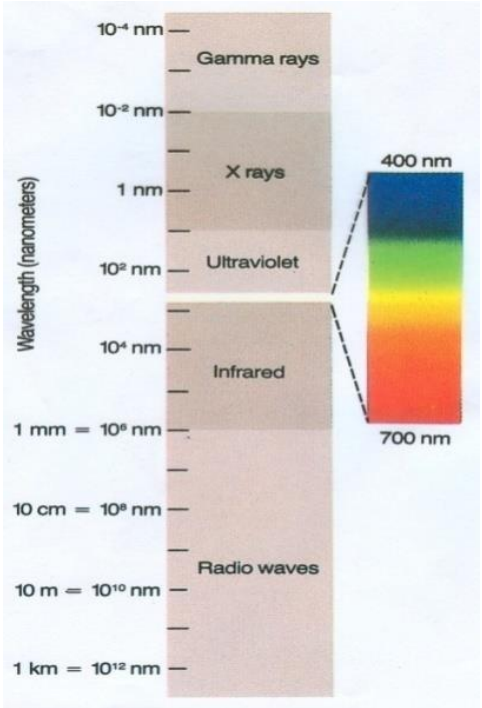
الباب الثالث

التلسكوبات (المناظير الفلكية) Telescopes

الراصد الشامي من أبرز العلماء الذين لمعوا في الفلك وصناعة آلات الرصد. (توفي سنة 1585 ميلادية).

إذا نظرنا إلى السماء في ليلة صافية، من مكان بعيد عن التلوث الضوئي، فسنرى أعداداً هائلة من النجوم. عرف أسلافنا العديد من نجوم السماء وأعطوها أسماء ورموزا تمتلئ بها كتب الفلك. ولكن كيف استطاع الإنسان دراسة النجوم؟. تُرى النجوم بما ترسله من أشعة، وبقدر ما يصلنا من هذا الضوء بقدر ما نرى النجم لامعا، وفي الحقيقة ترى أعيننا فقط الضوء المرئي، بينما ترسل النجوم أشعة مرئية وغير مرئية، ولذلك لابد من معرفة الأشعة التي تخرج من النجوم وغيرها من أجرام السماء، وكيفية التعامل معها. ووسيلتنا في رصد النجوم هي التلسكوبات والتي بدورها تطورت لتستطيع أن تستقبل الأشعة المختلفة من النجوم، لذلك أصبح لدينا تلسكوبات للضوء المرئي وللأشعة الراديوية وغير ذلك الكثير من أنواع التلسكوبات، وفيما يلى نبدأ بدراسة ألوان الطيف المختلفة ثم أنواع التلسكوبات.

الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic spectrum



شكل 3-1 : ألوان الطيف الكهرومغناطيسي

تشمل الأشعة الكهرومغناطيسية أنواعاً كثيرة من الموجات بالإضافة إلى موجات الضوء المرئي الذي تستقبله أعيننا. فهناك من خطوط الطيف ما هو أطول من خطوط طيف الضوء المرئي مثل الموجات الراديوية كما أن هناك موجات قصيرة جداً مثل الأشعة السينية وأشعة جاما. في الجدول 3-1 يبين الأشعة المختلفة ومسمياتها وأطوالها الموجية والمصدر الذي يمكن أن تخرج منه في الكون ودرجة حرارة هذا المصدر. أشعة جاما هي أقصر أنواع الأشعة، ويليها في الطول الأشعة السينية ثم الأشعة فوق البنفسجية وهكذا. وأطول الأشعة هي الأشعة الراديوية، شكل 3-1. بالطبع تقل الحرارة كلما ازداد الطول الموجي للأشعة والعكس صحيح كذلك أي كلما قصر الطول الموجي فإن المصدر الذي يشع تلك الموجات لابد وأن يتمتع بحرارة عالية. وبشكل عام، تبث النجوم المستقرة إشعاعاتها بشكل كبير في منطقة الضوء المرئي، ويخرج عن هذه القاعدة النجوم التي وصلت لمراحل متأخرة من حياتها.

جدول 3-1: الأشعة الكهرومغناطيسية

نوع الأشعة	الطول الموجي	درجة الحرارة (K)	المصدر
جاما	أقل من $0.1\ A^0$	أكثر من 10^8	بعض التفاعلات النووية
الأشعة السينية	$0.1 - 100\ A^0$	10^6-10^8	النجم النيوتروني/ الثقب الأسود
فوق البنفسجية	$100\text{-}4000\ A^0$	10^5-10^6	سوبر نوفا بعض النجوم الساخنة
الضوء المرئي	$4000\text{-}7000\ A^0$	10^3-10^5	النجوم
تحت الحمراء	$7000A^0 - 1mm$	10-10^3	الكواكب والأقمار والسحب بين نجومية
راديوية	أطول من 1km	أقل من 10	إلكترون يتحرك في مجال مغناطيسي

مهام التلسكوب Functions of a telescope

يعتبر التلسكوب أداة رئيسة في استقبال الضوء المنبعث من الأجرام السماوية ثم تحليله باستخدام بعض الأجهزة المساعدة من الناحيتين الكمية والنوعية، ودراسة توزيع الطاقة المنطلقة من تلك الأجرام عند الأطوال الموجية المختلفة. ومهمة التلسكوب ليست بالدرجة الأولى تكبير الصورة فقط كما يظن البعض، ولكن الوظيفة المهمة للتلسكوب تتلخص في القدرة على تجميع وتركيز الأشعة الصادرة من الأجرام البعيدة وتكوين صورة واضحة يمكن التعامل معها، ومع أن التكبير هدف مطلوب أيضا لمشاهدة الاجرام القريبة مثل الشمس والقمر والكواكب ولكنه لا يفيد أبدا في الأجرام البعيدة مثل النجوم والمجرات. بدأ استخدام التلسكوب في الأرصاد الفلكية مع بداية القرن السابع عشر، وذلك برصد الأجرام مباشرة من خلاله (بدون استخدام أجهزة تصوير أو تحليل) حيث لوحظ التفوق الكبير للتلسكوب عن العين المجردة. وفي الحقيقية أن العين البشرية محدودة الامكانيات للأسباب التالية: أولا: أنها لا تحس إلا في نطاق ضيق من المجال الكهرومغناطيسي وهو المجال المرئي، فالأطوال الموجية الأخرى المنبعثة من الأجسام المحيطة بنا أو من الأجرام السماوية الأخرى لا تحس بها العين البشرية. ثانيا: بالرغم من أن فتحة بؤبؤ العين تتسع في العتمة لتسمح بمرور أكبر كمية من الضوء، لكنه يبقى اتساعا محدودا، حيث متوسط اتساعها في حدود سبعة ملليمترات. ثالثا: محدودية الصور المخزنة في الذاكرة، وفقدان الصور لكثير من تفاصيلها مع مرور الأيام. فالتلسكوب يتغلب على هذه الأمور المحدودة. للتلسكوب عدة مهام نبينها فيما يلي:

