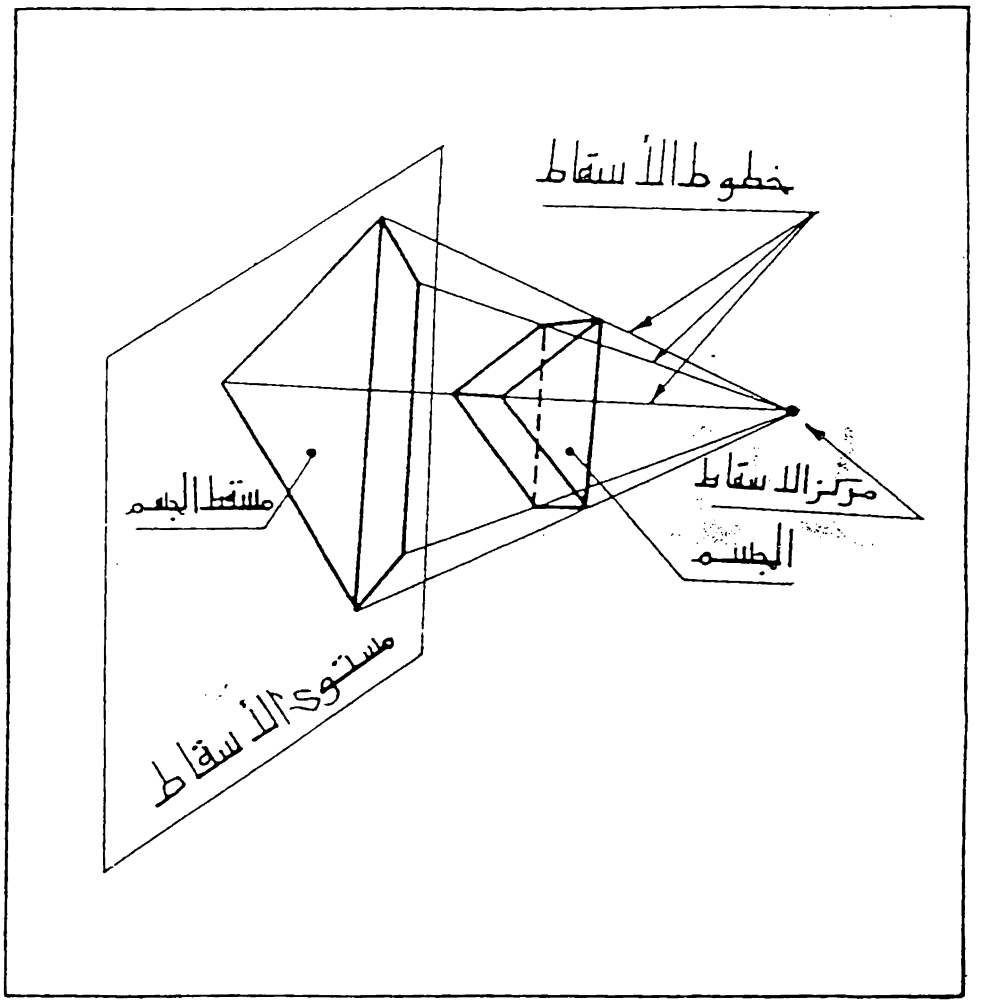
6

نظرية الأسقاط

6.1 مقدمة . يواجه المهندس مهمة تمثيل الاجسام ذات الابعاد الثلاثة على ورقة الرسم التي لها بعدين فقط . ولكي يعطي رسمه توضيحا كاملا ومفهوما لشكل الجسم وابعاده يجب اتباع طرق واساليب معينة ، على ان تكون هذه الطرق مثبتة بموجب قواعد معدة وموحدة . واساس قواعد الرسم الهندسي هو الاسقاط .

6.2 نظرية الاسقاط . الاسقـــاط هو طريقـــة لتمثيل الاجـام على سطح مستوى ، وذلك بتصور نقطة في الفضاء تسمى مركز الاسقاط (Point Station) وامرار خطوط تسمى بـ خطوط الاسقاط (Projection Lines) من مركز الاسقاط الى نقاط الجسم المختلفة ، فعند تقاطع هذه الخطوط مع مستوى يسمى بـ مستوى الاسقاط (Plane of Projection) نحصل على شكل يسمى بـ مسقط الجسم (View of the object) ، شكل 6.1 .



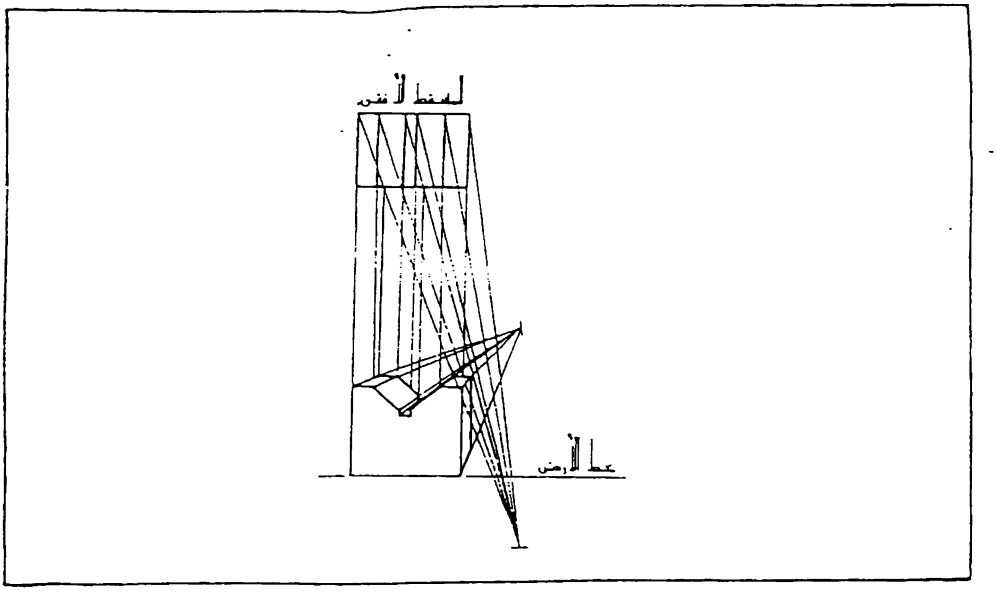
شكل 6.1 الاسقاط

6.3 طرق الاسقاط . بموجب نظرية الاسقاط توجد مالانهاية من الاحتمالات لرسم مسقط الجسم ، فمثلا تغيير وضعية الجسم بالنسبة الى خطوط الاسقاط ومستوى الاسقاط وتغيير اتجاه مستوى الاسقاط او موقع مركز الاسقاط يؤدي الى مساقط باشكال مختلفة . ولتحديد هذه الاحتمالات الكثيرة فقد صنفت طرق خاصة للاسقاط يتم بموجبها رسم الاجسام بشكل موحد .

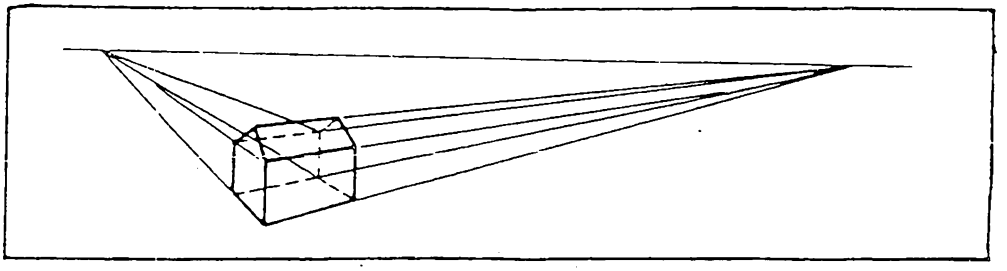
توجد طريقتان للاسقاط حسب موقع مركز الاسقاط .

فاذا وقع مركز الاسقاط على بعد نهائي نحصل على الاسقاط المنظور (Perspective Projection) ، اما اذا كان موقع مركز الاسقاط في اللانهاية فأن خطوط الاسقاط تصبح متوازية مع بعضها ويسمى الاسقاط بالاسقاط المتوازي (Parallel Projection) .

يوجد نمطان للاسقاط المنظور وهما الاسقاط المنظور المتوازي (Parallel Perspective) وذلك عندما تكون احدى أوجه الجسم الرئيسية موازية لمستوى الاسقاط ، شكل 6.2 ، والاسقاط المزاوي (Angular Projection) عندما تكون أوجه الجسم الرئيسية مائلة مع مستوى الاسقاط ، شكل 6.3 .



شكل 6.2 الاسقاط المنظور المتوازي .



شكل 6.3 الاسقاط الزاوي .

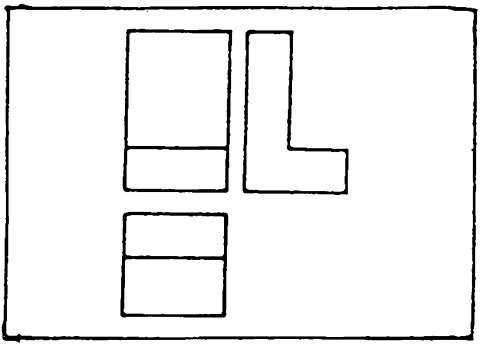
اما الاسقاط المتوازي فيمكن ان يتم باحدى طريقتين :

أولا : الاسقاط المتعامد (Orthographic Projection) وذلك اذا كانت خطوط الاسقاط عمودية على مستوى الاسقاط .

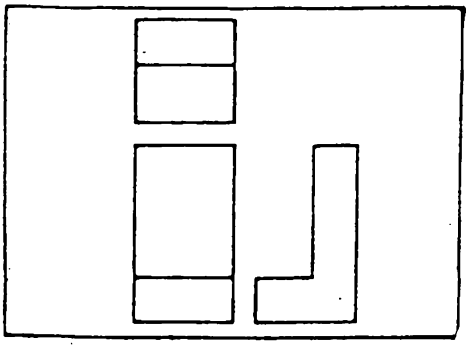
ثانياً : الاسقاط المائل (Oblique Projection) اذا كانت خطوط الاسقاط مائلة بالنسبة الى مستوى الاسقاط .

يتغير شكل المسقط في الاسقاط المتعامد حسب وضعية الجسم بالنسبة الى مستوى الاسقاط ، فاذا كانت احدى أوجه الجسم الرئيسية موازية لمستوى الاسقاط نحصل على نظام المساقط المتعدده (Multiview Projection) ، ويمكن ان يتم بأحدى طريقتين :

الاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى (First Angle Projection) ، شكل 6.4 ، والاسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة (Third Angle Projection) / شكل 6.5 .



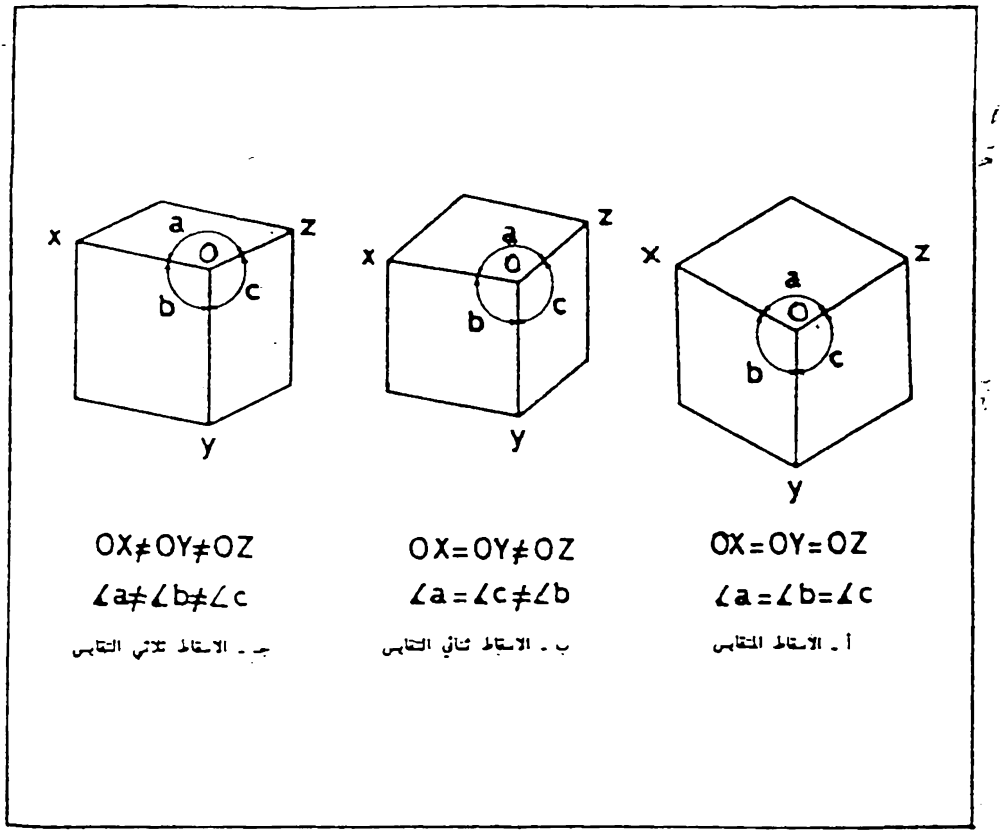
شكل 6.4 الاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى .



