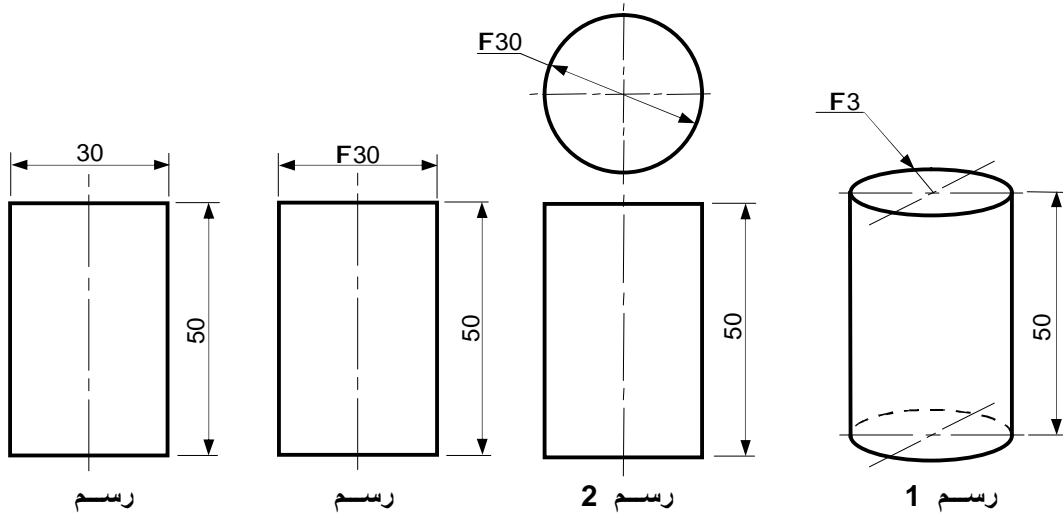


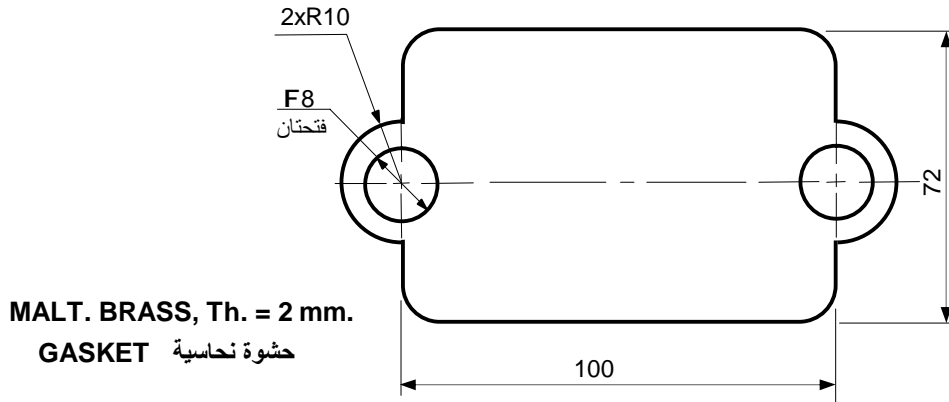
6.5 اختيار عدد المساقط المناسب

لقد لاحظنا في الأشكال 2.5 و 5.5 - 8.5 أن بعضاً من هذه الأجسام قد أسقط على مستويات مختلفة. فمرة أسقط الجسم على المستوى الأمامي، ومرة ثانية أسقط الجسم نفسه على مستويين مختلفين كما هو الحال في المسقطين الأمامي والآخر الجانبي. كما أن هناك حالات وهي كثيرة تم إسقاط الجسم على مستويات ثلاثة متعامدة هي الأمامي والجانبي والعلوي. وأخيراً، رسم الجسم بستة مساقط متعامدة لتمثل مساقط من الجهات الأربعة مضافاً لهم الواجهتين العلوية والسفلية، **شكل 9.5**. والسؤال الذي يتبادر للذهن هو: هل رسم الجسم بالإسقاط والمساقط يتطلب رسم مسقط واحد أم مسقطين لتعريف وإدراك حجم وتفصيل الجسم بدقة. أم أن الأمر يتطلب رسم الجسم من ست جهات متعامدة بستة مساقط مرة واحدة. إن الإجابة على هذه التساؤلات تبين أن عدد المساقط الأقل الممثلة للجسم المعين يعتمد على درجة تعقيده والتفاصيل الموجودة فيه والمطلوب وصفها وتعريفها بدقة هندسياً. والقاعدة الأساسية لذلك هي الآتية: تحديد الواجهة الرئيسية للجسم ثم رسم مسقطها وتبعاً لذلك تحديد هل هذا المسقط بأبعاده وتفصيلاته كافٍ بشكل كامل ليعبر عن هذا الجسم. إذا كانت الإجابة بنعم يرسم لهذا الجسم مسقطه الوحيد. أما إذا كانت الإجابة بالنفي فإننا ندرس الحاجة إلى رسم مسقط آخر يضاف إلى المسقط الرئيسي الذي رسم أولاً، فنضيف مثلاً، المسقط العلوي أو الجانبي. وهنا نحلل كحالة جديدة هل المسقطين المرسومين كافيين بشكل كامل ليعبرا عن الجسم. إذا كانت الإجابة بنعم نكتفي برسم هذين المسقطين فقط، أما إذا كانت الإجابة بالنفي فإننا ندرس من جديد الحاجة إلى رسم مساقط أخرى تضاف إلى المسقطين المرسومين.... وهلم جرا. ومن المهم المعرفة أن أقل عدد ممكن من المساقط التي تستوفي وصف الجسم دون أي لبس أو غموض لهو الأفضل والأدق. وكمثال مباشر على رسم المساقط نتخيل أسطوانة صماء منتظمة كما في **الشكل 25.5**، **رسم 1**. إذ من الممكن رسمها بأي من الرسمين 2 أو 3، وإن كان الرسم الأخير هو المألوف أكثر. من جهة أخرى، يعتبر رسم الاسطوانة بالرسم 4 خاطئاً لعدم إضافة الرمز ϕ لبعده القطر 30.



شكل 25.5: تمثيل وإسقاط الاسطوانة بعدة طرق

وبالعادة يستخدم الرسم بمسقط واحد ووحيد للحالات التي يتميز فيها الجسم بسماكة واحدة. فالقطع المعدنية الطرية كالحشوات النحاسية أو الجلدية التي تضاف للقطع الميكانيكية والوصلات المحددة ترسم بمسقط واحد مع إضافة ملاحظة تشير لنوع مادة الصنع وسمك القطعة، شكل 26.5.