١) جمع الضوء: ويساعدنا على ذلك اختبار الصورة المتكونة عند البؤرة، وما نحتاجه لبناء تلسكوب هو عدسة أو مرايا تسمى شيئية وهي التي تجمع الأشعة عند البؤرة، وتوضع عدسة تسمى العينية خلف البؤرة لرؤية صورة الجسم أو توضع كاميرا عند البؤرة لالتقاط الصورة أو أن يوجه الضوء المتكون عند البؤرة إلى جهاز الطيف. وكفاءة التلسكوب في تجميع الضوء تعتمد على مساحة الشيئية، والمساحة تعتمد بدورها على مربع قطر الشيئية، وهذا هو السبب في أن التلسكوبات الأكبر هي الأفضل لأنها ستكون أقدر على تجميع كمية أكبر من الضوء أكثر من غيرها؛ أي أن قوة تجميع المنظار تتناسب طردا مع مساحة الشيئية:

$$P \alpha D^2$$

وقوة تجميع التلسكوب تقاس بالنسبة لتجميع عين الإنسان:

$$P = \frac{P_{tel}}{P_{eye}} = \frac{D_{tel}^2}{D_{eye}^2}$$

أو بمعنى آخر:

$$P = \frac{D^2}{0.49}$$

حيث D قطر شيئية التلسكوب، 0.49 مربع متوسط قطر عدسة العين البشرية بالسنتيمتر.

٢) قوة التفريق: وهي القدرة على تفريق وتحليل صور الأجسام البعيدة عن بعضها البعض، وتحدد بأقل زاوية بين نقطتين يمكن تفريقهما عن بعض بوضوح. فمثلاً تلسكوب 10سم له قدرة تفريق 1.4 ثانية قوسية. ولو نظرنا بهذا التلسكوب لنجمين يبعدان عن بعضهما بمسافة تزيد عن 1.4 ثانية قوسية فسنرى النجمين متفرقين، إما إذا كانت المسافة بينهما أقل من ذلك فسنرى النجمين كنجم واحد. وعملية التفريق تعتمد على قطر الشيئية أيضاً، فكلما زاد قطر التلسكوب زادت كفاءته في التفريق R. كما في العلاقة:

$$R = \frac{11.58}{D}$$

ولكن عملية حيود الضوء تقلل من كفاءة التلسكوب، كما أن الغلاف الجوي يلعب دوراً كبيراً في تقليل كفاءة التلسكوبات من هذه الناحية، بسبب حركة كتل الهواء في طبقات الجو العليا.

٣) تكبير الصورة: وهذه المهمة تعتمد على البعد البؤري للشيئية والبعد البؤري للعينية، ولذلك فإن تغيير العينية يعني تغيير القوة التكبيرية للتلسكوب. وكلما قصر البعد البؤري للعينية ازدادت قوة التكبير. فلو أخذنا عينية بعدها البؤري صغير ازدادت قوة التكبير، ولو أخذنا عينية بعدها البؤري نصف السابقة نحصل على قوة تكبير مضاعفة. ويمكن كتابتها على الصورة:

$$M = \frac{F}{f}$$

حيث F البعد البؤري للشيئية، f البعد البؤري للعينية.

ولكن هناك حدين يقع بينهما تكبير المنظار ويعتمدان على قطر الشيئية، فحد أقصى للتكبير:

M_{max}= (11.8) (D)

وحد أدنى له:

M_{min}= (1.18) (D)

أنواع التلسكوبات Types of telescopes

تعتبر التلسكوبات الأداة الأساسية التي يستخدمها الفلكيون في رصد النجوم والأجرام في السماء، وقد تطورت التلسكوبات كثيراً وتنوعت مما ساعد على رصد الأجرام البعيدة باستخدام نطاقات مختلفة من الطيف. وتختلف التلسكوبات تبعاً لما تستقبله من أشعة، فمنها ما يعمل في الضوء المرئي ومنها ما يعمل في مدى الأشعة الراديوية أو غير ذلك. وفيما يلي نتكلم عن الأنواع المختلفة للتلسكوبات:

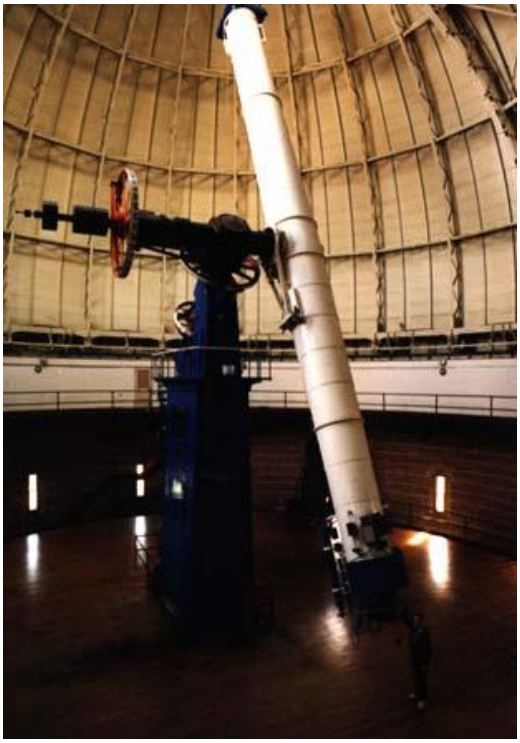
١) تلسكوبات الضوء المرئي Optical telescopes

كانت تلسكوبات الضوء المرئي أول أنواع التلسكوبات التي استخدمها الفلكيون. من المعروف في علم الضوء أن شعاع الضوء يحدث له انعكاس في المرايا وانكسار في العدسات، وعلى هذا الأساس فإن تلسكوبات الضوء المرئي إما أن تكون عاكسة (تستخدم مرايا) أو أن تكون كاسرة (تستخدم عدسات)، شكل 3-2.

