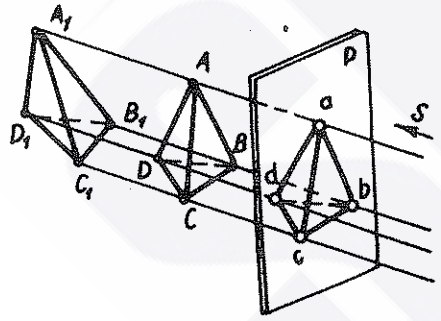
الاقرب للواقع ، لأن الناظر (الذي يمثل مركز الاسقاط) لايبعد عن العنصر الهندسي بُعدا كبيرا يمكن أن يعدّ في مالانهاية ، فان الاسقاط الموازي يتميز منه ببساطته ومحافظته على العلاقات القياسية الحقيقية للعنصر بقدر أكبر .

مع كل ذلك نجد أن الاسقاط الموازي على مستوي واحد لايستطع ، كما هو الحال في الاسقاط المركزي ، أن يعطينا التصور والتعبير الكافيين والكاملين للعنصر الهندسي من خلال هذا المسقط .

ان المسقط abcd على مستوي الاسقاط P ـ كما هو واضح من خلال الشكل (١٣) ـ يمثل في آن واحد مسقط الشكلين ABCD و $A_1B_1C_1D_1$ على الرغم من اختلافهما في الشكل والقياسات . ولهذا لانستطيع من خلال هذا المسقط (عند عدم وجود الاصل) أن نحدد ان كان يمثل العنصر الهندسي الاول ABCD أو يمثل العنصر الهندسي الثاني $A_1B_1C_1D_1$ أو يمثل عنصرا ثالثا آخر واقعا على مسار أشعة الاسقاط .



شكل رقم (١٣)

ان حل مثل هذه المعضلة جاء على يد العالم الفرنسي ((مونج)) .

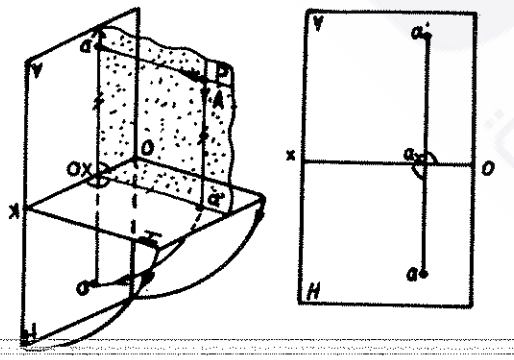
I ـ٢ـ٣ـ طريقة مونج :

ان قواعد التعبير الاسقاطي المستوي للأشكال والاجسام الفراغية جمعت وتراكمت طوال قرون عدة . وخلال فترة طويلة كان هذا التعبير يمثل في الغالب الاشكال المنظورة وحدها ، الا أنه مع تطور التكنيك أصبح من المهم في الدرجة الاولى استخدام الطرق أو القواعد التي تؤمن دقته وسهولة قياساته،

أي : تؤمن امكانية تحديد موقع كل نقطة من الشكل التعبيري المستوي بالنسبة لبقية النقاط أو المستويات بدقة كبيرة ، وبواسطة قواعد وأسس بسيطة يمكن تحديد قياسات مقاطع الخطوط والأشكال ٠

وكان العالم الفرنسي الشهير **مونج** (١٧٤٦ ـ ١٨١٨) أول من عني بهذه القواعد الفردية المبعثرة والمتراكمة خلال قرون من الزمن ، فجمعها ووضعها في نظام موحد شامل ، وكانت قد ظهرت أول مرة عام ١٧٩٩ في مؤلفه **(الهندسة الوصفية)** ٠ ان مونج واحد من أشهر علماء الهندسة في القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر وأحد مؤسسي المدرسة البوليتكنيكية الشهيرة في باريس ٠ والى جانب كونه مهندسا وعالما كبيرا عرف **مونج** كشخصية اجتماعية وسياسية كبيرة في عهد الثورة الفرنسية الكبرى (١٧٨٩ ـ ١٧٩٤) التي بوّأته وزيرا في عهد نابليون بونابرت ٠

وبسبب الاهمية الكبرى لنظام (طريقة) مونج في وضع مخططات المواقع العسكرية الحربية وبسبب الحرص على ألا تتسرب هذه الطريقة الى خارج فرنسا حظر نشر هذه الطريقة في وقت مبكر ، ولم يرفع هذا الحظر الا في نهاية القرن الثامن عشر ٠ وهذا ومايبرر عدم انتشار هذه الطريقة قبل عام ١٧٩٩ ٠



شكل رقم (١٤)

تعتمد طريقة مونج على استخدام طريقة الاسقاط الموازي العمودي (القائم) على مستويين للاسقاط متعامدين ، فيؤمن ذلك الوضوح التعبيري للشكل الاسقاطي المستوي للعنصر الهندسي الفراغي

الفراغي ويؤمن أيضا دقة هذا الشكل وسهولة الحصول على قياساته . وتعد طريقة مونج حتى وقتنا الحاضر الطريقة الأساسية في وضع الرسوم الهندسية التقنية . يوضح الشكل (١٤) مبدأ هذا الطريقة .

I ـ٢ـ٤ـ تقسيم الفراغ بواسطة مستويات الاسقاط :

حسب طريقة مونج نقول : باستخدام مستويين للاسقاط متعامدين ، أحدهما شاقولي والآخر أفقي يُقسم افتراضا الفراغ الى أربعة أقسام أو مناطق أو أرباع ، يوضحها الشكل (١٥) .

الشكل رقم (١٥) ـ

هذه المناطق الاربع ، كما هو واضح في الشكل السابق ، هي :

