg
أما مصدر التعليق: Kanas, Nick, Star Maps, p. 36.



الشكل 24 أ: نموذج مصغّر لقصر عمرة (يشير السهم إلى موقع الحمام الساخن الذي تعلوه القبة الفلكية) الذي يتميز بهندسته وهو مصمم على هيئة الحمامات الرومانية بشكلها ومكوناتها التي تسمى كالداريوم caldarium، حيث إنها تحوي على مغطس ماء ساخن[1].

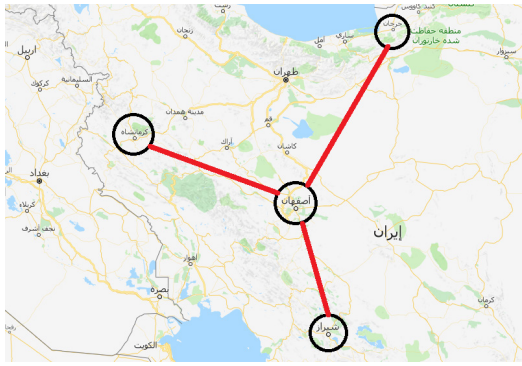
الشكل 24 ب: قبة الحمام الفلكية[2] كما تم تصويرها من الأسفل نهاراً تدلّ على معرفة سكان المنطقة من العرب أو غيرهم بالكوكبات النجمية الشمالية والجنوبية وصورها قبل أن يوثّقها الصوفي في كتابه (صور الكواكب) بالرصد والرسم. للأسف أصاب هذه القبة تلف كبير لم نتمكن معرفة أو عد كل الكوكبات النجمية التي رسمها ذلك الشخص المجهول. وتعتبر هذه القبة الإسلامية الوحيدة المتبقية من الخرائط النجمية حتى اليوم.

الشكل 24 ج: ما يميز هذه القبة هو وجود شبكة خطوط الطول والعرض السماوية (5 خطوط عرض و 12 خط طول قمنا برسمها على الصورة باللون الأبيض)، وذلك بهدف ضبط مواقع الكوكبات في أماكنها، إلا أنه مع ذلك لم يرسم الرسام الكوكبات في مواقعها الصحيحة. إذ نجد أنه رسم الدب الأكبر (على اليمين داخل الدائرة الحمراء) ورأسه نحو نجم القطب بينما يجب أن يكون ظهره لنجم القطب. وهذا يعني أن الهدف من هذه اللوحة هو فني وليس علمي أو تعليمي.

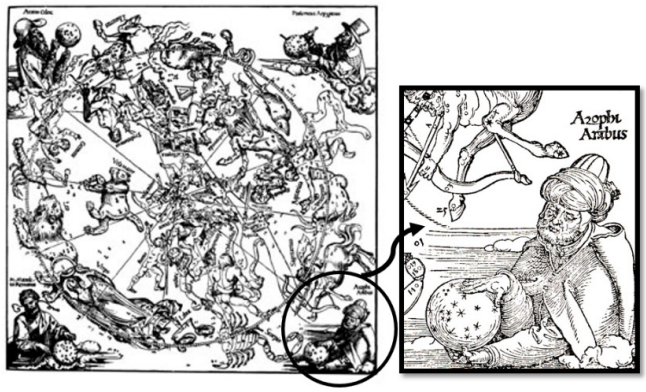
(1) مصدر الصورة:
Vlbert-Guigue, Claude, les OmeyyadeS et l'art de la Peinture mural, Les Annales Archéologiques Arabes syriennes, Vol. XLIX-L, RéPUBLIQUE ARABE SYRIENNE, Damas, 20062007-,p. 167.

(2) مصدر الصورة:
.Vlbert-Guigue, Claude, les OmeyyadeS et l'art de la Peinture mural, p. 167

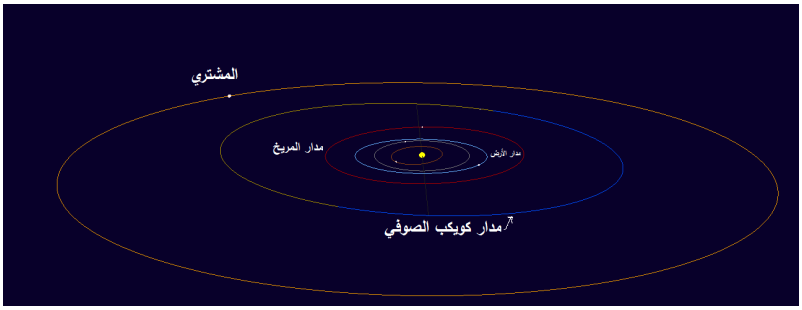
ملحق الصور والأشكال



الشكل 25: خريطة توضح تنقلات الصوفي بين شيراز وأصفهان وجرجان وكرمنشاه، وكلها مدن تقع في بلاد فارس. المسافة بين كل من شيراز وكرمانشاه وجرجان تزيد عن 1000 كيلومتر، استغرقت منه مشياً أو بالاستعانة بحصان (200 ساعة=9 أيام). أما المسافة بين شيراز وأصفهان فهي أكثر من 480 كيلومتر فقد استغرقت منه مشياً (92 ساعة = 4 أيام). وهي مسافات كبيرة قطعها الصوفي في عصره[1].

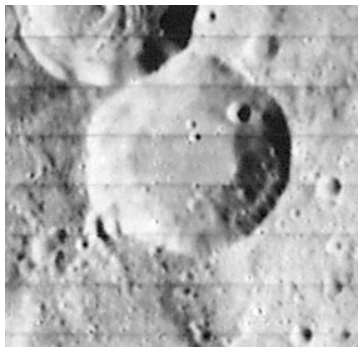


الشكل 26 أ: جزء من خريطة نجمية لألبرشت دورر A. Durer عام 1515م محفورة على الخشب للكوكبات الشمالية وهي تصور عبد الرحمن الصوفي ممسكاً بكرة سماوية عليها نجوم. تدل الصورة على المكانة التي كان يحظى بها عند علماء الفلك الأوروبيون الذين أطلقوا عليه اسم (أزوفي أرابوس) Azophi Arabus[2].



الشكل 26 ب: اكتشف كويكب الصوفي ‹Alsufi 12621› (P-L 6585) في 24 سبتمبر/ أيلول عام 1960م من قبل فان هوتن وفان هوتن-غرينيفيلد على لوحات بالومار شميدت التي صوّرها جيهرلز[3]. ونلاحظ على الرسم أن مدار كويكب الصوفي يقع بين المريخ والمشتري، ويشير اللون (الأصفر / الأزرق) إلى المستوى الذي يكون فيه المستوى المداري للكويكب (أعلى / أسفل) مستوى كسوف الشمس على التوالي[4].

(1) مصدر الخريطة والمعلومات المتعلقة بالمشي مع إجراء تعديل عليها: https://www.google.com/maps
(2) مصدر الصورة والتعليق:
http://www.staff.science.uu.nl/~gent0113/alsufi/alsufi_biography.htm
(3) https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=12621
(4) مصدر الصورة: http://www.minorplanetcenter.net



الشكل 26 ج: تعتبر حفرة الصوفي على القمر حفرة صدمية تقع على سطح القمر غير المرئي. يبلغ قطرها 47 كيلومتر وعمقها 3,7 كيلومتر. سميت باسم عبد الرحمن الصوفي تمجيدا لذكراه. وقد أطلق اسمه على هذه الحفرة جيوفاني ريتشيولي، الذي أصبح نظام تسمياته موحداً عام 1651م[1].

الشكل 26 د: احتفل محرك البحث غوغل عام 2016 بالذكرى 1113 لمولد عبد الرحمن الصوفي، ونلاحظ كيف أخذ صورتين لكوكبة السرطان من كتابه (صور الكواكب) لتحل محل حرف (O)[2].

الشكل 26 هـ: طوابع صومالية عليها صور لأربعة أبراج مأخوذة من مخطوطة كتاب (صور الكواكب) المعروفة باسم مارش 144، المحفوظة في مكتبة بودليان في أكسفورد. ومن الواضح أن الرسوم التوضيحية أعيد رسمها من تلك الموجودة في المخطوطة. وهي تضم النسر (4 شلن)؛ الثور (11 شلن)؛ الحمل (12 شلن)؛ والجبار (13 شلن)[3].

(1) مصدر الصورة والتعليق: (en.wikipedia.org/wiki/Azophi_(crater
(2) مصدر الصورة: http://english.ahram.org.eg
(3) مصدر الصورة والتعليق: http://www.ianridpath.com/startales/alsufi.htm

ملحق الصور والأشكال

الشكل 27: مجموعة من صور الكوكبات كما تم رسمها في كتاب الصوفي

الشكل 28: التقسيمات الفنية العامة المتبعة في الصفحات المصوّرة من كتاب (صور الكواكب) للصوفي. وهي بمثابة دليل مرشد للقارئ لدى تتبعه كل الصور في الكتاب.

الشكل 29: صورة المرأة المسلسلة نلاحظ في صورة المرأة المسلسلة أن الرسام قد صنع قوائم على هيئة رؤوس أسد تعلوها زخارف منمقة. ويبدو أن الرسام كان يعرف ماذا يرسم، ويضفي عليها المزيد من اللمسات الفنية. وربما كان الكرسي الذي تجلس عليه مما هو شائع في عصره أو من مخيلته. ولا شك بأن صورة الكرسي كانت تختلف من مخطوطة لأخرى ومن قرن لآخر.

الشكل 30: صورة الكلب الأكبر نلاحظ أن الرسام يحاول أن يبين لنا أن الصورة هي لكلب مكسو بالشعر، وله مخالب في قوائمه الأربعة، كما أنه أبرز أنيابه ولسانه وكأنه يلهث.

B A

الشكل 31: تشبه صورة الأجنحة في كوكبة الفرس الأعظم (في الأعلى) صورة العنقاء أو سمروخ[1] Simurgh (في الأسفل)، وهو مخلوق من الأساطير الزرادشتية الذي له رأس كلب يمد لسانه وكفي أسد وذيل طاووس[2].

(1) اشتهر أمر هذا الطائر على يد الشاعر الخراساني الشهير فريد الدين العطار في ملحمته الشعرية «منطق الطير» التي اقتبس عنوانها من القرآن الكريم. فقد جعل «السيمرّوخ» إلـه للطير، وتصور أن ألوفاً مؤلفة من مختلف الطيور تسعى إليه في رحلة طويلة متعبة محفوفة بكثير من المخاطر والشهوات، فلا يصل إلى حضرة أعتابه العلية إلا ثلاثون منهم.

(2) مصدر الصورة B:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sassanid_silver_plate_by_Nickmard_Khoey.jpg

الشكل 32: قد يكون الرسام استلهم من صورة التنين الصيني (في الأسفل) رسم صورة قيطس (في الأعلى)[1].