شكل 3-2: (يمين) تلسكوب كاسر 15سم، (يسار) تلسكوب عاكس 45 سم (مرصد جامعة الملك سعود)

التلسكوب الكاسر Refractor telescope: تستخدم فيه عدسة حيث ينكسر الضوء عند مروره من خلالها نظرا لاختلاف معامل الانكسار بين مادة العدسة (الزجاج) والهواء. وأول من استخدم هذا النوع من التلسكوبات كان العالم الفلكي جاليلو. ويتكون في أبسط صوره من عدستين محدبتين احدهما للشيئية والأخرى للعينية. ويعتبر من المناظير الشائعة الاستعمال في صورته البسيطة التي من أشهرها الدرابيل binocular. ومن أهم مزاياه عدم تأثر العدسة بمرور الزمن وسهولة صيانتها بتنظيفها بالكحول والماء المقطر. ومن مزاياه أيضا أن موضع البؤرة لا يتغير بتغير درجة الحرارة وهي ميزة مهمة في الأرصاد المراد فيها الحصول على صور دقيقة وقياس الفروق الطفيفة فيها. ومع ذلك فإنه غير شائع الاستعمال في الأرصاد الفلكية الحديثة ربما لعيوبه التالية:

أ) أن العدسة ذات القطر الكبير تكون ثقيلة الوزن ويتركز سمكها في وسطها، أما أطرافها فتكون أقل كثيرا في السمك، وتحمل عادة من أطرافها مما قد يعرضها لبعض الانحناءات وتغير الشكل تحت تأثير وزنها الكبير، ولهذا السبب فإن أكبر منظار كاسر يبلغ قطر عدسته 102 سم فقط، في مرصد Yerkes التابع لجامعة شيكاغو شكل 3-3.

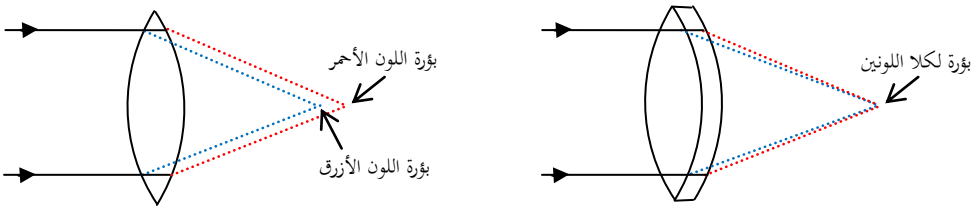


شكل 3-3: تلسكوب كاسر بقطر ١٠٢سم في مرصد Yerkes التابع لجامعة شيكاغو

ب) أن الزجاج المصنع للعدسة يجب أن يكون نقيا جدا سليما من الفقاعات والشوائب وتام التجانس وهذا يتطلب تقنية عالية في التصنيع مما يجعل سعره باهظا.

ج) غير منفذ لبعض الضوء، فالضوء المرئي يضعف بشكل قوي عند مروره من منتصف العدسة أي من خلال الوسط السميك من الزجاج، أما الاشعاع فوق البنفسجي فيمتص أغلبه بزجاج العدسة.

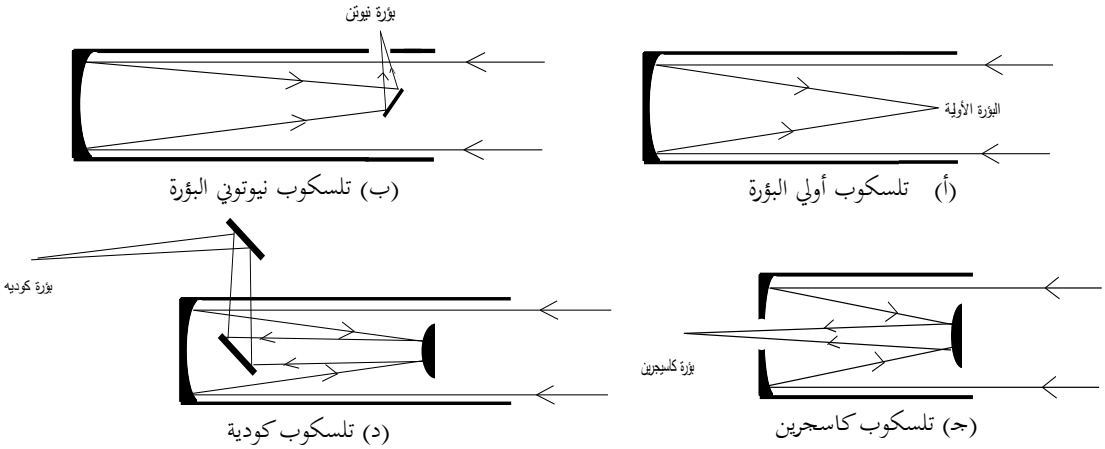
د) وأهم عيوب التلسكوب الكاسر هو الزيغ اللوني chromatic aberration وهو من العيوب المتعلقة بالعدسات عموما، وتتلخص فكرته في أن الضوء الأبيض (المركب) عند مروره من خلال عدسة مفردة فإن الأطوال الموجية المختلفة المكونة للضوء الأبيض تنكسر بزوايا مختلفة ثم تجتمع في أماكن مختلفة بحيث أن بؤرة الأطوال الموجية القصيرة (الأزرق) تكون أقرب للعدسة بينما بؤرة الأطوال الموجية الطويلة تكون بعيدة نسبيا عن العدسة. وينشأ عن هذا العيب تكون أهداب ملونة في الصورة. وكان هذا العيب يقلل بتصنيع عدسة لها بعد بؤري كبير، وهذا يتطلب أن تكون أنبوبة المنظار طويلة وبالتالي يجب أن تكون قبة المرصد كبيرة لتتمكن من استيعاب المنظار. وكمثال على ذلك تلسكوب مرصد Yerkes الذي يبلغ طول انبوبته حوالى 20 مترا. أما الآن فيصحح هذا العيب بإضافة عدسة أخرى ملاصقة للعدسة المفردة أي باستخدام عدسة مصنعة من جزأين مختلفين من الزجاج لكل منهما معامل انكسار مختلف أحدهما عدسة مقعرة أي مفرقة للضوء الساقط عليها، فالأطوال الموجية القصيرة تتفرق مبتعدة عن العدسة أكثر من الأطوال الموجية الطويلة وعند اختيار نوع الزجاج المصنع لكل عدسة بعناية فإن هذا العيب سيتلاشى تماما لطولين موجيين معينين انظر شكل 3-4 ولكن لا يمكن جمع أكثر من لونين في بؤرة واحدة ولذلك فإن تصحيح الزيغ اللوني يجب أن يتم بحيث يتفق مع الغرض المستعمل لأجله المنظار، فإن كان للتصوير الفوتوغرافي تصحح العدسة للونين الأزرق والبنفسجي (وهما الأكثر تأثيرا في الفيلم الفوتوغرافي) وإن كان للرصد بالعين المجردة فتصحح العدسة للونين الأصفر والأخضر (وهما الأكثر تأثيرا في العين).