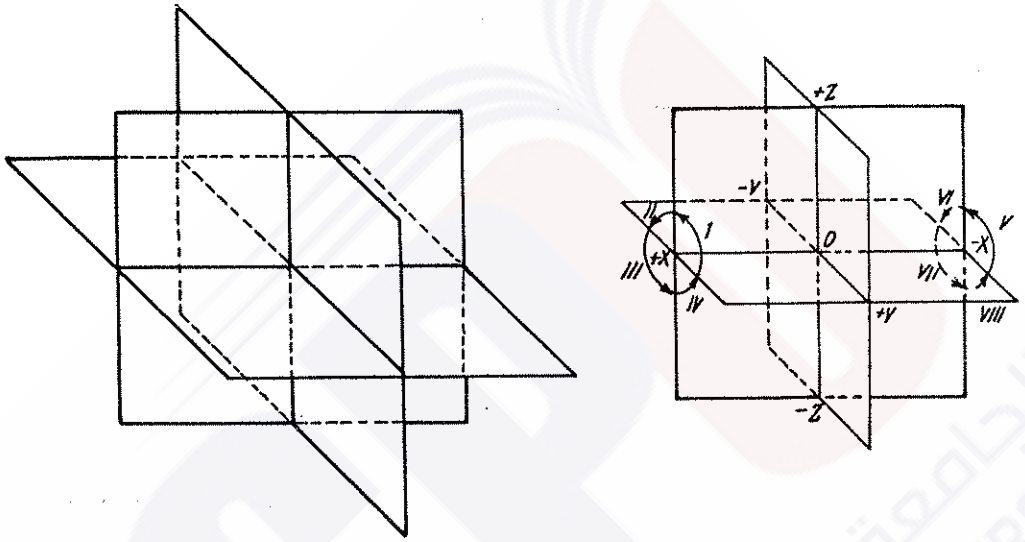
١ـ المنطقة الأولى (الربع الأول) : تقع فوق المستوي الأفقي وأمام المستوي الامامي (الشاقولي) .

٢ـ المنطقة الثانية (الربع الثاني : تقع فوق المستوي الافقي وخلف المستوي الامامي (الشاقولي) .

٣ـ المنطقة الثالثة (الربع الثالث) : تقع تحت المستوي الافقي وخلف المستوي الامامي (الشاقولي) .

٤ـ المنطقة الرابعة (الربع الرابع) : تقع تحت المستوي الأفقي وأمام المستوي الأمامي (الشاقولي) .

في كثير من الحالات يطلب منا أن نحدد ثلاثة مساقط لامسقطين اثنين ٠ ولذلك نستخدم حسب قاعدة مونج ذاتها مستوي اسقاط ثالث عمودي على كلا المستويين الافقي والامامي ، ونسميه مستوي الاسقاط الجانبي ، وفي هذه الحالة تقسم مستويات الاسقاط الثلاثة الفراغ الى ثماني مناطق ، يوضحها الشكل (١٦) ٠



الشكل رقم (١٦)

١ـ المنطقة الاولى (I) : تقع فوق المستوي الافقي وأمام المستوي الامامي الى يسار المتوي الجانبي ٠

٢ـ المنطقة الثانية (II) : تقع فوق المستوي الافقي وخلف المستوي الامامي والى يسار المستوي الجانبي ٠

٣ـ المنطقة الثالثة (III): تقع تحت المستوي الأفقي وخلف المستوي الأمامي والى يسار المستوي الجانبي ٠

٤ـ المنطقة الرابعة (IV) : تقع تحت المستوي الأفقي وأمام المستوي الأمامي والى يسار المستوي الجانبي ٠

٥ ـ المنطقة الخامسة (V) : تقع فوق المستوي الأفقي وأمام المستوي الأمامي والى يمين المستوي الجانبي .

٦ ـ المنطقة السادسة (VI) : تقع فوق المستوي الأفقي وخلف المستوي الأمامي والى يمين المستوي الجانبي .

٧ ـ المنطقة السابعة (VII) : تقع تحت المستوي الأفقي وخلف المستوي الأمامي والى يمين المستوي الجانبي .

٨ ـ المنطقة الثامنة (VIII) : تقع تحت المستوي الأفقي وأمام المستوي الأمامي والى يمين المستوي الجانبي .

I ـ٢ـ ٥ ـ قيم الاحداثيات واشاراتها :

في معرض تحديد الرموز المستخدمة في هذا المقرر ذكرنا أن خطوط تقاطع مستويات الاسقاط تمثل محاور الاسقاط ، وأن نقطة تقاطع هذه المحاور تمثل نقطة مركز الاحداثيات .

تتفق مصادر الهندسة الوصفية جميعها على أن الأبعاد المحددة على محور (X) تمثل بُعد الجسم عن مستوي الاسقاط الجانبي ، وأن الأبعاد المحددة على محور (Z) تمثل بُعد الجسم عن مستوي الاسقاط الأفقي ، وأن الأبعاد المحددة على محور (Y) تمثل بُعد الجسم عن مستوي الاسقاط الأمامي.

اشارات (قيم) الاحداثيات الموجبة أو السالبة تحدد حسب موقع هذه الاحداثيات بالنسبة لمستويات الاسقاط ، ولهذا نجد أن قيم الاحداثيات :

آ ـ تكون (X) **موجبة** على يسار مركز الاحداثيات (يسار مستوي الاسقاط الجانبي) وتكون **سالبة** على يمينه . وفي حالة التعبير الاسقاطي المستوي الثنائي ، حيث لاوجود للمسقط الجانبي ، تكون علامة (X)

موجبة دائما لأن موقع مركز الاحداثيات يكون كيفيا (اختياريا)،ويمكن أن نفترض الاحداثيات الى يساره دائما ٠

ب ـ تُعد (Y) موجبة عندما تقع أمام المسقط الأمامي وسالبة عندما تكون خلفه ٠

ج ـ تُعد (Z) موجبة عندما تقع فوق المسقط الأفقي وسالبة عندما تكون تحته ٠

يوضح الجدول أدناه اشارات (علامات) الاحداثيات في مناطق الفراغ المقسم بواسطة مستويات الاسقاط ٠

مناطق	اشارات الاحداثيات		
الفراغ	X	Y	Z
1	+	+	+
2	+	−	+
3	+	−	−
4	+	+	−
5	−	+	+
6	−	−	+
7	−	−	−
8	−	+	−

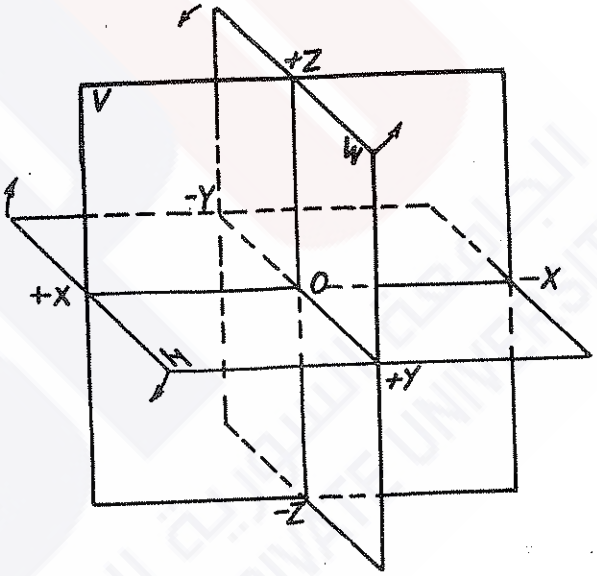
وكمثال على ذلك نقول : النقطة A(+ 20, + 15, + 18) تقع في الثمن الأول ، والنقطة B(+ 10,- 15,+ 20) تقع في الثمن الثاني ، والنقطة C(- 15, - 17, + 20) تقع في الثمن السادس ٠٠٠ وهكذا ٠

