جمهورية العراق
وزارة التربيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

تكييف الهواء والتثليج

الصف الثالث

تأليف

أ.د. عبد الهادي نعمة خليفة
أ.م.د. د. إحسان كاظم النعيمي

أ.م.د. إصبيح وسمي ماير

الطبعة السابعة
١٤٤٦هـ - ٢٠٢٤م

استناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

استكمالاً لمنهج مادة الرسم الصناعي للصفين الأول والثاني أُعدَ منهج الصف الثالث- تخصص تكييف الهواء والتثليج بتكليف من المديرية العامة للتعليم المهني، ضمن خطة شاملة لتحديث المناهج التعليمية والتربوية لمواكبة التطور العلمي والتكنولوجي في شتى أنحاء العالم.

وكان الكتاب بواقع سبعة فصول، تناول الفصل الأول فكرة ميسرة عن الرسوم المعمارية ومنها طريقة رسم مخططات الأبنية (المقاطع الأفقية) Plans ليتمكن الطالب من استيعاب تلك الرسومات وبالتالي تسقيط شبكات الأنابيب ومجاري الهواء ووحدات التكييف وأجهزة التثليج عليها (ومخططات الأبنية غير مطلوبة من الطالب رسمها). إما الفصل الثاني فقد تناول موضوع رسم وصلات ربط مجاري الهواء فضلاً عن تعلُم رسم ناشرات الهواء وشبابيكه المتنوعة.

وبعد اطلاع الطلبة في الفصل الأول على مخططات الأبنية وفهم رموزها، سيتعلم في الفصل الثالث طريقة تسقيط شبكات مجاري الهواء على هذه المخططات، ورسم هذه الشبكات وكتابة الرموز والمصطلحات عليها. وتضمن الفصل الرابع طرائق رسم انفراد مجاري الهواء ليتعلم الطالب الطريقة الصحيحة والسليمة لتصنيع تلك الأجزاء، إذ إن الخطوة الأولى لتصنيعها تبدأ برسم الانفراد للأجزاء وتسقيطه على الصفائح للافادة القصوى من الصفائح في عمليات التصنيع عن طريق تقليل الفضلات والحصول على عمل اقتصادي وإنتاجية عالية، الفصل الخامس تضمن رسم وحدات التكييف ومعداتها وأجزائها مثل الوحدات الداخلية والخارجية ووحدة الهواء وملف الماء وبرج التبريد وغيرها.

وتعمل منظومات تكييف الهواء وأجهزة التثليج أجمعها على الطاقة الكهربائية، وإذ كانت الأجزاء الكهربائية وتوصيلاتها تمثل جزءاً مهماً من المنظومات والأجهزة، لذا تم التطرق في الفصل السادس إلى كيفية رسم الدوائر الكهربائية بشقيها الممثلين بدائرتي الحمل والسيطرة، وبطريقتي السُلَّمي والكتلوي لكل منهما. وتضمن الفصل السابع والأخير من الكتاب، موضوع الرسم بمساعدة الحاسوب (الأوتوكاد) الذي يُعد من أهم برامج الحاسوب في مجال الرسم الهندسي والصناعي وبشتى التخصصات الهندسية، إذ يتعلم الطالب في هذا الفصل رسم موضوعات منتقاة من الفصول الأول للكتاب بمساعدة الحاسوب.

راجين من الأخوة المدرسين تدريسه بالتزامن مع فصول الكتاب كافة، وتطبيق تمارين كل فصل على الحاسوب بعد رسمها يدوياً، وعدم تدريس الفصل بصورة مستقلة في نهاية المادة الدراسية لإفادة الطالب أكثر قدر ممكن.

وفي نهاية كل فصل هنالك مجموعة من التمارين على الطالب رسمها بنفسه بالإفادة من محتويات كل فصل مع الالتزام بتوجيهات السادة المدرسين.

وهنا علينا الإشارة إلى اعتماد نظام الترقيم العشري كما في الكتب الحديثة في تبويب موضوعات الكتاب، إذ يشير الرقم الأول لليمين (الفصل) والرقم الذي على يساره يشير إلى (الفقرة) وهكذا، كذلك أدرج المصطلح العلمي الأجنبي إزاء المصطلح العربي أول وروده في متن الكتاب، وتم تكرار بعضها لغرض ترسيخه في ذاكرة الطالب.

نرجو من أبنائنا الطلبة الافادة من هذا الكتاب والتعاون مع الهيئة التدريسية لغرض تحقيق الفائدة منه، كذلك الحفاظ على نسخة الكتاب لغرض تداوله بين الجميع خدمة لبلدنا العزيز.

أملنا وطيد في أن يوافينا الأساتذة والمدرسون المتخصصون بملاحظاتهم ومقترحاتهم للإفادة منها في طبعة الكتاب اللاحقة، ونسأله تعالى أن يوفقنا ويسدّد خطانا إلى ما فيه الخير والفلاح.