شكل 3-4: (يسار) الزيغ اللوني الناشيء عن العدسات، (يمين) طريقة تصحيحه باستخدام عدستين متلاصقتين لهما معامل انكسار مختلف

هـ) **الزيغ الكروي Spherical aberration** وهو نوع من التشوه يحصل للصورة بسبب أن الأشعة النافذة من أطراف العدسة تكون بؤرتها قريبة من العدسة بعكس الأشعة النافذة بالقرب من مركز العدسة ويصحح هذا العيب بنفس الطريقة السابقة في تصحيح الزيغ اللوني ولكن باختيار سطح تحدب مناسب للعدستين. وهذا العيب لاتنفرد فيه العدسات فقط بل تشترك فيه المرايا الكروية المستخدمة في التلسكوبات العاكسة أيضا كما سيتم شرحة لاحقا.

التلسكوب العاكس Reflector telescope: أخترع التلسكوب العاكس للتخلص من الزيغ اللوني المتعلق بالعدسات. وأول من استخدم هذا النوع من التلسكوبات كان العالم إسحاق نيوتن. وفيه تستخدم مرآة مقعرة حيث تنعكس الأشعة الساقطة عليها وتتجمع في البؤرة، والتلسكوب العاكس بصورته هذه يسمى تلسكوب أولي البؤرة Prime focus حيث يتم رصد الجرم من هذه البؤرة مباشرة، شكل 3-5 أ. وتوجد تصميمات عديدة للتلسكوب العاكس مثل التلسكوب النيوتوني Newtonian focus ويصمم بوضع مرآة ثانوية مستوية أمام البؤرة ومائلة بزاوية 45 درجة عن المحور البصري حيث تقطع مسار الأشعة المنعكسة من المرآة الرئيسة وتعكسها مرة أخرى خارج أنبوبة المنظار فتتجمع في بؤرة جانبية، شكل 3-5 ب. وهناك نوع يسمى تلسكوب كاسجرين Cassegrain focus وهنا توضع مرآة ثانوية محدبة بدلا من المرآة المستوية، حيث تنعكس الأشعة إلى فتحة في مركز المرآة الرئيسة حيث توضع العدسة العينية خلف تلك المرآة، شكل 3-5 جـ. وفي تلسكوب كودية Coude focus تستخدم أكثر من مرآة ثانوية لإخراج البؤرة في مكان مناسب وثابت خارج التلسكوب ليتمكن من وضع أي أجهزة (خصوصا الثقيلة) في مكان منفصل عن التلسكوب حتى لا تؤثر عليه بثقلها، شكل 3-5 هـ.

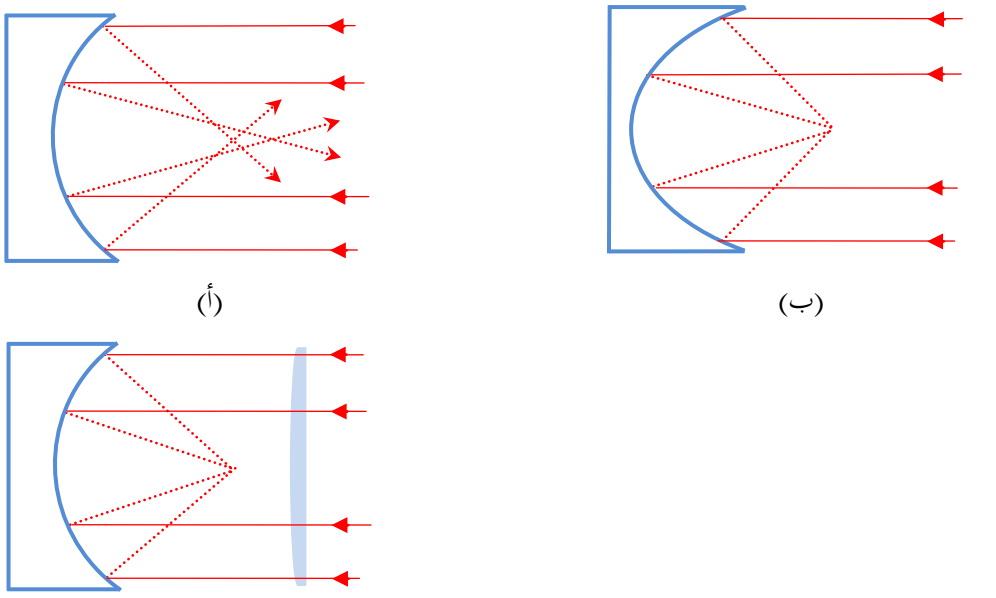


شكل 3-5: أنواع التلسكوبات العاكسة

المشكلة التي تعاني منها التلسكوبات العاكسة هي الزيغ الكروي Spherical aberration ويحدث عند استخدام مرآة كروية (جزء من كرة) فالأشعة المنعكسة من أطراف المرآة تجتمع في بؤرة أقرب للمرآة بينما الأشعة المنعكسة بالقرب من مركز المرآة تجتمع في بؤرة أبعد؛ وبمعنى آخر أن للمرآة الكروية أكثر من بعد بؤري، شكل 3-6 أ، وهذا يسبب تشويه للصورة. ويمكن أن يصحح هذا العيب بطريقتين:

الطريقة الأولى: بجعل المرآة الرئيسة على شكل قطع مكافئ فحينها تجتمع جميع الأشعة المنعكسة من كافة نقاط المرآة في نفس البؤرة، ولكن المشكلة في أن هذا النوع من المرايا يسبب تشوه آخر يسمى الزيغ الهالي Coma aberration وفيه تظهر صورة الأجرام البعيدة عند مركز الرؤية فقط متطاولة وعلى شكل قطرة.

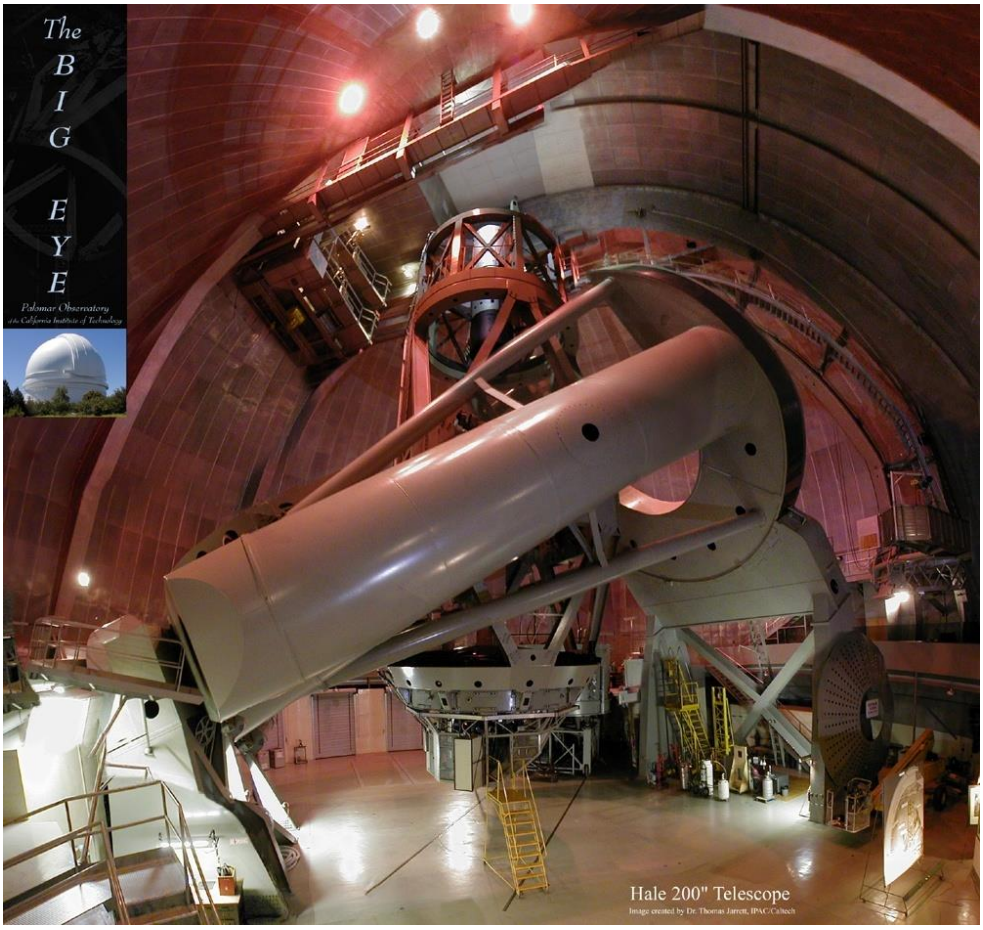
الطريقة الثانية: باستخدام عدسة تصحيح توضع أمام المرآة الكروية الرئيسة وفي مقدمة المنظار انظر شكل 3-6. هذه الطريقة تعطي كفاءة عالية ومجالات رؤية أكبر في السماء، كما في تلسكوب شميدت Schmidt (نسبة إلى مخترعه Bernhard Schmidt الذي وضع فكرته في العقد الثالث من القرن المنصرم). وأكبر منظار من هذا النوع هو تلسكوب مرصد Palomar بمرآة كروية قطرها خمسة أمتار، وعدسة تصحيح بقطر 1.2 متر. انظر شكل 3-7



شكل 3-6: (أ) العيب الكروي الناشيء عن المرآة الكروية، (ب) تفادي العيب باستخدام مرآة شيئية على شكل قطع مكافئ، (ج) تفادي العيب باستخدام عدسة تصحيح توضع أمام الشيئية

وأغلب التلسكوبات شيوعا من النوع العاكس لأنه أقل تكلفة وأسهل في التصنيع، فالمرايا أسهل في التصنيع من العدسات. ومن مزاياه أيضا أن المرآة تحمل بالكامل من الخلف وهذا يكسبها ثباتا ولا يعرضها للاهتزاز أو التشوه مهما كبر حجم المرآة. ويوجد ميزة مهمة أخرى وهي أنه يمكن تصنيع مرآة ذات بعد بؤري قصير وهي أفضل وأسرع في التصوير بالإضافة إلى أن أنبوبة التلسكوب تكون قصيرة وهذا لا يتطلب قبة كبيرة المساحة، وفي حالة المناظير المتنقلة يكون نقلها يسيرا. كما أن أكبر التلسكوبات في العالم من النوع العاكس أيضاً، شكل 3-7. وقد حدث تطور كبير في صناعة التلسكوبات والأجهزة المساعدة، حيث تتميز التلسكوبات الحديثة بصغر الحجم وأنها أكثر صلابة واستقرارا