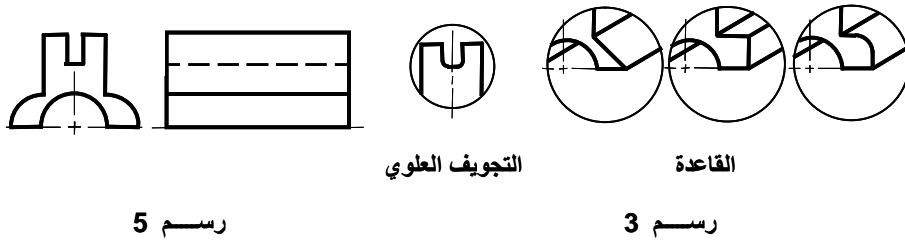
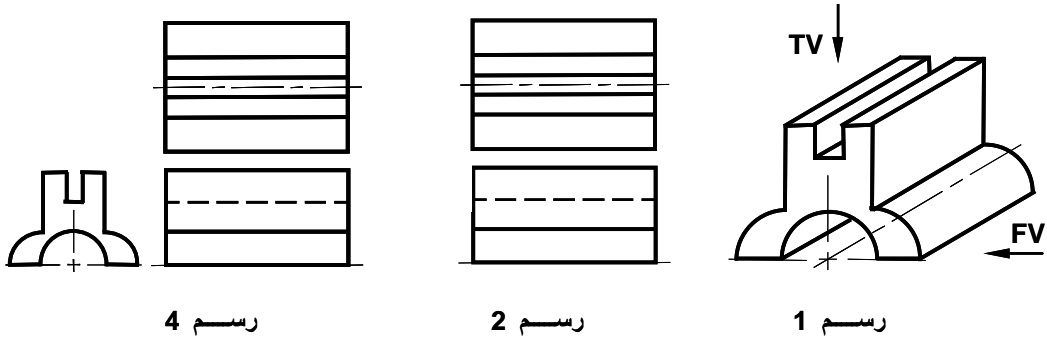


شكل 26.5: رسم الحشوات بمسقط واحد

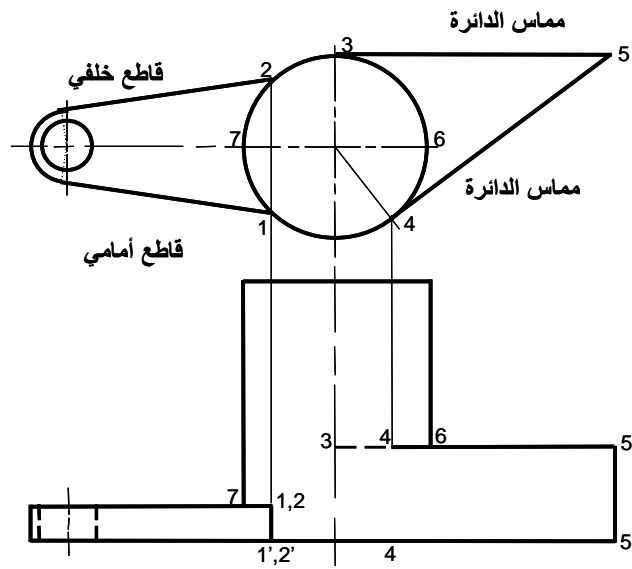
في الشكل 27.5 يعتبر رسم الجسم المبين في الرسم 1 بالمسطين الوحيدين FV و TV، رسم 2، غير كافٍ لوصف وتعريف الجسم هندسياً. ومن الطبيعي أن تخيل الجسم من المسطين المذكورين. يعني وجود أكثر من احتمال واحد لتكبيسه، خاصةً الجزء السفلي للجسم وتجويفه العلوي. رسم 3، يبين الاحتمالات التي يمكن للجسم أن يتشكل بها سواء القاعدة أو التجويف العلوي. لذلك يضاف للمسطين FV و TV المسقط الجانبي الأيسر LSV، رسم 4. ومن الطبيعي أن إضافة المسقط الجانبي الأيسر للمسطين الأولين تلغي ضرورة وجود المسقط العلوي. ولذلك، فرسم الجسم يتم بشكل كامل ودقيق عند رسم المسطين الأمامي والجانبي فقط، رسم 5.

7.5 التقاطعات والتماسات بين الأسطح المستوية والمنحنية

يُبرزُ التقاء الأسطح المستوية مع أخرى منحنية في الأجسام المركبة ضرورة تعريف مصطلحات هندسية وعملية يجب مراعاتها في المساقط. الشكل 28.5 يمثل اسطوانة رأسية مع قاعدة أفقية ذات امتدادين. الخط المنحني 3-6 في المسقط العلوي يُحدد الخط الأفقي المتقطع 36 في المسقط الأمامي. وعلى نفس المنوال، تحدد نقطة التماس 4 في المسقط العلوي انتهاء الخط الأفقي المتصل 46 في المسقط الأمامي، والذي بدوره يخفي جزءاً من الخط المتقطع 36 خلفه. من جهة أخرى، يُظهر مستوى القطع المحدد بقاطع الدائرة الأمامي خطأً في المسقط الأمامي كتقاطعه مع سطح الاسطوانة (أنظر الخط الرأسي المتصل 11 في المسقط الأمامي وخلفه الخط المتقطع 22) على عكس الأسطح المتماصة حيث يشكل التقاؤهما الانسيابي إلغاءً للحواف الحادة (لا يوجد اتصال بين النقطتين 4-4 ولا يرسم تبعاً لذلك خط بينهما).

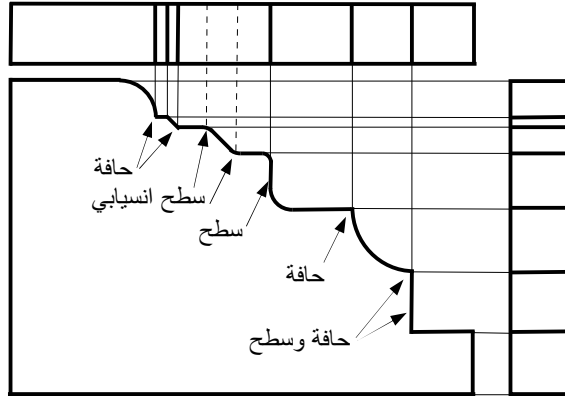


شكل 27.5: اختيار المساقط المناسبة



شكل 28.5: تمثيل التماسات والتقاطعات على الإسطوانة

ويمثل الشكل 29.5 أنواع التقاطعات والتماسات بين الأسطح وتمثيلها في المساقط المختلفة لمنحدرٍ متعرج.