..... والله ولّي التوفيق

لجنة التأليف

بغداد – 2010

المحتويات

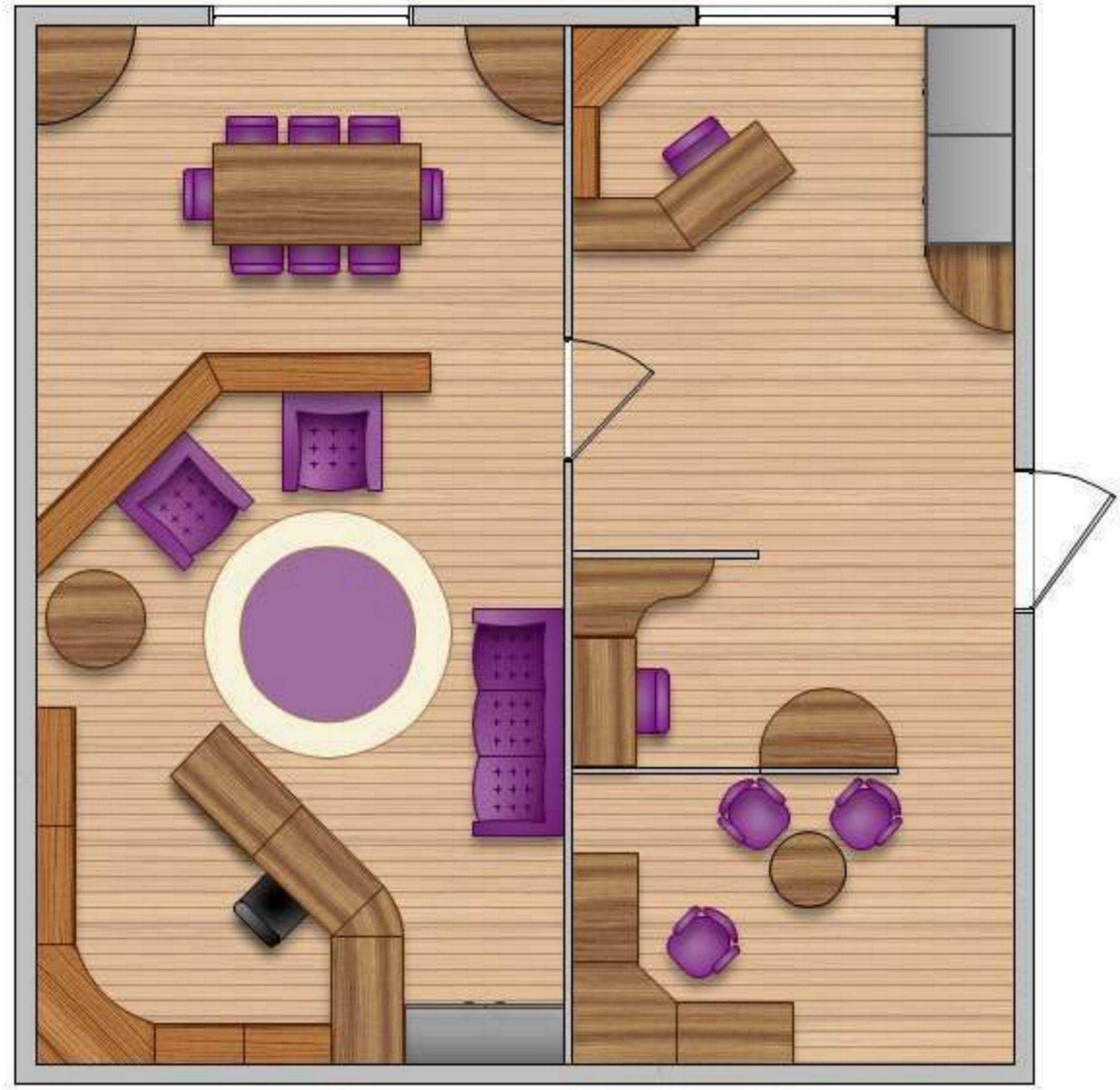
الفصل الأول	**الرسم المعماري**	7
	مقدمة	8
	مكونات الرسم المعماري	9
	خطوات رسم مخطط لبناية	13
الفصل الثاني	**وصلات ربط مجاري الهواء**	19
	مقدمة	20
	وصلات مجاري الهواء	20
	الانحناءات	20
	مأخذ الهواء	22
	تفرع مجرى الهواء	28
	مُعدات توزيع الهواء	32
	مجاري الهواء المستقيمة	41
	تمارين الفصل	46
الفصل الثالث	**تسقيط مجاري الهواء**	47
	شبكات مجاري الهواء	48
	تسقيط مجاري الهواء	48
	تسمية الرموز والمصطلحات	58
	تمارين الفصل	60
الفصل الرابع	**إنفراد الأشكال الهندسية**	64
	مقدمة	65
	إنفراد مجرى الهواء المستطيلة	65
	إنفراد مجرى هواء دائري	65
	إنفراد مصغرة هواء مربعة المقطع	65
	إنفراد مصغرة دائرية المقطع	68
	إنفراد مصغرة دائرية بنهاية مائلة	69
	إنفراد مجرى هواء دائري مائل	70
	إنفراد انحناء دائري المقطع	70
	إنفراد انحناء دائري من (4) قطع	71
	إنفراد وصلة تحويل	72
	إنفراد تقسيم	75
	تمارين الفصل	77

المحتويات

الفصل الخامس	**وحدات تكييف الهواء**	79
	مقدمة	80
	رسم وحدات تكييف الهواء	80
	رسم مكيف الهواء الجداري	80
	رسم وحدة تكثيف خارجية	81
	رسم وحدة تكييف مجمعة	84
	مثلج ماء مبرد بالهواء	85
	رسم وحدة مناولة الهواء	86
	رسم أبراج التبريد	88
	تمارين الفصل	89
الفصل السادس	**رسم الدوائر الكهربائية**	90
	مقدمة	91
	المصطلحات الفنية المعتمدة	91
	الرموز الكهربائية المستخدمة	92
	رسم الدوائر الكهربائية	95
	تمارين الفصل	100
الفصل السابع	**الرسم بمساعدة الحاسوب**	102
	مقدمة	103
	رسم مخطط بناية	104
	رسم وصلات ربط مجاري الهواء	111
	رسم مأخذ هواء دائري	120
	إسقاط مجاري الهواء	123
	تمارين الفصل	127

الفصل الأول

الرسم المعماري



الرسم المعماري Architectural Drawing

1-1 مقدمة Introduction

تتكون الرسوم المعمارية كما في الأنواع الأخرى من الرسوم الهندسية والصناعية من التقاء مجموعة من الخطوط الأفقية والعمودية والمائلة والمنحنيات والأقواس ورموز معينة وتقابلها، لتكون المخطط المطلوب تمثيله، وهنالك عدد من الخطوط المتبعة في الرسم المعماري، كما مبيّن في الجدول (1-1).

جدول 1-1 أنواع الخطوط المستعملة في الرسم المعماري

خط إطار لوحة Boarder Line	
خط حد الأجزاء Visible Line	
خط الإسقاط Projection Line	
خطوط القياس Dimension & Extension Lines	
خط المحور Center Line	
خط القطاع Cutting-Plane Line	
خط الحدود غير المنظورة Hidden Line	
خطوط جزء القطاع Cross Hatching Lines	
خط القطع Break Line	

ويتم غالباً الاعتماد في الرسم المعماري على المخطط الأفقي للبناية (Plan)، وهو عبارة عن مخطط يبيّن مقطعاً أفقياً ماراً بكتلة البناية وعلى مستوى ارتفاع شبابيك الطابق المطلوب. ومخططات الأبنية غير مطلوب من الطالب رسمها، بل تعطى له والغاية هي فهم تلك المخططات ورموزها المعتمدة ليتمكن الطالب فيما بعد من تسقيط مجاري الهواء وأجهزة التكييف وغيرها على تلك المخططات.

وعادة ما تُعتمد لرسم المخطط الأفقي مقاييس رسم مناسبة، مثل (50:1) أو (100:1) أو (200:1) وهكذا، ويُقرأ مقياس الرسم (100:1) واحد إلى مئة، أي أن كل مئة وحدة في الواقع تُمثل بوحدة واحدة على المخطط المعماري، أو بعبارة أخرى أن كل سنتيمتر واحد في اللوحة يمثل متراً واحداً على الأرض. ويتم تحديد مقياس الرسم اعتماداً على مستوى دقة المخطط المطلوب ومساحة المشروع وأبعاد لوحة الرسم. ويُبيّن الجدول (1-2) بعض مقاييس الرسم الشائعة في الرسوم المعمارية.