شكل 6.5 الاسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة .

اذا كانت أوجه الجسم الرئيسية مائلة بالنسبة الى مستوى الاسقاط فنحصل على الاسقاط الاحداثي (Axonometric Projection) وتوجد ثلاثة انواع منه وهي :

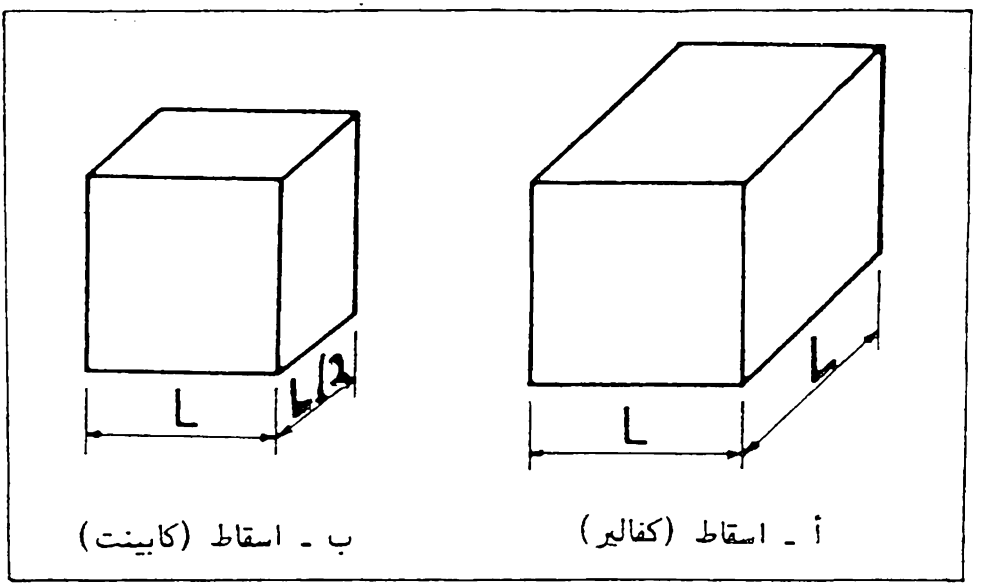
- الاسقاط المتقايس (Isometric Projection) عندما تكون المحاور متساوية في القياس ، شكل 6.6 (أ) .
- الاسقاط ثنائي التقايس (Dimetric Projection) عندما يكون محوران فقط متساويان في القياس ، شكل 6.6 (ب) .
- الاسقاط ثلاثي التقايس (Trimetric Projection) عندما تكون المحاور الثلاثة غير متساوية في القياس ، شكل 6.6 (جـ) .



شكل 6.6 الاسقاط الاحداثي .

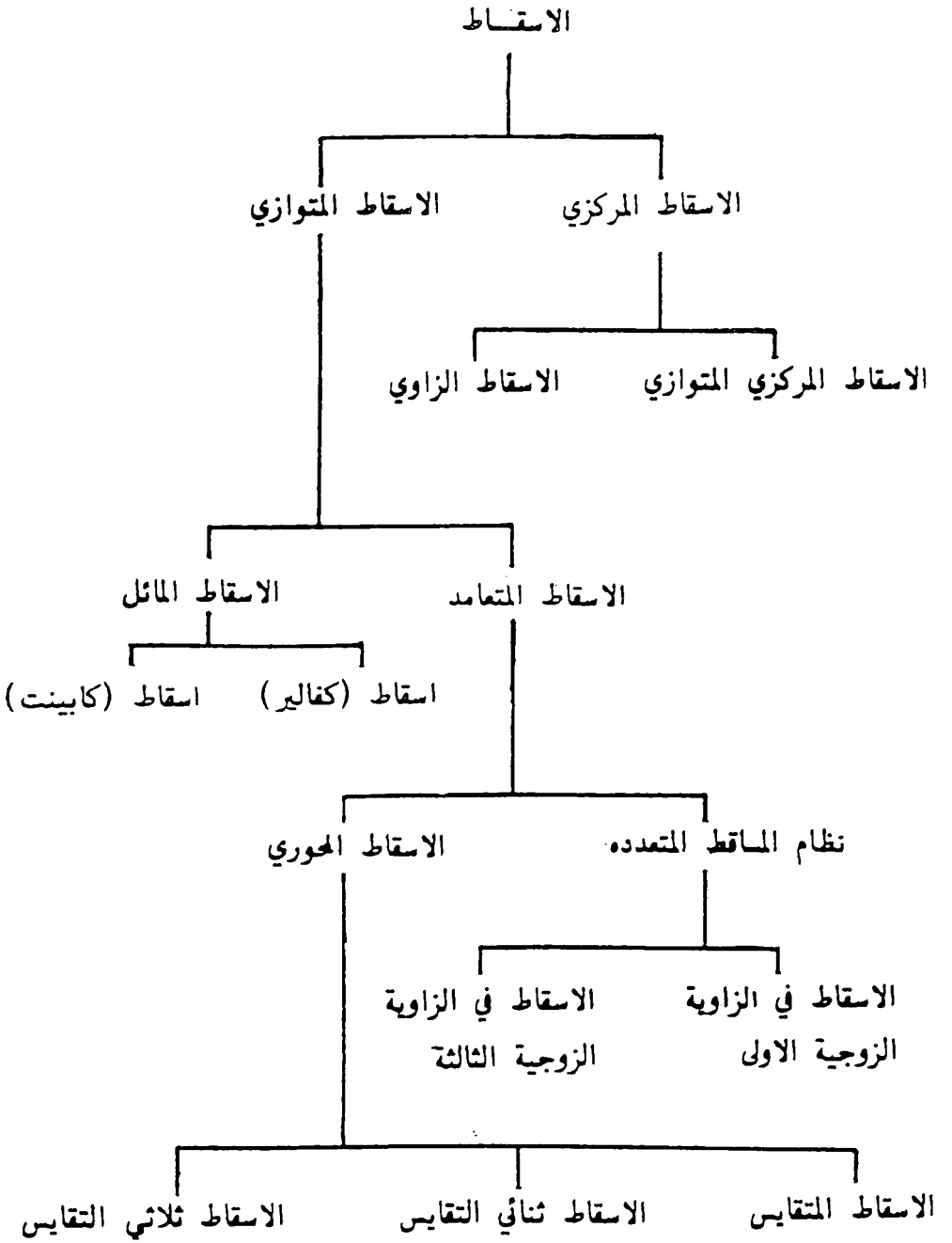
اما بالنسبة للاسقاط المائل فقد اشترط ان تكون فيه احدى أوجه الجسم موازية لمستوى الاسقاط وتستعمل الطريقتان التاليتان :

- اسقاط (كفالير **Cavalier Projection**) ، شكل **6.7** (أ).
- اسقاط (كابينت **Cabinet Projection**) ، شكل **6.7** (ب).



شكل **6.7** الاسقاط المائل .

ويمكن تصنيف طرق الاسقاط المختلفة كما يلي :



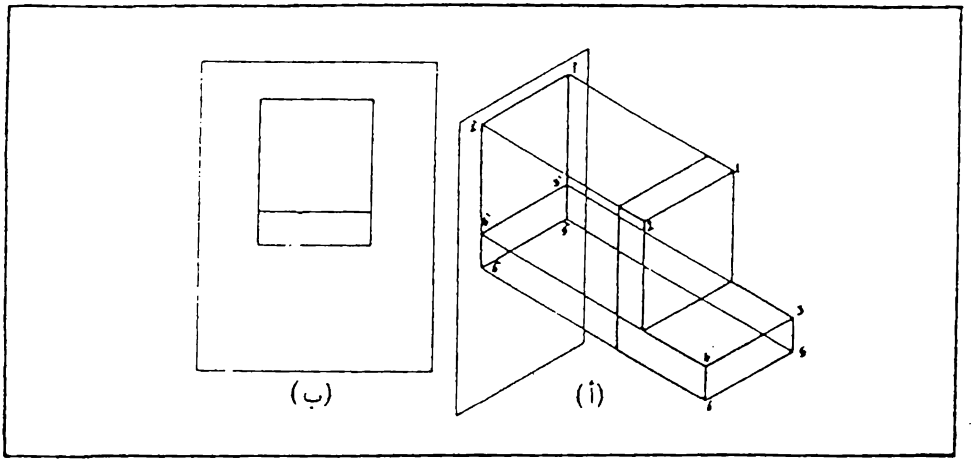
7

نظام المساقط المتعددة

7.1 مقدمة . يجب ان يتوفر في الرسم الذي يستعمل في الانتاج شرط تمثل الاجسام باشكالها وابعادها الحقيقية دون تحريف وان يعطي الوصف الكامل للجسم . فاذا كان الجسم يحوي على شكل مربع او دائري يجب ان يكون رسم الشكل ايضا مربعا او دائريا . واذا راجعنا طرق الاسقاط المختلفة نلاحظ ان احسن الطرق التي تفي بهذه الشروط هي نظام الرسم ذو المساقط المتعددة ، لذا فهو يستعمل بكثرة في الرسم الهندسي .

7.2 مبدأ رسم المسقط .

لرسم مسقط جسم معين في نظام المساقط المتعددة نتصور الجسم موضوع على مسافة من مستوى الاسقاط بحيث يكون احد اوجهه الرئيسية موازيا الى هذا المستوى ثم نتصور ان خطوط الاسقاط التي تكون متوازية مع بعضها وعمودية على مستوى الاسقاط تمر خلال نقاط الجسم مثل 1 و 2 و 3 و 4 .... ، شكل 7.1 (أ) ، وهذه الخطوط تقطع مستوى الاسقاط في نقاط مثل $1'$ و $2'$ و $3'$ و $4'$ ..... ، ان هذه النقاط تمثل مسقط الجسم . واذا انطبق مستوى الاسقاط مع مستوى ورقة الرسم نحصل على شكل 7.1 (ب).

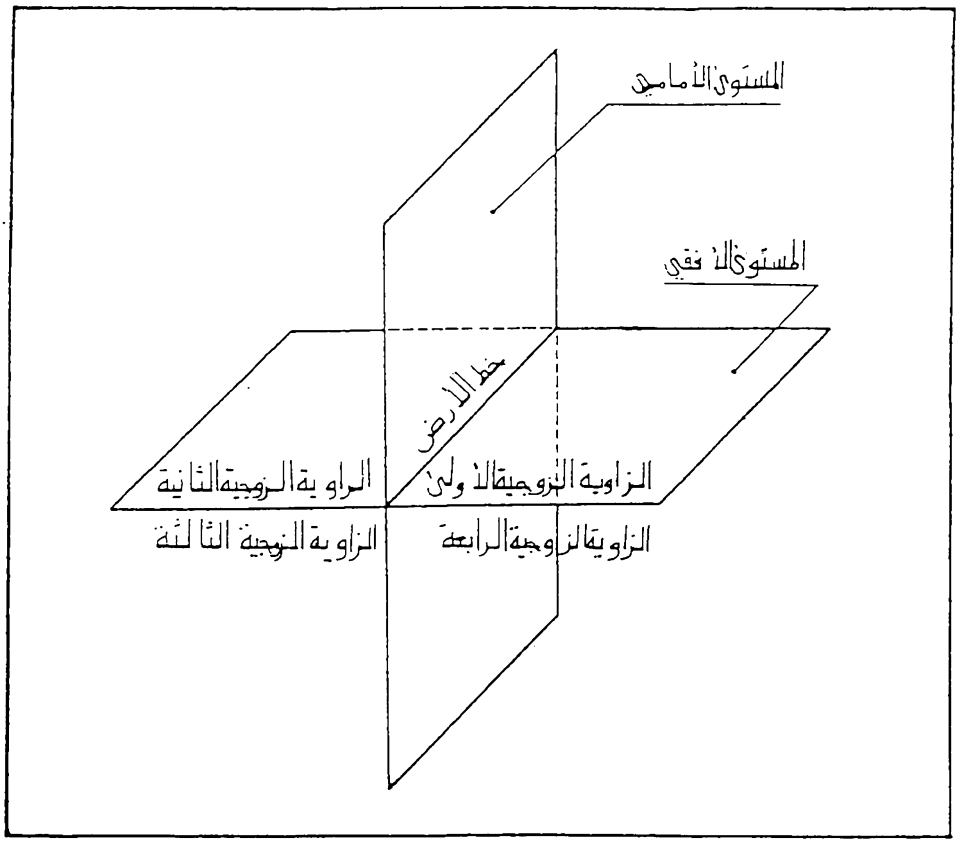


شكل 7.1 طريقة رسم المسقط في نظام المساقط المتعددة .