I ـ٢ـ٦ـ التعبير الاسقاطي المستوي :

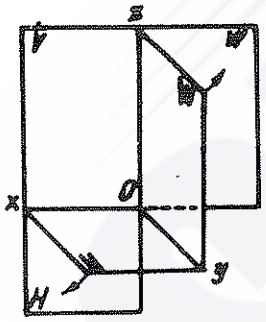
ان الموضوع الأساسي لمقرر (الهندسة الوصفية) هو التصور أو التعبير المستوي (أي مستوي الورقة أو اللوحة) للوضع الفرغي للأشكال والأجسام الهندسية وعلائقها في الفراغ ٠

تتمثل هذه الدراسة بنقل الوضع الفراغي للجسم الى وضع مستو من خلال مساقطه على مستويات الاسقاط المتعامدة،ويتم الحصول على هذا الوضع المستوي

من خلال التدوير الافتراضي لمستويات الاسقاط حول محاور تمر من فصولهـــا المشتركة ، وفي هذا المجال من المتعارف عليه أن يُعد مستوي الاسقـــاط الأمامي ثابتا • ويتم تدوير مستوي الاسقاط الأفقي حول محور يتطابق مع خـــط الأرض OX ، في الاتجاه الذي يوضحه الشكل (١٧) ، حتى يتخذ الوضـــع الشاقولي المتطابق مع مستوي الاسقاط الأمامي ، الشكل (١٨) • أما مستوي الاسقاط الجانبي ، فانه يدّور حول محور متطابق مع المحور OZ في الاتجاه الذي يوضحه الشكل (١٧) حتى ينطبق على مستوي الاسقاط الأمامي ، الشكل رقم (١٨) •

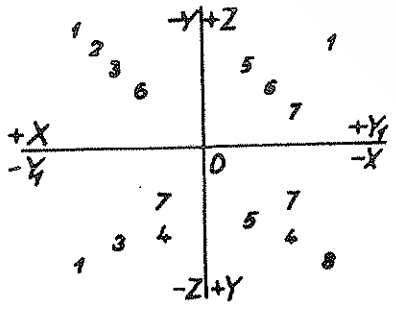


شكل رقم (١٧)



شكل رقم (١٨)

وفي ضوء ذلك تتخذ مساقط العناصر الهندسية مواقعها بالنسبة لمحـــاور الاحداثيات حسب موقعها الفراغي بالنسبة لمستويات الاسقاط ، كما هو موضـــح في الشكل (١٩) •



شكل رقم (١٩)

الفصل الثاني :
النقطة وتمثيلها

النقطة : العنصر الهندسي الأساسي في الهندسة الوصفيـــــة ٠

الاسقاط في نظامي التعبير الاسقاطي الثنائي والثلاثي

استخدام محاور الاسقاط للتعبير الاسقاطي ٠

التعبير الاسقاطي المستوي للوضع الفراغي للنقطة ٠

تحديد الوضع الفراغي للنقطة من خلال التعبير الاسقاطي المستوي ٠

الوضع المستوي لمحاور الاسقاط في التعبيـــر الاسقاطي الثلاثي ٠

الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY

II ـ ١ ـ النقطة العنصر الهندسي الأساسي في الهندسة الوصفية :

تمثل النقطة ـ كما ذكرنا سابقا ـ جسما ماديا فراغيا متناهيا في الصغر، وتعد المكون الأساسي لجميع الأشكال والأجسام الهندسية الفراغية . فالمستقيم هو مجموعة من النقاط الواقعة على استقامة واحدة ويمكن تحديده بمعرفة نقطتين من نقاطه،والمستوي هو عبارة عن مجموعة متناثرة من النقاط الواقعة في وضع مستو واحد ، ويمكن تحديده بمعرفة ثلاث نقاط من نقاطه غير واقعة على استقامة واحدة .

ان هذه الخاصية الأساسية للنقطة تمكننا من دراسة عملية الاسقاط والتعبير الاسقاطي الفراغي والمستوي في كلا النظامين الثنائي والثلاثي بصورة واضحة وسهلة على أساس أن النقطة أبسط عنصر هندسي يمكن أن ندرسه ثم نعمم هذه الدراسة على بقية العناصر الهندسية الفراغية المستوية والمجسمة وفق شروطها وخواصها .

عملية الاسقاط والتعبير الاسقاطي للنقطة ولبقية العناصر الهندسية تتم وفق أسس طريقة (مونج) وقواعدها .

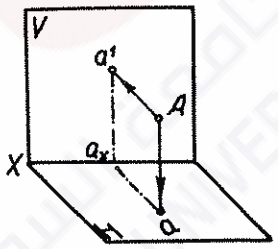
في هذا الفصل والفصول اللاحقة سنسمي الاسقاط على مستويين متعامدين هما مستوي الاسقاط الأمامي V ومستوي الاسقاط الأفقي H ،بالتعبير الاسقاطي الثنائي . ونسمي الاسقاط على ثلاثة مستويات متعامدة: هي مستوي الاسقاط الأمامي V ومستوي الاسقاط الأفقي H ومستوي الاسقاط الجانبي W بالتعبير

الاسقاطي الثلاثي .

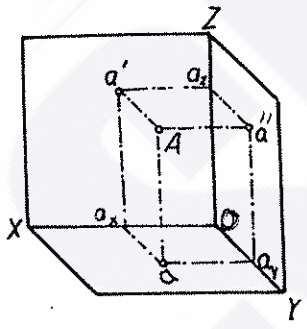
II – ٢ – الاسقاط في نظامي التعبير الاسقاطي الثنائي والثلاثي :

لايجاد مساقط النقطة A يكفي ان نقيم اعمدة من A على مستويات الاسقاط ، ونجد ان نقاط تقاطع هذه الاعمدة مع مستويات الاسقاط تمثل مساقط النقطة عليها .

في الشكل (٢٠) تقطع (تخترق) الاعمدة المقامة من النقطة A مستوي الاسقاط الافقي H في النقطة a ، وتقطع مستوي الاسقاط الامامي V في النقطة a' . ويعني هذا ان النقطة a تمثل المسقط الافقي للنقطة A ، وان النقطة a' تمثل مسقطها الامامي .



شكل رقم (٢٠)



شكل رقم (٢١)

وبالاضافة الى الخطوات السابقة نقيم في التعبير الاسقاطي الثلاثي (الشكل ٢١) عمودا آخر من النقطة A على مستوي الاسقاط الجانبي فيقطع هذا المستوي في النقطة a'' التي تمثل المسقط الجانبي للنقطة A .