شكل 29.5: تمثيل التماسات والتقاطعات على منحدر متعرج

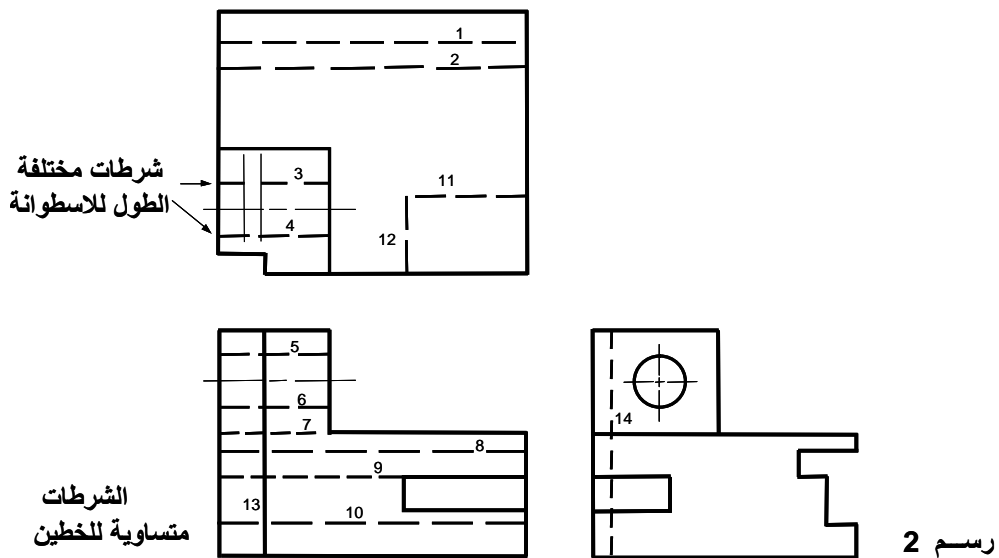
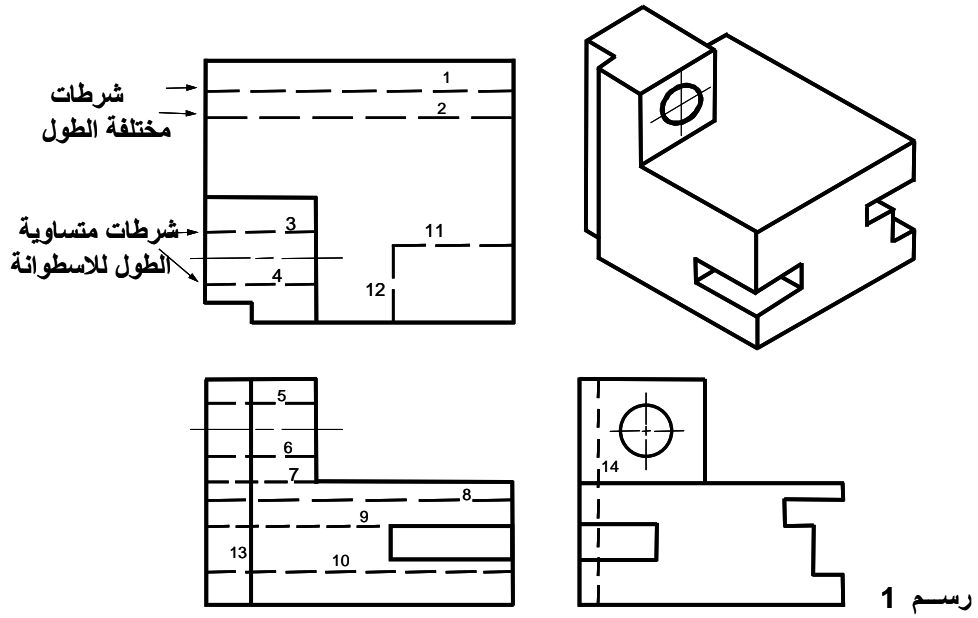
8.5 قواعد رسم الخطوط المتقطعة والخطوط المركزية في المساقط

الخطوط المتقطعة

تمثل الحواف والسطوح المخفية في المسقط المعين بخطوط متقطعة. شروط كل خط من هذه الخطوط المخفية/ المتقطعة متساوية كما أن فراغاته بين الشرطات ثابتة.

قواعد وضع الخطوط المتقطعة، شكل 30.5

- 1- تبدأ الخطوط المتقطعة وتنتهي بالخطوط المحيطة الممثلة للحواف المرئية، الخارجية على الأقل.
 - 2- تلامس شرطة الخط المتقطع الخط المرئي (الداخلي) عندما يكون السطح المخفي الممثل بالخط المتقطع تكملة لخط مرئي، الخط 7.
 - 3- يلامس فراغ الخط المتقطع الخط المرئي (الداخلي) عندما يكون السطح المخفي الممثل بالخط المتقطع منفصلاً عن الخط المرئي، الخط 9.
 - 4- الخطوط المتقطعة المتتالية تكون شرطاتها متساوية وفراغاتها ثابتة إذا مثلت سطوحاً واحداً. أنظر الخطين 3 و 4 في المسقط العلوي والخطين 5 و 6 في المسقط الأمامي الممثلين للفتحة الاسطوانية.
 - 5- الخطوط المتقطعة المتتالية تكون شرطاتها غير متساوية وكذلك فراغاتها إذا مثلت سطوحاً مختلفة. أنظر الخطين 1، 2 في المسقط العلوي والخطين 8 و 10 في المسقط الأمامي الممثلين لأسطح المجرى الخلفي. أنظر أيضاً الخطوط 6، 7 و 9 في المسقط الأمامي الممثلة لأسطح أفقية متوازية في الجهة الخلفية.
 - 6- شرطة الخط المتقطع قد تقطع الخط المحيطي وقد لا تقطعه، الخطان 13 و 14.
 - 7- يتم التقاء الخطوط المتقطعة مع بعض بشرطاتها، الخطان 11 و 12 والعكس خاطئ.
- ويمكن التمييز في الشكل 30.5، بين رسمين أحدهما صحيح، رسم 1، والآخر فيه بعض الأخطاء الناتجة من رسم الخطوط المتقطعة بطريقة غير صحيحة، رسم 2.



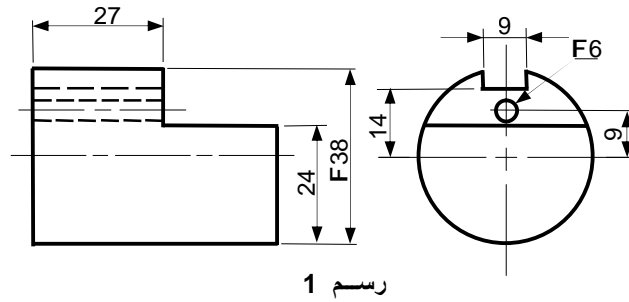
شكل 30.5: تمثيل التماسات والتقاطعات على منحدر متعرج

الخطوط المركزية Center lines

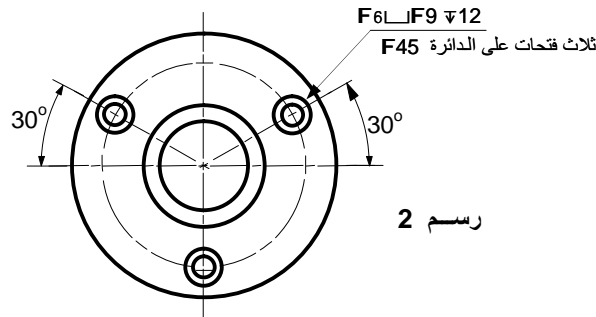
كما ورد في الوحدة الثانية يمكن تعريف الخط المركزي، شكل 31.5، بأنه خط رفيع وشعري، مكون من تسلسل متكرر لشرطة طويلة تتبعها شرطة قصيرة وبينهما فراغ. والشربات الطويلة (10 - 25 ملليمتر) والقصيرة (2 ملليمتر) ثابتة الطول على طول الخط الواحد. ويستخدم هذا الخط لتميز الدوائر والاسطوانات والأشكال البيضاوية وكل الأجسام الاسطوانية المتماثلة.