جدول 1-2 مقياس الرسم لبعض أنواع الرسومات المعمارية

نوع الرسم	مقياس الرسم
رسم الموقع العام	250:1 500:1
رسم المخطط والواجهات	50:1 100:1
رسم المقاطع التفصيلية	10:1 25:1 50:1

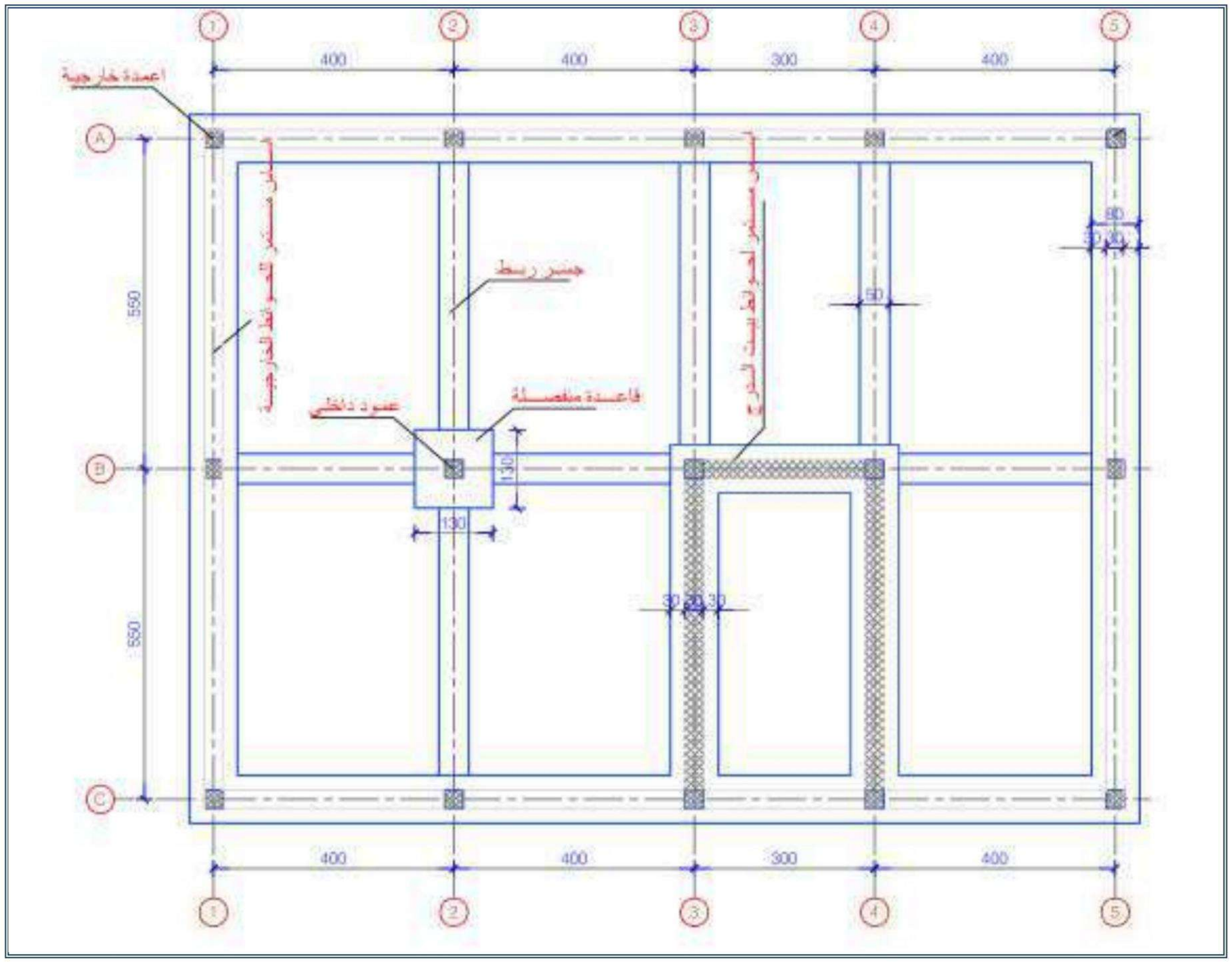
2-1 مكونات الرسم المعماري Architectural Drawing Components

يتكون الرسم المعماري من عدة خطوط يمكن إجمالها بما يأتي:

أ- **المحاور**: وهي شبكة من الخطوط الأفقية والعمودية، يمثل تقاطعها إحداثيات مراكز الأعمدة ومنتصف الجدران وتقاطعها، ويرمز للخطوط الأفقية بالحروف (A - B - C - D - E) وهكذا، أما الخطوط العمودية فيرمز لها بالأرقام (1 - 2 - 3 - 4) وهكذا، ويبدأ الترقيم بالنسبة إلى خطوط المحاور العمودية من اليمين إلى اليسار أو بالعكس، في حين أن الخطوط الأفقية يرمز لها بالأحرف من الأسفل إلى الأعلى أو بالعكس. ويبيّن الشكل (1-1) أسلوب الترميز للخطوط الأفقية والعمودية للمحاور.

ب- الجدران الداخلية والخارجية: تمثل الجدران الداخلية والخارجية بخطين متوازيين تفصل بينهما مسافة معينة تمثل سمك الجدار، ويُراعى في رسم الجدران تعيين فتحات الأبواب والشبابيك والفتحات الأخرى إن وجدت.

ت- السُلّم: يُعتمد مخطط البناية أيضاً لتعيين موقع السُلم، عرضه، اتجاه الصعود، أبعاد السلالم، ومستوياتها.