7.3 الاسقاط على مستويين متعامدين. بما ان لكل جسم ثلاثة ابعاد فان رسم مسقط واحد في مستوى الاسقاط لايكفي لتوضيح ابعاده كاملة ، لان للمستوى بعدين فقط . ولتوضيح جميع معالم الجسم يمكن رسم عدة مساقط من اتجاهات مختلفة . والاسلوب المتبع في الرسم الهندسي هو الاسقاط على مستويين اساسيين متعامدين ، مستوى موازي للافق ويسمى بالمستوى الافقي ، ومستوى عمودي عليه ويسمى بالمستوى *الرأسي* ، وهذان المستويان يقسمان الفراغ المحيط بهما الى اربع زوايا زوجية ، الزاوية الاولى منها تسمى بالزاوية الزوجية الاولى ، والثانية بالزاوية الزوجية الثانية وهكذا كما موضح في شكل 7.2 ، ويسمى خط تقاطع المستويين بخط الارض . ولرسم اي جسم نتبع مايلي :

نتصور الجسم موضوع في احدى الزوايا الزوجية واوجهه الرئيسية موازية للمستويين المتعامدين ثم ننزل مسقطي الجسم في هذين المستويين كما مر سابقا (لاحظ الفقرة 7.2) على ان تكون خطوط الاسقاط العمودية واردة من الاعلى وخطوط الاسقاط الافقية واردة من اليمين .

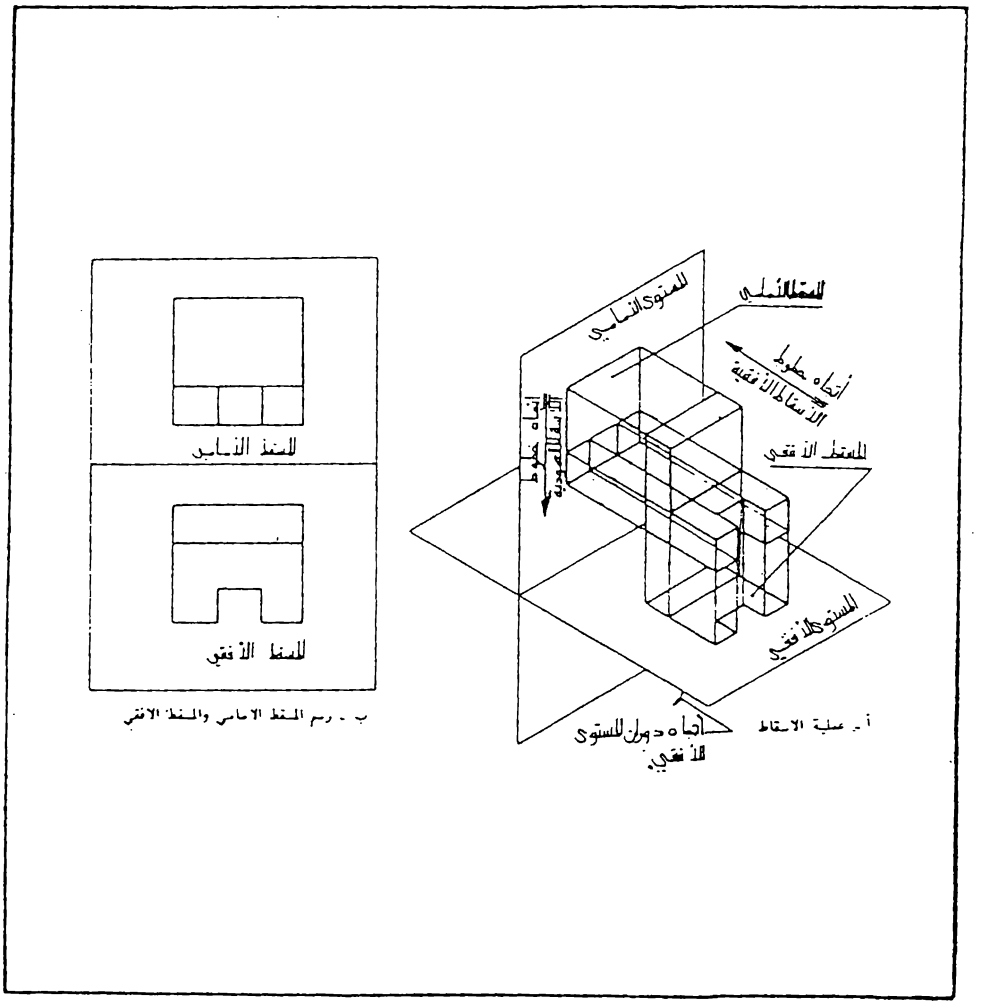
نثبت المستوى الرأسي ونترك المستوى الافقي يدور حول خط الارض باتجاه عقرب الساعة الى ان ينطبق مع المستوى الرأسي ، اي يقع المستويان المتعامدان في مستوى واحد ويقع المسقطان المرسومان في هذا المستوى . ان المسقط المرسوم في المستوى الرأسي يسمى بالمسقط الرأسي او المسقط الامامي ، والمسقط المرسوم في المستوى الافقي يسمى بالمسقط الافقي . وهكذا يتحقق تمثيل الجسم الذي له ثلاثة ابعاد على ورقة الرسم التي لها بعدين فقط مع الاحتفاظ بالشكل الحقيقي للجسم دون تغير .



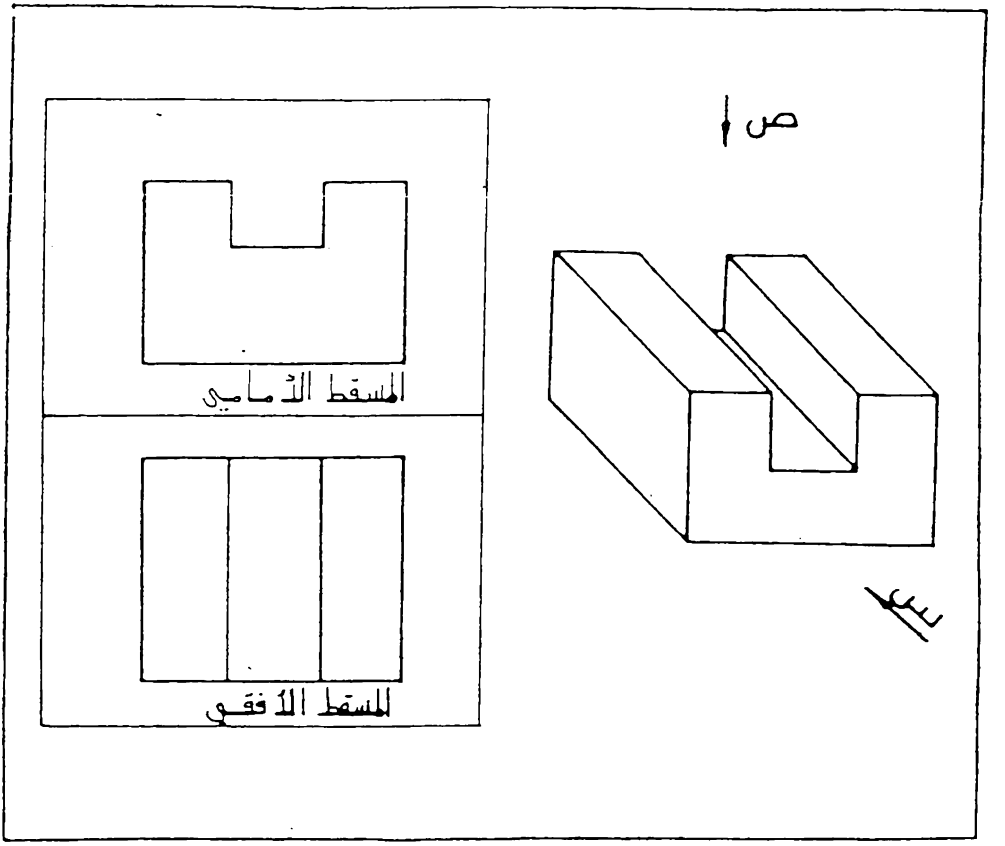
شكل 7.2 المستويان المتعامدان والزوايا الزوجية الاربعة .

7.4 الاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى(First Angle Projection).

يسمى الاسقاط بالاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى اذا وضعنا الجسم في هذه الزاوية من الزوايا الزوجية الاربعة ، واجرينا عملية الاسقاط كما مر سابقاً (لاحظ شكل 7.3) . ويمكن تصور العملية كما يلي شكل 7.4 ،، ننظر من امام الجسم (الاتجاه س) ثم نرسم مانراه لنحصل على المسقط الامامي ، ثم ننظر من اعلى الجسم (الاتجاه ص) لنرسم المسقط الافقي الذي يكون موقعه تحت المسقط الامامي .



شكل 7.3 الاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى .

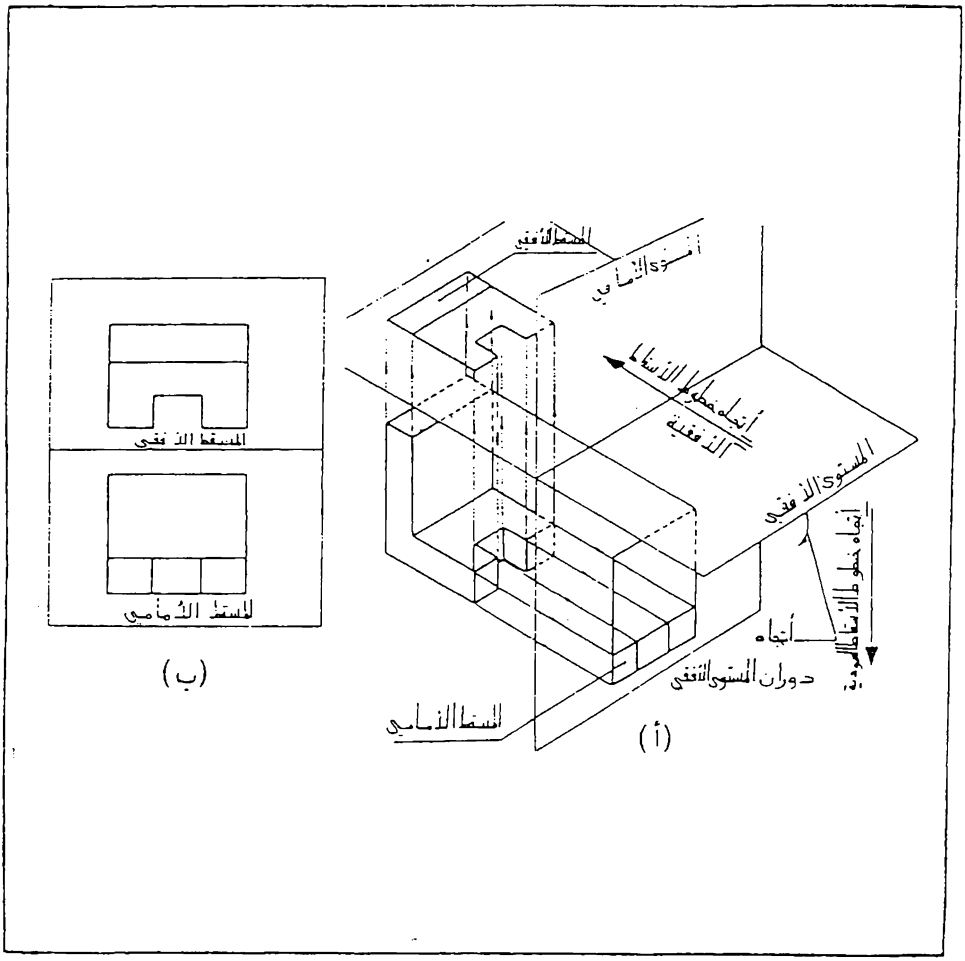


شكل 7.4 الاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى ـ اتجاه النظر الى الجسم .

7.5 الاسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة(Third Angle Projection).

يتم الاسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة بتصور الجسم موضوع في هذه الزاوية ورسم المساقط بنفس المباديء المتبعة في الفقرة 7.3 ، اي بتصور خطوط الاسقاط العمودية واردة من الاعلى وخطوط الاسقاط الافقية من اليمين وتثبيت المستوى الرأسي مع دوران المستوى الافقي باتجاه عقرب الساعة الى ان ينطبق مع المستوى الرأسي ، شكل 7.5 (أ). ان موقع المسقط الافقي في هذا النظام يكون فوق المسقط الامامي ، شكل 7.5 (ب).