قواعد وضع الخطوط المركزية

- 1- تبدأ الخطوط المركزية وتنتهي للرسم المعين بشرطات طويلة تزيد عن حواف الجسم الخارجية بمقدار 5 - 10 ملليمترات.
- 2- تتقاطع الخطوط المركزية مع بعض بشرطاتها القصيرة، خاصة للمراكز.
- 3- لا تتواصل الخطوط المركزية بامتدادها بين المساقط المتتالية.
- 4- يمكن استخدام الخطوط المركزية كخط امتداد بعد تطويله.
- 5- الخطوط المركزية للدوائر الصغيرة خطوط متصلة بدون فراغات وبدون شرطات قصيرة أيضاً.
- 6- ترسم الخطوط المركزية للأشكال المتماثلة ذات الطبيعة المنحنية كالقطع المخروطية والدوائر والأقواس التي لا تنقص عن ربع دائرة.
- 7- ترسم الخطوط المركزية للأشكال التي تتطلب معرفة تموضع مراكز فتحات أو تقوُب بالنسبة لمركز فتحة رئيسية أخرى.



رسم 1



رسم 2

شكل 31.5: تمثيل الخطوط المركزية

9.5 استنتاج المسقط الثالث من مسقطين أساسيين

يقوم رسم المسقط الثالث على تحليل معطيات المسقطين المعروفين وأجزائهما. إن مجرد وجود مسقطين اثنين من ثلاثة أساسية يحدد الأبعاد الثلاثة للجسم وهي الطول/العرض والارتفاع والعمق. فكل مسقط من المساقط المذكورة يحدد بعدين اثنين للجسم. وأي مسقط إضافي لمسقط موجود يحدد أحد البعدين السابقين مضافاً إليهما البعد الثالث. وإذا أضفنا إلى ذلك مجموعة الاستنتاجات الناتجة من رسم المساقط المتعامدة، فإن ذلك يجعل عملية رسم المسقط الثالث من مسقطين اثنين عملية غير معقدة.

هذا، وينصح عند استنتاج المسقط الثالث في الأجسام المركبة اعتبار كل جزء جسماً منفصلاً ثم إدخال تأثير باقي الأجزاء عليه وبشكل متتال. وعلى ذلك، يفضل البدء بإسقاط الأجزاء التي تعتبر رئيسية كالقواعد ثم الأجزاء المرتبطة بها أولاً بأول، استناداً إلى حقيقة أن كل جسم مكون في الأساس من مجموعة محددة من الأجسام الهندسية البسيطة كمتوازي المستطيلات والاسطوانة والمخروط والهرم والمنشور. وسنحاول فيما يلي حل مسألتين اثنتين، فننتج من السهولة فالمعقدة.

تمرين محلول 1.5

الشكل 32.5 يمثل خطوات الحصول على المسقط الثالث من المسقطين الأمامي والعلوي لجسم معين، رسم 1

رسم 2: نسمّ حواف الجسم العلوية في المسقط الأمامي بالنقاط a, b, c, d و e وحوافه السفلية بالنقاط a', b', c', d' و e' . وقد وضعت بعض النقاط داخل المسقط بينما بقية النقاط خارجه، استناداً إلى حقيقة رؤية النقطة في الأمام أو في الخلف. وبالنظر باتجاه السهم F نحو المسقط العلوي نرى النقطة a أمام النقطة e ، لذلك، توضع النقطة الأولى داخل المسقط الأمامي على عكس النقطة الثانية التي تكون خارجه. وعلى نفس المنوال، نسمّ نفس النقاط في المسقط العلوي. فالنظر باتجاه السهم T نحو المسقط الأمامي نرى النقطة a فوق النقطة a' عند النظر إليهما من الأعلى، ولذلك تكون الأولى داخل حدود المسقط العلوي على عكس النقطة الثانية التي نضعها خارجاً. إن الترقيم بالطريقة السابقة يوضح أبعاد الزوايا والحواف وتموضعها عن بعض كذلك عمقها أو حتى عرضها، وهذا يساعد على استنتاج المسقط الثالث بسهولة ويسر.