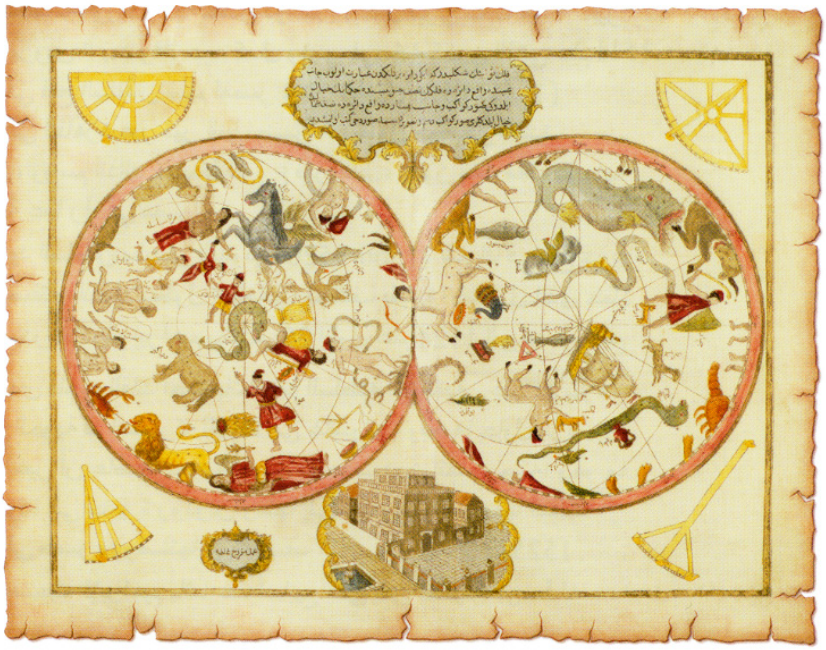
الشكل 33: صورة الباطية

(1) مصدر الصورة B: https://www.sanook.com/home/6977

الشكل 34: من صور الكوكبات التي ظهرت في كتاب (عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات)

الشكل 35: من صور الكوكبات التي رسمها الأصفهاني بنفسه في كتابه (البلهان)

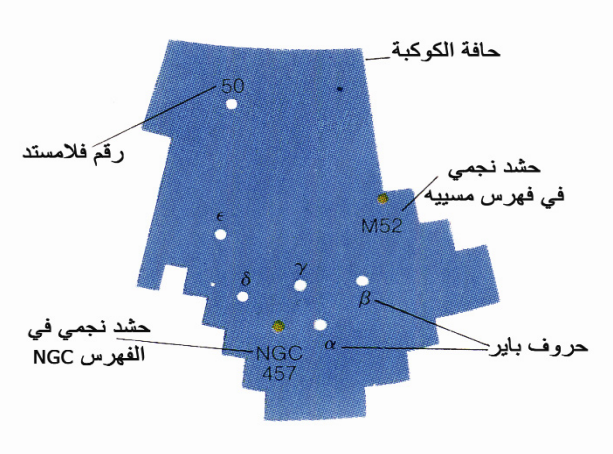
الشكل 36: إحدى الصور التي رسمها الدشتقي في كتابه (التقرير)



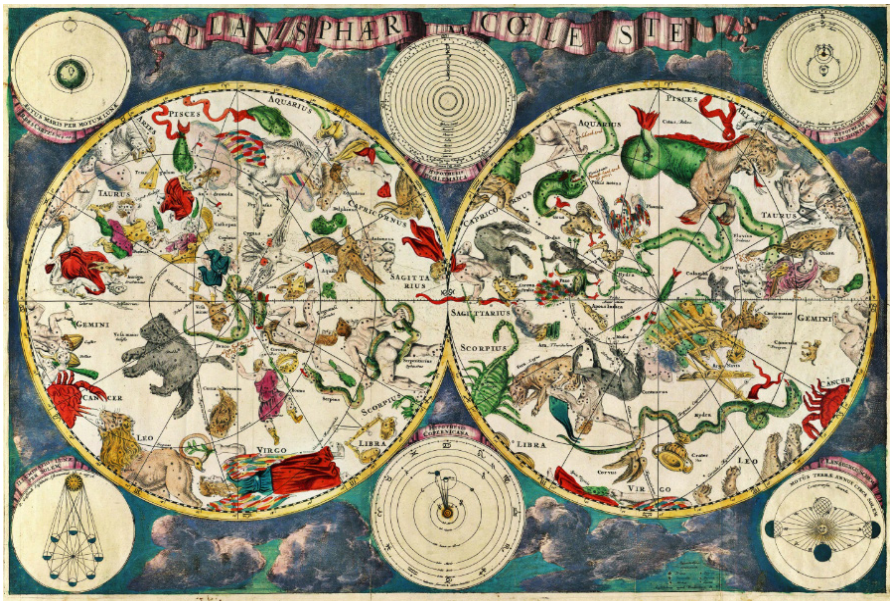
الشكل 37: خريطة نجومية لحاجي خليفة كاتب جلبي (صدرت عن مطبعة إبراهيم متفرق عام 1732م)، ونلاحظ أن الدب الأصغر (القسم الأيسر من اللوحة)، أول وأشهر كوكبة شمالية غير موجودة في خريطته لسبب غير معروف. كما نلاحظ أنه وضع صوراً لأربع آلات رصدية في زوايا الخريطة، مع صورة لمبنى في الأسفل، قد يكون مرصداً فلكياً أو قصراً[1].

(1) مصدر الصورة: دليل معرض خرائط «الرؤية العثمانية على العالم»، 2/ أيار/ 2010، في متحف حلب.

الشكل 38: نماذج من صور الكوكبات النجمية التي رسمها ميرزادة



الشكل 39: عند النظر لأي كوكبة نجمية يلاحظ بشكل عام أن لها حافة أو حدود تحيط بها ومجموعة من الأرقام والحروف الدالة على الأجرام السماوية في الفهارس الفلكية.

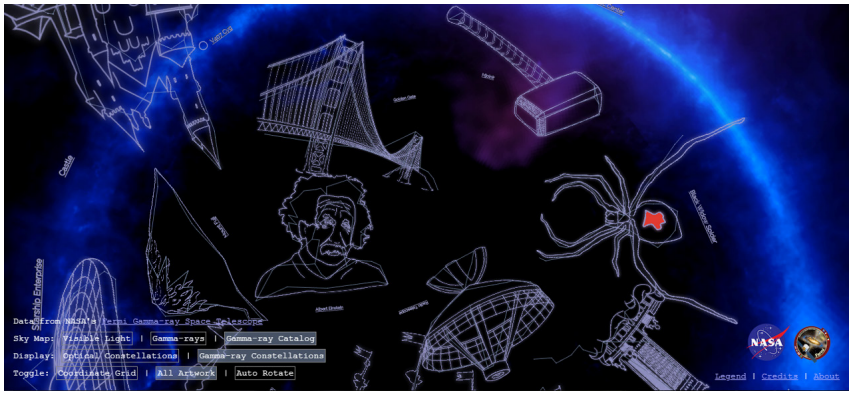


الشكل 40: خريطة نجوم من العصر الذهبي لرسم الخرائط الهولندي، قام بها رسام الخرائط الهولندي فريدريك دو فيت (توفي 1706م) F. de Wit. وهي تضم كوكبات السماء الشمالية والجنوبية المرئية بالعين المجّردة [1].

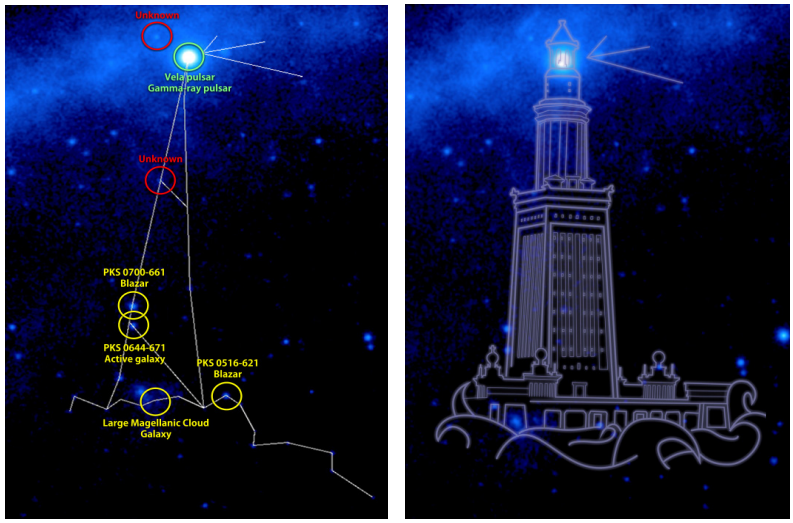
(1) مصدر الصورة والتعليق:
https//:en.wikipedia.org/wiki/Constellation#History

الشكل 41: تلسكوب أشعة غاما فيرمي الذي أطلقته وكالة ناسا عام 2008م.

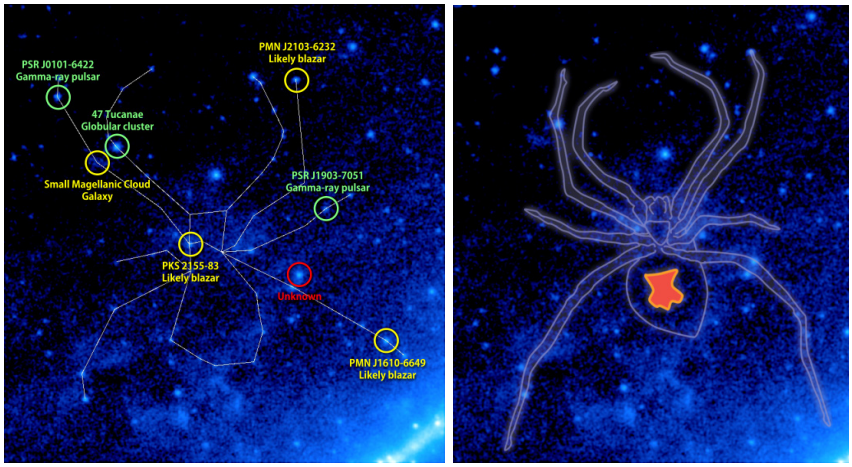
الشكل 42 أ: الكوكبات الشمالية غير المرئية



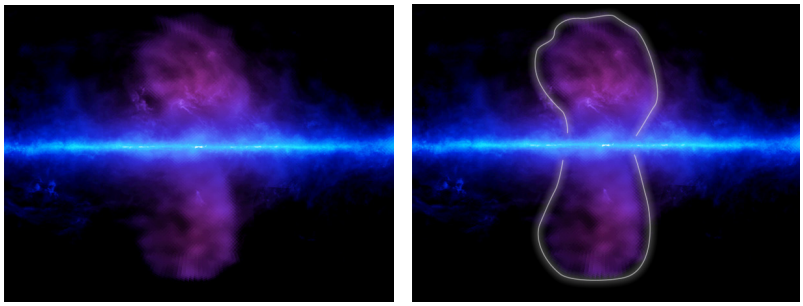
الشكل 42 ب: الكوكبات الجنوبية غير المرئية