ان الاعمدة المقامة من النقطة A على مستويات الاسقاط تسمى :

" مستقيمات الاسقاط " .

في التعبير الاسقاطي الثنائي يحدد مستقيما الاسقاط A a و A a'

(الشكل ٢٠) السطح الاسقاطي المستوي العمودي على مستويي الاسقاط H و V وعلى محور الاسقاط (OX) .

ويمثل خطا تقاطع هذا السطح مع H و V مستقيمين متعامدين ، أي $a' a_x \perp a a_x$ ، ويقطعان (OX) في نقطة واحدة هي a_x ولذلك نجد :

ان مساقط أية نقطة في التعبير الاسقاطي الثنائي تقع على مستقيمات عمودية على خط الارض OX وتتقاطع معه في نقطة واحدة .

بالاضافة الى سطح الاسقاط المحدد بالمستقيمين Aa و 'Aa نحصل في التعبير الاسقاطي الثلاثي على سطحين اسقاطيين آخرين الاول عمودي على V و W ومحدد بمستقيمي الاسقاط 'Aa و "Aa والآخر عمودي على H و W ومحدد بمستقيمي الاسقاط Aa و "Aa .

يتقاطع السطح الاول مع V٠ و W بالمستقيمين المتعامدين ، $a'' a_z \perp a' a_z$ ، ويقطع المحور OZ في النقطة a_z .

يتقاطع السطح الثاني مع H و W بالمستقيمين المتعامدين ، $a'' a_y \perp a a_y$ ، ويقطع المحور OY في النقطة a_y .

لذلك يمكن ان نعيد صياغة القاعدة السابقة على النحو التالي :

ان مساقط أية نقطة في التعبير الاسقاطي الثلاثي تقع على مستقيمات عمودية على محاور الاحداثيات وتتقاطع مع هذه المحاور في نقاط أحادية .

وبالاضافة الى ذلك نلاحظ من خلال الشكل (٢١) أن :

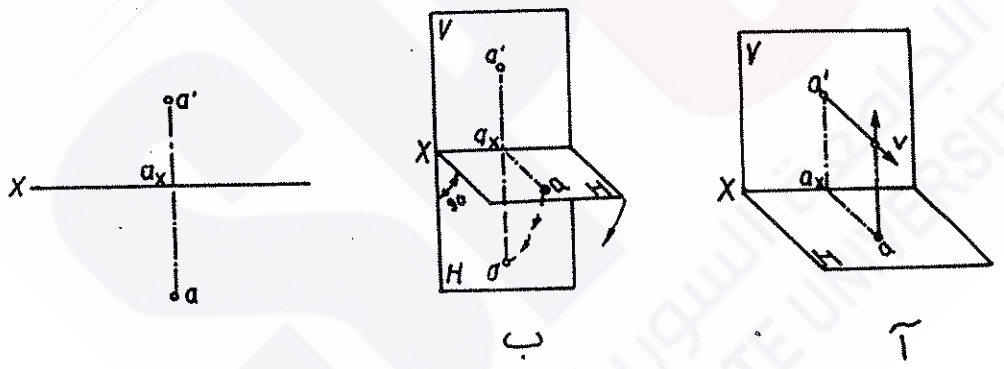
١- $|Aa| // |a' a_x|$ و $|Aa| // |a'' a_y|$ ، وهذا يعني أن بُعد المسقط الأمامي عن خط الأرض (محور OX) وبُعد المسقط الجانبي عن محور OY يمثلان بُعدالنقطة A نفسهاعن مستوي الاسقاط الأفقي H .

٢- $|Aa'| // |a a_x|$ و $|Aa'| // |a'' a_z|$ وهذا يعني ان بُعد المسقط الافقي

عن خط الارض θX وبعد المسقط الجانبي عن محور OZ يمثلان بُعد النقطة A نفسها عن مستوي الاسقاط الامامي V .

٣- $|Aa''| // |a\ a_y|$ و $|Aa''| // |a'\ a_z|$ ، وهذا يعني ان بُعد المسقط الافقي عن محور (OY) وبُعد المسقط الامامي عن محور (OZ) يمثلان بُعد النقطة A نفسها عن مستوي الاسقاط الجانبي W .

لو افترضنا من جهة اخرى ان المسقطين a و a' على المستويين H و V معلومان ففي هذه الحالة نستطيع بسهولة ان نحدد وضع (موقع) النقطة الفراغي ، وذلك باقامة عمودين على المستوي V من النقطة a' وعلى المستوي H من النقطة a ، وتمثل نقطة تقاطع هذين العمودين النقطة الفراغية A (الشكل ٢٢ آ) .

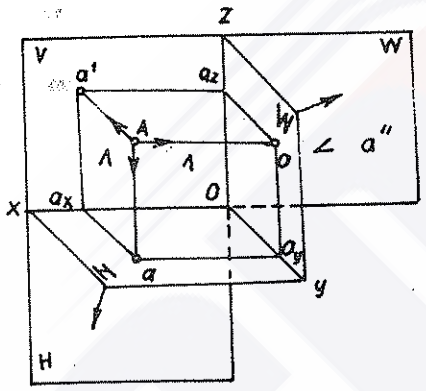


شكل رقم (٢٢)

من هنا يتضح لنا ان التعبير الاسقاطي يؤمن لنا التصور الكامل والحقيقي للوضع الفراغي للنقطة وبالتالي لأي عنصر هندسي فراغي ، وهذا يعني أن التعبير الاسقاطي يعوضنا عن ضرورة وجود او توفر العنصر الهندسي الفراغي لمعرفة موقعه أو شكله .

ولما كان التعبير الاسقاطي الفراغي يحقق لنا هذه الامكانية ، فان التعبير الاسقاطي المستوي (الذي يمثل ـ كما ذكرنا سابقا ـ عملية تدوير

افتراضية لمستويات الاسقاط الافقية والجانبية ، لتتخذ وضعا واحدا مع مستوي الاسقاط الامامي دون المماس بأي شكل من الاشكال بالعناصر الهندسية الواقعة عليها) يؤمن لنا ايضا امكانية التصور الحقيقي الكامل للوضع الفراغي للعنصر الهندسي المعني . ولذلك نجد عند تدوير المستوي H (الشكل ٢٢ ب) بزاوية ٩٠° درجة ـ كما هو موضح في الشكل ـ للانتقال من التعبير الاسقاطي الفراغي الى التعبير الاسقاطي المستوي الثنائي أن النقطة a تدور معه ، وتصبح في الوضع الذي اشرنا اليه (عند نهاية السهم) في مستو شاقولي واحد مع مستوي النقطة a' (المستوي V) . وهذه القاعدة نفسها تطبق في التعبير الاسقاطي المستوي الثلاثي ، كما هو موضح في الشكل (٢٣) .