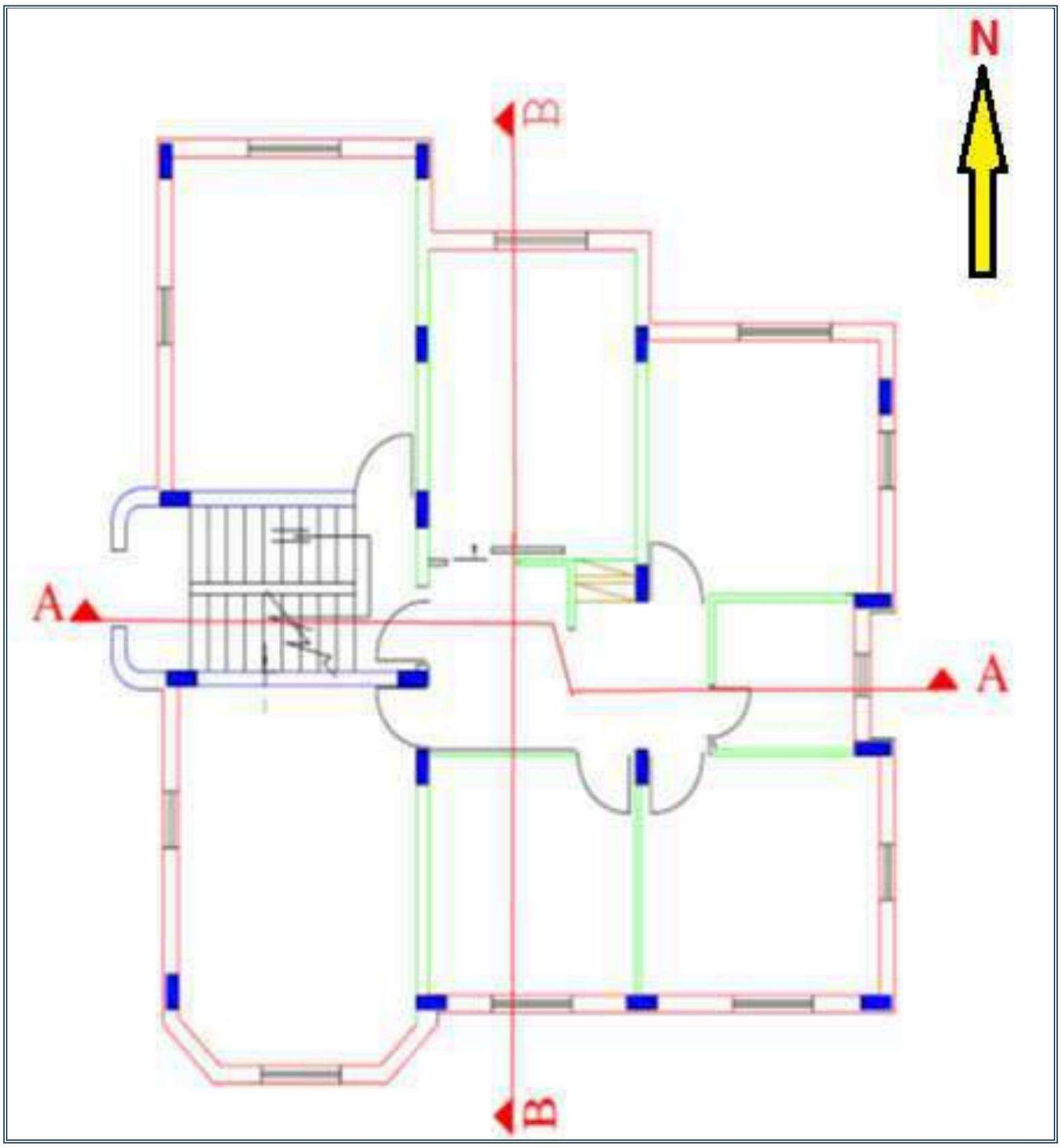


شكل 1-1 تعيين المحاور على المخطط (للاطلاع)

ث- اتجاه الشمال: يوضع خط اتجاه الشمال على كل لوحة من لوحات الموقع العام أو المخطط، ويرمز لاتجاه الشمال بالحرف N.

ج- مسار المقاطع الطولية والعرضية: يوضع مسار المقاطع الطولية والعرضية على مخططات بالاتجاهين الطولي والعرضي، ويكتب عند بداية خط القطاع ونهايته رمز القطع واتجاه النظر، وبجب أن يحتوي المخطط في الأقل على خطي القطع (طولي أو عرضي) على أن يمر أحدهما طولياً في موقع السلم.

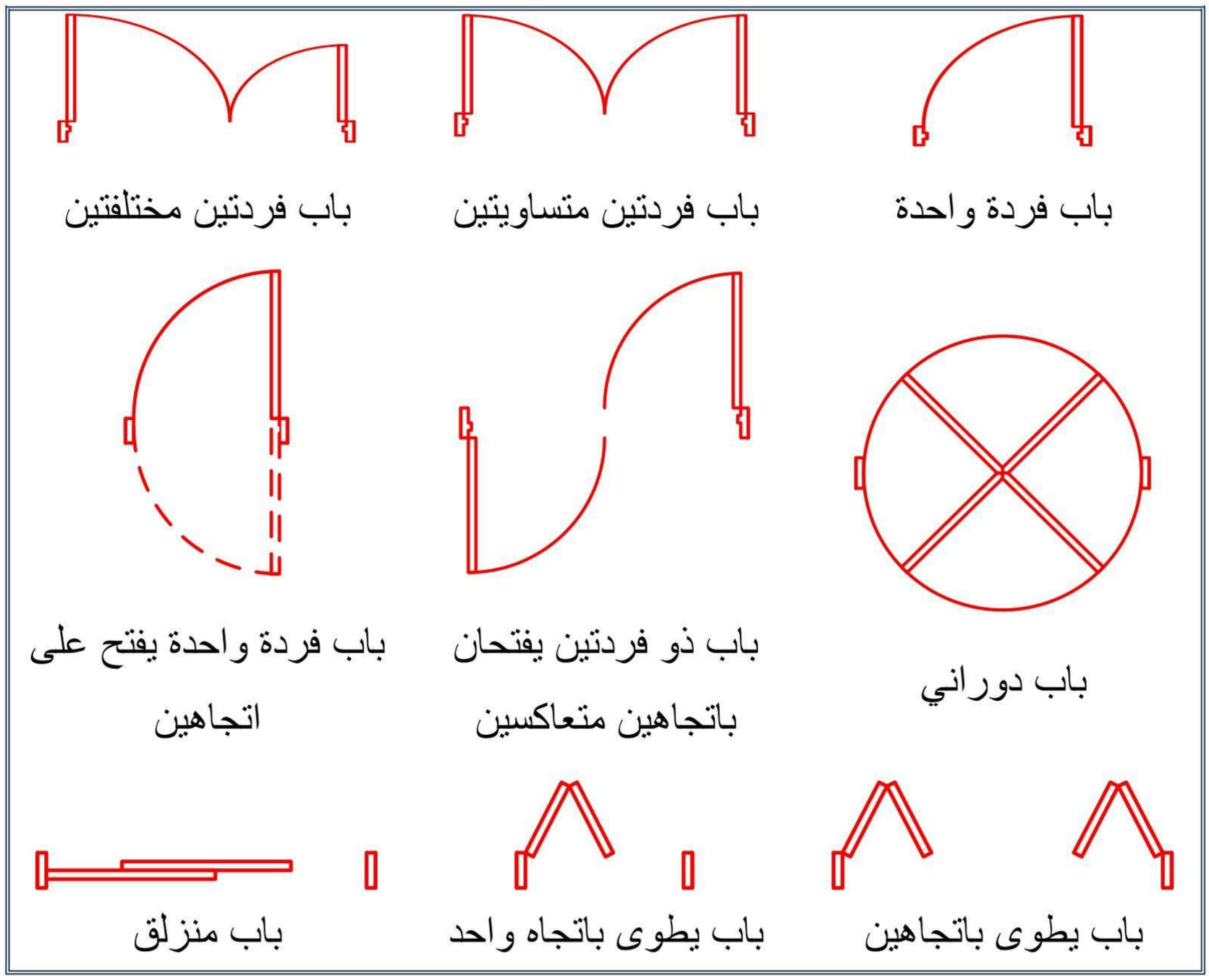
ملاحظة: الفقرات المذكورة أعلاه موضحة في الشكل (1-2).