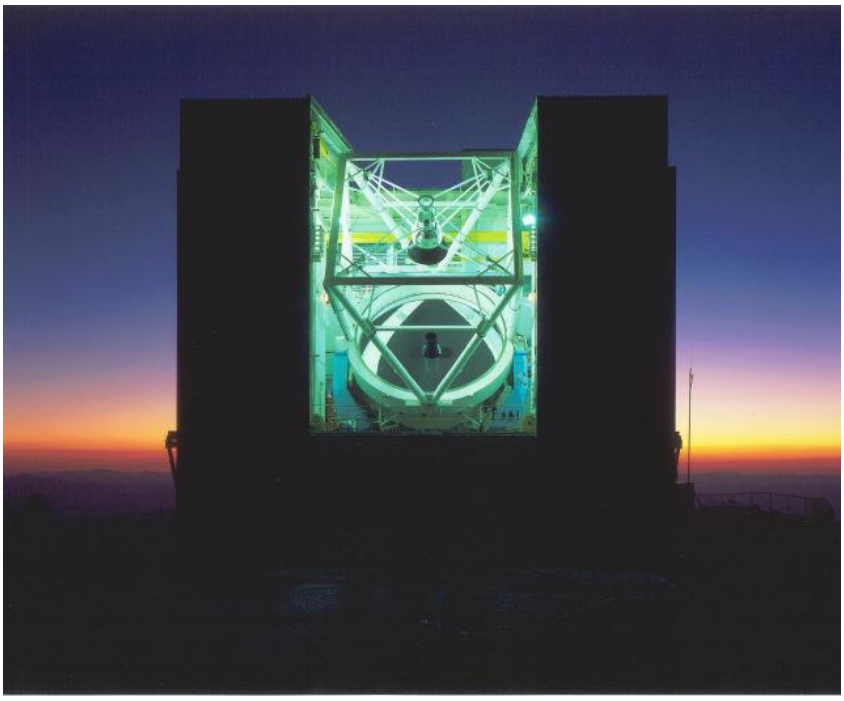
كما أنها أرخص ثمنا. كما تم التعرف على تقنية جديدة بحيث يتم في هذه الأيام إنتاج جيل جديد من التلسكوبات الضخمة والتي يكون لها عدة مرايا تعطي في النهاية كفاءة مرآة أكبر. ويستخدم الفلكيون أجهزة أخرى مساعدة وذلك لرفع كفاءة التلسكوب مثل أفلام شديدة الحساسية و CCD كاميرا وهي اختصارا لـ Charge Coupled Device ، كذلك أجهزة قياس الطيف.



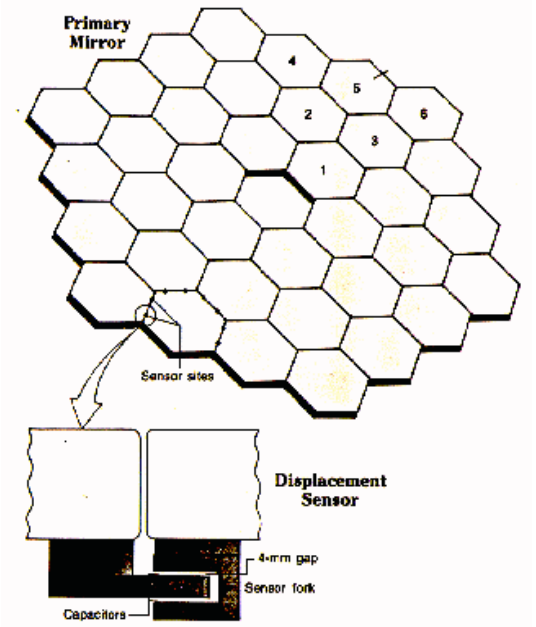
شكل 3-7: تلسكوب مرصد Palomar

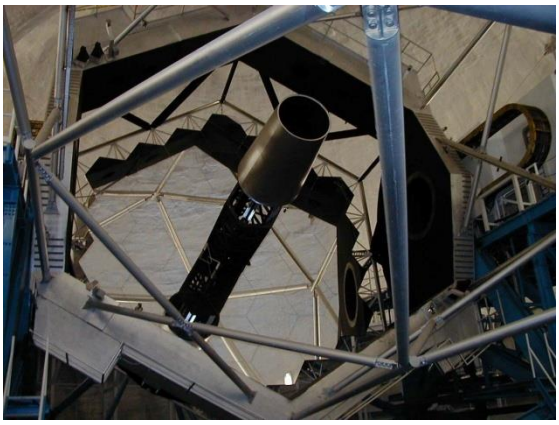
إن التقدم الهائل في تقنية التصميم والحاسبات الآلية والقفزة الواضحة في دراسة المواد ساعد على النهوض بالتلسكوبات لنشهد في هذه الأيام جيلاً جديداً من التلسكوبات. وأحد التغييرات التي حدثت في التلسكوبات الجديدة هي استخدام مرايا خفيفة ببعد بؤري قصير، ومن أمثلة ذلك تلسكوب له قطر 3.5 متر في المكسيك، وبرغم قلة وزن المرآة إلا أنها أشد صلابة من ذي قبل. كما أن بناء تلسكوب بمرآة كبيرة، 10 أمتار مثلا يعتبر من الأفكار الحديثة حيث يتم تركيب عدة مرايا تكون مجموع قوتها مكافئة لمرآة واحدة بقطر 10 متر، وهذه تعرف بالتلسكوبات المتعددة المرايا، شكل 3-8. وهذه التلسكوبات تتميز بقدرة عالية على رصد الأجرام السماوية البعيدة. وفي مرصد كيك Keck يوجد تلسكوب متعدد المرايا، فهو يتكون من 36 مرآة سداسية الشكل بوزن 14.4 طن، وكل مرآة منها لها قطر 1.8 متر وسمك 75 ميليمتر، ويتم التحكم في كل مرآة على حدة بحيث تعطي الكفاءة المطلوبة في التصوير. ونظام التحكم في المرايا يمكنه أن يحرك أي مرآة مسافة 0.001 من سمك شعرة الإنسان، وبالطبع هذه دقة عالية في تحريك