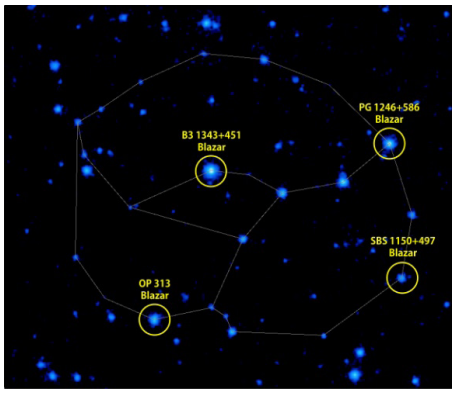
الشكل 43: كوكبة منارة الإسكندرية

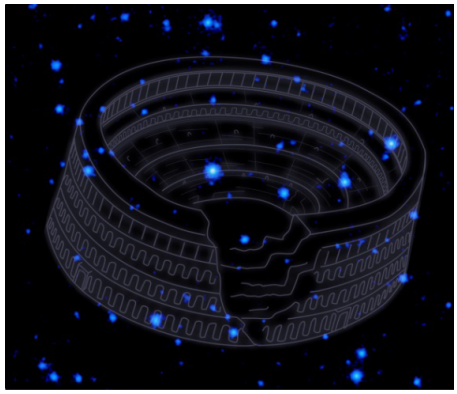


الشكل 44: كوكبة العنكبوت

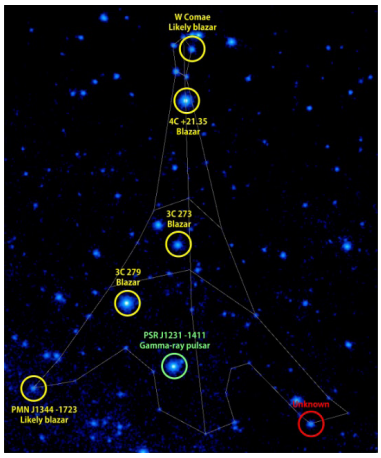


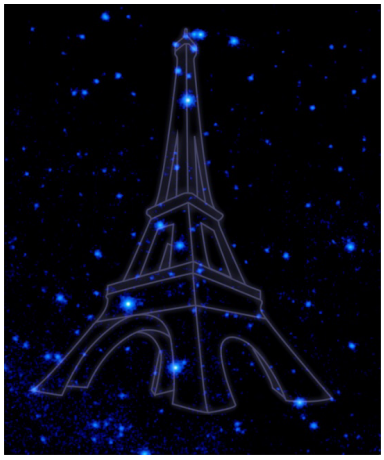
الشكل 45: كوكبة فقاعة فيرمي



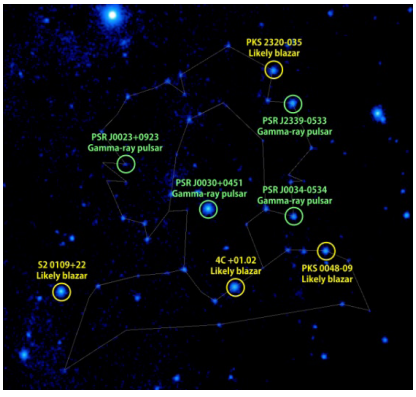


الشكل 46: كوكبة مسرح الكولوسيوم

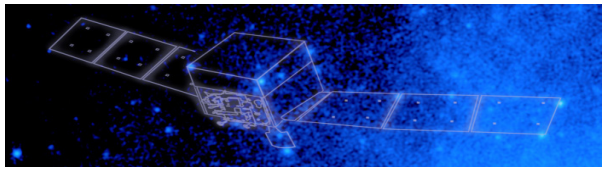


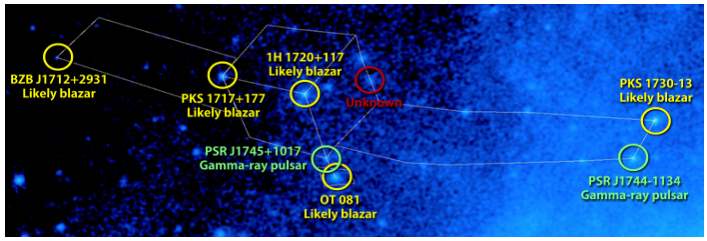


الشكل 47: كوكبة برج إيفل

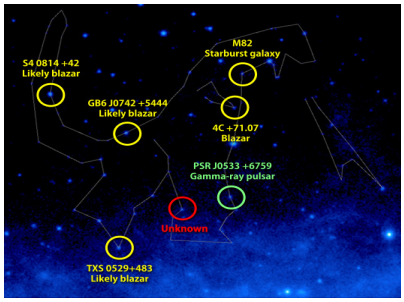


الشكل 48: كوكبة آينشتاين

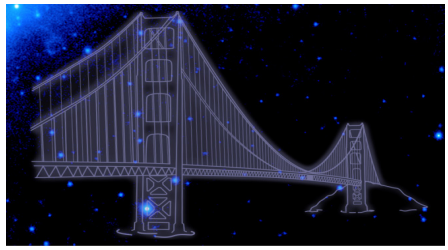


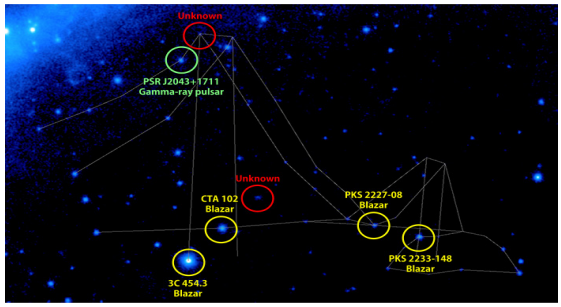


الشكل 49: كوكبة تلسكوب فيرمي

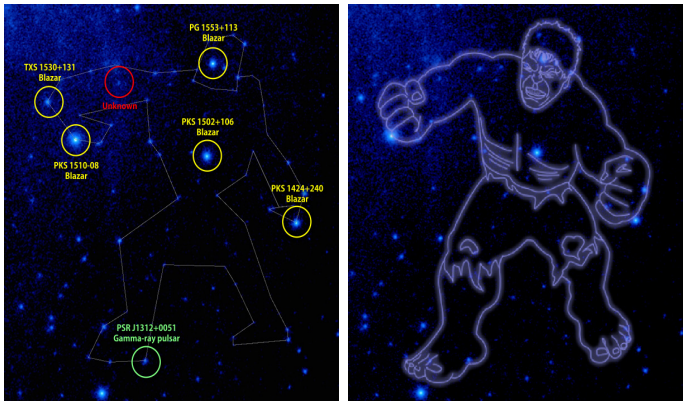


الشكل 50: كوكبة غودزيلا

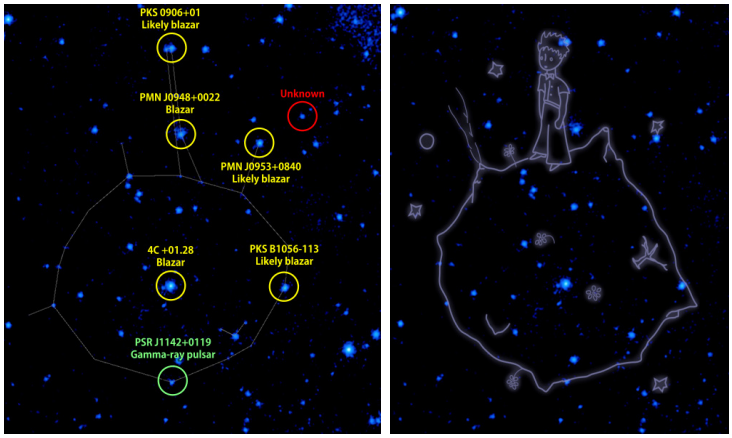




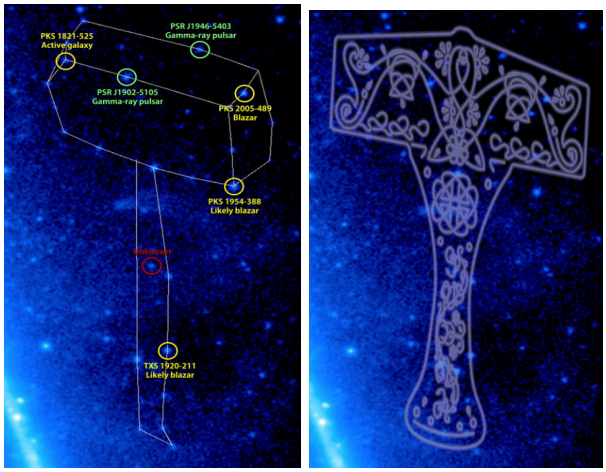
الشكل 51: كوكبة البوابة الذهبية



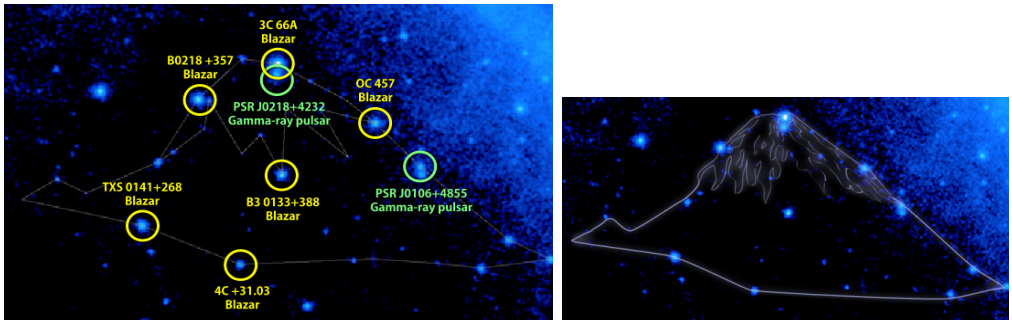
الشكل 52: كوكبة هالك



الشكل 53: كوكبة الأمير الصغير

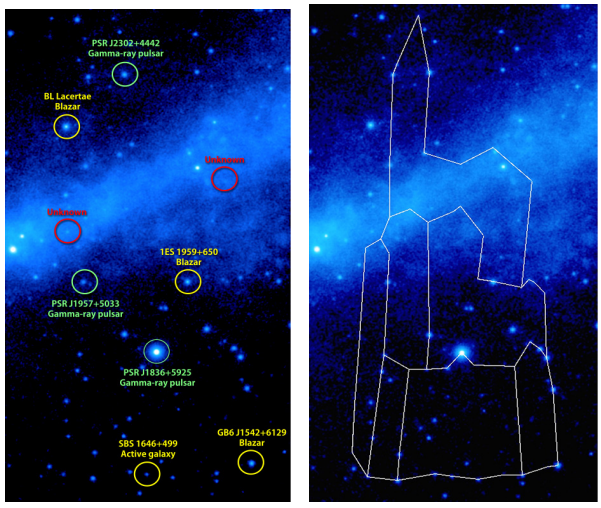


الشكل 54: كوكبة مجولنير

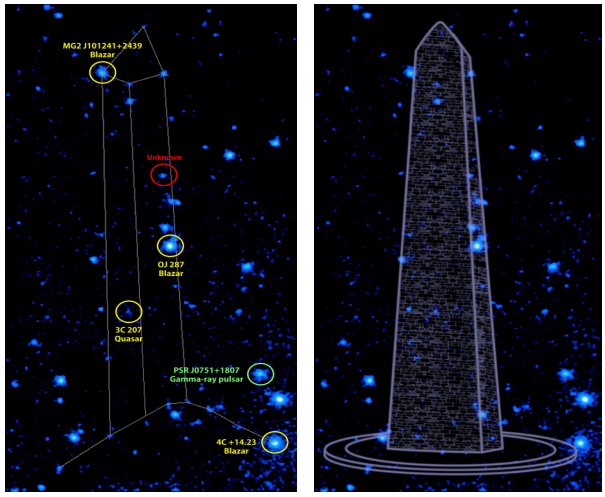


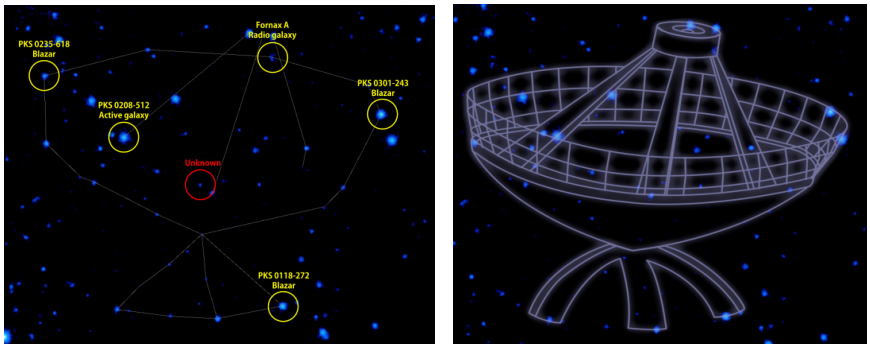
الشكل 55: كوكبة جبل فوجي

الشكل 56:
كوكبة القلعة



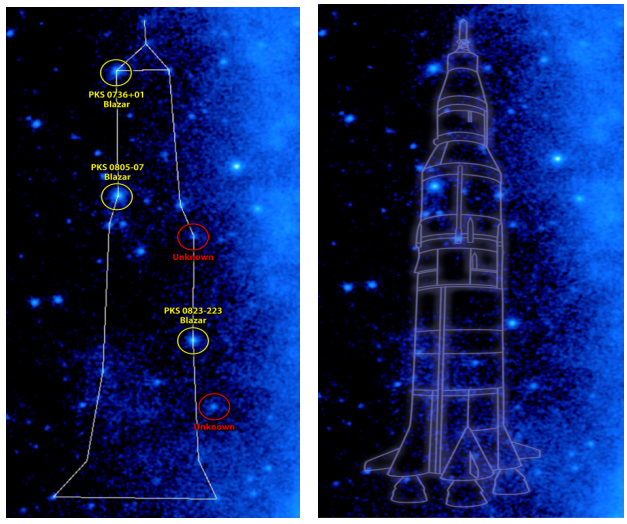
الشكل 57:
كوكبة المسلّة

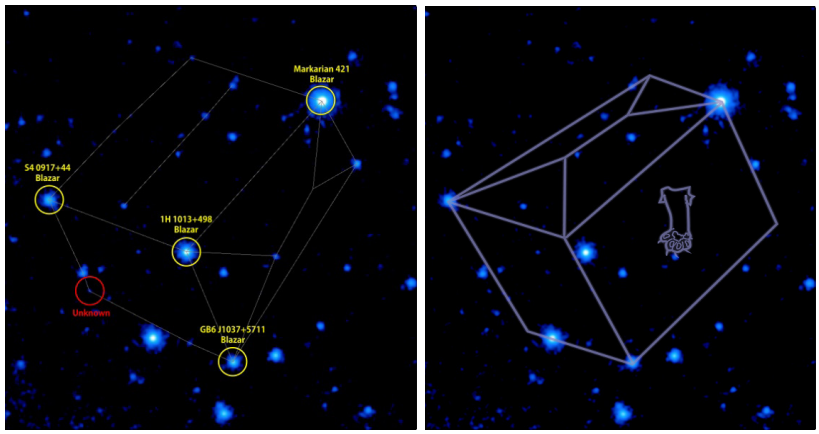




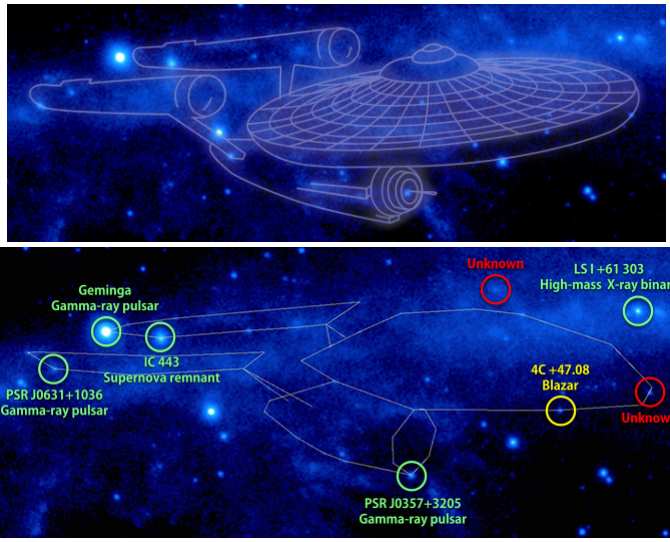
الشكل 58: كوكبة التلسكوب الراديوي

الشكل 59:
كوكبة صاروخ ساتورن-5

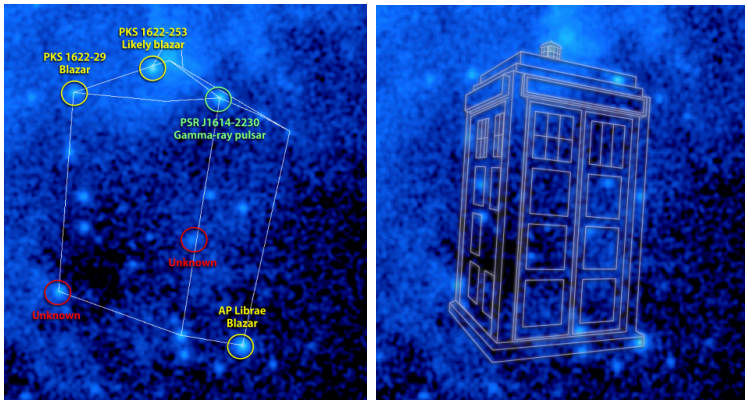




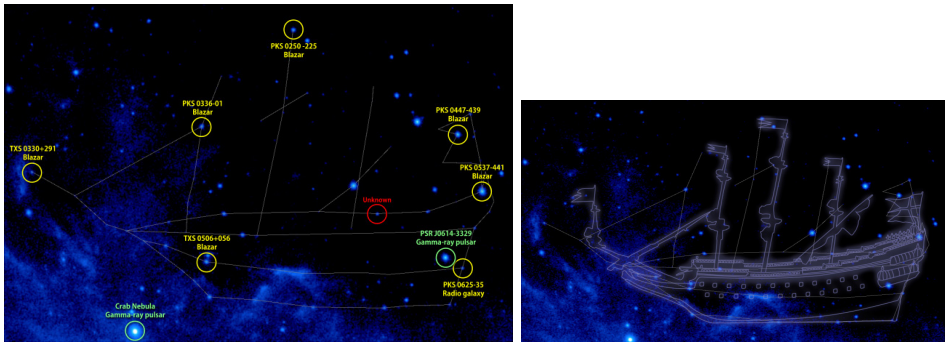
الشكل 60: كوكبة قطة شرودنغر



الشكل 61: كوكبة مركبة ستار تريك



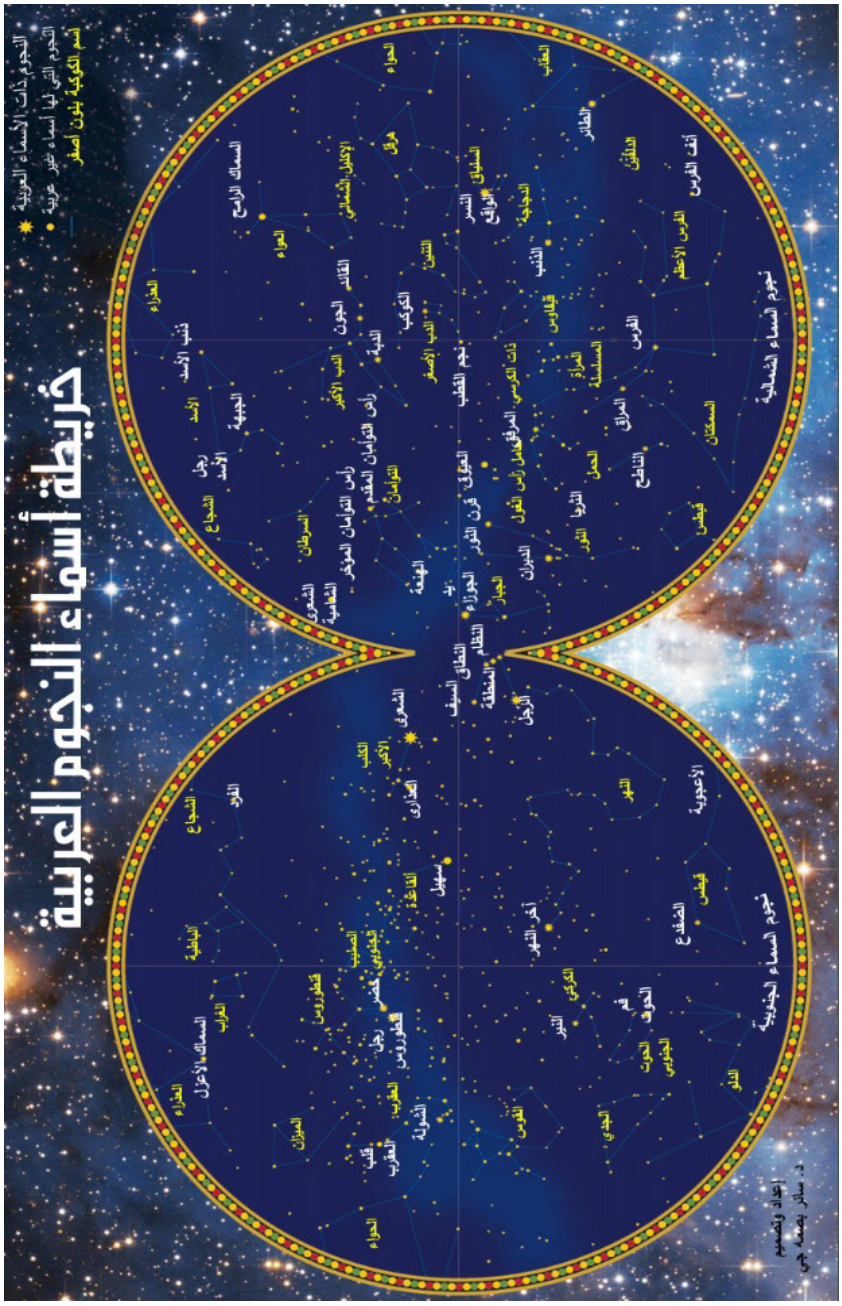
الشكل 62: كوكبة تارديس



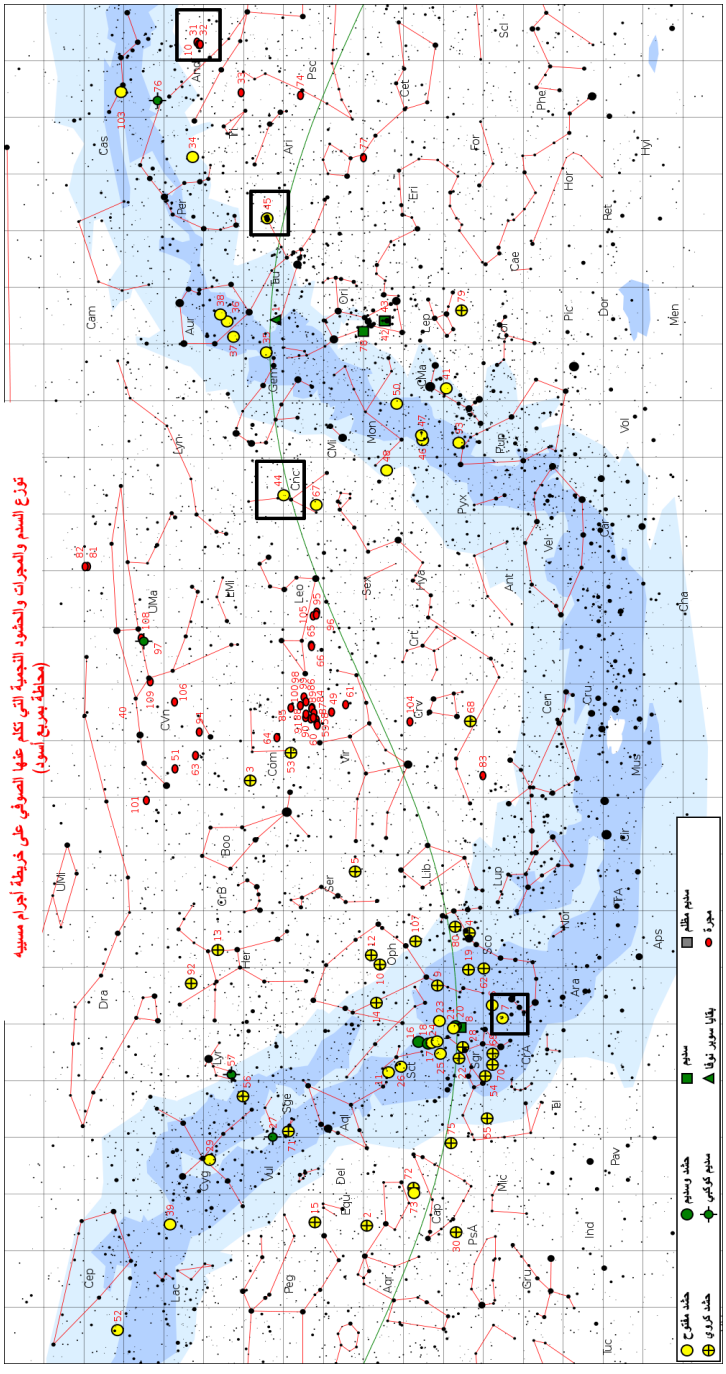
الشكل 63: كوكبة سفينة فاسا

الخرائط

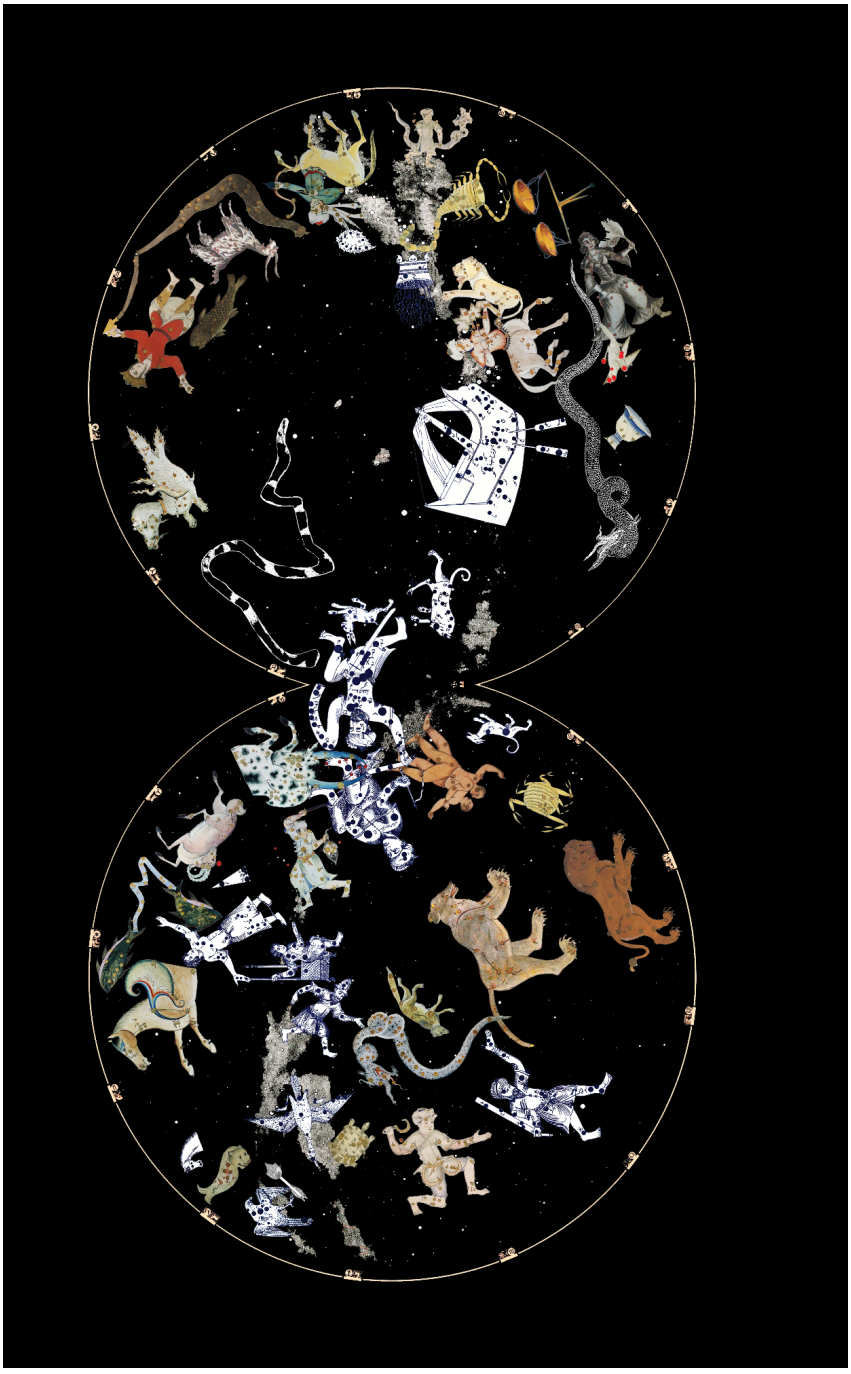
1: خريطة بتوزع أسماء النجوم العربية قام بتصميمها المؤلف:



2: السدم والمجرات والحشود التي رصدها الصوفي على خريطة أجرام مسيية من وضع المؤلف:



3: خريطة بالكوكبات السماوية كما وردت في كتاب الصوفي قام بتصميمها المؤلف:



المصادر والمراجع

أولا: المصادر العربية:

- **الأجرام السماوية دراسة في الموروث اللغوي؛**
يحيى عبد الرؤوف جبر.
مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، عمان، مجلد 9، عدد 27 – يناير 1985م.
- **إخبار العلماء بأخبار الحكماء؛**
جمال الدين أبو الحسن علي بن يوسف القفطي (ت. 646هـ /1248م).
تحقيق: إبراهيم شمس الدين، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت 2005م.
- **أساطير اليونان؛**
عماد حاتم.
ط2، دار الشرق العربي، بيروت–حلب 1994م.
- **استدراكات على تاريخ التراث العربي؛**
حمزة بن حسين النعيمي.
ط1، ج8، دار ابن الجوزي، الدمام 2001م.
- **أضواء على تاريخ العلوم عند المسلمين؛**
محمد حسين محاسنة
ط1، دار الكتاب الجامعي، العين 2001م.
- **الأعلام؛**
خير الدين الزركلي.
ط15، ج3، دار العلم للملايين، بيروت 2002م.
- **أعلام الحضارة العربية والإسلامية؛**
زهير حميدان.
مجلد2، منشورات وزارة الثقافة، دمشق 1995م.
- **البداية والنهاية؛**
أبو الفداء إسماعيل بن عمر بن كثير القرشي البصري ثم الدمشقي (ت. 774هـ/1373م).
ط1، ج1، تحقيق: علي شيري، دار إحياء التراث العربي، بيروت، 1988م.
- **بناة الفكر العلمي في الحضارة الإسلامية؛**
حليمة الغرري.
المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة 2002م.
- **البيان والتبيين؛**
أبو عثمان عمرو بن بحر بن محبوب بن فزارة الليثي الكناني البصري الجاحظ (ت. 255 هـ /868م).
ج1، دار ومكتبة الهلال، بيروت 2002م.
- **تاريخ التراث العربي (الرياضيات حتى نحو 430 هـ)؛**
فؤاد سزكين.
مجلد5، ترجمة: عبد الله حجازي، حسن محي الدين حميدة، محمد عبد المجيد علي، جامعة الملك سعود، الرياض 2002م.

- **تاريخ التراث العربي (السيمياء والكيمياء والنبات والفلاحة حتى نحو 430 هـ)؛**
فؤاد سزكين.
مجلد4، ترجمة: عبد الله حجازي، جامعة الملك سعود، الرياض 1986م.
- **تاريخ التراث العربي (علم الفلك حتى نحو 430 هـ)؛**
فؤاد سزكين.
مجلد6، ج1، ترجمة: عبد الله حجازي، جامعة الملك سعود، الرياض 2008م.
- **تاريخ العلم؛**
جورج سارتون.
ج1، ترجمة: لفيف من العلماء، دار المعارف بمصر، القاهرة 1957م.
- **تاريخ العلوم العام (العلم القديم والوسيط من البدايات حتى سنة 1450م)؛**
رينيه تاتون.
المجلد الأول، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت 1988م.
- **تاريخ النساء الفلاسفة في العصرين اليوناني والروماني؛**
ماري إيلين ويث.
ط1، ترجمة: محمود مراد، دار الوفاء، الإسكندرية 2000م.
- **تاريخ اليعقوبي؛**
أبو العباس أحمد بن إسحاق بن جعفر بن وهب بن واضح اليعقوبي (ت. بعد 292هـ / بعد 905 م).