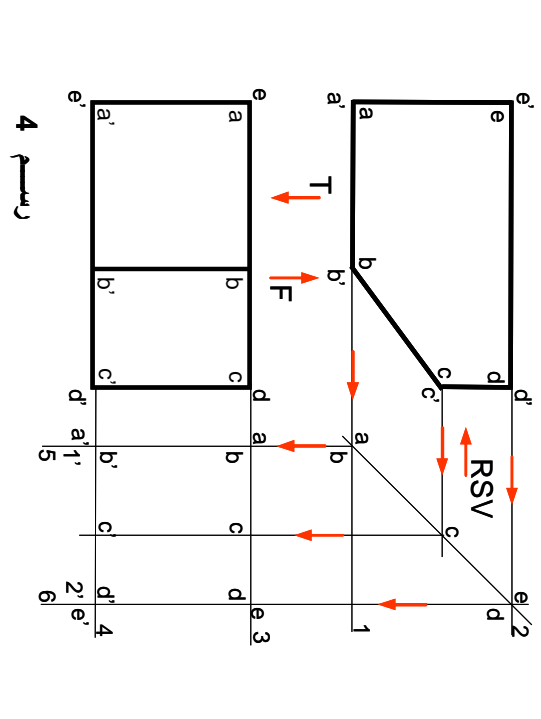
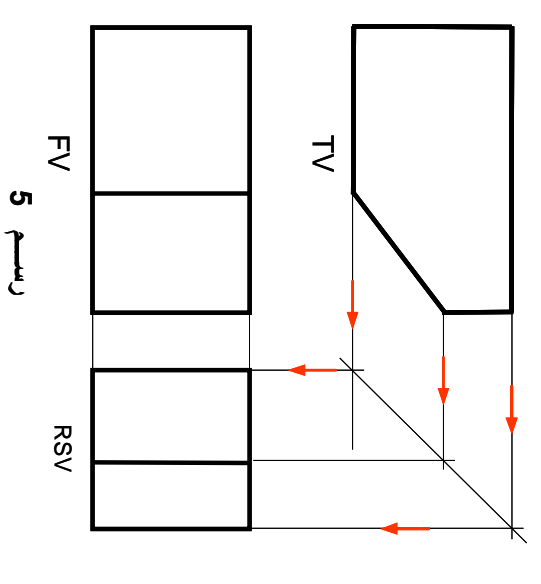
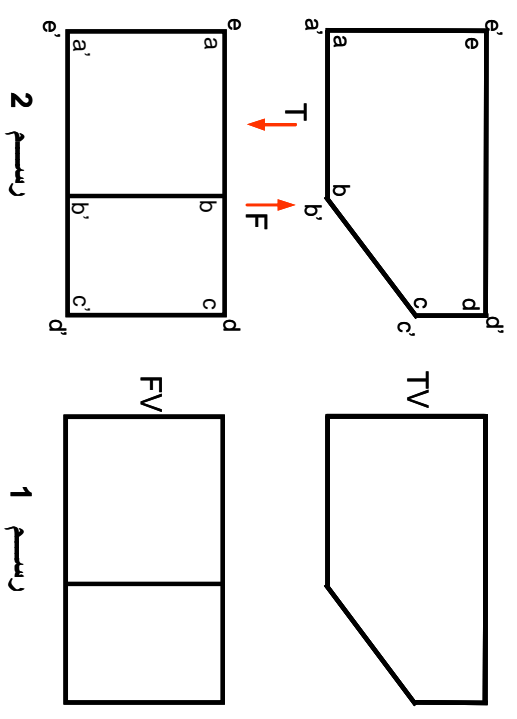
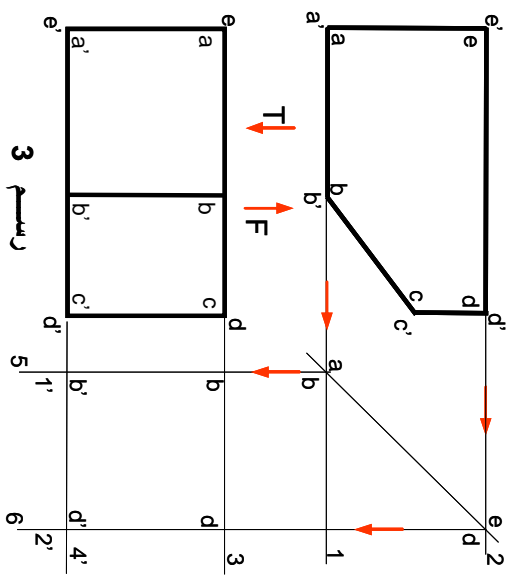
رسم 3: نرسم خط الميل 45° لجهة اليمين من المسقط العلوي، وذلك وحتى يرسم المسقط الجانبي الأيمن RSV .

نسقط على خط الميل المذكور عمق الجسم فنرسم الخطين المتوازيين الأفقيين $a1$ الممتد من الحافة الأمامية $a-b$ والخط $d2$ الممتد من الحافة الخلفية $e-d$ فنحدد النقطتين a و d على خط الميل ثم نسقطهما رأسياً بالخطين الرأسيين $a5$ و $d6$.

نسقط ارتفاع الجسم من المسقط الأمامي بالخطين المتوازيين $a3$ و $a'4$ فينتج من تقاطع الخطوط الرأسية والأفقية النقاط b, b', d, d' . أي يتحدد موقع المسقط الأمامي ضمن حدود المستطيل $bb'd'd$.

رسم 4: ولإكمال إسقاط النقاط والحواف المتبقية نسقط النقطة c أو c' في المسقط العلوي على خط الميل، فنحصل على c ، وهذه نسقطها رأسياً للأسفل على المسقط الجانبي ضمن حدود المستطيل $bb'd'd$ بالنقطتين: العليا c والسفلى c' كتقاطعهما مع خطوط الإسقاط الأفقية الناتجة من المسقط الأمامي.

رسم 5: نعلم على الخطوط المطلوبة في المسقط الجانبي الأيمن.



شكل 32.5: استنتاج المسقط الثالث من مسطتين في الزاوية الثالثة

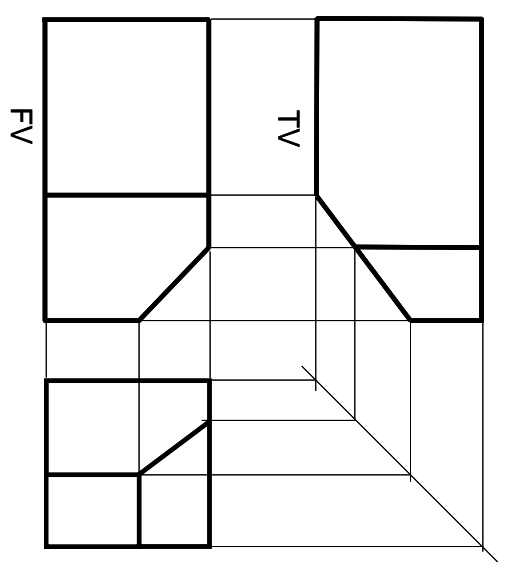
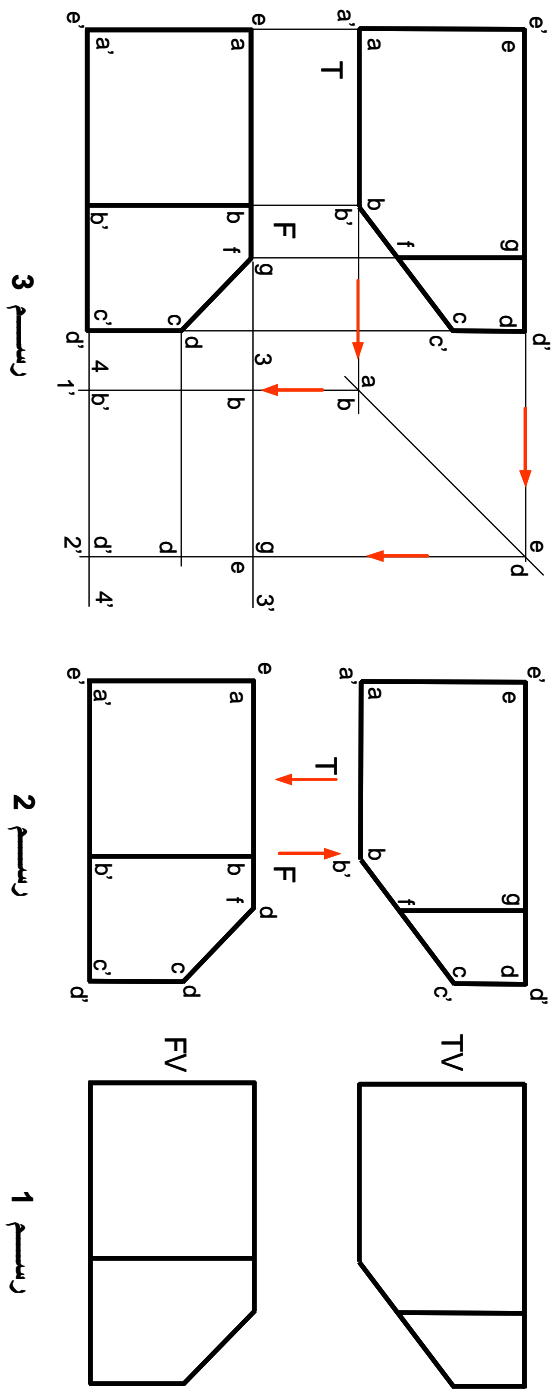
تمرين محلول 2.5

كيف يُرسم المسقط الجانبي الأيمن للجسم المرسوم مسقطيه، شكل 33.5، رسم 1
رسم 2: نسمّ النقاط a, b, c, d, e, f, g في المسطتين العلوي والأمامي. أتبع طريقة الترقيم في التمرين السابق.