المرايا، شكل 3-9. وتبني حاليا دول أوروبا معا تلسكوبا متعدد المرايا قطره 16 مترا. كما أن بناء تلسكوبات الضوء المرئي للعمل في الفضاء الخارجي يعني زيادة الكفاءة الرصدية. وأول هذه التلسكوبات تلسكوب هابل الفضائى HST ، شكل 3-10 له مرآة 2.4 متر وقدرة تفريقة 0.1 ثانية قوسية. وقد أرسل لنا العديد من الصور التي نراها لأول مرة عن نويات المجرات والكوازارات وغيرها الكثير. ومن أحلام الإنسان التي لا تتوقف أن يبني مراصد فوق سطح القمر.



شكل 3-8: تلسكوب متعدد المرايا (MMTO)





شكل 3-9: مرآة مرصد Keck

شكل3-10: تلسكوب Hubble الفضائي

٢) التلسكوبات الراديوية Radio telescopes

يستخدم التلسكوب الراديوي في رصد الأشعة الراديوية الصادرة من النجوم، وقد تم بناء كثير من هذه التلسكوبات في أماكن كثيرة من العالم، وقد أصبح هذا النوع من التلسكوبات عظيم الأهمية حيث إن هناك أنواعاً من المجرات تشع بصورة قوية في نطاق الأشعة الراديوية مثل ما يعرف بالكوازار. من المعلوم أن قوة التفريق تتدنى بزيادة الطول الموجي، وبما أن الموجات الراديوية طويلة المدى فإن الصور تكون غير واضحة ومشوشة، ولتفادي هذه المشكلة فإن تكبير قطر التلسكوب الراديوي يحسن من قوة التفريق، لذا صممت التلسكوبات الراديوية بأحجام كبيرة جدا، وأكبر هذه التلسكوبات له طبق ثابت قطره 305 متر وهو مرصد Arecibo الراديوي في بورتوريكو شكل 3-11، ويوجد في ألمانيا أكبر تلسكوب متحرك وقطره 100 متر. وممكن الحصول على صور فائقة الدقة والوضوح بعمل منظومة من التلسكوبات الراديوية أو بما يسمى ترتيب ضخم جدا VLA (Very Large Array) كتلك التي في نيومكسيكو، شكل 3-12 وتتكون من 27 تلسكوب راديوي بقطر 26 متر للواحد، وتنتظم على شكل حرف Y لتغطي مساحة قطرها 27 كم، هذه المنظومة تنتج منظر راديوي للسماء بدقة عالية للغاية مقارنة بأحسن تلسكوب راديوي. وقد تم استخدام الموجات الراديوية في دراسة المجموعة الشمسية كقياس بعد وتضاريس الجرم ومعرفة أشياء أخرى، كالحجم والشكل والتركيب، ويتم ذلك بإرسال موجات راديوية للجرم المراد دراسته ثم استقبال الموجات المنعكسة منه (وتسمى أشعة رادارية) ودراستها.

شكل 3-11: مرصد Arecibo الراديوي (NAIC)

٣) تلسكوبات الأشعة تحت الحمراء Infrared telescopes

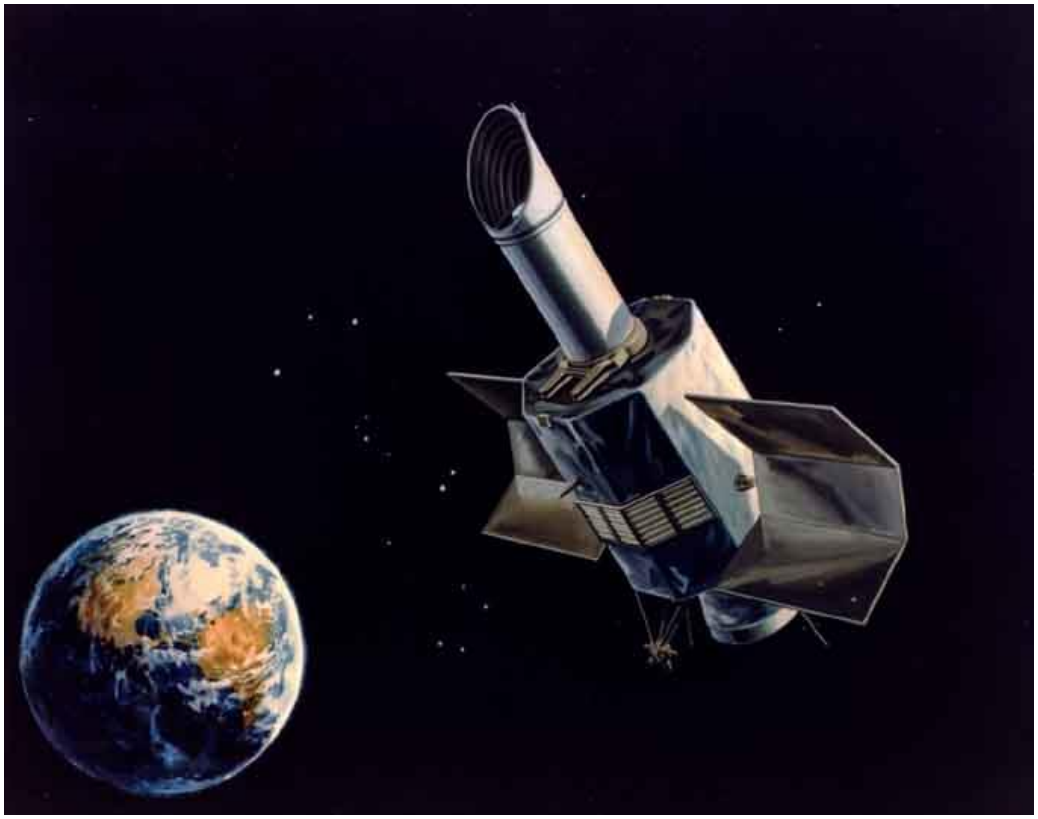
وتشبه تلسكوبات الضوء المرئي، إلا أنها تستخدم أنواعا مختلفة من الأفلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء، وكذلك الكاشف من النوع CCD، وفي الحقيقة فإن كفاءة الرصد في الأشعة تحت الحمراء زادت بصورة قوية من خلال الأقمار الصناعية مثل القمر الصناعي الفلكي للأشعة تحت الحمراء Infrared Astronomical Satellite (IRAS) ، شكل 3-13 وهو مشروع دولي بين عدة دول لرصد الأشعة تحت الحمراء من 12 إلى 100 ميكرون بتلسكوب 57 سم. وقد تم بواسطة هذا القمر رصد أكثر من 200 ألف مصدر للأشعة تحت الحمراء، وأغلبها يتعلق بتكوين النجوم داخل مجرتنا. كما أنه تم تركيب مطياف للأشعة تحت الحمراء على تلسكوبات الضوء المرئي حتى يمكن الرصد في هذا النطاق المهم من الأشعة. وقد استخدمت الطائرات أيضاً لتحمل تلسكوبات للرصد على ارتفاعات عالية، وقد أرسلت الدول الأوربية قمرا صناعيا إلى الفضاء الخارجي لرصد الأشعة تحت الحمراء Infrared Space Observatory (ISO).