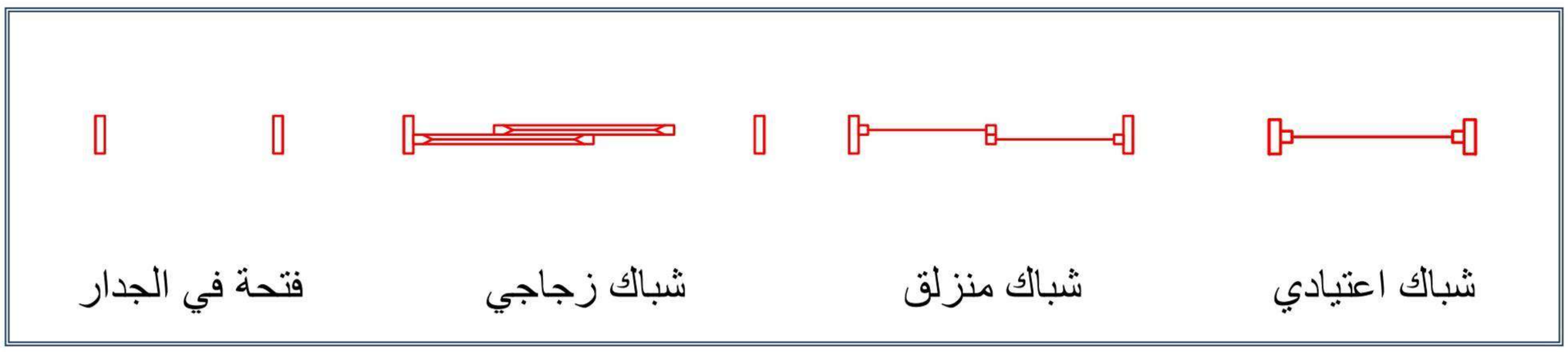
شكل 1-2 تعيين الجدران والأبواب والشبابيك والسلالم واتجاه الشمال وخط القطع على المخطط (للاطلاع)

ح- **الأبواب**: يمثل الباب في المخطط بفتحة في جسم الجدار، ويحتوي على خط عمودي على اتجاه الفتحة، ويتم توصيل الخط بقوس يمثل اتجاه فتح الباب، وتتم تسمية الأبواب عن طريق وضع رموز وأرقام لتحديد الأبواب المتشابهة والمختلفة مثلاً (D3)، ويشار إلى الرموز الموضوعة على الأبواب بجداول خاصة تمثل مواصفات الأبواب وأبعادها، ويبيّن الشكل (1-3) رموز الأبواب المُعتمدة في الرسم المعماري.

خ- **الشبابيك**: يمثل الشباك بفتحة في الجدار ويبين فيه عرض الشباك، ويوصل بين الفتحة بخطين متوازيين رفيعين بينهما خط ثالث يمثل زجاج النافذة، وكما في الأبواب، يتم إعطاء النوافذ أرقاماً ورموزاً معينة للإشارة إلى نوعها وأبعادها مثلاً (W2)، ويبيّن الشكل (1-4) بعض أنواع رموز الشبابيك المُعتمدة في الرسم المعماري.



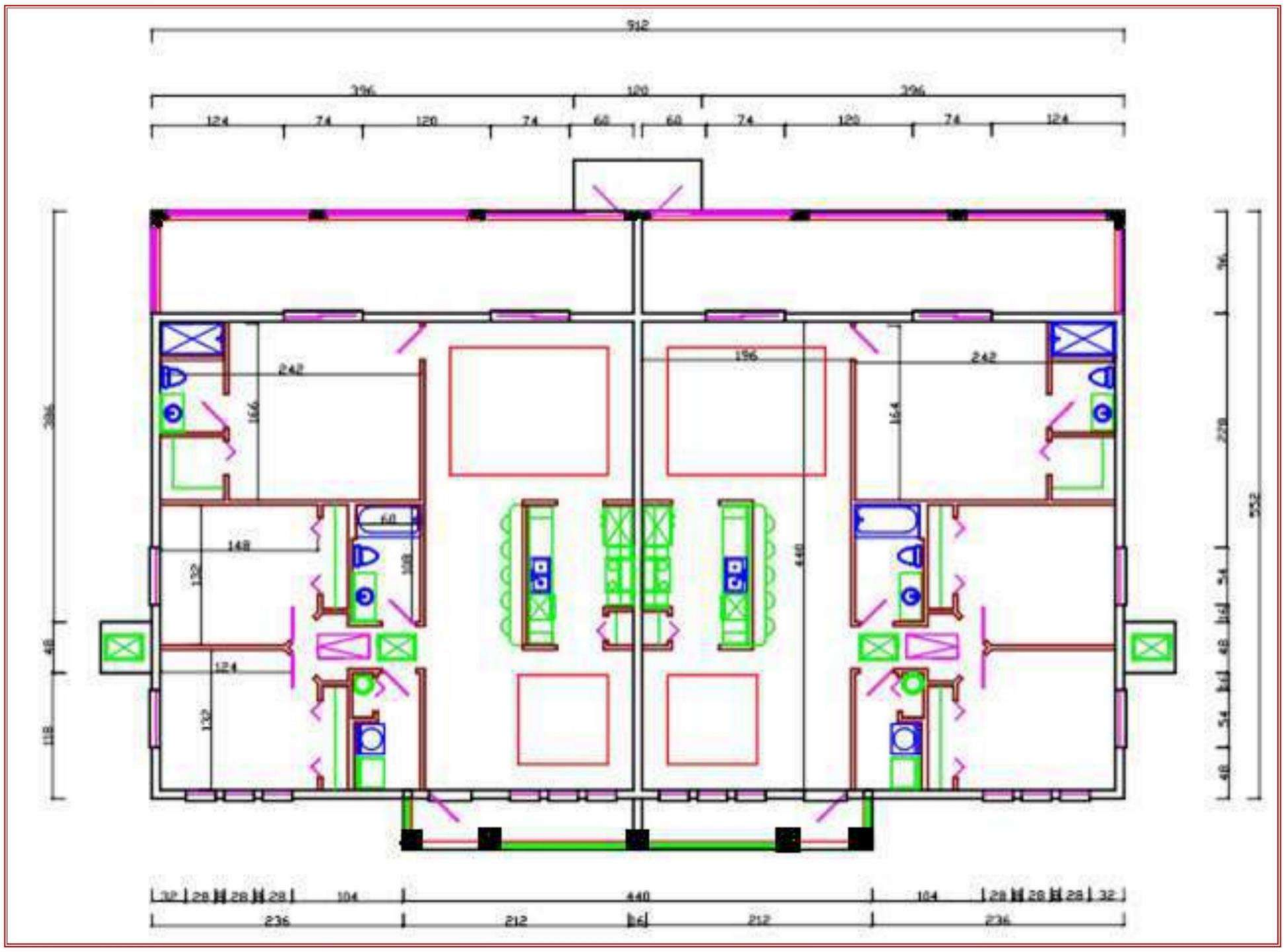
شكل 1-3 رموز الأبواب المُعتمدة في الرسم المعماري



شكل 1-4 بعض أنواع الرموز المُعتمدة في رسم الشبابيك في الرسم المعماري

د- **خطوط القياس**: وهي خطوط خارجية تحيط بالمخطط من جهاته الأربع يبيّن فيها أبعاد جميع عناصر البناية وأجزائها مثل الطول، والعرض، وعرض الفتحات والبروزات، وتسمى بخطوط الأبعاد الخارجية. وهنالك خطوط أبعاد أخرى توضع داخل المخطط تسمى بخطوط الأبعاد الداخلية يبين فيها أبعاد الغرف وسمك الجدران.

