[١١] الباب الحادى عشر :

المرايـــا الكرويـــة

Curved spherical mirrors

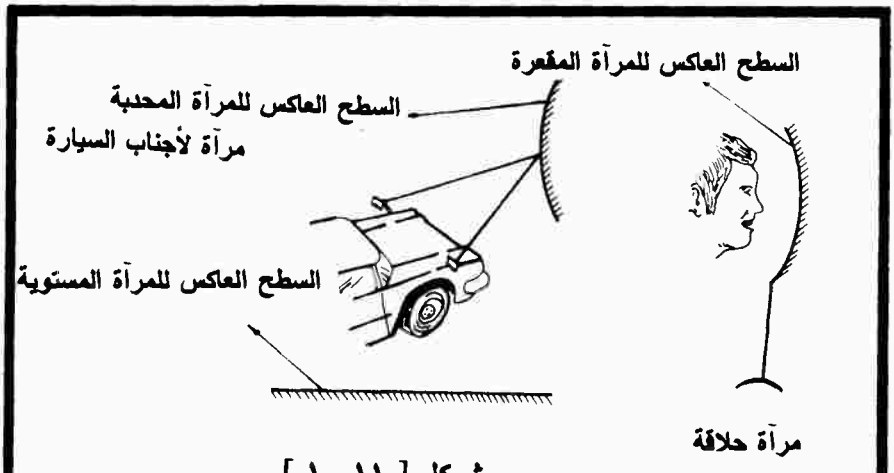
[١١ ـ ١] أنـواع المرايـا :

فى الدرس السابق درسنا المرايا المستوية وانعكاس الضوء عليها وفيما يلى سنتعرض لأنواع المرايا .

١ ـ ***المرآة المستوية Plane, Mirror*** : وفيها يكون سطح العاكس مستوياً .

٢ ـ ***المرآة المحدبة Convex mirror*** : وتعتبر جزء من سطح كرة كبيرة ، يقوم سطحها الخارجى بعكس الضوء .

٣ ـ ***المرآة المقعرة Concave mirror*** : وتعتبر جزء من سطح كرة كبيرة ويقوم سطحها الخارجى بعكس الضوء انظر الرسم شكل (١١ ـ ١) .



شـكل [١١ ـ ١]
أنواع المرايا : المستوية والمقعرة والمحدبة

وللمرايا الكروية استخدامات علمية وعملية متعددة وفيما يلى بعض من هذه الاستخدامات :

١ ــ ***المرايا المحدبة*** : تستخدم فى المرايا العاكسة فى كل السيارات لمراقبة السيارات والطريق خلف السيارة .

٢ ــ ***المرايا المقعرة*** :

(أ) فى المراصد الفلكية وفى عمل التلسكوبات عموماً .

(ب) فى مرايا ذات استخدامات خاصة مثل المرايا المستخدمة عند حلاقة الذقن للرجال .

(جـ) المرايا المقعرة ذات الشكل المكافىء **parabolic shape** ، تستخدم فى مصابيح الجيب ومصابيح السيارة الأمامية .

(د) فى تجميع وتركيز الأشعة لدرجة ترفع من درجة الحرارة عالياً جداً .

(هـ) فى بعض الأجهزة الطبية مثل التى يستخدمها أطباء الأنف والأذن والحنجرة عند فحص هذه الأعضاء .

[١١ ـ ٢] خواص المرايا الكروية :

تصنع هذه المرايا بطلاء السطح المقابل لسطحها العاكس بمادة لامعة (فضة) ويُعتبر كل من المرايا المحدبة والمقعرة جزء من كرة كبيرة « مثل زجاجة الساعة » ، كما هو موضح فى شكل (١١ ــ ٢) .

تُسمى المسافة أب بفتحة المرآة aperture بينما يطلق على أبعد نقطة عن سطح المرآة برأس المرآة pole (جـ) فى حين يطلق على المركز م للكرة التى صنعت منها المرآة بمركز كرة المرآة أو مركز التكور center, of curvature .