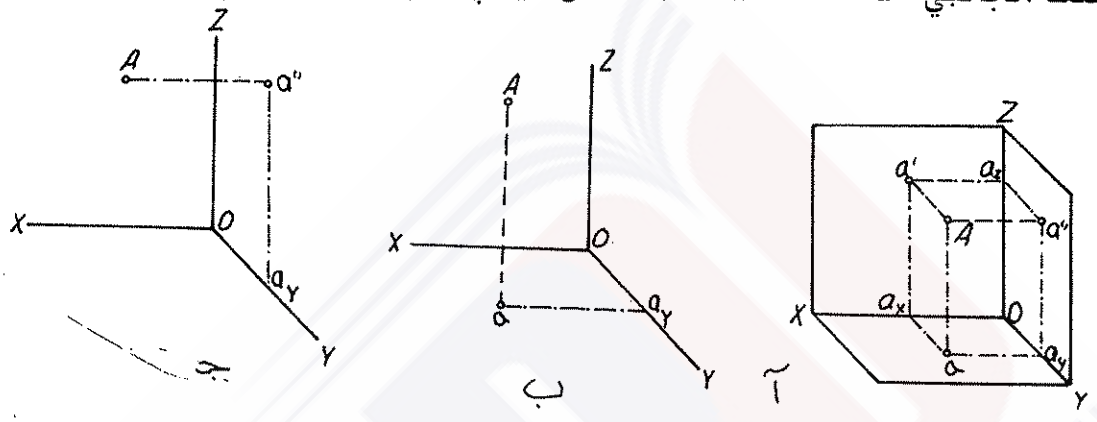


شكل رقم (٢٣)

II ـ ٣ ـ استخدام محاور الاسقاط للتعبير الاسقاطي :

في الفقرات السابقة مثلنا مستويات الاسقاط بمستويات محددة الحوافّ ، الا ان هذه المستويات افتراضية نستخدمها لتحديد الموقع الفراغي للأجسام المادية ومساقطها على هذه المستويات ولذلك نجد ان حدود هذه المستويات تعتمد على احداثيات الاجسام التي يمكن ان تكون ذات قيم متباينة وغير محددة . فلتعميم وضعية (سكل) موحدة لمستويات الاسقاط وتبسيط التعبير الاسقاطي نُعد حوافها في مالانهاية (غير مرئية) ، ونستدل عليها من فصولها المشتركة التي تمثل محاور الاسقاط OX و OY و OZ .

وعلى سبيل المثال نقول : كبديل عن التعبير الاسقاطي الذي يوضحه الشكل (٢٤ آ) نستخدم التعبير الاسقاطي المحوري الذي يوضحه الشكل نفسه (ب ، جـ) لايجاد المسقط الافقي a للنقطة A (الشكل ٢٤ ب) أو لايجاد المسقط الجانبي "a للنقطة A (الشكل ٢٤ جـ) .



شكل رقم (٢٤)

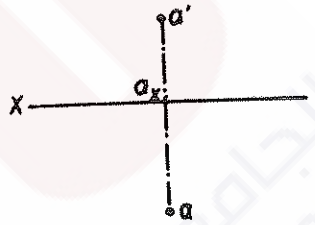
II ـ ٤ ـ التعبير الاسقاطي المستوي للوضع الفراغي للنقطة :

قبل ان نتطرق الى الاوضاع المختلفة لمساقط النقطة حسب وضعها الفراغي في التعبير المستوي ، لابد لنا ان نعود لنذكر بما تطرقنا اليه سابقا في الفقرة (II ـ ٢) ، التي بينت ان الاعمدة المرسومة من مساقط النقطة في مستويات الاسقاط على الفصول المشتركة لهذه المستويات تلتقي في نقطة واحدة عند كل فاصل مشترك . وهذا معناه ان كل عمودين مرسومين من مسقطين للنقطة في مستويين للاسقاط على خط الفصل المشترك بينهما يؤلفان مستقيما واحد عموديا على هذا الفصل المشترك . وهذه هي احدى القواعد الاساسية في الاسقاط وهي تنص على ان : " مساقط النقطة الفراغية الواحدة على مستويات الاسقاط في التعبير المستوي تقع على مستقيمات وحيدة عمودية على خطوط الفصول المشتركة بين المستويات " . وهذا يعني ـ كما

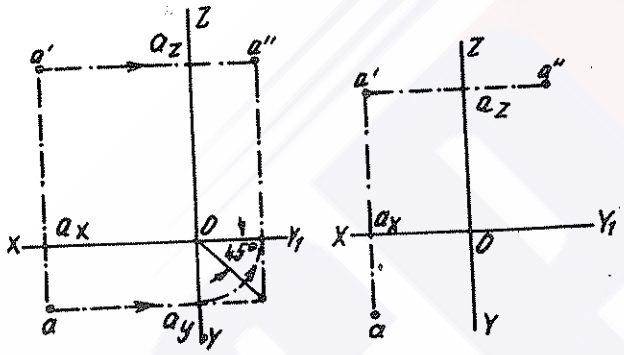
هو واضح من الشكل (٢٥) الخاص بالتعبير الاسقاطي الثنائي ، والشكل (٢٦) الخاص بالتعبير الاسقاطي الثلاثي ـ أن :

١ـ المسقطين الامامي والافقي لنقطة واحدة يقعان على مستقيم واحد يعامد خط الارض (OX) .

٢ـ المسقطين الامامي والجانبي لنقطة واحدة يقعان على مستقيم واحد يعامد الفاصل المشترك (OZ) .



شكل رقم (٢٥)



شكل رقم (٢٦)

٣ـ المسقطين الافقي والجانبي لنقطة واحدة يقعان على مستقيم واحد يعامد الفاصل المشترك (OY) .

نتابع الآن خطوات تحديد مساقط نقطة محددة معلومة الوضع الفراغي معلومة الاحداثيات X و Y و Z في التعبير المستوي الاسقاطي :

١ـ من نقطة بدء الاحداثيات O (في الاسقاط الثلاثي تمثل نقطة التقاء الفصول الثلاثة المشتركة لمستويات الاسقاط ، وفي الاسقاط الثنائي تحدد اختياريا على خط الارض OX حسب قياسات الرسم والورقة المستخدمة) نأخذ قيمة احداثيات (X) للنقطة المعنية ، ونضعها على خط الارض (OX)، فتمثل لنا هذه النقطة نقطة تقاطع العمود

المار من المسقطين الأمامي والأفقي للنقطة مع خط الأرض a_x .