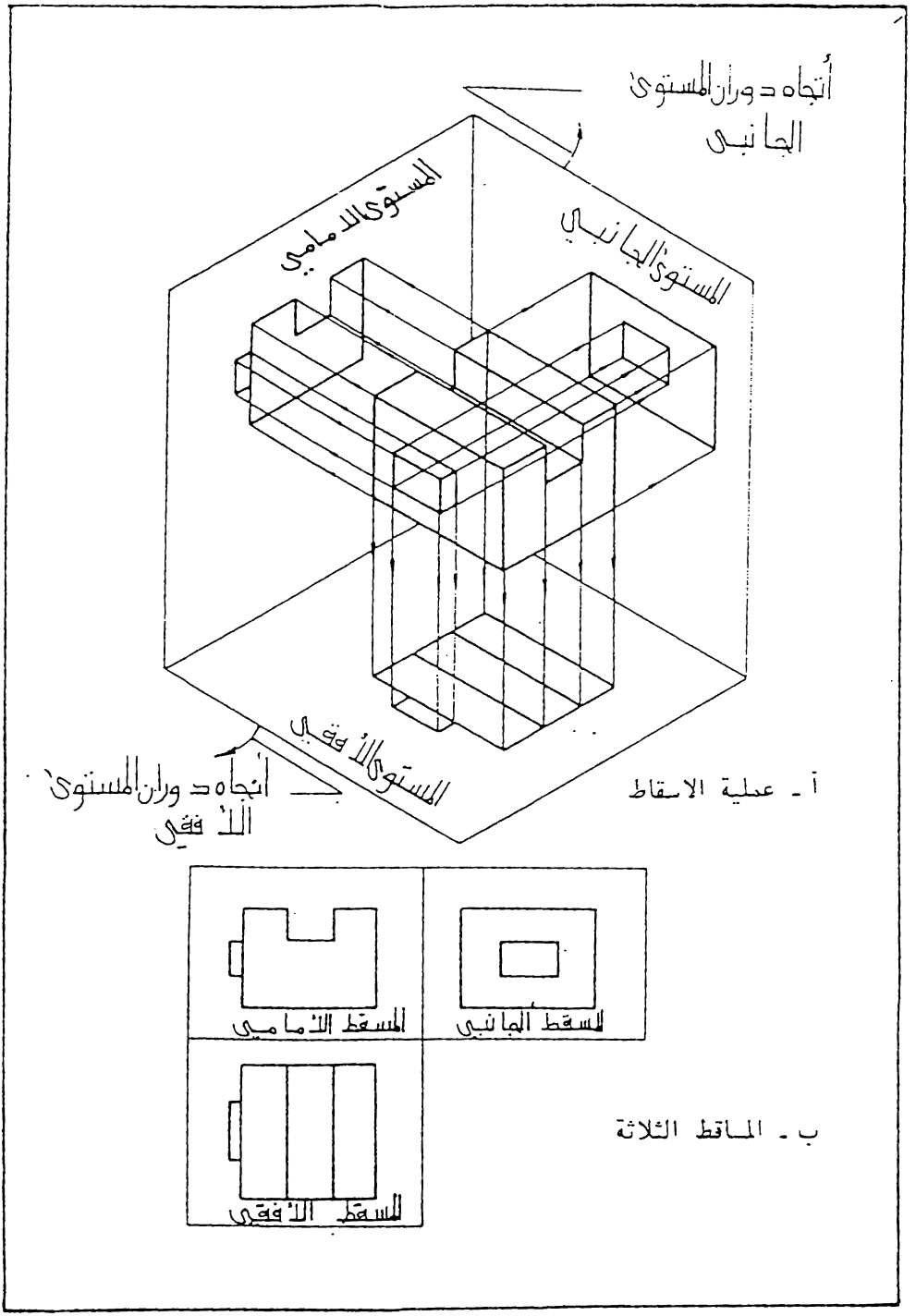
اما الاسقاط في الزاوية الزوجية الثانية او الزاوية الزوجية الرابعة فهو غير متبع لان المسقط الامامي والمسقط الافقي ينطبقان مع بعضهما عند دوران المستوى الافقي بالاتجاه المثبت سابقا ، وهذا يؤدي الى ارباك الرسم وعدم فهمه .



شكل 7.5 الاسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة .

7.6 المسقط الثالث لزيادة توضيح الجسم يمكن تصور مستوى ثالث والذي يسمى بالمستوى الجانبي عمودياً على كل من المستويين الرأسي والافقي ثم انزال مسقط ثالث للجسم على هذا المستوى ، شكل 7.6 . وعند فتح المستويين الافقي والجانبي بالاتجاه المبين في (أ) الى ان ينطبقان مع المستوى الرأسي نحصل على ثلاثة مساقط للجسم على ورقة الرسم كما مبين في شكل (ب).

ان هذا المسقط الثالث يسمى بالمسقط الجانبي .



شكل 7.6 الاسقاط في الزاوية الزوجية الاولى ـ رسم ثلاثة مساقط

7.7 رسم المساقط الستة **لاحظنا سابقا كيفية رسم مسقطين او ثلاثة مساقط لتوضيح الجسم ، واحيانا ولبعض الاجسام المعقدة ، نحتاج لتوضيح اكثر ، وذلك لمنع الالتباس او الغموض ، لذا ترسم مساقط اخرى من اتجاهات مختلفة للجسم . وعلى العموم ، يمكن رسم ستة مساقط لكل جسم وذلك بتصور الجسم موضوعاً داخل مكعب ثم اسقاط اوجه الجسم على السطوح الستة للمكعب ،** شكل 7.7 ، وعند فتح هذه الاسطح ، شكل (أ) ، نحصل على ستة مساقط للجسم مرتبة كما في شكل (ب) وهذه المساقط تسمى :

- المسقط الرأسي او المسقط الامامي (Front View)
- المسقط الخلفي (Rear View)
- المسقط الافقي (Top View)
- المسقط الافقي من الاسفل (Bottom View)
- المسقط الجانبي الايسر او المسقط الجانبي (Side View)
- المسقط الجانبي الايمن (Right Side View)

والان يمكن بسهولة تعيين وملاحظة وجود علاقة بين المساقط كما يلي، شكل 7.7 :

أ - يكون المسقط الامامي والمسقط الافقي في خط رأسي واحد بحيث يكون طول المسقطين واحد .

ب - يكون المسقط الامامي والمسقط الجانبي في خط افقي واحد بحيث يكون ارتفاع المسقطين واحد .

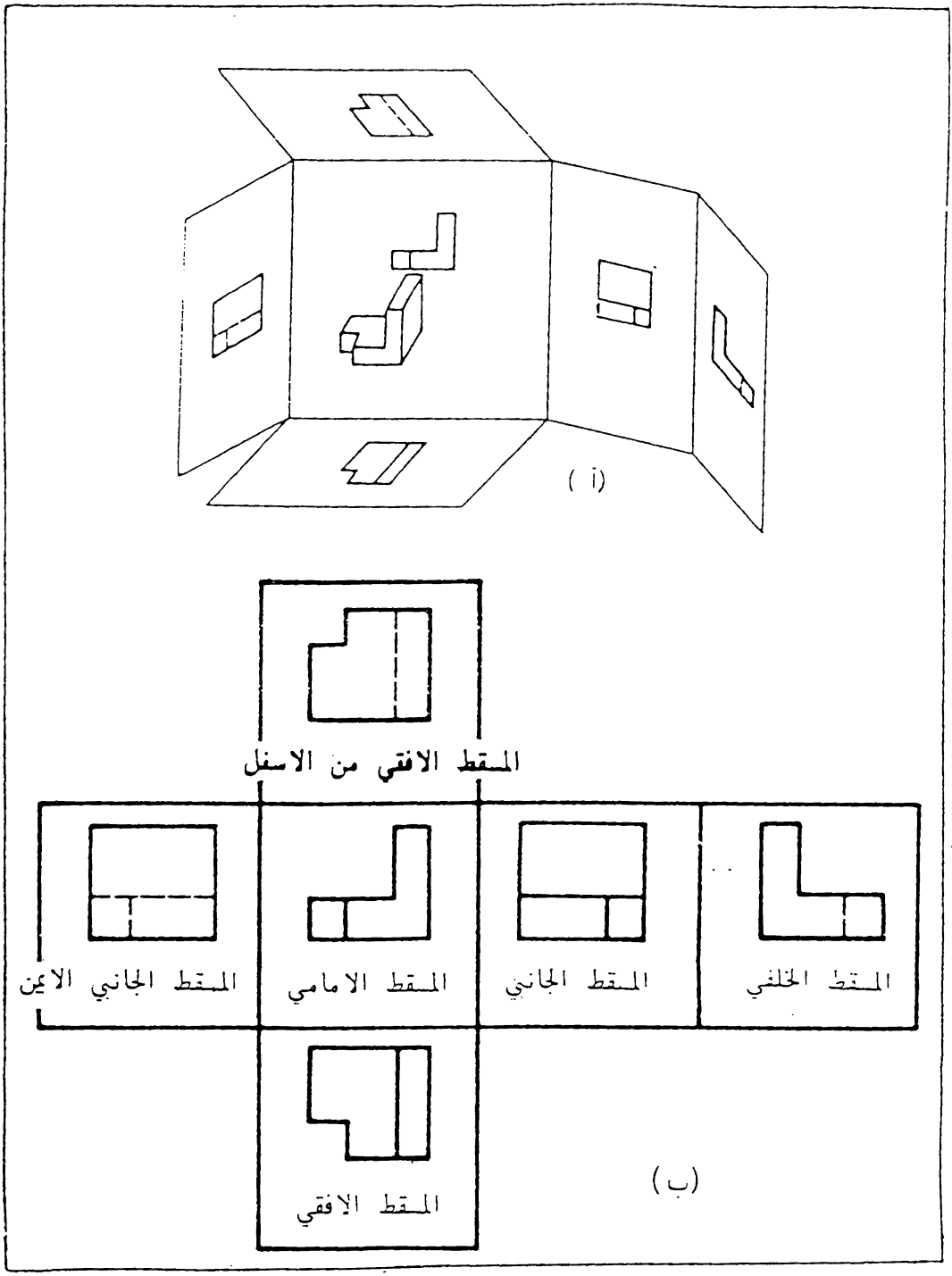
جـ - عرض المسقط الافقي يساوي عرض المسقط الجانبي .

د - الخط الموازي لمستوى الاسقاط يظهر بطوله الحقيقي عند اسقاطه على هذا المستوى .

هـ - الخط العمودي على مستوى الاسقاط يظهر كنقطة عند اسقاطه على هذا المستوى .

و - السطح الموازي لمستوى الاسقاط يظهر بشكله الحقيقي عند اسقاطه على هذا المستوى .

ز - السطح العمودي على مستوى الاسقاط يظهر كخط عند اسقاطه على هذا المستوى .



شكل 7.7 رسم المساقط الستة

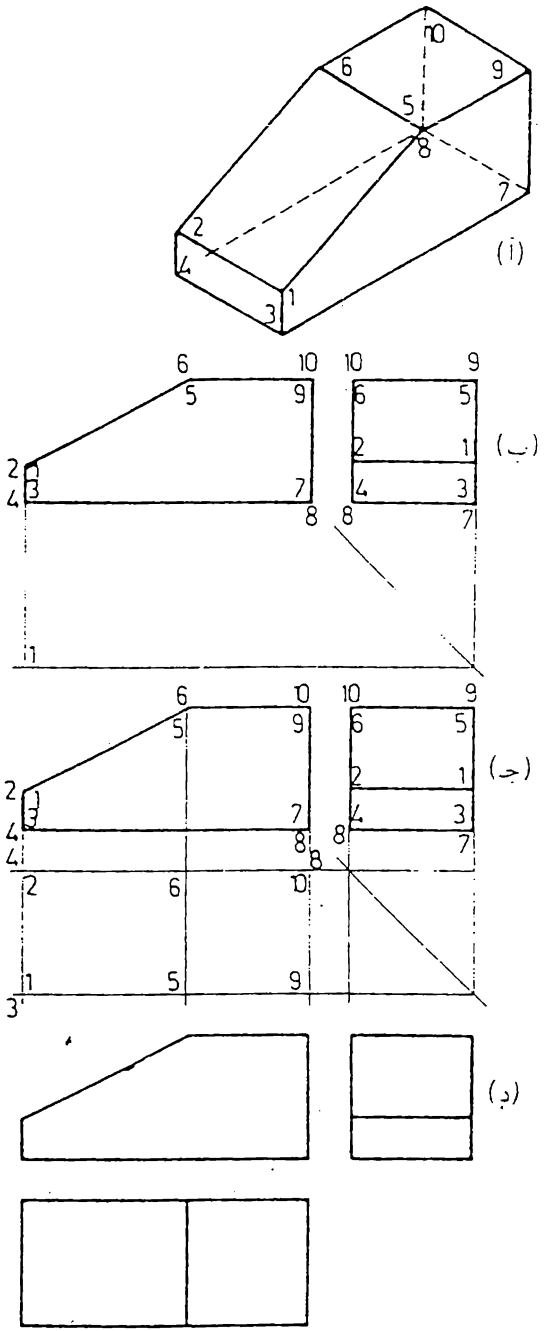
7.8 استنتاج المسقط الثالث يمكن استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين وذلك من العلاقة الموجودة بين المساقط كما يلي

يبين شكل 7.8 (أ) الرسم المنظور لقطعة معينة ، ولقد اشرت اركانها بارقام . شكل (ب) يمثل المسقط الامامي والمسقط الجانبي ، ولقد وضعت الارقام في المسقطين على النقاط المناظرة لها كما يلي

اذا كانت نقطة الجسم ظاهرة في المسقط وضع رقمها داخل الزاوية ، اما اذا كانت النقطة غير ظاهرة في المسقط فقد وضع رقمها خارج الزاوية . فمثلا النقطة (1) ظاهرة في كلا المسقطين لذا وضع الرقم (1) داخل الزاوية ، النقطة (2) ظاهرة في المسقط الجانبي ورقمها موضوع داخل الزاوية وغير ظاهرة في المسقط الامامي لذا وضع رقمها خارج الزاوية . ان الترقيم بهذا الترتيب ، اي تعيين النقاط المتناظرة بنفس الارقام يساعد كثيرا في استنتاج المسقط الثالث للنقاط اذا كانت معلومة في مسقطين

قبل البدأ بالرسم حاول تصور المسقط الافقي . ارسم خطا مائلا بزاوية 45° من نقطة مناسبة بين المسقطين . لايجاد المسقط الافقي للنقة (1) ارسم خطا عموديا من النقطة (1) في المسقط الجانبي . ثم من نقطة تقاطع هذا الخط مع الخط المائل ارسم خطا افقيا الى اليسار . من النقطة (1) في المسقط الامامي ارسم خطا عموديا الى الاسفل . ان تلاقي هذا الخط مع الخط الافقي يعطي المسقط الافقي للنقطة (1) , شكل (ب) . ويمكن بنفس الطريقة ايجاد المسقط الافقي لبقية النقاط ، شكل (جـ) ، مع ملاحظة رسم خطوط الاسقاط بقلم صلب وبسمك رفيع جدا .