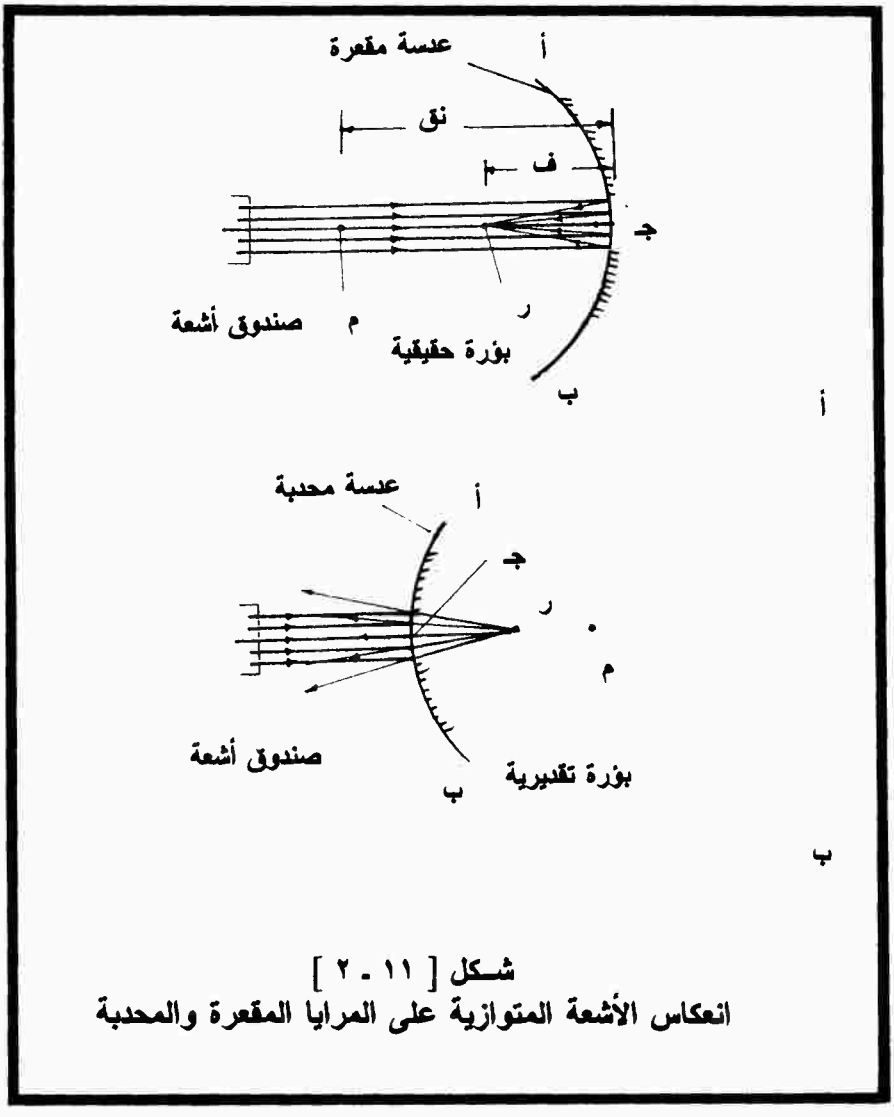
ويطلق على المستقيم م جـ المار بمركز كرة المرآة (م) ورأسها (جـ) بالمحور البصرى الرئيسى للمرآة principle axis .

والمسافة (م جـ) تمثل نصف قطر التقوس للمرآة .

والبعد البؤرى focal length للمرآة هو المسافة م ر .

وكما سيتضح فيما بعد فإن وضع وحجم الصورة فى هذه المرايا يتوقف على قيمة نصف قطر التقوس أو على البعد البؤرى لها .

ويوضح شكل (١١ ـ ٢) ، انعكاس الأشعة المتوازية على المرايا المحدبة والمقعرة .