٢ـ من نقطة بدء الاحداثيات 0 نأخذ قيمة (Z) للنقطة المعنية ، ونضعها على الفصل المشترك (OZ) ، فتمثل لنا نقطة تقاطع العمود المار من المسقطين الأمامي والجانبي للنقطة المعنية على OZ مع الفصل المشترك نفسه (a_z) .

٣ـ نأخذ من نقطة بدء الاحداثيات 0 قيمة (Y) للنقطة المعنية ، ونضعها على الفصل المشترك (OY) ، فتمثل النقطة الحاصلة نقطة تقاطع العمود على هذا الفصل المار من المسقطين الأفقي والجانبي للنقطة المعنية مع الفصل المشترك (OY) نفسه (a_y).

٤ـ من تقاطع الأعمدة المقامة على الفصول المشتركة OX و OY و OZ في النقاط a_x و a_y و a_z نحصل على المساقط المطلوبة للنقطة المعنية .

نلاحظ من العمليات التي نفذت في الفقرات السابقة مايلي :

آ ـ من تقاطع العمود المقام على خط الأرض (OX) في النقطة a_x مع العمود المقام على الفصل المشترك (OY) في النقطة a_y نحصل على المسقط الأفقي (a) للنقطة المعنية A وبتعبير آخر نقول : نحصل على المسقط الأفقي(a) من تحديد قيم (X) و (Y) للنقطة A .

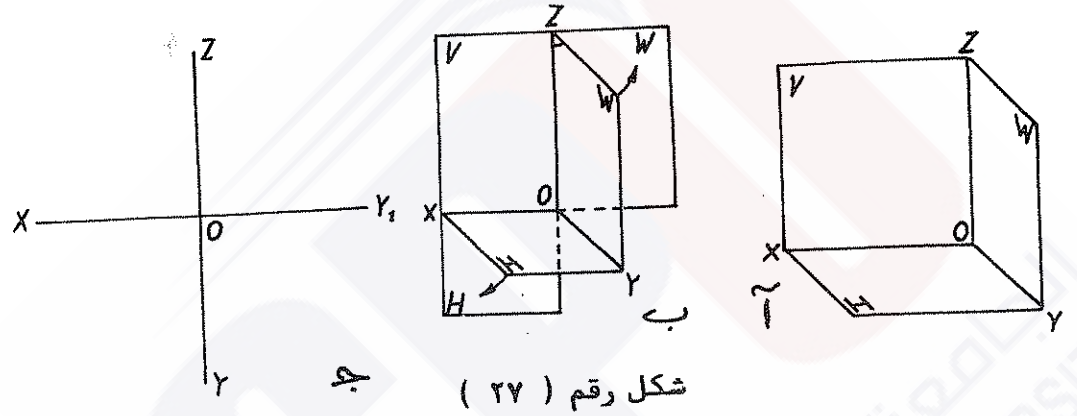
ب ـ نحصل على المسقط الأمامي (a') من تحديد نيم(X) و (Z) للنقطة A .

جـ ـ نحصل على المسقط الجانبي (a")من تحديد قيم (Y) و (Z)للنقطة A .

II ـ ٥ ـ تحديد الوضع الفراغي للنقطة من خلال التعبير الاسقاطي المستوي :

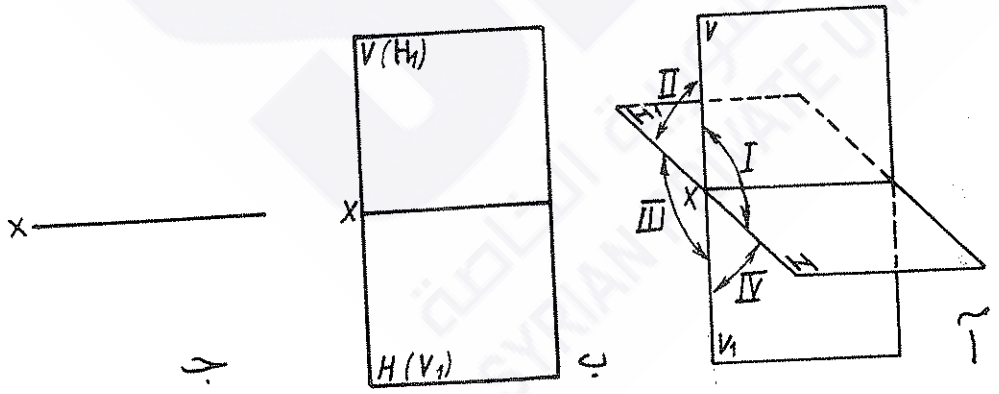
يتم الحصول ـ كما ذكرنا في الفصل السابق ـ على الوضع المستوي

للتعبير الاسقاطي بتدوير مستويات الاسقاط الأفقية والجانبية حول الفصل المشترك لكل منها مع مستوي الاسقاط الاسقاط الأمامي حتى تتطابق معه (انظر الشكلين ١٧ و ١٨) . اذا استبدلنا مستويات الاسقاط المحددة في وضعها المستوي بما يعبر عنها ، ونقصد بذلك الفصول المشتركة بينها ، وهي الفصول التي اطلقنا عليها في الفقرة (II ـ ٣) اسم " محاور الاسقاط " . فاننا للتعبير الاسقاطي المستوي الثلاثي نحصل على الشكل (٢٧ جـ) .



شكل رقم (٢٧)

وللتعبير الاسقاطي المستوي الثنائي نحصل الشكل (٢٨ جـ) .