تمحى خطوط الاسقاط والارقام ثم توصل النقاط بخطوط سميكة لكي يتم رسم المسقط المطلوب كما في شكل (د) .

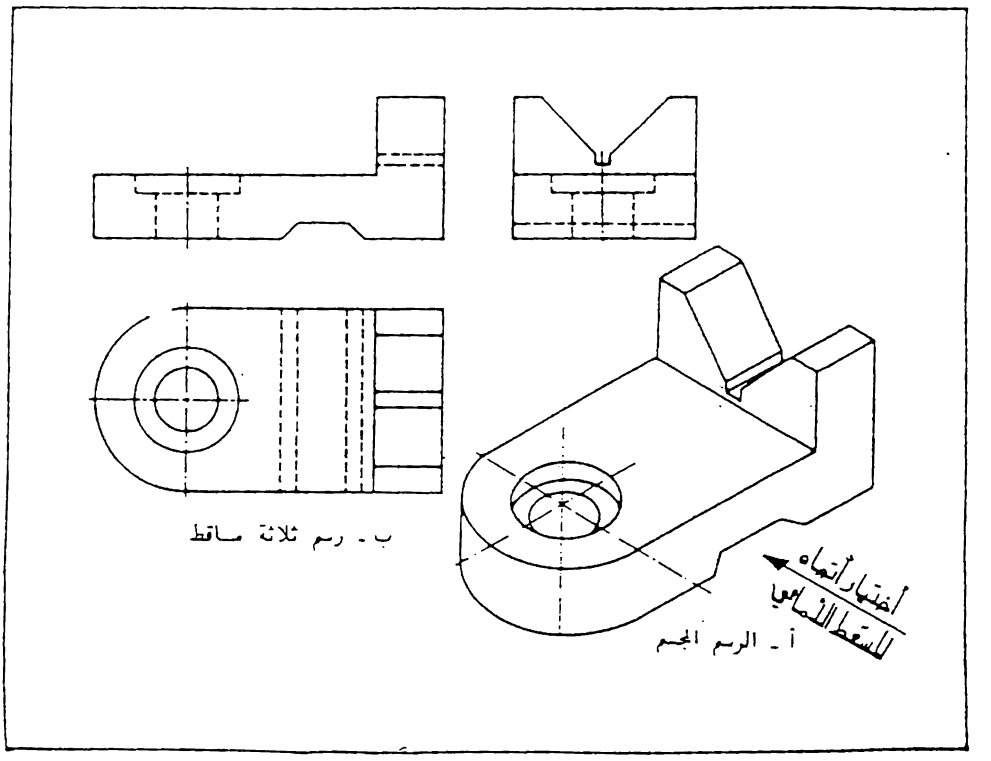


شكل 7.8 استنتاج المسقط الثالث

7.9 عدد المساقط المناسب لاحظنا انه بالامكان رسم ستة مساقط لكل جسم الا انه ليس من الضروري رسم جميع هذه المساقط لتوضيح الجسم ، حيث يمكن الاكتفاء بعدد معين منها للرسم . وهذا العدد يعتمد على شكل الجسم ودرجة تعقيده والتفاصيل الموجودة فيه

لاختيار المساقط المناسبة ، يعين المسقط الامامي في الاتجاه الرئيسي للجسم . وبعد تحديد المسقط الامامي ، تدرس الحاجة الى مساقط اخرى . ويتم اختيار اقل عدد من المساقط شرط ان توفي بغرض توضيح الشكل الكامل للجسم دون غموض او الباس .

نأخذ الجسم المبين في شكل 7.9 (أ) كمثال لذلك . نحدد المسقط الامامي في الاتجاه الرئيس للجسم وهو الاتجاه المبين بالسهم في شكل (أ) ، ثم نختار المسقط الجانبي (يفضل ان يكون المسقط الجانبي الايسر) والمسقط الافقي . شكل (ب) وبهذا يتم التوضيح الكامل للجسم

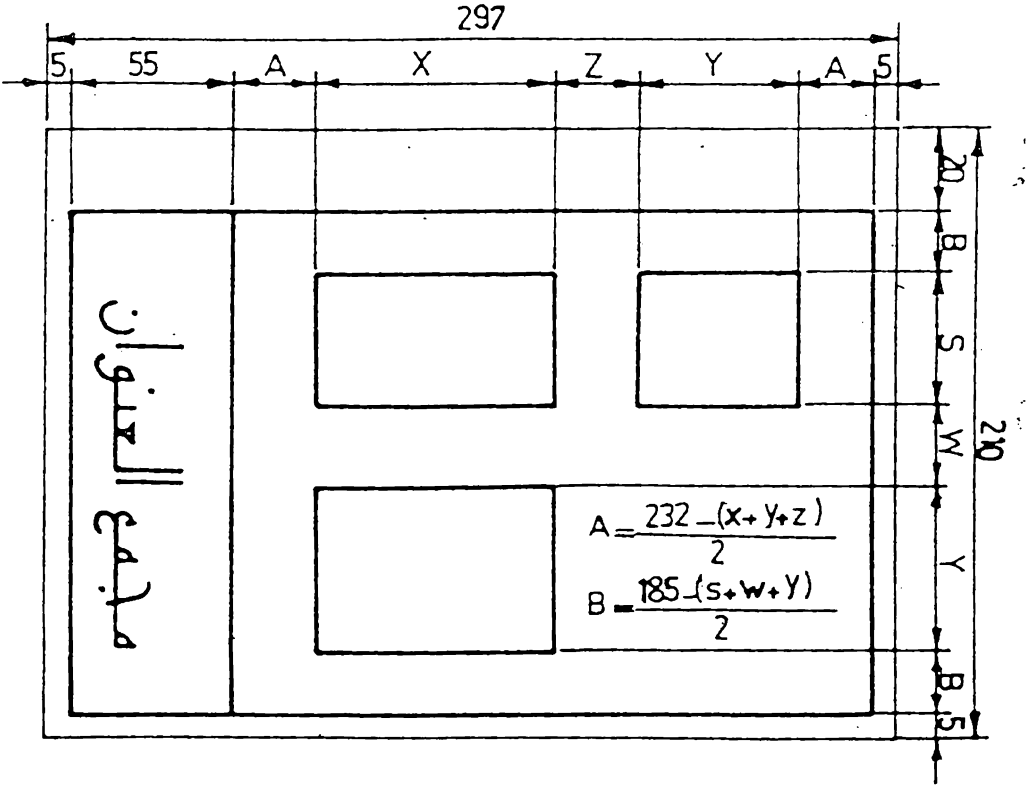


شكل 7.9 اختيار العدد المناسب للمساقط

7.10 توزيع المساقط على ورقة الرسم . بعد اختيار العدد المناسب من المساقط ، يتم توزيعها على ورقة الرسم بشكل منتظم مع ترك مجال كاف لوضع الابعاد ، بحيث لايبقى فراغ كبير في جانب من الورقة ويضيق المجال في الطرف الآخر .

ان الخطوات التالية تساعد في تنسيق توزيع المساقط :

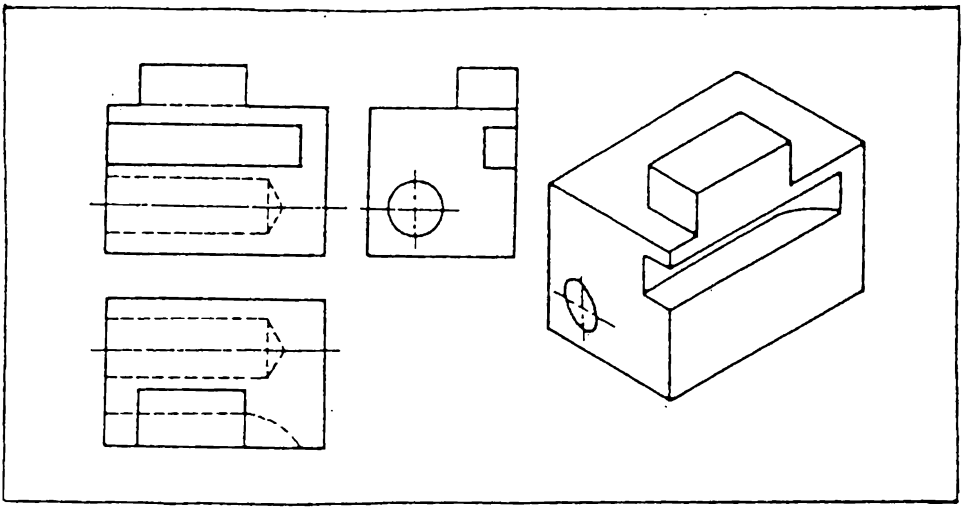
اجمع البعد الافقي للمسقط الامامي والمسقط الجانبي ثم اضف اليه بعد مناسب للمسافة بين المسقطين واطرح المجموع من المجال المسموح للرسم واقسم الباقي على (2) لتحصل على الفراغ (A) المتروك في جانبي الرسم ، شكل 7.10 . وبنفس الطريقة احسب المجال (B) بالنسبة الى الارتفاع



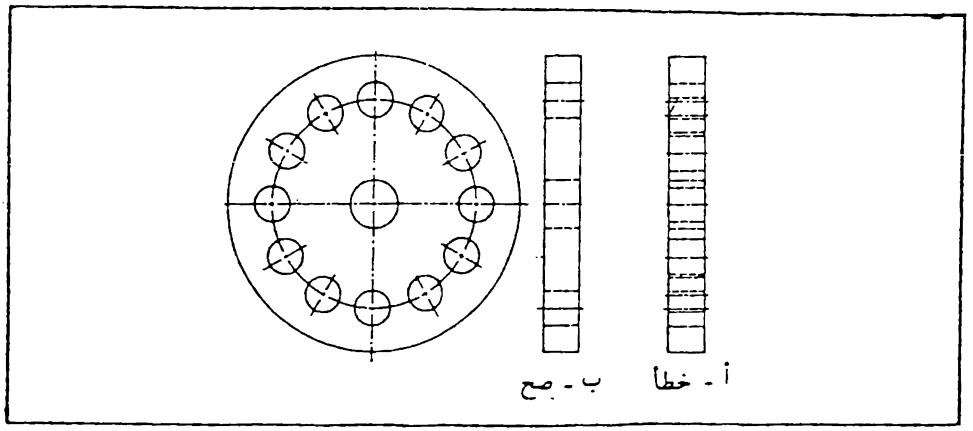
شكل 7.10 توزيع المساقط على ورقة الرسم

7.11 السمات المخفية . لو صف اي جسم يجب ان يحوي الرسم خطوط تمثل جميع الحافات وتقاطعات السطوح ، وقد توجد اجزاء في الجسم لايمكن مشاهدتها بالنظر الى اتجاه معين من الجسم ، حيث انها مغطاة بأجزاء الجسم الاقرب الى عين المشاهد . وعند رسم مسقط الجسم من ذلك الاتجاه ، تمثل حافات وتقاطعات السمات غير الظاهرة او المخفية بخطوط متقطعة (راجع الفقرة 3.3) . فمثلا ان الثقب الموجود في القطعة المبينة في شكل 7.11 ظاهر فيالمسقط الجانبي الايسر ، الا انه مخفي في المسقطين الامامي والافقي ، لذا فهو ممثل بشكل خط متقطع في هذين المسقطين . المجرى الموجود في وجه الجسم يظهر في المسقط الامامي والمسقط الجانبي ، لكنه غير ظاهر في المسقط الافقي ، لذا فهو ايضا موضح بشكل خط متقطع في هذا المسقط

على العموم ، يجب اختيار المساقط التي توضح سمات الجسم بخطوط ظاهرة حسب الامكان ، ثم ترسم الخطوط المخفية اينما يكون رسمها ضروريا لتوضيح الجسم ، وتحذف خلاف ذلك . لاحظ المسقط الجانبي (أ) في شكل 7.12 تجد ان جميع الخطوط المخفية مرسومة في هذا المسقط مما تسبباربـاك للرسم ومضيعةللوقت ، في حين رسمت الخطوط المخفية الضرورية فقط في المسقط الجانبي (ب) ، وهذا اوضح من المسقط الاول .