شـكل [١١ ـ ٢]
انعكاس الأشعة المتوازية على المرايا المقعرة والمحدبة

[١١ ـ ٣] انعكاس الأشعة من على المرايا الكروية :

عندما تمر حزمة من الأشعة المتوازية للمحور البصرى الرئيسى للمرآة (م جـ) [ارجع لشكل (١١ ـ ٢ ـ أ)] ، وتسقط على السطح المقعر للمرآة المقعرة ، فإن الأشعة المنعكسة تعود لتتجمع فى نقطة (ر) على المحور الرئيسى ويطلق على هذه النقطة ، البؤرة الرئيسية للمرآة .

ومن الجهة الأخرى فإن الأشعة المتوازية وموازية للمحور الرئيسى عند سقوطها على السطح المحدب للمرآة فإنها تنعكس وتبدو كما لو كانت خارجة من النقطة (ر) على المحور الرئيسى خلف المرآة المحدبة (شكل ١١ ـ ٢ ـ ب) .

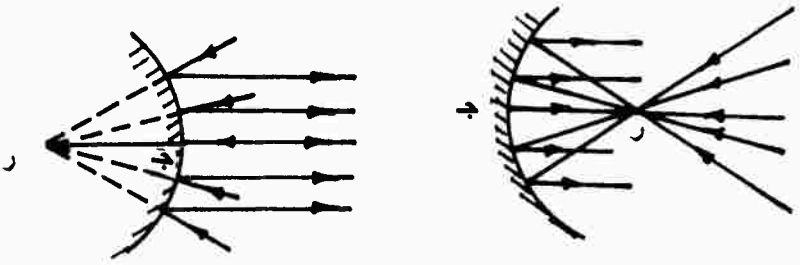
والبؤرة الرئيسية للمرآة المقعرة هى بؤرة حقيقية Real focus ، حيث أن الأشعة المنعكسة تمر بها فعلاً .

فى حين أن البؤرة الرئيسية للمرآة المحدبة هى بؤرة تقديرية Virtual focus ، والتى تعنى أن الأشعة المنعكسة لا تمر بها فعلاً .

ويتضح من شكل (١١ ـ ٣) ، عملية سقوط أشعة متجمعة (وليست متوازية) وملتقية فى البؤرة . لكل من المرآة المقعرة [شكل (١١ ـ ٣ ـ أ)]. [والمحدبة شكل (١١ ـ ٣ ـ ب)] .

وفى كل من النوعين فإن الأشعة الساقطة تنعكس متوازية [قارن شكلى (١١ ـ ٢ ، ١١ ـ ٣) ويتضح منهما أن عملية سقوط الأشعة وانعكاسها فى كل نوع من أنواع المرايا الكروية ، منعكس أى أنه إذا سقطت الأشعة متوازية فإنها تنعكس متجمعة أو متفرقة فى حين أنها إذا سقطت الأشعة متجمعة فإنها تنعكس متوازية .

وهذا يوضح قانوناً عاماً (للعدسات) يعرف بمبدأ انعكاسية الضوء Principle of reversibility of light .



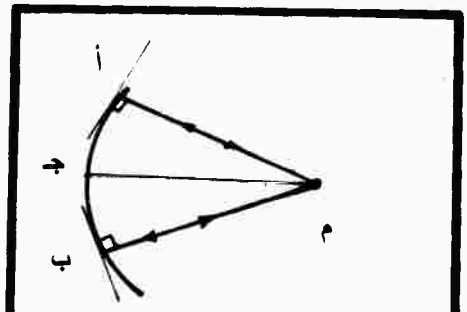
شـكل [(١١ ـ ٣) أ ، ب]
سقوط أشعة متجمعة على المرايا الكروية
وانعكاسها متوازية فى الحالتين

[١١ ـ ٤] قياس نصف قطر التكور للمرايا الكروية :

يوضح شكل (١١ ــ ٤) شعاعين م أ ، م ب ساقطين على عدسة مقعرة من مركز تكورها م وحيث أن كل من م أ، م ب هما نصفا قطر المرآة ، فإن كل منهما يكون عمودياً على سطح المرآة عند كل من أ ، ب على الترتيب .