شكل 3-12: منظومة VLA لتلسكوبات راديوية (NRAO)

٤) الرصد في الأشعة فوق البنفسجية والسينية Observation in UV and X rays

لابد من رصد تلك الأشعة خارج الغلاف الجوي للأرض؛ وذلك لأن الغلاف الجوي للأرض يمنع دخول هذه الأشعة تماما، وبالفعل تم رصد هذه الأشعة بواسطة رحلات الفضاء. وأفضل تلسكوبات الأشعة فوق البنفسجية ذلك المسمى مكتشف الأشعة فوق البنفسجية الدولي International Ultraviolet Explorer (IUE)، ويعرف باسم Explorer 57 والذي بدأ العمل به في عام 1978 ، شكل 3-14. وقطر مرآة التلسكوب 0.45 مترا، وكاشفات ترصد في الأطوال الموجية من 1150 إلى 3200 انجستروم. ولقد تم الحصول على صور دقيقة للطبقات الداخلية للشمس أو من الكورونا وما يخرج منها من أشعة سينية، كما أنه تم تجهيز مرصد لأشعة جاما للعمل في الفضاء الخارجي. وللرصد في الأشعة السينية وأشعة جاما فإنها تحتاج لتقنية خاصة، وأفضل التلسكوبات التي تعمل في هذا المدى هو مرصد أينشتاين والذي أطلق في عام 1978 وظل يعمل حتى 1981. كما أطلق في عام 1990 مشروعا آخرا باسم ROSAT للغرض نفسه ومرصد أشعة جاما GRO. وبهذه الأنواع المختلفة من التلسكوبات يمكن معرفة الكثير من المعلومات المهمة عن الأجرام في السماء وما تحتويه من أسرار.

شكل 3-13: القمر الصناعي للأشعة تحت الحمراء (NASA)



شكل3-14: القمر الصناعي الفلكي للأشعة فوق البنفسجية (NASA)

ملخص Summary

١) علم الفلك مبني على الأرصاد بشكل مبدئي، لذلك اهتم الفلكيون ببناء المراصد وتحسين كفاءة التلسكوبات، فالتلسكوبات هي الوسيلة الوحيدة كي نرى الأجسام البعيدة والخافتة. كما أنها ذات أهمية في القدرة على تحليل الصور بدقة عالية.

٢) تستخدم في دراسة الضوء المرئي العدسات في حالة التلسكوبات الكاسرة، والمرايا في حالة التلسكوبات العاكسة.

٣) لرصد صورة عند البؤرة نضع جهازا لكشف وتسجيل الطيف عند بؤرة المرآة (أو العدسة).

٤) للتلسكوبات ثلاث مهام وهي: تجميع الضوء وهي أهم وظيفة، تحليل تفاصيل الصورة، تكبير الصورة.

٥) القدرة على تجميع الضوء تعتمد على قطر شيئية التلسكوب.

٦) قوة التفريق تعتمد عكسيا على قطر الشيئية (تكون الصورة أكثر وضوحا) وطرديا مع الأطوال الموجية التي نرصدها (أقل وضوحا)، كما تؤثر عليه الاضطرابات الموجودة في الغلاف الجوي للأرض.

٧) قوة تكبير الصور تعتمد على البعد البؤري لكل من الشيئية والعينية.

٨) التلسكوبات الراديوية محددة في تحليل الصورة ذلك لأن الأشعة الراديوية طويلة الموجة.

٩) الرصد من الفضاء الخارجي يسر السبيل في الرصد في الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء والسينية وأشعة جاما.

١٠) ترفع كفاءة التلسكوبات باستخدام كاشفات حديثة وباستخدام الحاسبات الآلية.

١١) تم في الفترة الأخيرة صنع أجيال جديدة من التلسكوبات متعددة المرايا.

أسئلة Questions

١) ما الفارق بين التلسكوبات الراديوية وتلسكوبات الضوء المرئي؟

٢) ما أنواع التلسكوبات؟

٣) ما أنواع تلسكوبات الضوء المرئي؟

٤) لماذا لا يمكن رصد الأشعة السينية من سطح الأرض؟

٥) القيمة النظرية لكفاءة التلسكوب تختلف عن القيمة العملية له. علل ذلك.

٦) ما نوع الأشعة الكهرومغناطيسية التي تغطيها مشاريع الرصد في الفضاء الخارجي.

٧) هل توجد أجهزة مساعدة تستخدم في التلسكوبات؟ أذكر اثنين منها.