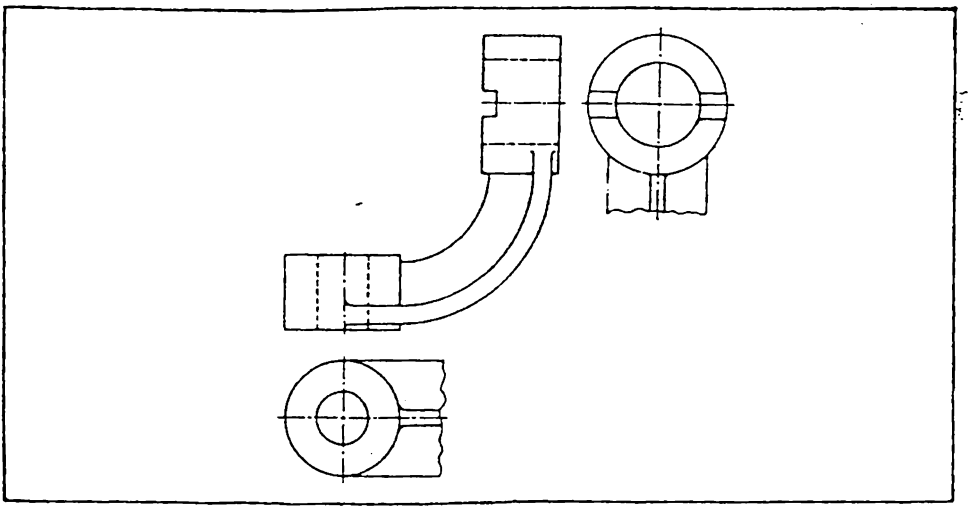


شكل 7.11 تمثيل السمات المخفية

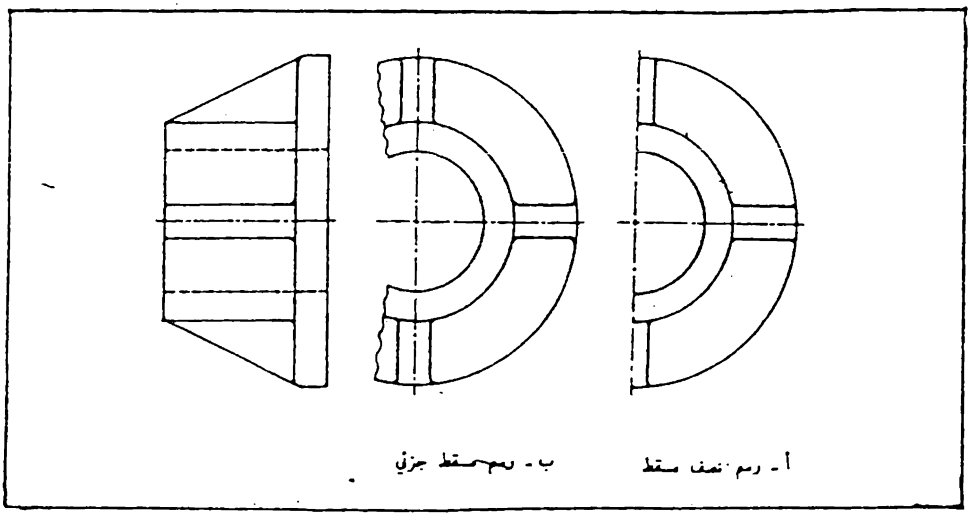


شكل 7.12 رسم الخطوط المخفية الضرورية .

7.12 المساقط الجزئية . ليس من الضروري دائماً رسم المسقط الكامل لتوضيح الجسم ، بل احيانا يمكن الاكتفاء برسم جزء من المسقط لتوضيح بعض التفاصيل المعينة . ان هذا المسقط يسمى بالمسقط الجزئي (Partial View) ، شكل 7.13 يحدد المسقط الجزئي بخط رفيع متموج يرسم باليد على ان لايقع على خط ظاهر او محور . يمكن في المساقط المتناظرة رسم نصف المسقط كما في شكل 7.14 (أ) ، أو رسم مسقط جزئي ، شكل 7.14 (ب) .

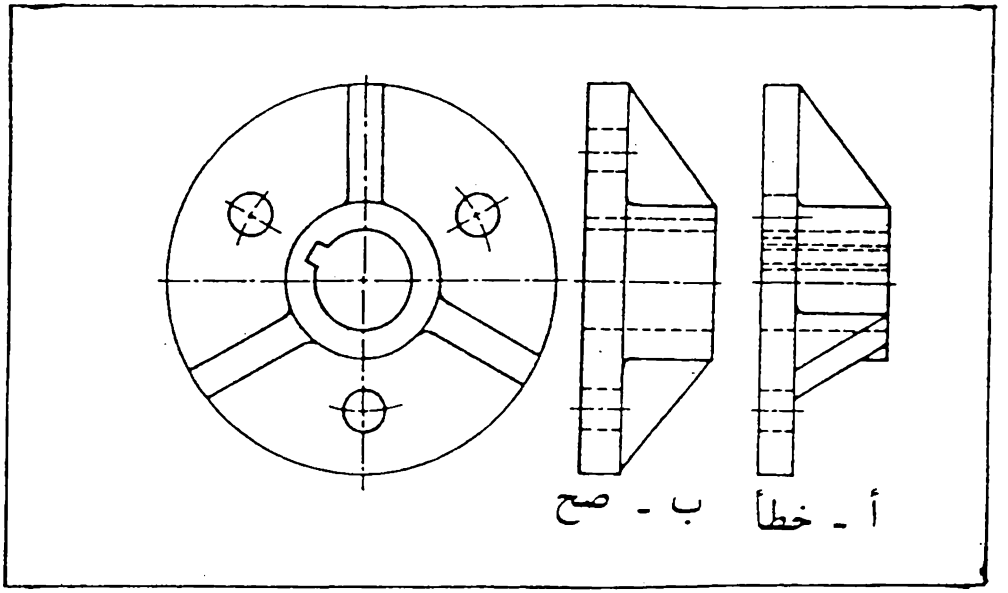


شكل 7.13 المساقط الجزئية .

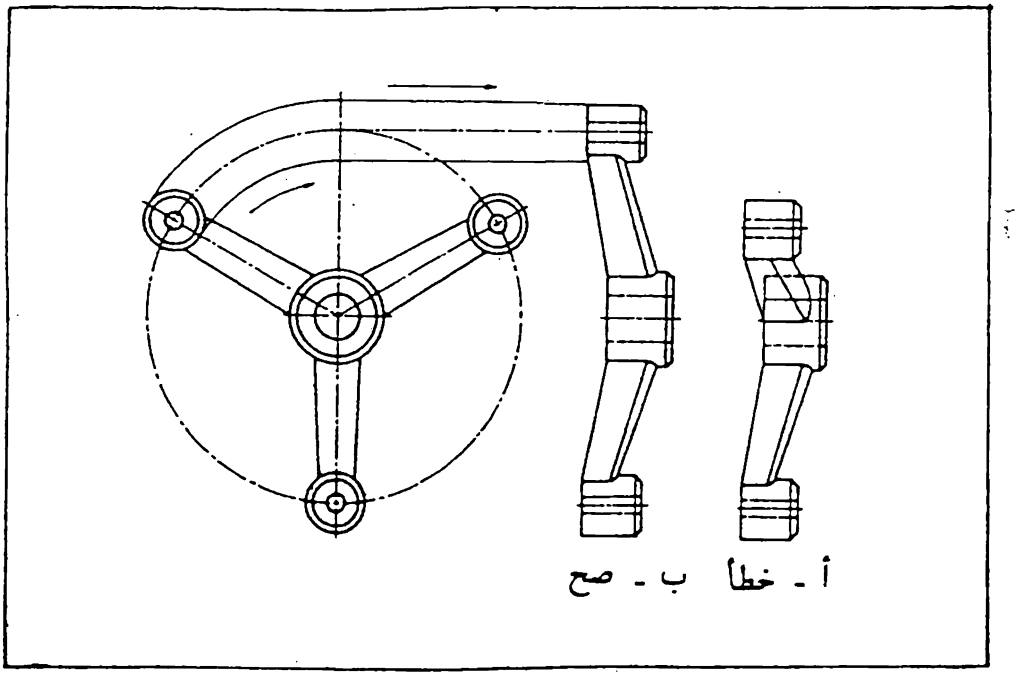


شكل 7.14 المسقط الجزئي .

7.13 تدوير اجزاء المسقط . في بعض الحالات يسبب الاسقاط بموجب الطرق الأصولية صعوبة في فهم الرسم وقد يؤدي الى الارباك والسهو . فمثلا يبين شكل 7.15 جسما له ثلاثة اضلع مثلثة الشكل وثلاثة ثقوب موزعة بالتساوي على القاعدة ومجرى للخابور . ان مسقط الجسم المرسوم في شكل (أ) بموجب نظرية الاسقاط غير مفضل ، لان الضلعين المائلين يظهران بشكل مصغر والثقوب لاتظهر في مواقعها الحقيقية بالنسبة الى مركز القاعدة . أن الخطوط المخفية التي تمثل مجرى الخابور مربكة للرسم. الا انه يمكن رسم المسقط الجانبي بشكل يوضح بتصور السمات المذكورة سابقا مدورة في المسقط الامامي حول المركز بحيث تقع في المحور العمودي . ومنها يتم اسقاط المسقط الجانبي كما في شكل (ب) . وبالاضافة الى كون المسقط المبين في شكل 7.15 (ب) اوضح لفهم وتصور الجسم فان رسمه اسهل ويستغرق وقت اقل . وكمثال اخر هو شكل 7.16 . نلاحظ في شكل (أ) اسقاط اعتيادي للمسقط الجانبي بموجب نظرية الاسقاط . وفي هذا المسقط رسم الذراع المائل بشكل مصغر يختلف عن الشكل الحقيقي . وفي هذه الحالة يفضل المسقط الجانبي المبين في (ب) والمرسوم بالاسلوب الموضح سابقا . اي بتصور الذراع مدور حول المركز الى المحور العمودي ثم اسقاط المسقط الجانبي .



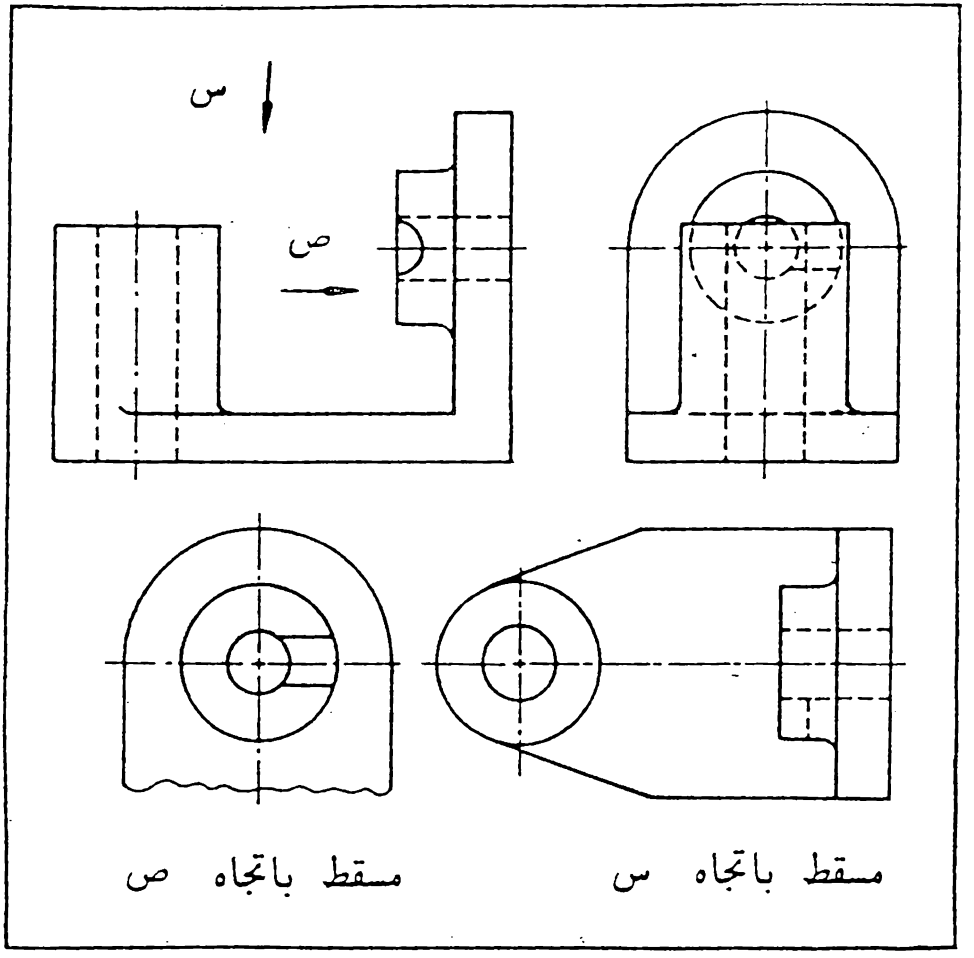
شكل 7.15 تدوير اجزاء المقط .