وبذلك فإن كل من الشعاعين ينعكس إلى المركز م فى نفس مسار الشعاع الساقط .

ويعنى هذا أنه إذا وضع جسم عند م فإن صورته ستتكون كذلك عند م ، أى أن الأصل والصورة ينطبقان تماماً عند المركز م ويمكن استخدام هذه الحقيقة فى قياس نصف قطر التكور للمرايا المقعرة وبدقة كبيرة .



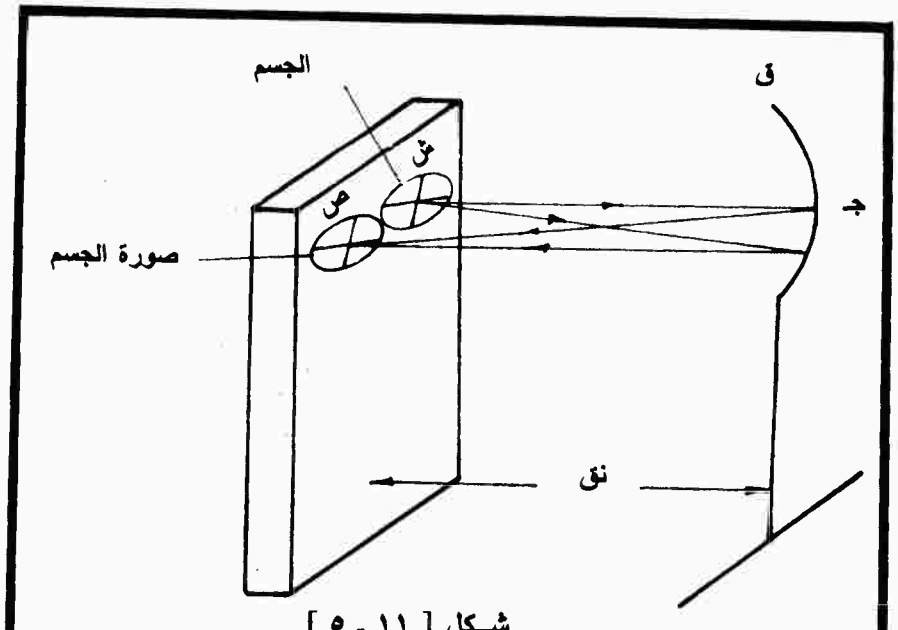
عدسة مقعرة

شـكل [١١ ـ ٤]

تجربـــة :

أحضر مرآة مقعرة (ق) وضع أمامها جسماً صغيراً مضيئاً (ش) وليكن على هيئة سلكين متقاطعين مثبتين فى فتحة بقطعة من الكرتون أو فى شاشة مع وضع مصباح خلف الأسلاك .

انظر الرسم شكل (١١ ـ ٥) .



شـكل [١١ ـ ٥]

قياس نصف قطر تكور مرآة مقعرة

ثم نبدأ فى تحريك المرآة المقعرة قرباً وبعداً عن الجسم (ش) ثم نقيس المسافة (ش جـ) فيما بين الجسم والمرآة وهى تمثل نصف قطر التكور للمرآة (نق) ، نكرر التجربة مرتين ثم نأخذ متوسط القراءات الثلاث لقيم (نق) .