ذ- **أماكن الأعمدة**: من الضروري توضيح مواقع الأعمدة المستعملة في تكوين هيكل البناية في المخطط، وتوضيح مكان الأعمدة مهم جداً بالنسبة إلى فنيي التكييف، إذ يجب تجنب هذه الأعمدة عند تصميم مجاري الهواء لعدم خرق هذه الأعمدة عند مد مجاري الهواء، في حين يمكن خرق الجدران الاعتيادية عند مد مجاري الهواء. يبيّن الشكل (1- 5) كيفية وضع الأبعاد على المسقط الأفقي ومواقع الأعمدة.



شكل 1-5 طريقة وضع الأبعاد الداخلية والخارجية على المخطط ومواقع الأعمدة (للاطلاع)

2-1 خطوات رسم مخطط لبناية Plan Drawing Procedures

لرسم أي مخطط لبناية ما نتبع الخطوات الآتية:

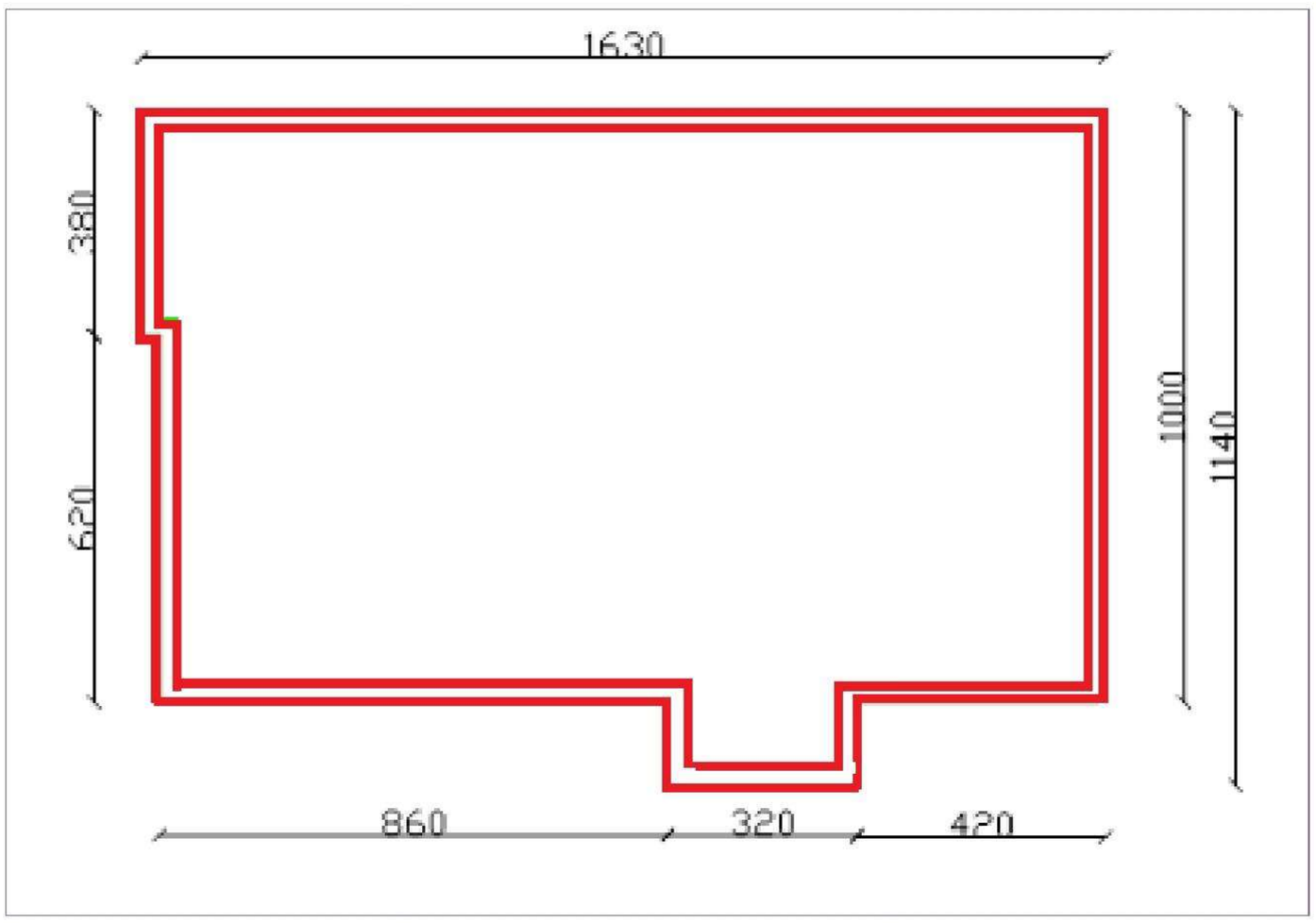
أ- تحضير لوحة الرسم المطلوبة بحيث تتناسب أبعادها مع مقياس الرسم المُعتمد، وتثبت على منضدة الرسم، كما مرَ سابقاً.

ب- تحديد مكان رسم المخطط في لوحة الرسم بحيث تترك مسافة كافية ومتساوية حول المخطط لوضع الأبعاد، فإذا افترضنا أن لوحة الرسم المستعملة هي من قياس A3 أي بأبعاد (29.7×42) cm، وكانت الأبعاد الحقيقية للبناية هي (1140×1680) cm، عندها نختار مقياس رسم 100:1، أي إن أبعاد البناية على لوحة الرسم ستكون (11.4 ×16.8) cm. وبهذا يجب ترك المسافات الآتية على اليمين واليسار كما يأتي:

المسافة على اليمين أو اليسار: $\frac{42-16.8}{2} = 12.6$

المسافة من الأعلى أو الأسفل: $\frac{29.7-11.4}{2} = 9.15\ cm$

ت- رسم الإطار الخارجي للبناية بخط خفيف والتأكد من الأبعاد بصورة دقيقة، إذ إن هذه المرحلة تحدد دقة القياسات، كما مبيّن في الشكل (1-6).