شكل 7.16 تدوير اجزاء المقط.

7.14 المساقط المحولة (Removed Views) .

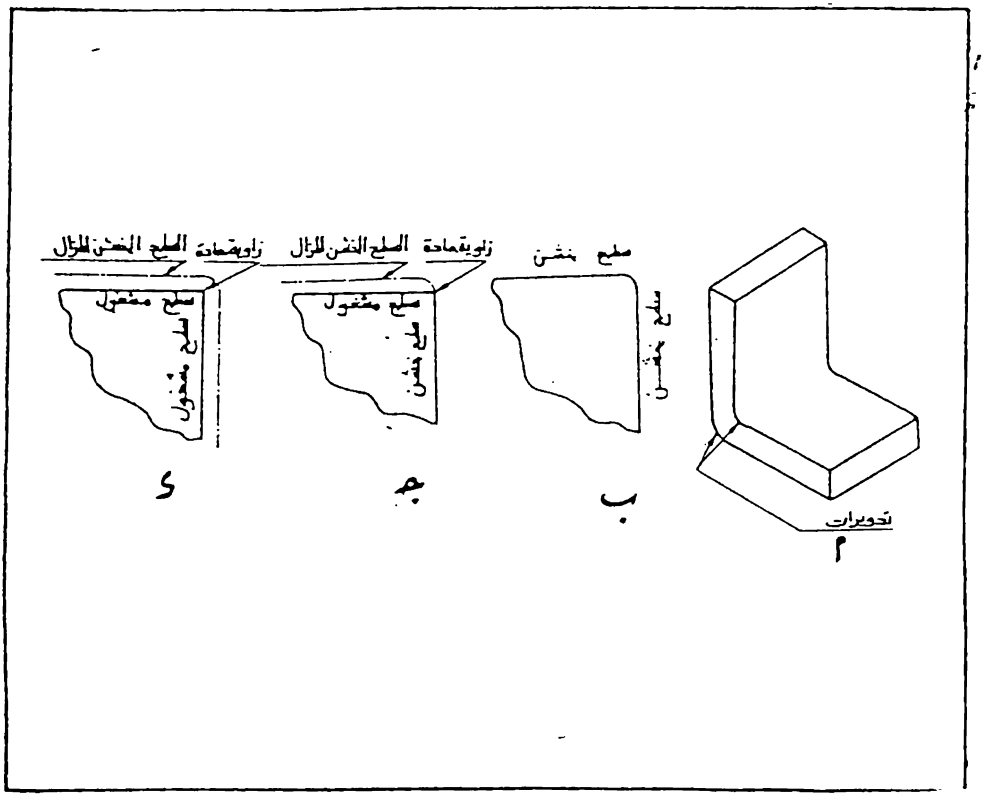
المسقط المحول هو مسقط كامل او جزئي متحول من مكانه الطبيعي الى مكان اخر في ورقة الرسم بحيث لايقع على اسقاط مباشر مع المساقط الاخرى الموجودة . ويستعمل هذا المسقط لبيان بعض سمات الجسم بوضوح اكثر (ربما برسمها بمقياس رسم اكبر من المقياس المستعمل) اوْ لاختصار الوقت اللازم لرسم مسقط اعتيادي كامل . يبين اتجاه المسقط بسهم كما في شكل 7.17 . ويجب الانتباه بان ماورد لايعني امكانية تغيير مواقع المساقط الاعتيادية لعدم وجود المجال الكافي لرسمها او لاي سبب اخر .



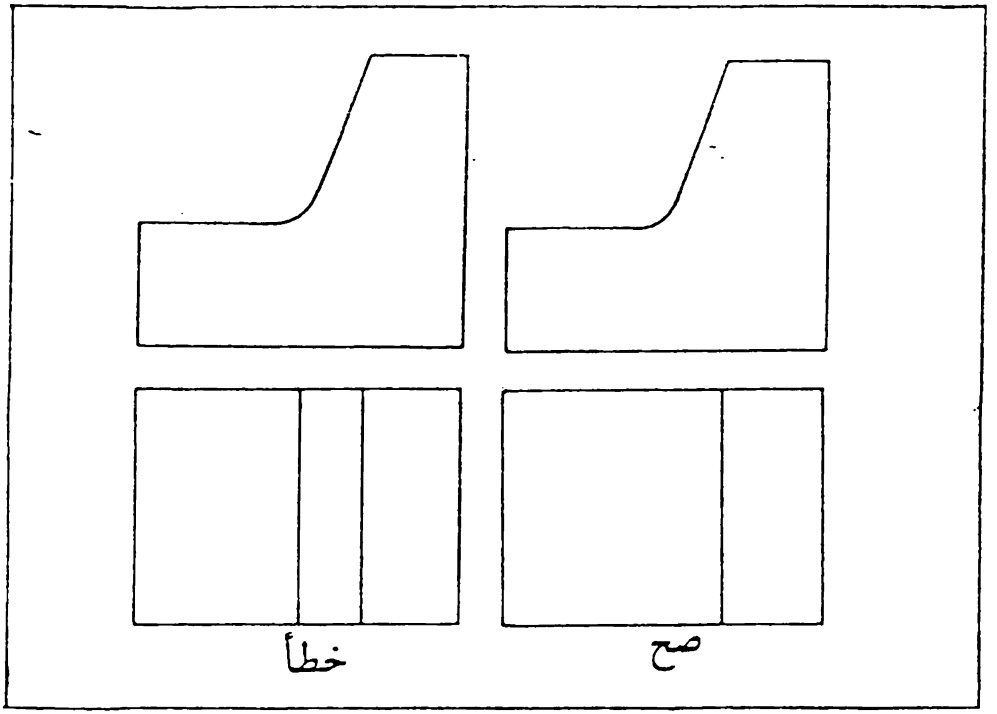
شكل 7.17 المساقط المحولة .

7.15 التدويرات (Rounds) تسمى الزوايا الداخلية او الخارجية المقوسة بالتدويرات ، شكل 7.18 (أ) . من المعروف انه يجب تجنب الحافات الحادة في تصميم الاجزاء المسبوكة لان الزوايا الحادة تسبب صعوبة في الانتاج بالاضافة الى انها تكون مصدر ضعف للجزء .

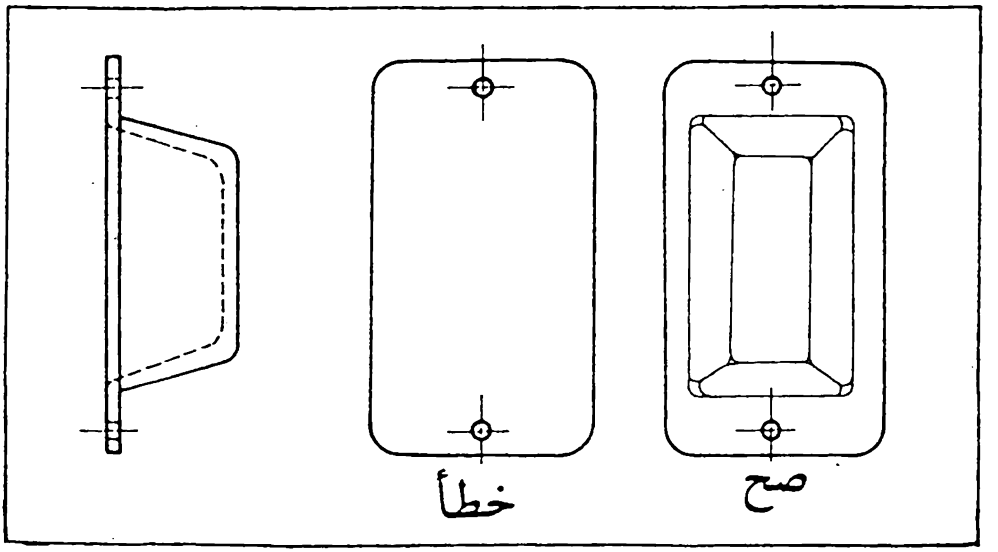
ينتج تقاطع سطحين خشنين (غير مشغولين) زاوية مدورة شكل ، 7.18 (ب) ، واذا اجريت عمليات تشغيل على احدى هذين السطحين ،شكل (جـ) ، او كليهما ، شكل (د) ، تصبح الزاوية حادة ، لذا فان الزواية المدورة على الرسم تعني بان كلا السطحين المتقاطعين خشنين ، والزاوية الحادة تعني ان احد او كلا السطحين مشغولين . لا تضلل الزوايا في الرسم الانتاجي . يظهر التقوس فقط في المسقط الذي يبين القوس اما في المساقط الاخرى فلا يبين ، شكل 7.19 ، الا في الحالات التي تسبب سوء في فهم الرسم ، شكل 7.20 .



شكل 7.18 التدويرات .

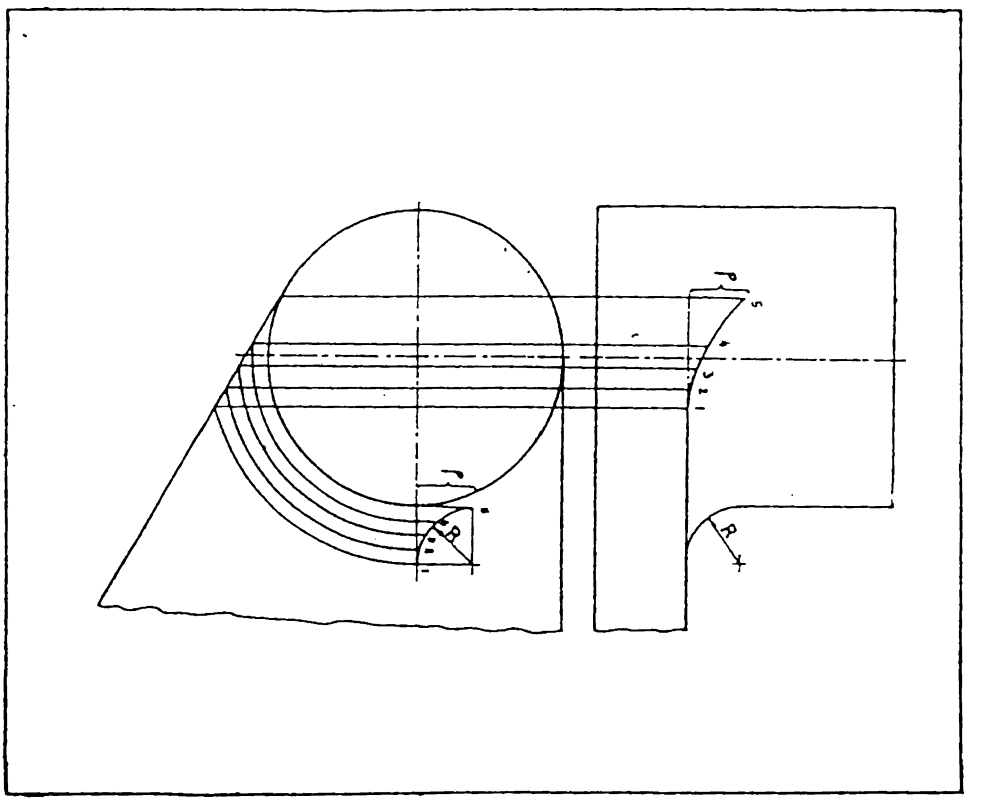


شكل 7.19 تمثل الخطوط الحافات الموجودة في الجسم ، اما التدويرات فلا تمثل بخطوط سميكة .