وكما هو واضح ، وباختصار فإن البعد البؤرى للمرآة (بعد البؤرة عن السطح) يعادل نصف (نصف قطر التقوس) أى يساوى $\frac{\text{نق}}{٢}$

[١١ ـ ٥] الصور المتكونة بالمرايا المقعرة :

يوضح شكل (١١ ـ ٦) الحالات المختلفة لتكون الصور بالمرايا المقعرة :

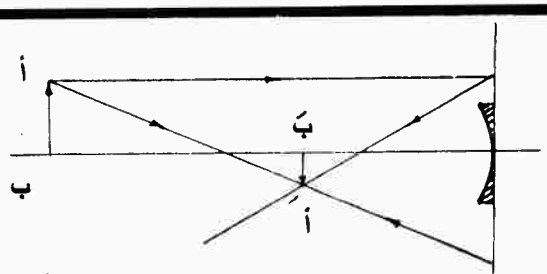
١ ـ عندما يكون الجسم بعيداً جداً عن المرآة فإن الصورة تكون صغيرة ومقلوبة وعند البؤرة وذلك لأنه إذا بعد الجسم بعداً كافياً فإن الأشعة الساقطة منه على المرآة تكاد تكون متوازية ارجع لشكل (١١ ـ ٢ ـ أ) .

٢ ـ فإذا اقترب الجسم أكثر للمرآة فإن صورته تكبر ولكنها تبقى أصغر من الجسم ذاته [انظر شكل (١١ ـ ٦ ـ أ)] .

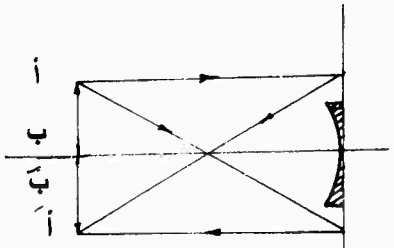
٣ ـ فإذا كان الجسم موضوعاً فى مركز المرآة (م) فإن طول الصورة . يساوى طول الجسم ويتكونا فى نفس المكان (م) [انظر شكل (١١ ـ ٦ ـ ب)] .

٤ ـ إذا وضع الجسم فى المسافة فيما بين المركز (م) والبؤرة (ر) فإن الصورة تكون أكبر من الجسم وبعيدة أكثر عن المرآة . [انظر شكل (١١ ـ ٦ ـ جـ)] .

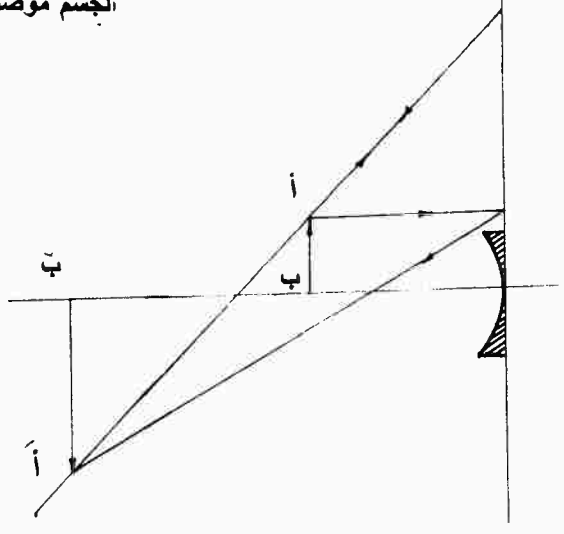
وفى كل الحالات السابقة فإن الصورة تكون مقلوبة وحقيقية .