شكل 1-6 رسم الإطار الخارجي للبناية بخط خفيف

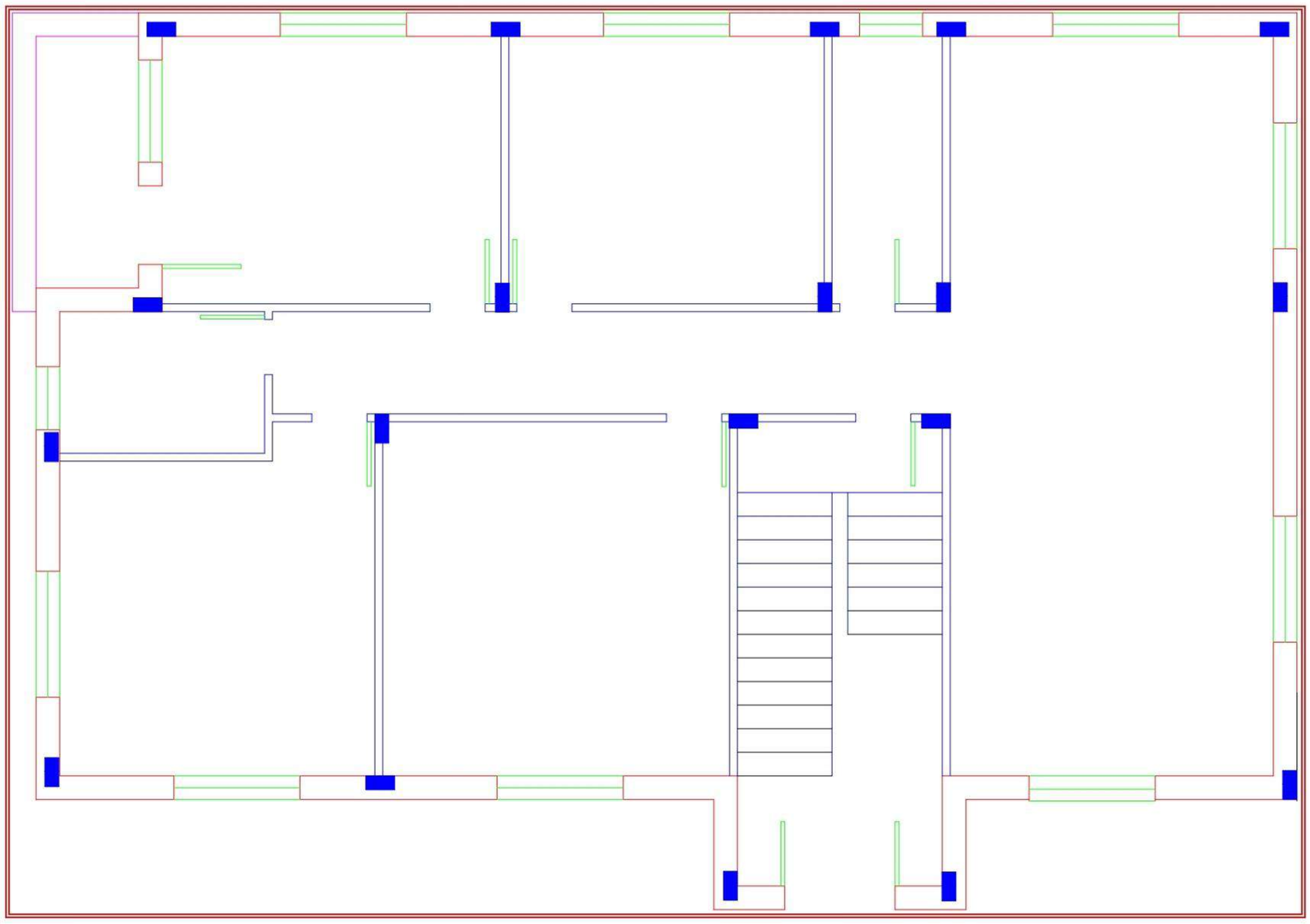
ث- رسم جميع الجدران الداخلية والخارجية والشبابيك والأبواب والأعمدة والسلالم بأبعادها الفعلية، بحسب مقياس الرسم، ويكون الرسم بخطوط خفيفة، كما مبيّن في الشكل (1-7).

ج- تسقط محاور البناية الطولية والعرضية وتُرقم، كما مبيّن في الشكل (1-8).

ح- رسم تفصيلات البناية وتثبيت أرقام الأبواب والشبابيك، كما مبيّن في الشكل (1-9).

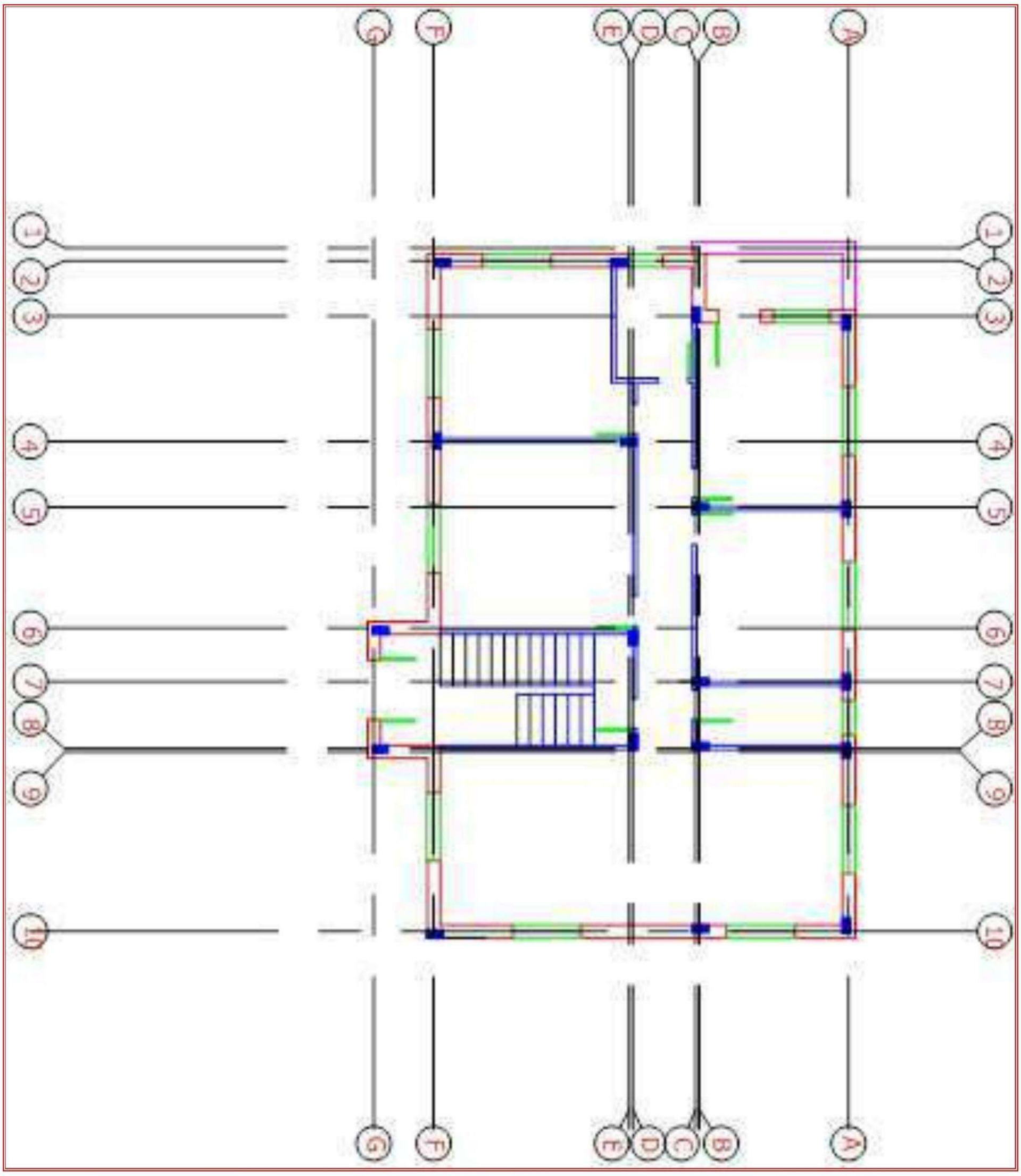
خ- وضع الأبعاد الخارجية والداخلية للبناية بصورة تفصيلية، كما مبيّن في الشكل (1-10).