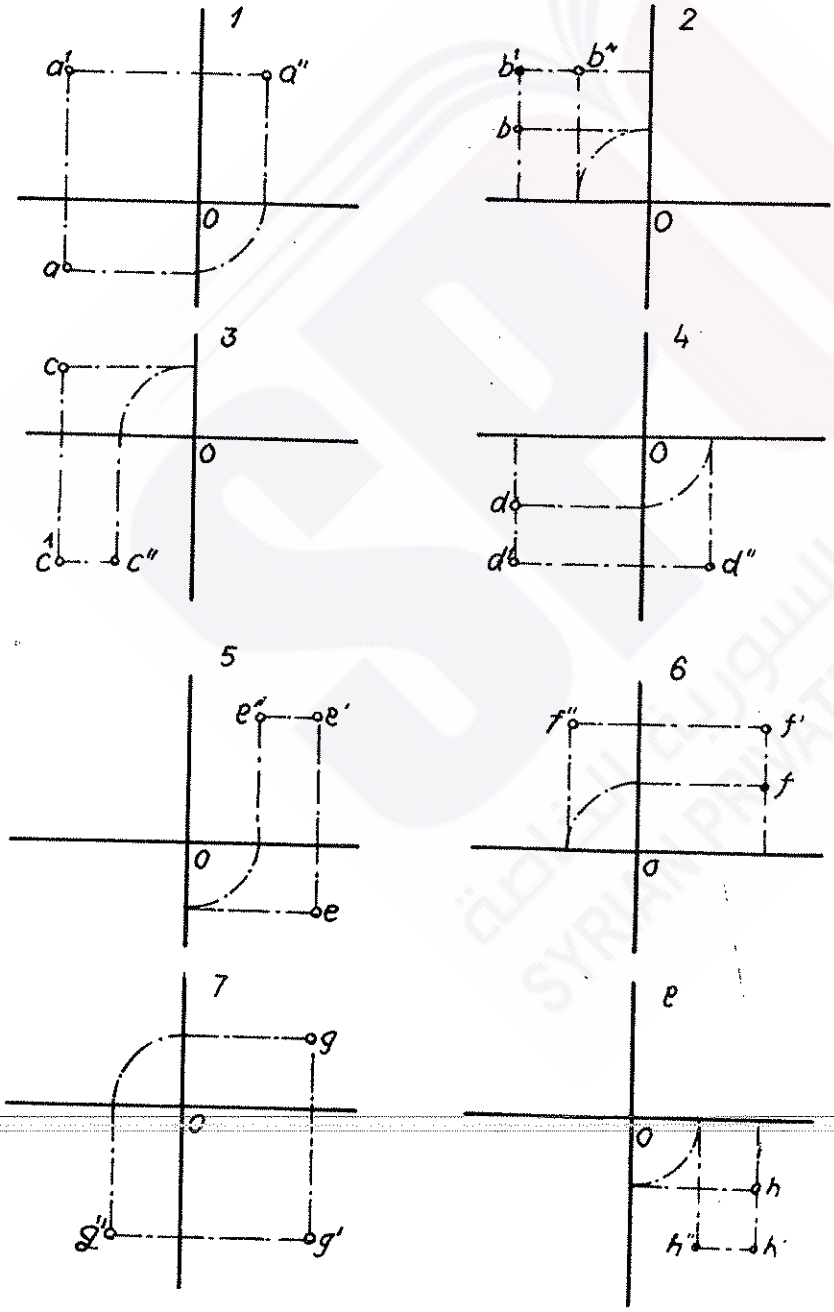


شكل رقم (٢٨)

ان الانتقال الى التعبير المستوي يؤدي الى ان مساقط العنصر الهندسي (النقطة في موضوعنا الحالي) سوف لن تكون في وضعية واحدة دائما . بل

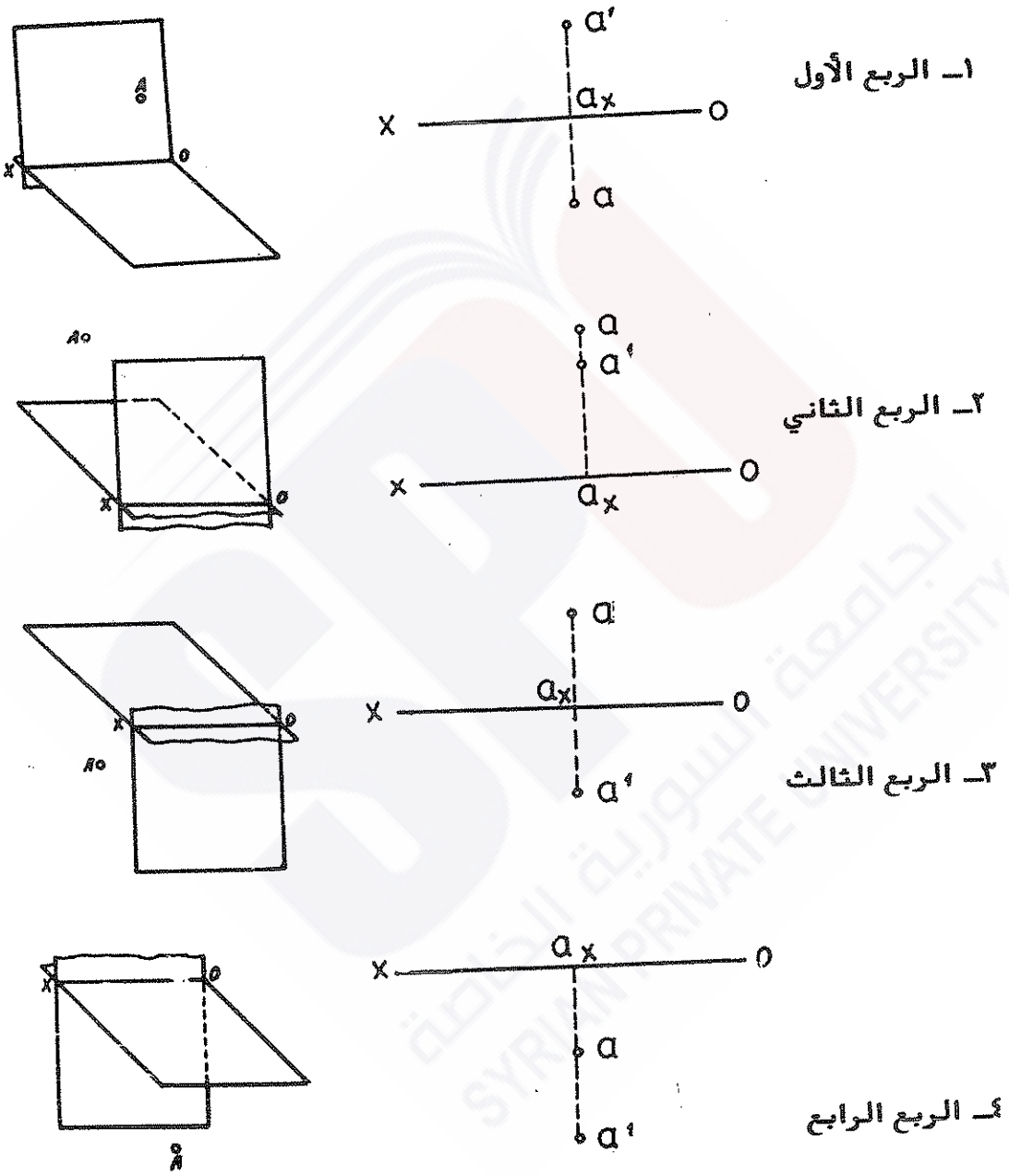
ستعتمد على موقعها الفراغي بالنسبة لمستويات الاسقاط الافتراضية ، كما بينا ذلك في الشكل (١٩) .