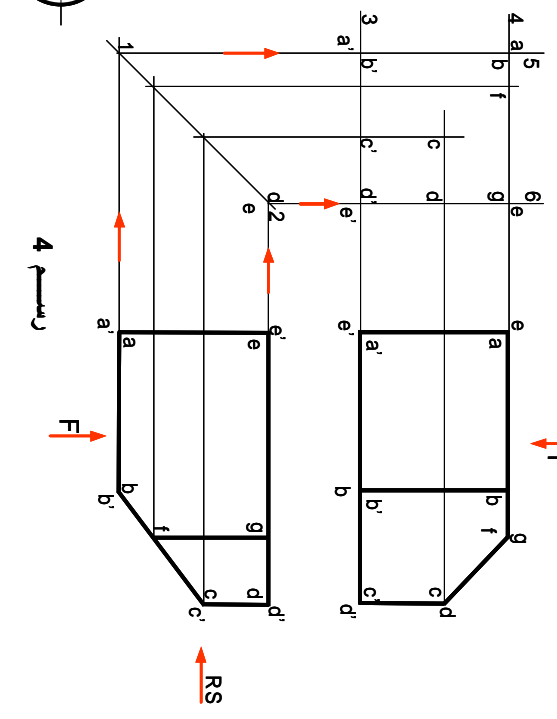
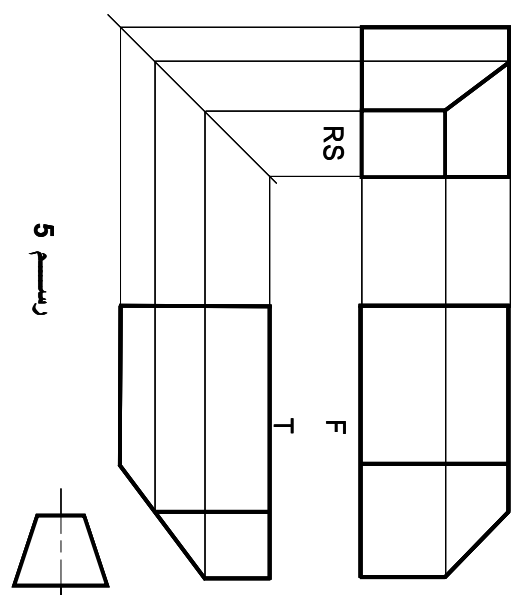
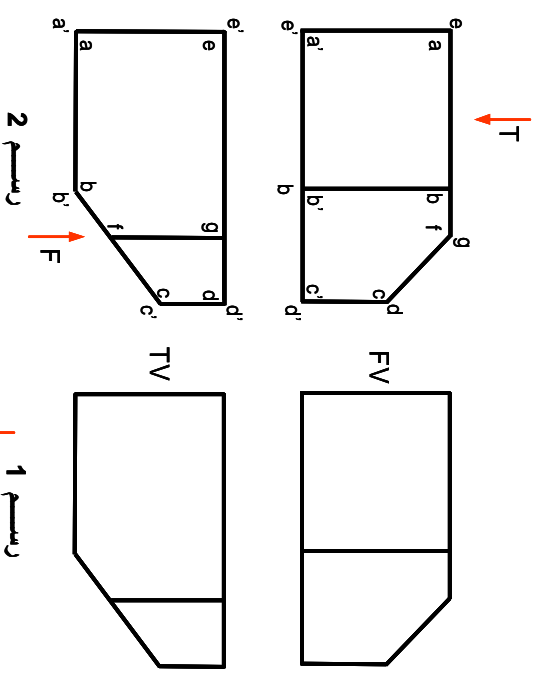
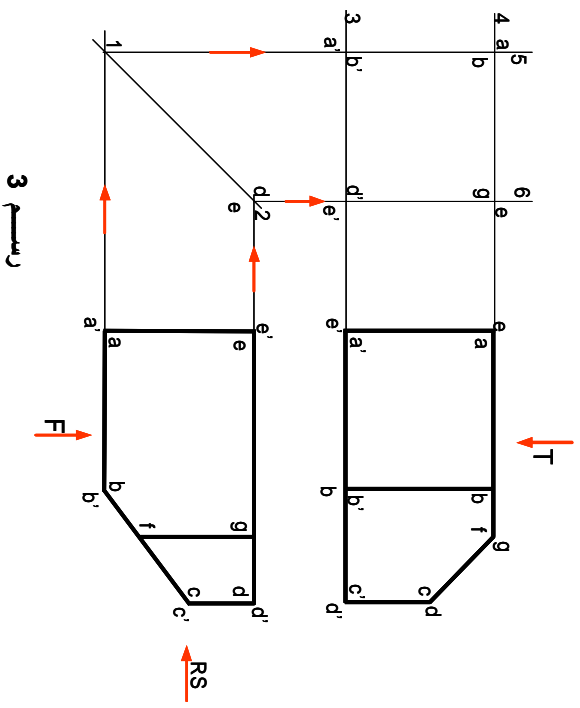
رسم 3: نرسم خط الميل 45° بجانب المسقط العلوي إلى يمينه وعلى امتداده.
نحدد عرض المسقط الجانبي والمكافئ لعمق الجسم بإسقاط الحافتين الأمامية والخلفية من المسقط العلوي وذلك بالخطين aa و ee ، ثم نسقطهما عمودياً بالخطين $a1'$ و $e2'$ بالترتيب.
نسقط ارتفاع الجسم من المسقط الأمامي بإسقاط حافتيه العلوية $a3'$ و $a4'$ بالترتيب.
رسم 4: نتحدد حواف المسقط الأيمن الخارجية كنتقاطع خطوط الإسقاط العمودية والأفقية فيتشكل المستطيل $aa'e'e$.
نسقط النقاط c, c', d, d', f, g على خط الميل من المسقط العلوي ثم أفقياً من المسقط الأمامي، فنحصل على تقاطعاتها في المسقط الجانبي الأيمن.
رسم 5: نعلم على الخطوط المطلوبة في المسقط الجانبي

تمرين محلول 3.5

كيف يُرسم المسقط الجانبي الأيمن للجسم المرسوم مسقطيه ضمن الإسقاط في الزاوية الأولى، الشكل 34.5.