أ) صورة حقيقية صغيرة مقلوبة / الجسم أبعد من مركز التكور



ب) صورة حقيقية نفس حجم الجسم مقلوبة
الجسم موضوع فى مركز التكور

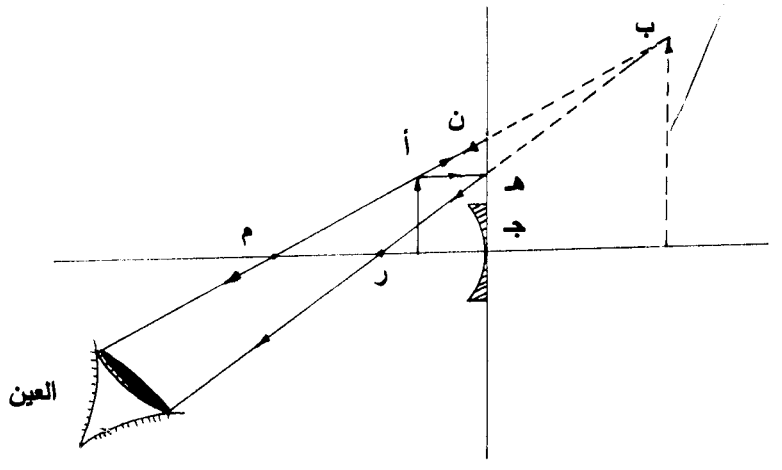


جـ) صورة حقيقية كبيرة مقلوبة الجسم فيما بين البؤرة ومركز التكور

شـكل [(١١ ـ ٦) أ ، ب ، جـ]
وضع الصورة فى المرآة المقعرة طبقا لوضع الجسم وبعده عن المرآه

[١١ ـ ٦] المرآة المكبرة Magnifying mirror :

أما إذا وضع الجسم فيما بين البؤرة والمرآة ، فإنه تنتج صورة . مكبرة لهذا الجسم ومعتدلة ، انظر الرسم شكل [١١ ـ ٧] .



[الجسم فيما بين المرآه والبؤرة]

شـكل [١١ ـ ٧]
المرآة المكبرة

وفى هذه الحالة ، فإن الشعاع (أ هـ) الموازى للمحور الرئيسى للمرآة يرتد منعكساً فى الاتجاه (هـ ر) « ر هى البؤرة » ماراً بالبؤرة (ر) فى حين أن الشعاع (أن) الذى مساره (م أ ن) من المركز (م) ينعكس فى نفس اتجاه المسار (ن أ) .

وحيث أن (ن أ) ، (هـ ر) يتقاطعان فى (ب) خلف المرآة المقعرة . فإن الصورة تكون تقديرية ومكبرة ومعتدلة .

ولهذا السبب تستخدم المرآة المقعرة فى (الحلاقة) أو فى عيادات طب الأسنان ،

وفى كلٍّ من الحالتين السابقتين فإن الجسم يكون قريباً من المرآة بحيث يكون بعده عن سطح المرآة العاكس أقل من البعد البؤرى للمرآة . .

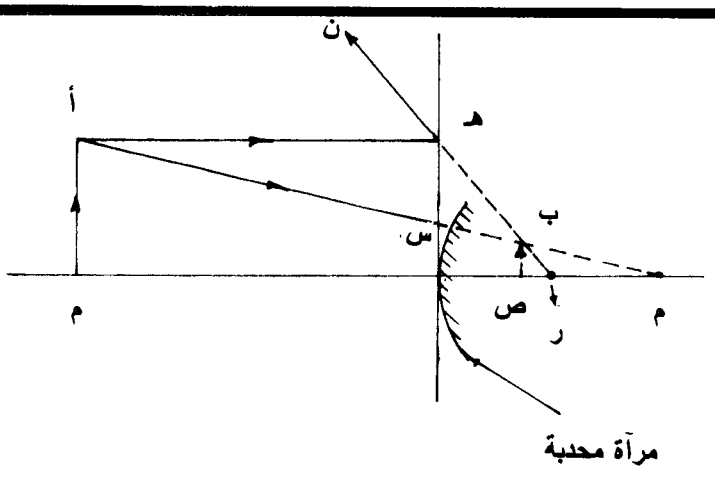
[١١ ـ ٧] الصورة المتكونة بالمرايا المحدبة :

إذا ما أجرينا التجارب على جسم مضيء مثل السلكين المتقاطعين فى التجربة السابقة لتحديد نصف قطر تكور (تقوس المرآة) المقعرة ، سنجد أن الضوء المنعكس من على المرايا المحدبة لا يسقط أبداً على الشاشة وبذلك فالصورة المتكونة هنا ، تقديرية ودائماً معتدلة كما سنرى لاحقاً .