ج1، منشورات المكتبة المرتضوية، النجف 1939م.
- **تراث الإسلام؛**
حسن نافعة وكليفورد بوزورث
ج2، ترجمة: حسين مؤنس وإحسان صدقي العمر، سلسلة عالم المعرفة، العدد12، إصدارات المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت 1978م.
- **التراث الفلكي عند العرب والمسلمين وأثره في علم الفلك الحديث؛**
عبد الأمير المؤمن.
منشورات جامعة حلب، معهد التراث العلمي العربي، حلب 1992م.
- **التنبيه والإشراف؛**
علي بن الحسين بن علي الهذلي البغدادي أبو الحسن المسعودي (ت. 346هـ / 957م).
تصحيح: عبد الله إسماعيل الصاوي، دار الصاوي القاهرة.
د.ت.
- **الحضارة الهلنستية؛**
و.و تارن.
ترجمة: عبد العزيز توفيق جاويد، المركز القومي للترجمة، العدد 1954، ط1، القاهرة 2015م.
- **دراسة الصور السماوية في مخطوط "المغني في أحكام النجوم" لابن هبنتي؛**
سامي شلهوب ورلى علي.
دورية كان التاريخية، السنة 2، العدد6، ديسمبر 2009م.

- **رسائل إخوان الصفا؛**
إخوان الصفا (القرن 4هـ/ 10م).
المجلد2، دار صادر، بيروت.
د.ت.
- **رواد علم الفلك في الحضارة العربية والإسلامية؛**
علي عبد الله الدفاع.
ط2، مكتبة التوبة، الرياض 1993م.
- **زهر الأكم في الأمثال والحكم؛**
الحسن بن مسعود بن محمد، أبو علي، نور الدين اليوسي (ت. 1102هـ/ 1691م).
تحقيق: محمد حجي، ومحمد الأخضر، ط1، ج3، الشركة الجديدة–دار الثقافة، الدار البيضاء 1981م.
- **شرح التبريزي على حماسة أبي تمام؛**
أبو زكريا يحيى بن علي بن محمد الشيباني التبريزي وشهرته الخطيب التَّبريزي (ت. 502هـ / 1109م).
ج3، مطبعة بولاق، القاهرة 1828م.
- **الشعر والنجوم؛**
عبد الله بن خميس.
مجلة قافلة الزيت، العدد 10، المجلد15، الظهران 1968م.
- **الشعرى؛**
محمد كرد علي.
مجلة المقتبس، العدد47، دمشق 1910م.
- **الصحاح تاج اللغة وصحاح العربية؛**
أبو نصر إسماعيل بن حماد الفارابي الجوهري (ت. 393 هـ /1003م).
تحقيق: أحمد عبد الغفور عطار، ط4، ج1، دار العلم للملايين، بيروت 1987م.
- **العرب وعلم البروج السماوية؛**
مصطفى عبد الفتاح.
مجلة الخيال العلمي، العددان 10–11، أيار–حزيران، وزارة الثقافة، دمشق 2009م.
- **العربية لغة العلوم والتقنية؛**
عبد الصبور شاهين.
ط2، دار الاعتصام، القاهرة 1986م.
- **علم الفلك تاريخه عند العرب في القرون الوسطى؛**
كرلو نلينو.
ط2، أوراق شرقية، بيروت 1993م.
- **علم الفلك المبسط؛**
سائر بصمه جي.
ط1، دار البراق، حلب 2008م.