شكل 33.5: استنتاج المقسط الثالث من مسطّين في الزاوية الثالثة



شكل 34.5: استخراج المسقط الثالث من مستطين في الزاوية الأولى

10.5 تحديد مواقع المساقط وتوزيعها على لوحة الرسم

أولاً - ثلاثة مساقط على لوحة الرسم A3

من الأهمية بمكان رسم المساقط الضرورية ضمن حيز الرسم بأمثل وضع. ويمكن تعريف الوضع الأمثل للمساقط على لوحة الرسم بأنه الوضع الذي يجعل المسافة بين المسقطين المتتاليين مساوية للمسافة بين كل من المسقطين وبرواز الورقة في الاتجاه الواحد. إذا افترضنا أن المسقط الأمامي والمسقط الجانبي الأيسر مضافاً لهما المسقط العلوي لجسم معين سترسم بطريقة الإسقاط في الزاوية الثالثة ضمن حيز الورقة A3، وأن أبعاد الجسم هي كالتالي: الارتفاع h ، الطول l والعمق d ، شكل 35.5، فكيف تُحدد مواقع المساقط الثلاثة على الورقة A3؟ لحل هذه المسألة نعرف أبعاد حيز الرسم الفعال ضمن الورقة A3، رسم 1. طول الحيز الفعال هو L ، والارتفاع H ، حيث إن

$$L = 420 - 25 = 395 \text{ mm}$$

$$H = 297 - 10 - 10 = 277 \text{ mm}$$

وعلى ذلك، نرسم المساقط الثلاثة كمستطيلات تفصلها المسافات الأفقية x والمسافات الرأسية y ، رسم 2، حيث إن

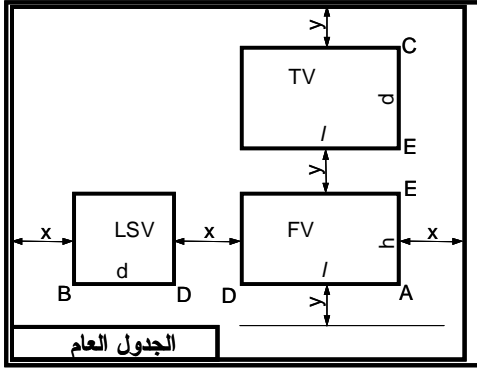
$$x = \frac{L - (l + d)}{3} = \frac{395 - (l + d)}{3}$$

$$y = \frac{H - (h + d)}{3} = \frac{277 - (h + d)}{3}$$

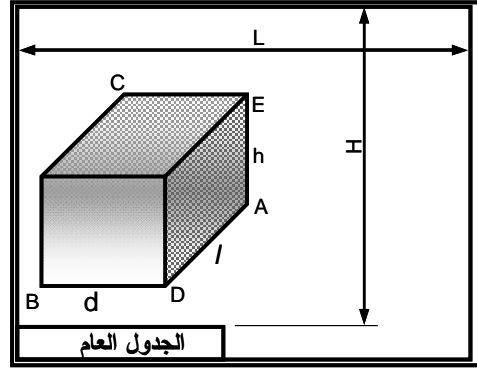
نحدد الآن القيم x و y على الورقة، رسم 3. نحدد النقطتين 1 و 2 من حافتي الإطار الرأسيتين، والنقطتين 3 و 4 من حافتي الإطار الأفقيتين. يجب الانتباه إلى أن حافة الإطار السفلية هي الممتدة من أعلى الجدول العام أفقياً. نرسم الخطوط الرأسية من النقطتين 1 و 2 والخطوط الأفقية من 3 و 4، فنحدد النقاط A للمسقط الأمامي و B للمسقط الجانبي وأخيراً النقطة C للمسقط العلوي.

نقيس من A طول الجسم l فنحدد النقطة D وارتفاعه h فنحدد النقطة E. ثم نقيس من النقطتين B و C عمق الجسم d فنحدد النقطتين F ثم G، وكلاهما باتجاه المسقط الأمامي، رسم 4 نرسم الخطوط الرأسية من D ومن F والخطوط الأفقية من E ومن G، تتحد تبعاً لذلك حواف المساقط الثلاثة، الأمامي والجانبي والعلوي.

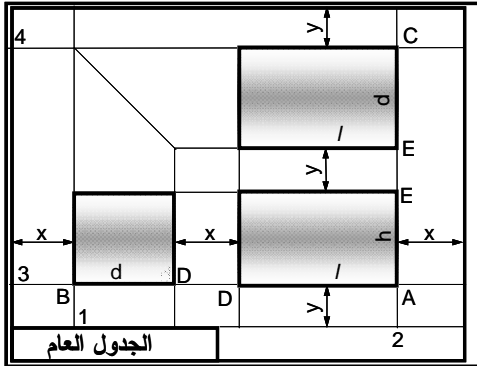
يجب الانتباه إلى أن كل الخطوط المرسومة حتى الآن خطوطٌ إنشائية (أي خطوط رقيقةٌ شعرية ترسم بقلم $2H - 4H$). كما أن الترميز بالأحرف A، B، C، والأرقام 1، 2، 3، 4، لا يجب استخدامه بتاتاً. وقد بينت على الرسومات 1-4 للتوضيح فقط. A نقطة تمثل الزاوية السفلى واليمنى الأمامية للجسم (المسقط الأمامي) B نقطة تمثل الزاوية السفلى واليسرى الخلفية للجسم (المسقط الجانبي). وأخيراً تمثل النقطة C الزاوية العليا واليمنى الخلفية للجسم (المسقط العلوي). والنقاط الثلاثة A، B و C تُشكّل زوايا ثلاثةٌ ضروريةٌ لرسم الصندوق الذي يحوي الجسم.



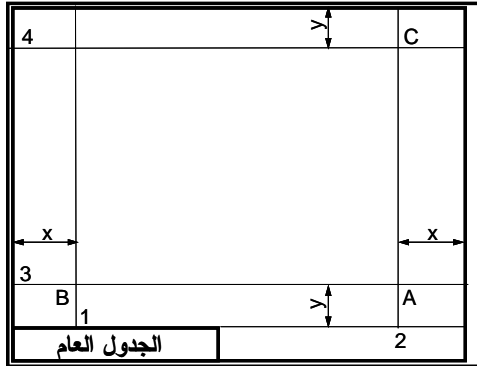
رسم 2



رسم 1



رسم 4



رسم 3

شكل 35.5: تموضع ثلاثة مساقط على ورقة A3

على الطالب أن يعي أن أبعاد الجسم / ، h و d هي حصيللة أبعاد الجسم الحقيقية مضروبةً بمعامل مقياس الرسم، سواءً تكبيراً أو تصغيراً. فإذا كان طول الجسم 135 مليمتراً وتم رسمه بمقياس الرسم تكبير للضعف 2:1 فإن طول الجسم الحقيقي يتمثل في $270 = 2 \times 135$ مليمتراً. أما إذا رسم الجسم بمقياس الرسم المصغر 1:5 يصبح الطول المذكور $27 = 5 \div 1 \times 135$ مليمتراً فقط وهلم جراً.