ويوضح شكل (١١ ـ ٨) ، صورة متكونة على مرآة محدبة حيث ينعكس الشعاع (أ هـ) الموازى للمحور الرئيسى للمرآة فى اتجاه (هـ ن) ، كما لو كان خارجاً متفرقاً من البؤرة الرئيسية (ر) ، خلف المرآة .

أما الشعاع (أ س) الذى يمر امتداده بالمركز (م) ، فإنه ينعكس فى نفس إتجاه الشعاع الأصلى (س أ) ، وحيث أن كل من (ن هـ) ، (أ س) يتقاطعان فى النقطة (ب) خلف المرآة ،

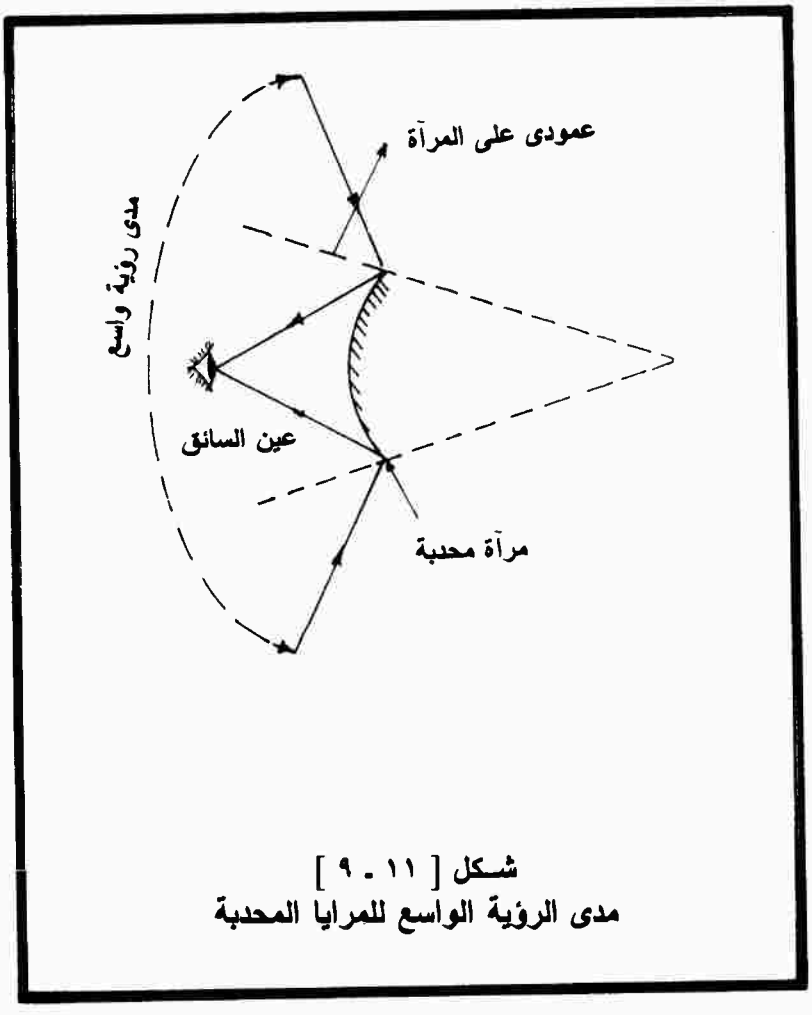
لذلك تكون الصورة فى هذه الحالة تقديريةومعتدلةومصغرة عن الجسم ، الصورة ب ص .



شـكل [١١ ـ ٨]
الصور المتكونة بالمرايا المحدبة
صورة تقديرية معتدلة مصغرة

ولهذا ، تستخدم المرايا المحدبة فى السيارات .

ويوضح شكل (١١ ـ ٩) مرآة محدبة ذات مدى رؤية واسع تستخدم فى السيارات .



شـكل [١١ ـ ٩]
مدى الرؤية الواسع للمرايا المحدبة