- **العلوم الإسلامية وقيام النهضة الأوروبية؛**
جورج صليبا.
ترجمة: محمود حداد، هيئة أبو ظبي للثقافة والتراث، المجمع الثقافي، أبو ظبي 2011م.
- **الفروق اللغوية؛**
الحسن بن عبد الله بن سهل بن سعيد أبو هلال العسكري (ت. 395هـ/ 1005م)
تحقيق: محمد إبراهيم سليم، دار العلم والثقافة، القاهرة 1998م.
- **الفلسفة القديمة؛**
حربي عباس عطيتو.
دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
د.ت.
- **الفهرست؛**
أبو الفرج محمد بن إسحاق بن محمد الوراق البغدادي المعتزلي المعروف بابن النديم (ت. 438هـ / 1047م).
تحقيق: إبراهيم رمضان، ط2، دار المعرفة، بيروت 1997م.
- **القاموس الفلكي الحديث؛**
سائر بصمه جي.
ط1، دار الكتب العلمية، بيروت 2017م.
- **القاموس المحيط؛**
مجد الدين أبو طاهر محمد بن يعقوب الفيروزآبادى (ت. 817هـ / 1415م).
تحقيق: مكتب تحقيق التراث في مؤسسة الرسالة، ط8، مؤسسة الرسالة للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت 2005م.
- **القانون المسعودي؛**
أبو الريحان محمد بن أحمد البَيْرُوني (ت. 440هـ/ 1048م).
ج3، ط1، مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن 1956م.
- **القصور الشامية وزخارفها في عهد الأمويين؛**
عفيف بهنسي.
مجلة حوليات أثرية، العدد25، الهيئة العامة للآثار والمتاحف، دمشق 1975م.
- **كتاب الحيوان؛**
أبو عثمان عمرو بن بحر بن محبوب بن فزارة الليثي الكناني البصري الجاحظ (ت. 255 هـ /868م).
ط2، ج7، دار الكتب العلمية، بيروت 2003م.
- **كتاب العين؛**
الخليل بن أحمد بن عمرو بن تميم الفراهيدي الأزدي اليحمدي، أبو عبد الرحمن (ت. 170هـ / 786م).
ج6، تحقيق: د مهدي المخزومي، د إبراهيم السامرائي، دار ومكتبة الهلال، بغداد 1985م.

- **كتاب صور الكواكب الثمانية والأربعين؛**
أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر بن سهل الرازي المعروف بالصوفي (ت. 376 هـ/ 986م).
نسخة فاتح (3422).
نسخة بودليان (مارش 144).
نسخة بودليان (هنتغتون 212).
نسخة أحمد الثالث (3493).
- **كتاب صور الكواكب الثمانية والأربعين؛**
فؤاد سزكين.
نسخة بودليان (مارش 144)، نسخة مصوّرة التي أصدرها معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، سلسلة (ج) عيون التراث، المجلد 29، فرانكفورت 1986م.
- **كتاب صور الكواكب ومنهجية البحث عند الصوفي؛**
محمد علي الزركان.
بحث منشور ضمن أبحاث المؤتمر السنوي الثاني عشر لتاريخ العلوم عند العرب، المنعقد في دير الزور 12–14 نيسان، منشورات جامعة حلب، معهد التراث العلمي العربي، حلب 1988م.
- **كشاف اصطلاحات الفنون والعلوم؛**
محمد بن علي ابن القاضي محمد حامد بن محمد صابر الفاروقي الحنفي التهانوي (ت. بعد 1158هـ / بعد 1745م).
ج2، ط2، تحقيق: علي دحروج، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت 1996م.
- **كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون؛**
مصطفى بن عبد الله كاتب جلبي حاجي خليفة (ت. 1068هـ /1657م).
ج2، مكتبة المثنى، بغداد 1941م.
- **مختصر تاريخ الدول؛**
غريغوريوس (واسمه في الولادة يوحنا) ابن أهرون (أو هارون) بن توما الملطي، أبو الفرج المعروف بابن العبري (ت. 685هـ / 1286م).
تحقيق: أنطون صالحاني اليسوعي، ط3، دار الشرق، بيروت 1992م.
- **المراصد في العالم الإسلامي؛**
آيدين صاييلي.
ترجمة: عبد الله العمر، ط1، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت 1995م.
- **مصباح علاء الدين؛**
جون فريلي.
ترجمة: سعيد محمد الأسعد ومروان البواب، دار الكتاب العربي، بيروت 2010م.
- **معاني أسماء النجوم؛**
مجلة الجامعة، السنة الأولى، العدد1، مطبعة العراق، بغداد 1926م.
- **معاني النجوم الزخرفية؛**
عفيف بهنسي.
مجلة الحوليات الأثرية، الهيئة العامة للآثار والمتاحف، العدد 31، دمشق 1981م.

- **معجم البلدان؛**
شهاب الدين أبو عبد الله ياقوت بن عبد الله الحموي (ت. 626هـ / 1229م).
ط2، ج3، دار صادر، بيروت 1995م.
- **معجم الحيوان؛**
أمين معلوف.
ط3، دار الرائد العربي، بيروت 1985م.
- **معجم مقاييس اللغة؛**
أبو الحسين أحمد بن فارس بن زكريا القزويني الرازي (ت. 395هـ / 1004م).
ج3، تحقيق: عبد السلام محمد هارون، دار الفكر، بيروت 1979م.
- **معجم المؤلفين؛**
عمر رضا كحالة.
دار الرسالة، بيروت، ج2.
د.ت.
- **مفاتيح العلوم؛**
أبو عبد الله محمد بن أحمد بن يوسف الكاتب البلخي الخوارزمي (ت. 387هـ / 997م).
ط2، تحقيق: إبراهيم الأبياري، دار الكتاب العربي، بيروت 1989 م.
- **ملامح الفكر الفلسفي والديني في مدرسة الإسكندرية القديمة؛**
حربي عباس عطيتو.
ط1، دار العلوم العربية، بيروت 1993م.
- **موسوعة عباقرة الحضارة العلمية في الإسلام؛**
أحمد محمد الشنواني.
ط1، دار الزمان، المدينة المنورة 2007م.
- **الموسوعة العلمية الميسرة؛**
تأليف نخبة من المؤلفين.
المجلد1، ج2، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق 1981م.
- **موسوعة الفلك عبر التاريخ؛**
خزعل الماجدي.
دار أسامة، عمّان 2000م.
- **موسوعة المستشرقين؛**
عبد الرحمن بدوي.
ط3، دار العلم للملايين، بيروت 1993م.
- **موسوعة وحدات القياس العربية والإسلامية؛**
محمود فاخوري وصلاح الدين خوام.
ط1، مكتبة لبنان ناشرون، بيروت 2002م.
- **الميكانيك والفلك في الشرق في العصر الوسيط؛**
غريغوريان وروجانسكايا.
ترجمة: أمين طربوش، وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق 2010م.

- **النجوم الجديدة ونجم بيت لحم؛**
نقولا شاهين.
مجلة قافلة الزيت، العدد 10، المجلد 16، تصدر عن شركة أرامكوا، الظهران 1969م.
- **هيباشيا فيلسوفة الإسكندرية؛**
إمام عبد الفتاح إمام.
مجلة عالم الفكر، المجلد 22، العدد 3-4، يناير/ مارس- إبريل/ يونيو، تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت 1994م.

ثانياً: المصادر غير العربية

1. Ahlwardt, Wilhelm Verzeichniss der arabischen Handschriften: Fünfter Band (Berlin: A. Asher & Co., 1893 [= Die Handschriften-Verzeichnisse der Königlichen Bibliothek zu Berlin, Band 17).
2. Ackermann, Silke Sternstunden am Kaiserhof: Michael Scotus und sein Buch von den Bilder und Zeichen des Himmels (Frankfurt am Main: Peter Lang, 2009).
3. Aratou Soleōs Phainomena kai Diosēmeia, Aratus, Solensis; Fell, John; Eratosthenes. Catasterismi; Theon, of Alexandria, fl. 364. 1672.
4. Ayduz, Salim, Constellations, Fixed Stars and the Zodiac in Islamic Astronomy, Foundation for Science Technology and Civilisation, September, Manchester, 2004.
5. Arberry, Arthur J. (ed.), The Chester Beatty Library: A Catalogue of the Persian Manuscripts and Miniatures (Dublin: Hodges Figgis & Co., 1959/62), 3 vols.
6. Beyerle, Konrad "Astronomische Handschriften von böhmischen Königshofe", Mitteilungen des Österreichischen Instituts für Geschichtsforschung, 39 (1923).
7. Blochet, Edgar
   - Catalogue des manuscrits persans de la Bibliothèque Nationale (Paris: Bibliothèque Nationale, 1905/34), 4 vols.
   - Les peintures des manuscrits orientaux de la Bibliothèque Nationale (Paris: Société Française de Reproductions de Manuscrits à Peintures, 1914/20).
   - Les enluminures des manuscrits orientaux turcs, arabes, persans de Bibliothèque Nationale (Paris: Société Française de Reproductions de Manuscrits à Peintures, 1926).
   - (Binyon, C.M., transi.) Musulman Painting XIl th century, Methuen, London & New York. 1929
   - Catalogue des manuscrits arabes des nouvelles acquisitions (1884-1924), Leroux, Paris. 1925
   - "Peintures de manuscrits arabes a types byzantines", Revue Archéologique, 4e S., 9, 1907.
8. Boese, Helmut Die lateinischen Handschriften der Sammlung Hamilton zu Berlin (Wiesbaden: Otto Harrassowitz, 1966).
9. Boll, Franz Sphaera: Neue griechische Texte und Untersuchungen zur Geschichte der Sternbilder (Leipzig: B.G. Teubner Verlag, 1903).

10. Brentjes, Sonja
- "The Mathematical Sciences in the Safavid Empire: Questions and Perspectives", in: D. Hermann & F. Speziale (eds.), Muslim Cultures in the Indo-Iranian World during the Early-Modern and Modern Periods (Berlin/Tehran: Klaus Schwarz Verlag/Institut Français de Recherche en Iran, 2010).
- "Safavid Art, Science, and Courtly Education in the Seventeenth Century", in: N. Sidoli & G. Van Brummelen (eds.), From Alexandria, Through Baghdad: Surveys and Studies in the Ancient Greek and Medieval Islamic Mathematical Sciences in Honor of J.L. Berggren (Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2014).
11. Buchthal, Hugo Otto Kurz & Richard Ettinghausen, "Supplementary Notes to K. Holter's Checklist of Islamic Illuminated Manuscripts before A.D. 1350", Ars Islamica, 7 (1940).
12. Caiozzo, Anna étude iconographique du Livre des étoiles Fixes d'Abd al-Rahmān al-Sūfī [Manuscrit BN Arabe 5036] (Paris: M.A. thesis, Institut d'Art et d'Archéologie, Université de Paris IV, 1992).
13. Carboni, Stefano, Following the Stars: Images of the Zodiac in Islamic Art (New York: Metropolitan Museum of Art, 1997).
14. Carey, Moya Catherine,
- apping the Mnemonic: A Late Thirteenth-Century Copy of al-Ṣūfī's Book of the Constellations, in: A. Contadini (ed.), Arab Painting: Text and Image in Illustrated Arabic Manuscripts (Leiden/Boston: Brill, 2007 [= Handbook of Oriental Studies, Section 1 [The Near and Middle East], nr. 90]).
- Painting the Stars in a Century of Change: A Thirteenth-Century Copy of Al-Sūfī's Treatise on the Fixed Stars (British Library Or. 5323) (London: Thesis University of London, 2001).
15. Claudii Ptolemaei, Opera Quae Exstant Omnia, Vol. 1, syntaxis mathema, Edidit: J. L. Heiberg, Pars II, Libros VII-XIII Continens, Lipsiae, 1903.
16. Cross, F. L., "Star of Bethlehem." ed. The Oxford dictionary of the Christian church. New York: Oxford University Press. 2005
17. Dekker, Elly Illustrating the Phaenomena: Celestial Cartography in Antiquity and the Middle Ages (Oxford: Oxford University Press, 2013).
18. Destombes, Marcel,

- Globes célestes et catalogues d'étoiles orientaux du Moyen Age, in: Actes du VIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences, Florence-Milan, 3-9 Septembre 1956 (Florence/Paris: Gruppo Italiano di Storia delle Scienze/Hermann & Cie, 1958 [= Collection de Travaux de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, nr. 9]), vol. I.
- Destombes, Marcel "Un globe céleste arabe du XIIé siècle", Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 102 (1958).