ثانياً- مسقطان على لوحة الرسم A4

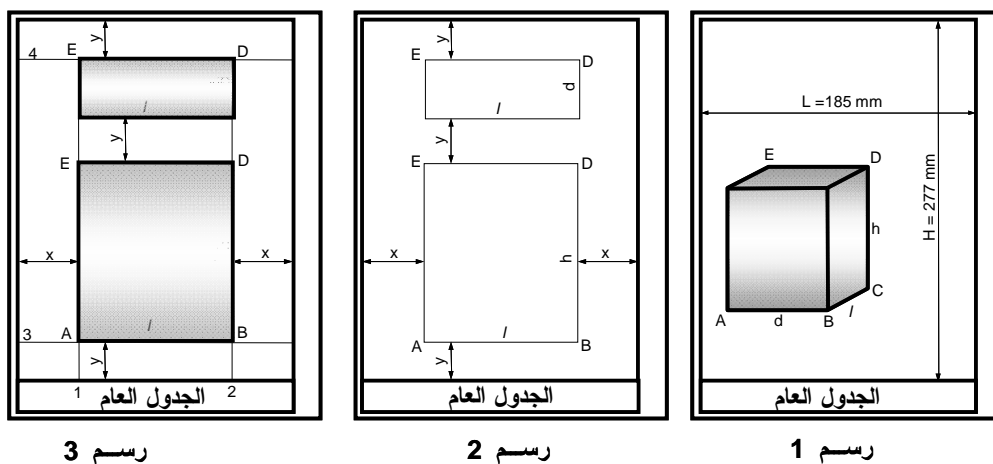
إذا افترضنا أن مسطّين اثنين، الأمامي والعلوي سيرسمان داخل لوحة الرسم A4، فكيف يتم تحديد موضعيهما على الورقة المذكورة، شكل 36.5. نفترض أن أبعاد الجسم هي التالية / للطول h للارتفاع و d للعمق، رسم 1. أبعاد لوحة الرسم A4،

طول الحيز الفعال L

$$L = 210 - (5 + 20) = 185 \text{ mm}$$

بينما ارتفاعه H

$$H = 297 - (15 + 5) = 277 \text{ mm}$$



شكل 36.5: تموضع مسطّين على ورقة A4

وعلى ذلك، نرسم المسطّين الأمامي والعلوي كمستطيلين تفصلها المسافات الأفقية x والمسافات الرأسية y ، رسم 2، حيث إن

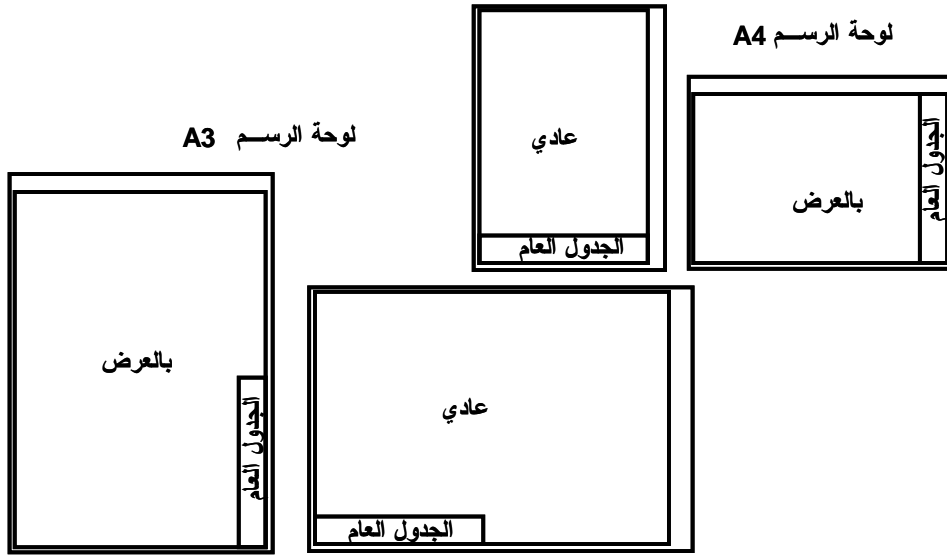
$$x = \frac{L - l}{2} = \frac{185 - l}{2},$$

$$y = \frac{H - (h + d)}{3} = \frac{277 - (h + d)}{3}$$

نحدد القيمتين x و y على الورقة A4، بالنقاط 1، 2، 3 و 4، رسم 3. نرسم الخطوط الرأسية من النقطتين 1 و 2 والخطوط الأفقية من 3 و 4، نحصل على النقطتين A للمسقط الأمامي و B للمسقط العلوي. نقيس الارتفاع h من النقطة A النقطة E ونقيس العمق d من النقطة B نحصل على النقطة D. الحيز المحصور بين النقطتين A و E يمثل حيز المسقط الأمامي بينما يمثل الحيز المحصور بين النقطتين B و D حيز المسقط العلوي.

على الطالب أن يعي أن هاتين الطريقتين تمثلان الأساس في الرسم الهندسي المبني على الإسقاط المتعامد لجسم معين. لقد استندنا في ذلك إلى الوضعية الطبيعية للوحة الرسم. هذا الوضع سندعوه بالوضع العادي الذي سيختلف عن الوضع بالعرض،

شكل 37.5.



شكل 37.5: وضعية لوحتي الرسم A4 و A3 العادي وبالعرض مع البرواز وجدول العنوان

مثال: بين كيف يُرسم المسقطين الأمامي FV والعلوي TV لعينة اختبار الصلادة التي أطوالها $l = 160$ ملمترًا، $h = 35$ ملمترًا و $d = 15$ ملمترًا، على لوحة الرسم A4 ؟ ، شكل 38.5 استخدم أولاً الوضعية العادية للوحة الرسم ثم بالعرض كما في شكل 37.5، ثم قارن بين الرسمين الناتجين.

1- وضعية لوحة الرسم عادي، رسم 1

$$x = \frac{L-l}{2} = \frac{185-160}{2} = 12.5 \text{ mm},$$

$$y = \frac{H-(h+d)}{3} = \frac{277-(15+35)}{3} = 75.7 \text{ mm}$$

2- وضعية لوحة الرسم: بالعرض، رسم 2

$$x' = \frac{L'-l}{2} = \frac{277-160}{2} = 58.5 \text{ mm},$$

$$y' = \frac{H'-(h+d)}{3} = \frac{185-(15+35)}{3} = 45 \text{ mm}$$

وعلى هذا الأساس، يمكن الاستنتاج بسهولة أن تموضع المسقطين وفقاً للرسم 2 أفضل بكثير من تموضعها وفقاً للرسم 1.