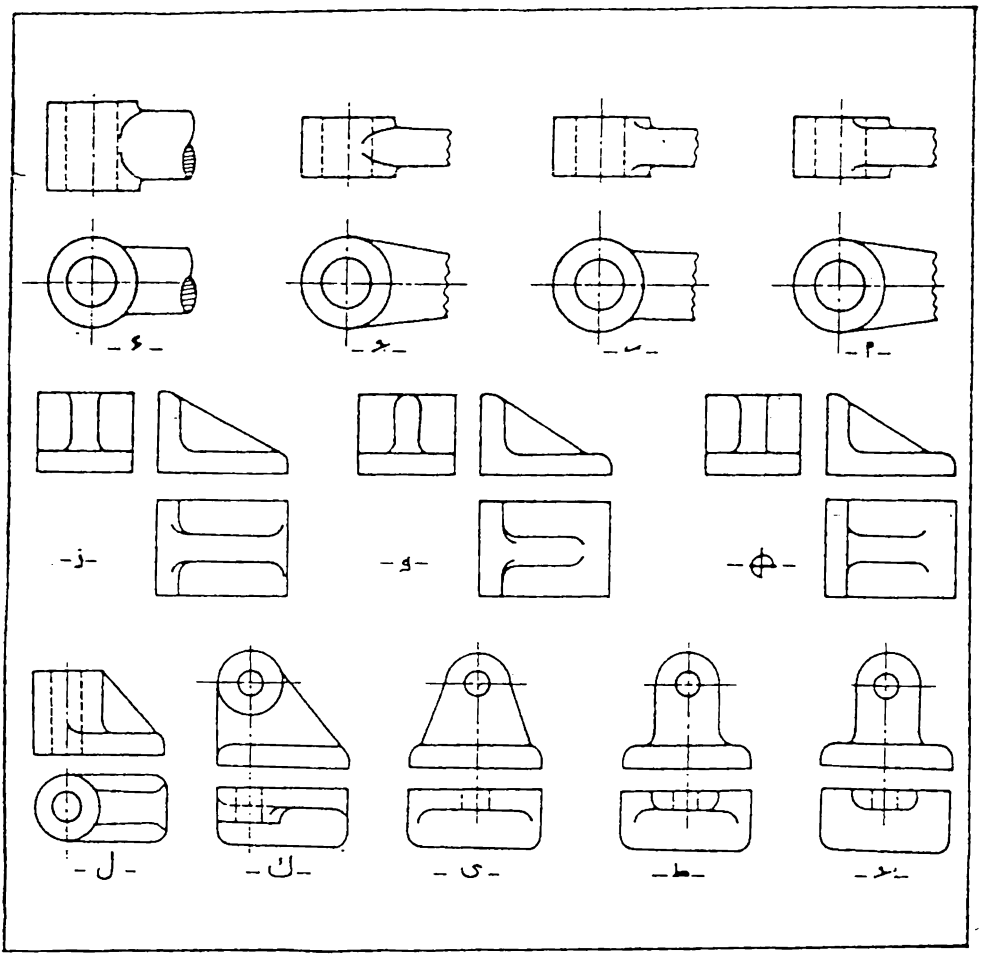


شكل 7.20 عند الضروره يجب تمثيل الحافات المدورة بخطوط رفيعة لغرض زيادة التوضيح .

7.16 الانتحـــــاء (Runout) . ان الطريقة الصحيحة لاسقاط الحافات المدورة على سطوح مستوية ومماسة للاجسام الاسطوانية هي كما مبين في شكل 7.21 تستعمل هذه الطريقة للاقواس الكبيرة ، اما بالنسبة للاقواس الصغيرة ، وهي الحالة في معظم الرسوم ، فيرسم قوس تقريبي باستعمال منحني الاقواس . ولزيادة الفائدة فقد وضعت بعض الامثلة في شكل 7.22 حيث يمكن الرجوع اليها عند الرسم . تختلف الاشكال من (أ) الى (د) فيما بينها وذلك بالنسبة الى اختلاف الاجزاء الافقية المتقاطعة.في (هـ) و (و) يختلف الانتحاء لان السطح العلوي للضلع في (هـ) سطح مع تدوير بسيط على امتداد الحافة ، في حين يكون كل السطح العلوي في (و) مدور . عند تقاطع التدويرات بقياسين مختلفين ، كما في (ز) و (حـ) ، فان اتجاه الأنتحاء يتحدد من التدوير الاكبر .



شكل 7.21 طريقة استنتاج الانتحاء بالاسقاط.

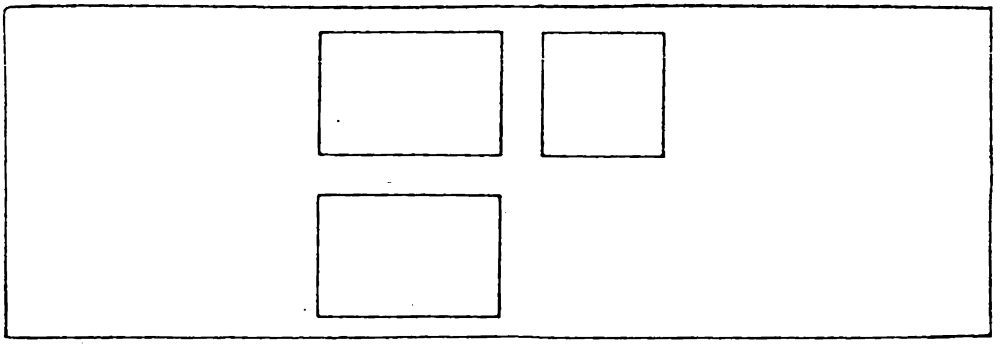


شكل 7.22 امثلة نموذجية تبين طرق رسم الانتحاء في حالات مختلفة .

7.17 المساقط المساعدة (Auxiliary Wiews).

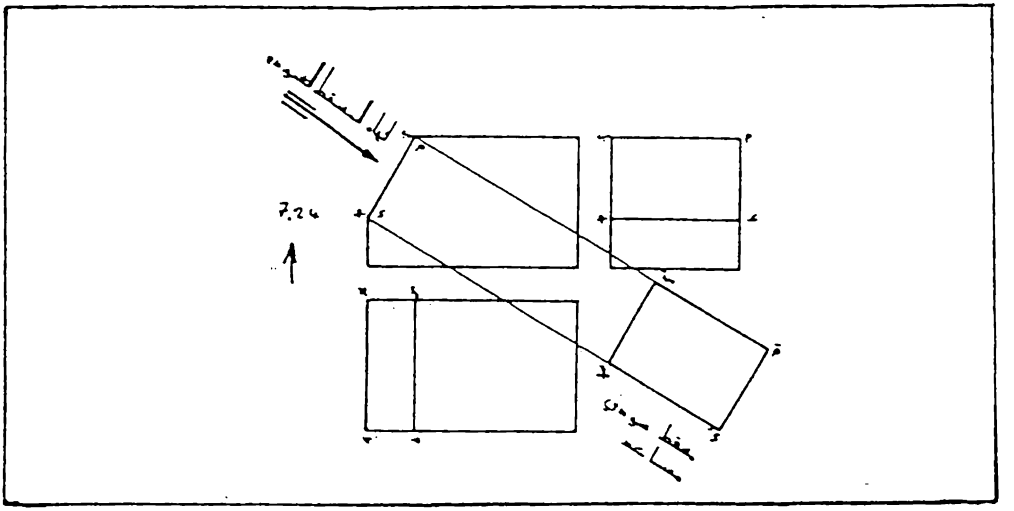
يظهر السطح المستوي بشكله الحقيقي عندما يكون اتجاه النظر عموديا عليه ، فمثلا تظهر مساقط جسم متعامد الاسطح باشكالها الحقيقية اذا كانت اوجهه موازية لمستويات الاسقاط الرئسية ، شكل 7.23 ، لاحظ بان مستويات الاسقاط موازية للوجه الامامي والافقي والجانبي للجسم ، وان اتجاهات النظر عمودية على اوجه الجسم ومستويات الاسقاط .

يبين كل مسقط من المساقط المرسومة في شكل 7.23 ايضا حافات مستويات معينة من الجسم . فمثلا يبين المسقط الامامي حافة الوجه العلوي والوجه السفلي والوجهين الجانبيين للجسم ..



شكل 7.23 مساقط جسم متوازي الاسطح .

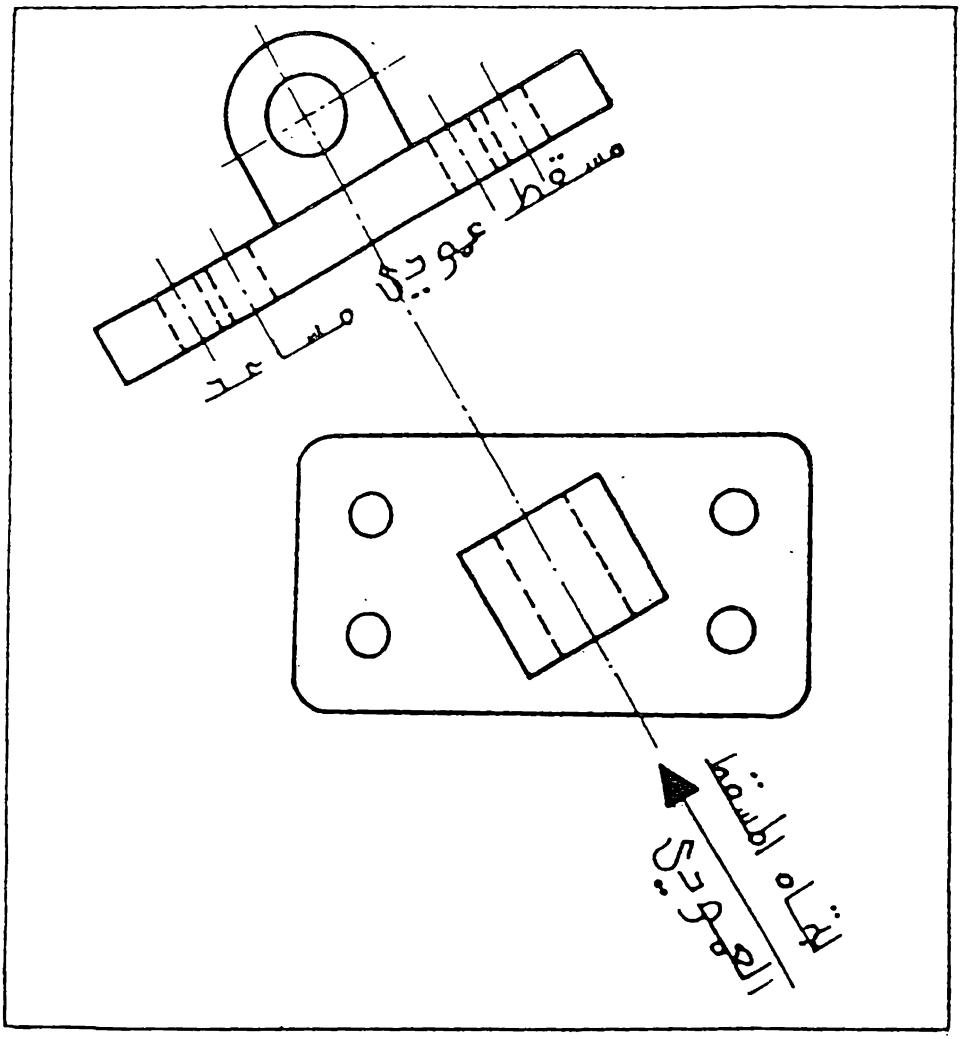
تحوي بعض الاجسام احيانا على سطوح مائلة لاتكون موازية لاي مستوي من مستويات الاسقاط الرئيسة ، يبين شكل 7.24 مثالا لذلك . ان الوجه (أ ب ج د) مائل على المستوي الافقي والمستوي الجانبي وعمودي على المستوي الامامي ، لذلك يظهر كخط في المسقط الامامي ، ولكن لايظهر في اي مسقط من المساقط الاخرى بشكله ومقاسه الحقيقيين .ولاظهار الشكل الحقيقي والمقاس الحقيقي لـ أ ب جـ د ، يجب ان تكون خطوط الاسقاط عمودية على المستوى أ ب جـ د ، ويكون مستوى الاسقاط موازي له كما مبين في شكل 7.24 . ان الشكل أَ بَ جَ دَ هو اسقاط عمودي للوجه أ ب جـ د ، لان خطوط الاسقاط عمودية على هذا الوجه ، ومستوى الاسقاط موازي له . ان هذا الاسقاط يتم من المسقط الذي يظهر فيه الوجه كخط ، في المثال السابق من المسقط الامامي .



شكل 7.24 مسقط مساعد .

ان المساقط الاضافية ، كالمسقط العمودي المبين في شكل 7.24 ، تعرف بالمساقط المساعدة (Auxiliary Views) وذلك لتمييزها عن المساقط الرئيسية (الامامي ، الجانبي ، الافقي . . .) التي هي ايضا عمودية .

يبين شكل 7.25 مثالا اخر للمسقط المساعد .



شكل 7.25 مسقط مساعد .