19. Dimand, M.S., A Handbook of Muhammadan Art, Metropolitan Museum of Art, New York.1958.
20. DK-Google-e.encyclopedia-science,1ed, DK, London, 2004.
21. Donsbach, Margaret, The Scholar's Supernova, Saudi Aramco World, July/ August, 2006.
22. Dorn, Boris Andreevič "Drei in der Kaiserlichen Öffentlichen Bibliothek zu St. Petersbourg befindliche astronomische Instrumente mit arabischen Inschriften", Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, VIIe Série, 9 (1865).
23. Duke, Dennis W., Analysis of the Farnese Globe, Florida State University, Journal for the History of Astronomy, February 2006.
24. Edwards, Holly Patterns and Precision: The Arts and Sciences of Islam. National Committee to Honor the Fourteenth Centennial of Islam (Washington: National Committee to Honor the Fourteenth Centennial of Islam, 1982).
25. Explicatio characterum aeneis Uranometrias imaginum, tabuiis, insculptorum, addita, & commodiore hac forma tertiùm redintegrata, 1697.
26. Fava, Mariano "Codices latini Catinenses", Studi italiani di filologia classica, 5 (1897).
27. Fischer, Karl A. "Some Unpublished Astrological Illustrations from Central and Eastern Europe", Journal of the Warburg and Courtauld Institutes, 27 (1964).
28. Fischer, Karl & A. Paul Kunitzsch & Y. Tzvi Langermann, "The Hebrew Astronomical Codex MS. Sassoon 823", The Jewish Quarterly Review, New Series, 78 (1988), 253-292.
29. Falkner, David, The Mythology of the Night Sky An Amateur Astronomers Guide to the Ancient Greek and Roman Legends, Springer, New York, 2011.

30. Flamsteed, John, Atlas coelestis, London, 1729.
31. Fontana, Maria Vittoria La miniatura islamica (Rome: Edizioni Lavoro, 1998 [= Islam: Popoli e Culture, nr. 6]).
32. Grand Encyclopedia, UNIVERSE, Macaw Books LLC, India, 2010.
33. Grube, E. Muslim Paintings from the XIII to the XIX Century from Collections in the United States and Canada: Catalog of the Exhibition (Venice: Neri Pizza Editore, 1962).
34. Hafez, Ihsan, Abd al-Rahman al-Sufi and his book of the fixed stars: a journey of re-discovery, PhD thesis, James Cook University, 2010.
35. Hartmann, Johannes Franz Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus (Berlin: Weidmannsche Buchhandlung, 1919 [= Abhandlungen der Köninglichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, Neue Folge, 10, nr. 6]).
36. Hauber, Anton "Zur Verbreitung des Astronomen Sūfī", Der Islam: Zeitschrift für Geschichte und Kultur des islamischen Orients, 8 (1918), 48-54, reprinted in Sezgin (1997).
37. Hoffleit, Ellen Dorrit, D.; Jaschek, C., New Haven: Yale Catalogue of Bright Stars (5rd.ed. revised) Yale University, 1991.
38. Holter, Kurt
- "Die Islamischen Miniaturhandschriften vor 1350", Zentralblatt fur Bibliothekswesen, Heft 1, 54, 1937.
- "Die Galen-Handschrift und die Makamen des Hariri der Wiener Nationalbibliothek", Jahrbuch der Kunsthistorischen Sammiungen in Wien, neue Folge,1937.
39. IAU 2006 General Assembly: Result of the IAU Resolution votes". International Astronomical Union. 2006.
40. Jenkins, R.M., "The Star of Bethlehem and the Comet of 66AD", Journal of the British Astronomy Association, June, 2004.
41. Kanas, Nick, Star maps: history, artistry, and cartography, Springer-Praxis books in popular astronomy, Springer, 2007.
42. King, David Anthony, Barbara Brend & Robert Hillenbrand,
43. A Previously Unrecorded Illustrated Manuscript of the Kitāb Suwar al-Kawākib of al-Sūfī, Copied and Illustrated in Baghdād in A.D. 1125, Sotheby's [Catalogue]: Oriental Manuscripts and Miniatures, London, Wednesday 29 April 1998.
- A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Li-

brary (Cairo: American Research Center in Egypt, 1986 [= American Research Center in Egypt Catalogs, nr. 5]).
44. Krause, Max "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik, Abteilung B [Studien], 3 (1936).
45. Krchňák, Alois "Die Herkunft der astronomischen Handschriften und Instrumente des Nikolaus von Kues", Mitteilungen und Forschungsbeiträge der Cusanus-Gesellschaft, 3 (1963).
46. Kunitzsch, Paul "Sūfī Latinus", Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft, 115 (1965).
47. Lankford, John. "Astrometry". History of astronomy: an encyclopedia. Taylor & Francis, 1997.
48. Lippincott, Kristen "The Astrological Vault of the Camera di Griselda from Roccabianca", Journal of the Warburg and Courtauld Institutes, 48 (1985).
49. Loth, Otto A Catalogue of the Arabic Manuscripts in the Library of the India Office (London: [India Office], 1877), 2 vols.
50. Lovett, E. O.,The great inequality of Jupiter and Saturn, Journal: Astronomical Journal, vol. 15, iss,1895.
51. Maddison, F. & E. Savage-Smith, Science, Tools & Magic, The Nasser D. Khalili Collection of Islamic Art, volume XII, Part One, London 1997, cat.123.
52. Magli, Giulio, Mysteries and Discoveries of Archaeoastronomy from Giza to Easter Island, Praxis Publishing Ltd., Copernicus Books, Springer, New York, 2009.
53. Marcus Tullius Cicero, Aratea, with extracts from Hyginus's Astronomica in the constellation figures, France, N. (diocese of Reims); 9th century.
54. Martin, Frederik Robert The Miniature Painting and Painters of Persia, India and Turkey from the Eighth to the Eighteenth Century (London: Quaritsch, 1912), 2 vols.
55. Martin, Henry Catalogue des manuscrits de la Bibliothèque de l'Arsenal: Tome deuxième (Paris: Librairie Plon, 1886).
56. Marx, Jakob Verzeichnis der Handschriften-Sammlung des Hospitals zu Cues bei Bernkastel a./Mosel (Trier: Selbstverlag des Hospitals, 1905).
57. McCarter, Norm, Constellation Legends, Naturalist and Astronomy

Intern SCICON edited by Benjamin Blonder, 2014.
58. Nasr, Seyyed Hossein Islamic Science: An Illustrated Study (Westerham: World of Islam Festival, 1976).
59. Nau, F. N., Le traité sur les 'Constellations' écrit, en 661 [sic], par Sévère Sébokt, évêque de Qennesrin, Revue de l'Orient chrétien 7, no. 27 (1929): 327–410; 8, no. 28 (1932).
60. Neugebauer, Otto, A history of ancient mathematical astronomy, 1975.
61. Novakoic, Bojan, Senenmt: An Ancient Egyptian Astronomer, Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 85 (2008).
62. Perho, Irmeli Catalogue of Arabic Manuscripts: Codices Arabici & Codices Arabici Additamenta (Copenhagen: NIAS Press/Kongelige Bibliothek, 2007 [= Catalogue of Oriental Manuscripts, Xylographs, etc., in Danish Collections, vol. 5.3]), 3 vols.
63. Pertsch, Wilhelm Verzeichniss der persischen Handschriften (Berlin: A. Asher & Co., 1888 [= Die Handschriften-Verzeichnisse der Königlichen Bibliothek zu Berlin, Band 4).
64. Petrosian, Yuri Ašoti Marie Lukens Swietochowski & Stefano Carboni, Pages of Perfection: Islamic Paintings and Calligraphy from the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg(Lugano/Milan: ARCH Foundation/Electa, 1995).
65. Peters, Christian, & Nobel, Edward, Ptolemy's Catalogue of Stars A revision of The Almagest, The Carnegie Institution of Washington, 1915.
66. Piemontese, Angelo Michele "I codici arabi, persiani e turchi nel fondo Rossiano e don Leopoldo Sebastiani", Bullettino dell'Istituto Storico Italiano per il Medio Evo, 111 (2009).
67. Rieu, Charles Supplement to the Catalogue of the Arabic Manuscripts in the British Museum (London: British Museum, 1894).
68. Rozen, Viktor Romanovič
- Les manuscrits arabes de l'Institut des Langues Orientales (St. Petersburg: Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences, 1877 [= Collections scientifiques de l'Institut des Langues Orientales du Ministère des Affaires étrangères, nr. I]).
- Remarques sur les manuscrits orientaux de la collection Marsigli à Bologne, suivies de la liste complète des manuscrits arabes de la meme collection(Rome: Imprimerie de l'Academie Royale des Lyncei, 1885 [= Atti della Reale Accademia dei Lincei, serie 3, 12]).

69. R. Hayes, John (ed.), The Genius of Arab Civilization: Source of Renaissance (New York: New York University Press, 1975).
70. Rogers, J.M. The Arts of Islam. Masterpieces from the Khalili Collection, London 2010, cat.365.
71. Rolt-Wheeler, Francis, The Science-history of the Universe, The Current Literature Publishing Company, New York, 1909.
72. Savage-Smith, Emilie "The Most Authoritative Copy of 'Abd al-Rahman al-Sufi's Tenth-Century Guide to the Constellations", in: S. Blair & J. Bloom (eds.), 'God is Beautiful; He Loves Beauty': The Object in Islamic Art and Culture (New Haven: Yale University Press, 2013).
73. Saxl, Fritz,
- Verzeichnis astrologischer und mythologischer illustrierter Handschriften des lateinischen Mittelalters: II. Die Handschriften der National-Bibliothek in Wien (Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1927 [= Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse, Jahrgang 1925/26, 2. Abhandlung]).
- & Hans Meier, Catalogue of Astrological and Mythological Illuminated Manuscripts of the Latin Middle Ages: III. Manuscripts in English Libraries (London: Warburg Institute/University of London, 1953), 2 vols.
74. Schmitz, Barbara & Ziyaud-Din A. Desai,
- Mughal and Persian Paintings and Illustrated Manuscripts in The Raza Library, Rampur (New Delhi/Rampur: Indira Gandhi National Centre for the Arts/Rampur Raza Library/Aryan Books International, 2006).
- Islamic Manuscripts in the New York Public Library (New York/Oxford: New York Public Library/Oxford University Press, 1992).
75. Sezgin, Fuat, History of Science and Technology in Islam, Astronomy, Vol.2, Institut für Geschichte der Arabisch Islamischen Wissenschaften an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, 2010.
76. Seyller, John "The Inspection and Valuation of Manuscripts in the Imperial Mughal Library", Artibus Asiae, 57 (1997), 243-349.
77. Sievernich, Gereon & Hendrik Budde (eds.), Europa und der Orient 800-1900 (Gütersloh/Munich: Bertelsmann Lexikon Verlag, 1989).
78. Soudavar, Abolala "The Concepts of "Al-aqdamo asahh" and "Ya-