وهذه الاوضاع المختلفة يوضحها بصورة تفصيلية الشكل (٢٩) الخاص بالتعبير الاسقاطي المستوي الثلاثي ، حيث تشير الارقام الى منطقة (ثمن) من تقسيمات الفراغ ، تقع فيها النقطة المعنية .



شكل رقم (٢٩)

ويوضح الشكل (٣٠) هذه الاوضاع في حالة التعبير الاسقاطي المستوي الثنائي . واذا مارجعنا الى اشارات قيم الاحداثيات (X) و(Y) و (Z)



شكل رقم (٣٠) ـ الأوضاع المختلفة للنقطة A بالنسبة لمستويا الاسقاط الثنائية فراغيا واسقاطيا .

في الفقرة (I ـ ٢ ـ ٣) ، لنقارنها بالاوضاع المذكورة اعلاه ، فاننا نتوصل الى :

١ـ أن المساقط الافقية (a) ذات القيم الموجبة تكون دائما تحت خط الارض (OX) ، وأن المساقط ذات القيم السالبة تقع فوق خط الارض(OX) ٠

٢ـ وأن المساقط الامامية (a') ذات القيم الموجبة تكون دائما فوق خط الارض (OX) ، وأن المساقط ذات القيم السالبة تقع تحت خط الارض (OX) ٠

٣ـ وأن المساقط الجانبية (a")ذات القيم الموجبة تكون دائما الى يمين خطي الفصل المشترك (OZ) و (OY) الشاقولي ، وأن المساقط ذات القيم السالبة تقع الى يسار هذين الفصلين المشتركين ٠

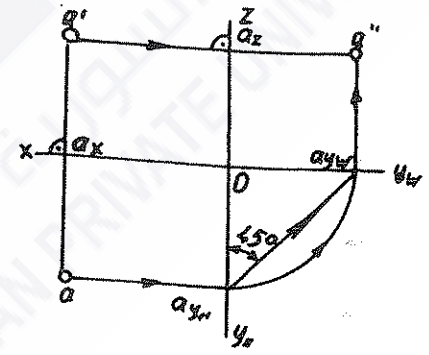
II ـ ٦ ـ الوضع المستوي لمحاور الاسقاط في التعبير الاسقاطي المستوي الثلاثي :

يمكن أن نقول : عند الانتقال من الوضع الفراغي الى الوضع المستوي بواسطة تدوير (فتح) مستويات الاسقاط الافقي والجانبي ينشطر الفصل المشترك بينهما (OY) ويصبح مستقيمين بدلا من واحد ، ويتخذ احدهما وضعا شاقوليا مع مستوي الاسقاط الافقي ، ويتخذ الآخر وضعا افقيا مع مستوي الاسقاط الجانبي ٠ ولهذا السبب تنشطر ايضا جميع النقاط الواقعة عليه بالكيفية نفسها (بما في ذلك نقاط تقاطع مستقيمات الاسقاط العمودية عليه) ، ولذلك تبقى هذه النقاط ذات ابعاد واحدة (متساوية) عن نقطة البداية (O) ولتحديد موقع هذه النقاط على " شطري " الفصل المشترك (OY) نتبع احدى الطرق التالية :

١ـ نفتح الفرجار بمايساوي (a_y 0) مثلا ، ونضعه في نقطة (0) ، ثم نرسم قوسا من الشطر الذي حددت عليه النقطة (a_y)، حتى يقطع " الشطر " الآخر للفصل المشترك (OY) ، وتكون نقطة التقاطع هذه هي النقطة المطلوبة (الشكل ٣١) .

٢ـ نرسم منصف الزاوية المحصورة بين شطري الفصل المشترك (OY) وهي زاوية قائمة YOY، وبعد ذلك نمد العمود المقام على احد الشطرين من النقطة المعنية حتى يتقاطع مع المنصف ومن هنا نقيم عمودا على الشطر الثاني من الفصل المشترك ، فتكون نقطة تقاطع العمود معه هي النقطة المطلوبة (الشكل ٣٢) .

٣ـ من خلال الطريقتين السابقتين نجد ان المستقيم الواصل بين النقطتين (a_y)الواقعتين على شطري المحور (OY) يمثل وتر مثلث قائم الزاوية متساوي الساقين ، فهو يميل بزاوية ٤٥° درجة على كل من شطري (OY) ، الشكل (٣١) .



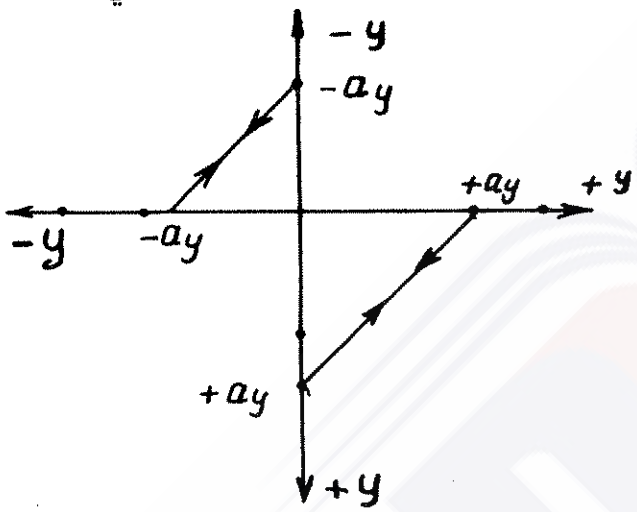
شكل رقم (٣٢)

شكل رقم (٣١)

ان هذا الاستنتاج يبسط عملية الانتقال بين شطري المحور(OY) ،ويغني عن ضرورة استخدام الفرجار او انشاء منصف الزاوية a_y 0 a_y، ويختصر العملية في خطوة واحدة تتلخص برسم مستقيم من النقطة المحددة على احد

شطري (OY) ، يميل بزاوية ٤٥° درجة عن هذا المحور باتجاه الشطر الثاني منه ، وتمثل نقطة تقاطع المحور مع المستقيم المنشأ النقطة a_y المطلوبة.

وفي هذا المجال يجب التقيد بالقيم المتشابهة للاحداثيات، ويعني هذا أن الانتقال من الشطر الموجب للمحور (عندما تكون قيمة (y) موجبة) يتم الى الشطر الموجب الآخر منه ، وأن الانتقال من السالب (عندما تكون (y) سالبة) يتم الى الشطر السالب الآخر منه ، كما هو موضح في الشكل (٣٣) .



شكل رقم (٣٣)