qin-e sābeq" and the Problem of Semi-Fakes", Studia Iranica, 28 (1999), 255-273.
79. Stevenson, Edward Luther, Terrestrial and celestial globes, New Haven: Published for the Hispanic Society of America by the Yale University Press, 1921.
80. Storey, Charles Ambrose Persian Literature: A Bio-Bibliographical Survey (London: Luzac & Co., Ltd., 1958), vol. II, part 1, pp. 41-42 [nr. 75].
81. Tornberg, Carl Johan Codices Arabici, Persici et Turcici Bibliothecæ Regiæ Universitatis Upsaliensis (Uppsala: Regiae Universitatis Upsaliensis, 1849).
82. Turkmani, Rim, Arabic Roots Doha: A 1001 Inventions Production in Collaboration with the Museum of Islamic Art, Doha, 17 October 2012 – 19 January 2013 (Doha: Museum of Islamic Art, 2012).
83. Uri, János Bibliothecæ Bodleianæ codicum manuscriptorum orientalium, videlicet Hebraicorum, Chaldaicorum, Syriacorum, Æthiopicorum, Arabicorum, Persicorum, Turcicorum, Copticorumque Catalogus: Pars Prima (Oxford: Typographeo Clarendoniano, 1787).
84. Upton, Joseph M. "A Manuscript of "The Book of the Fixed Stars" by 'Abd ar-Rahmān as-Sūfī", Metropolitan Museum Studies, 4 (1932/33), 179-197– reprinted in Sezgin (1997).
85. Untersuchungen über der Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen, Berlin, 1809.
86. Vida, G. Levi Della, Elenco dei manoscritti arabi islamici della Biblioteca Vaticana: Vaticani Barberiniani Borgiani Rossiani (Vatican City: 1935 [= Studi e Testi, 67]).
87. Vlbert-Guigue, Claude, les Omeyyades et l'art de la Peinture mural, Les Annales Archéologiques Arabes syriennes, Vol. XLIX-L, République Arabe Syrenne, Damas, 2006-2007.
88. Volkelt, Peter "Der Bildschmuck der Cusanus-Bibliothek", Mitteilungen und Forschungsbeiträge der Cusanus-Gesellschaft, 4 (1964).
89. Werner, Helmut "Exégèse de l'uranographie classique", Ciel et Terre: Bulletin de la Société Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe, 77 (1961).
90. Walter, Hans G., Sovers, Ojars, Astrometry of Fundamental Catalogues: The Evolution from Optical to Radio Reference Frames, springer, 2000.

91. Wellesz, Emmy An Islamic Book of Constellations (Oxford: Bodleian Library, 1965 [= Bodleian Picture Books, nr. 13]).
92. Wescher, Paul Beschreibendes Verzeichnis der Miniaturen – Handschriften und Einzelblätter – des Kupferstichkabinetts der Staatlichen Museen Berlin (Leipzig: Weber, 1931).
93. Westergaard, Niels Ludvig & August Ferdinand Michael von Mehren, Codices Orientales Bibliothecæ Regiæ Havniensis, jussu et auspiciis Regis Daniæ Augustissimi Christiani Octavi, enumerati et descripti (Copenhagen: Officina Fratrum Berling/J.H. Schultzii, 1846/57), 3 vols.
94. Wickersheimer, Ernest Catalogue general des mss. des bibliothèques publiques de France (Paris: 1923).
95. Zinner, Ernst Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kulturgebietes (Munich: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 1925).

ثالثاً: مواقع على الشابكة (الإنترنت)

- https://www.wdl.org/es/item/15401
- http://aa.usno.navy.mil/data/docs/Dur_OneYear.php.
- http://www.staff.science.uu.nl/~gent0113/alsufi/alsufi_biography.htm
- https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=12621
- http://www.minorplanetcenter.net
- http://www.en.wikipedia.org/wiki/Azophi_(crater)
- http://english.ahram.org.eg
- http://www.ianridpath.com/startales/alsufi.htm
- http://www.khalilicollections.org/collections/islamic-art/khalili-collection-islamic-art-celestial-globe-sci21
- http://www.constellation-guide.com/constellation-list/canis-minor-constellation/
- http://www.constellation-guide.com/constellation-list/ophiuchus-constellation
- http://www.ianridpath.com/startales/argo.htm
- http://www.constellation-guide.com/constellation-list/canis-major-constellation/
- http://www.aljazeera.net/news/scienceandtechnology/2016/8/25
- https://marefa.org
- https://wellcomecollection.org/works/kx424333?query=I-mad+al-Din+Mahmud+al-Kashi
- http:// news.bbc.co.uk/ 2/hi/science/nature/ 2679675.stm, 2003.
- http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/2679675.stm
- http://www.bl.uk/catalogues/illuminatedmanuscripts/record.asp?MSID=6561
- http://lhldigital.lindahall.org/cdm/compoundobject/collection/astro_atlas/id/629/show/558
- http://www.ianridpath.com/startales/startales2a.htm
- https://www.bl.uk/collection-items/chinese-star-chart
- http://idp.bl.uk/education/astronomy/sky.html
- https://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sjewcale.htm
- https://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sjewcale.htm
- https://www.metmuseum.org/art/collection
- http://fusionanomaly.net/denderazodiac.jpg
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sassanid_silver_plate_by_Nickmard_Khoey.jpg
- https://www.sanook.com/home/6977

الفهرس

مقدمة..... 3

الفصل الأول: خرائط النجوم عند الحضارات القديمة 5
- المبحث الأول: خرائط النجوم عند في بلاد ما بين النهرين..... 6
- المبحث الثاني: خرائط النجوم عند الصينيين 9
- المبحث الثالث: خرائط النجوم عند المصريين 15
- المبحث الرابع: خرائط النجوم عند الهنود..... 17

الفصل الثاني: خرائط النجوم عند اليونانيين 19
- المبحث الأول: إيدوكسوس (القرن 4 ق.م)..... 21
- المبحث الثاني: أراتوس السولوي (القرن 3 ق.م) 21
- المبحث الثالث: إراتوسثينيس (القرن 2 ق.م)..... 23
- المبحث الرابع: هيبارخوس (القرن 2 ق.م) 23
- المبحث الخامس: جيمنوس الرودي (القرن 1 ق.م) 24
- المبحث السادس: جايوس يوليوس هيغينوس (القرن 1م)..... 25
- المبحث السابع: كلاوديوس بطليموس (القرن 2م) 26
- المبحث الثامن: هيباشيا (القرن 5م) 31

الفصل الثالث: خرائط النجوم في العمارة..... 33
- المبحث الأول: صور الكوكبات على الأرضيات 33
- المبحث الثاني: صور الكوكبات على الأسقف 34
- المبحث الثالث: إسقاط صور الكوكبات على السقف والجدران..... 35

الفصل الرابع: خرائط النجوم في كتاب (صور الكواكب)..... 37
- المبحث الأول: خرائط النجوم عند العرب قبل الصوفي 37
- المبحث الثاني: عبد الرحمن الصوفي..... 39
- المبحث الثالث: أهمية كتاب (صور الكواكب)..... 41
- المبحث الرابع: عدد الكوكبات..... 45

الفصل الخامس: سمات اللغة العلمية في كتاب (صور الكواكب) 47
- المبحث الأول: الموضوعية 48
- المبحث الثاني: التنظيم 48
- المبحث الثالث: الوضوح 49
- المبحث الرابع: الاقتصاد 55

الفصل السادس: الجانب الفني والجمالي في خرائط الكوكبات عند الصوفي ... 57
- المبحث الأول: رسم النجوم 58
- المبحث الثاني: الهيئات البشرية 59
- المبحث الثالث: الهيئات الحيوانية 61
- المبحث الرابع: الهيئات الأسطورية 62
- المبحث الخامس: هيئات الأشياء 64

الفصل السابع: خرائط النجوم في المؤلفات الإسلامية اللاحقة لكتاب الصوفي 65
- المبحث الأول: أبو الريحان البيروني (القرن 5هـ/ 11م) 65
- المبحث الثاني: أبو الحسن النسوي (القرن 5هـ/ 11م) 65
- المبحث الثالث: زكريا بن محمد القزويني (القرن 7هـ/ 13م) 66
- المبحث الرابع: ابن البَنَّاء المراكشي (القرن 8هـ/ 14م) 66
- المبحث الخامس: عبد الحسن الأصفهاني (القرن 8هـ/ 14م) 66
- المبحث السادس: أبو محسن الدشتقي (القرن 10هـ/ 16م) 67
- المبحث السابع: حاجي خليفة (القرن 11هـ/ 17م) 67
- المبحث الثامن: ميرزادة سليم أفندي (القرن 12هـ/ 18م) 67

الفصل الثامن: خرائط نجوم الكوكبات المرئية الحديثة 69
- كوكبة مفرغة الهواء أو مضخة الهواء 69
- كوكبة المرأة المسلسلة (الأندروميدا) 70
- كوكبة طائر الفردوس 70
- كوكبة الدلو 71
- كوكبة العقاب 71
- كوكبة المجمرة 72
- السفينة 72
- الحمل 72

- ممسك الأعنة 73
- الذؤابة (ضفيرة الأميرة) 73
- الدب الأكبر 73
- العواء 74
- آلة النقاش 74
- الزرافة 75
- السرطان 75
- السلوقيان 75
- الكلب الأكبر 76
- الكلب الأصغر 76
- الجدي 76
- الجؤجؤ 77
- ذات الكرسي 77
- قنطورس 78
- الملتهب (قيفاوس) 78
- قيطس 79
- الحرباء 79
- البركار 79
- الحمامة 79
- الإكليل الجنوبي 80
- الإكليل الشمالي 80
- الغراب 80
- الباطية 81
- الصليب الجنوبي 81
- البجعة 81
- دلفين 82
- أبو سيف 82
- التنين 82
- قطعة الفرس 83
- النهر 83
- الكور، الفرن 83
- التوءمان 84

- الكركي 84
- هرقل (الجاثي على ركبته) 85
- الساعة 85
- الشجاع 85
- حية الماء الصغرى 86
- الهندي 86
- العظاية 86
- الأسد 87
- الأسد الأصغر 87
- الأرنب البري 87
- الميزان 88
- الذئب (السبع) 88
- الوشق 88
- الشلياق 89
- الجبل 89
- المجهر 89
- وحيد القرن 90
- الذبابة الجنوبية 90
- مسطرة 90
- الثُمن، ثُمنيّة 90
- الحواء 91
- الجبار 91
- الطاووس 92
- الفرس الأعظم 92
- حامل رأس الغول 93
- العنقاء 93
- آلة المصور 93
- الحوت 94
- الحوت الجنوبي 94
- الكوثل 94
- البوصلة 95
- الشبكة 95

- السهم 95
- القوس 96
- العقرب 96
- معمل النحات 97
- الترس 97
- الحية 98
- السدسية 98
- الثور 98
- التلسكوب 99
- المثلث 99
- المثلث الجنوبي 99
- الطوقان 99
- الدب الأصغر 100
- الشراع 100
- العذراء 100
- السمكة الطائرة 101
- الثعلب الأصغر 101

الفصل التاسع: خرائط نجوم الكوكبات غير المرئية الحديثة 103

- كوكبة منارة الإسكندرية 105
- كوكبة العنكبوت 107
- كوكبة فقاعة فيرمي 108
- كوكبة مسرح الكولوسيوم 109
- كوكبة برج إيفل 110
- كوكبة آينشتاين 111
- كوكبة تلسكوب فيرمي 113
- كوكبة غودزيلا 113
- كوكبة البوابة الذهبية 115
- كوكبة هالك 116
- كوكبة الأمير الصغير 118
- كوكبة مجولنير 120
- كوكبة جبل فوجي 121

- كوكبة القلعة.....123
- كوكبة المسلّة.....124
- كوكبة التلسكوب الراديوي 125
- كوكبة صاروخ ساتورن-5 126
- كوكبة قطة شرودنغر 127
- كوكبة مركبة ستار تريك 128
- كوكبة تارديس.....129
- كوكبة سفينة فاسا.....131

ملحق الصور والأشكال 133
الخرائط..... 162

المصادر والمراجع 165
- أولاً: المصادر العربية.....165
- ثانياً: المصادر غير العربية.....172
- ثالثاً: مواقع على الشابكة (الإنترنت).....181