ذ- بعد الانتهاء والتأكد من رسم البناية يتم زيادة سمك الخطوط بما يتلاءم مع أجزاء البناية كما مرَ في أنواع الخطوط في مقدمة الفصل، تُكتب أسماء الفضاءات ويُثبت اتجاه الشمال.



شكل 1-7 رسم جميع الجدران الداخلية والخارجية والأعمدة

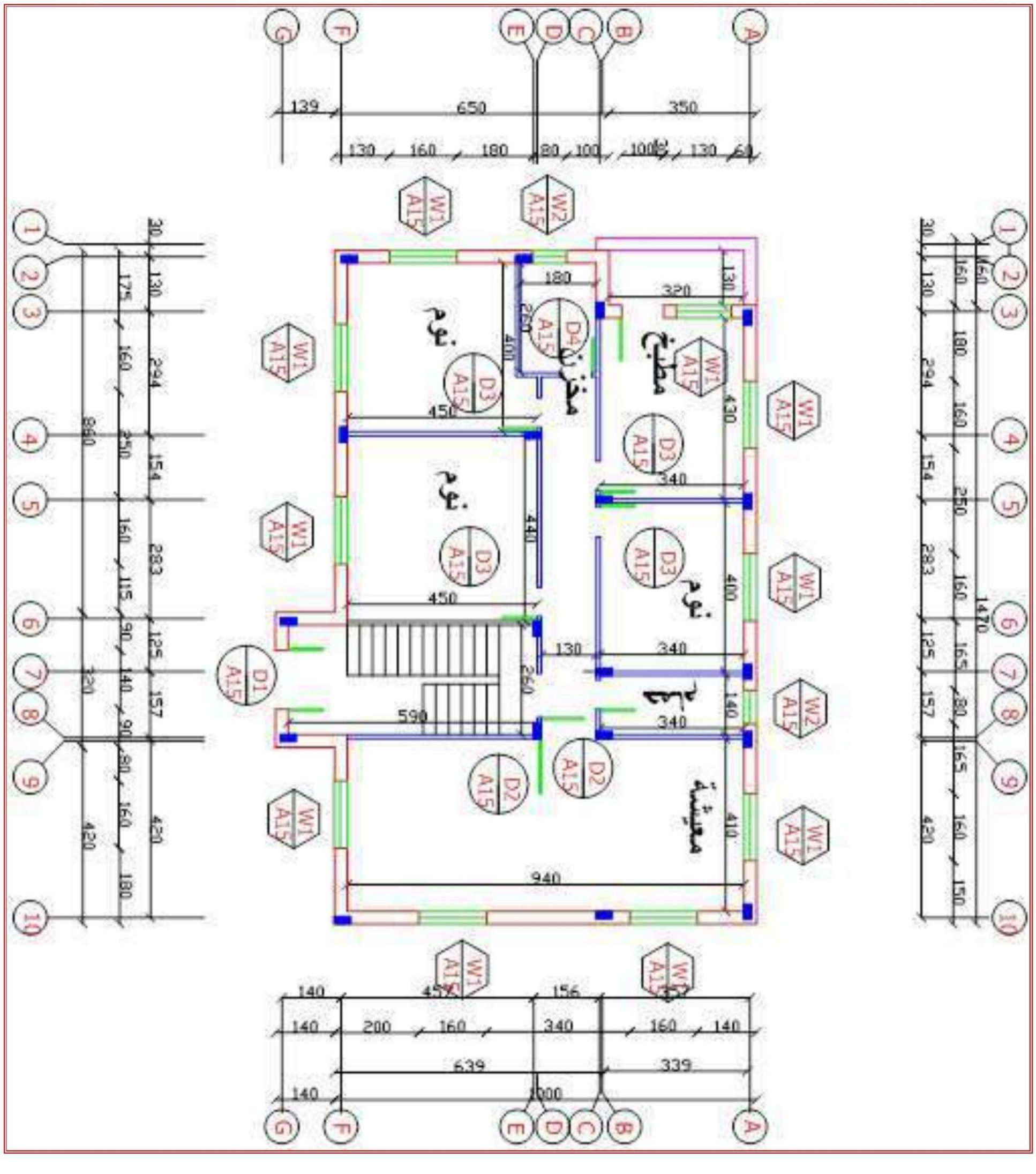
تمرين: ارسم مخطط البناية الموضّح في الشكل (1-7) أعلاه بمقياس رسم مناسب وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل، علماً أن سمك الجدار الخارجي (30 cm) والجدار الداخلي (20 cm)



شكل 1-8 إسقاط محاور البناية الطولية والعرضية وترقيمها (للاطلاع)

شكل 1-9 رسم البناية بخط نهائي وتثبيت أرقام الأبواب والشبابيك (للاطلاع)

ملاحظة: في الرمز يمثل D3 رمز لرقم نوع الباب في حين A15 يمثل رقم ونوع البناية في المجمع السكني، وهذا ما يعتمد أيضاً للشبابيك ، فيمثل W1 رمز لرقم نوع الشباك للبناية نوع (A) رقم (15).



شكل 1-10 وضع الأبعاد الخارجية والداخلية وتسمية الفضاءات (للاطلاع)

الفصل الثاني

وصلات ربط مجاري الهواء

Fittings Connection Air-Ducting

وصلات ربط مجاري الهواء

Fittings Connection Air-Ducting

1-2 المقدمة Introduction

تستعمل مجاري الهواء كما هو معروف لنقل الهواء المكيف من منظومات التكييف إلى الفضاء المكيف وبالعكس. وتتكون مجاري الهواء من مجاري الهواء المستقيمة فضلاً على عددٍ من وصلات الربط ووصلات تغيير الاتجاه ومآخذ الهواء، وترتبط شبكات الهواء في نهاياتها بموزعات الهواء مثل ناشرات الهواء السقفية أو شبابيك الهواء الجدارية وغيرها، ولغرض إتقان رسم مجاري الهواء يجب التعرف على رسم مكونات مجاري الهواء ووصلاتها. وفي جميع الأشكال أدناه، يجب أخذ مقياس رسم 10:1 ليتمكن الطالب من رسم الشكل في ورقة A4.

1-2 وصلات مجاري الهواء Air-Ducting Fittings

تتكون وصلات مجاري الهواء مما يأتي:

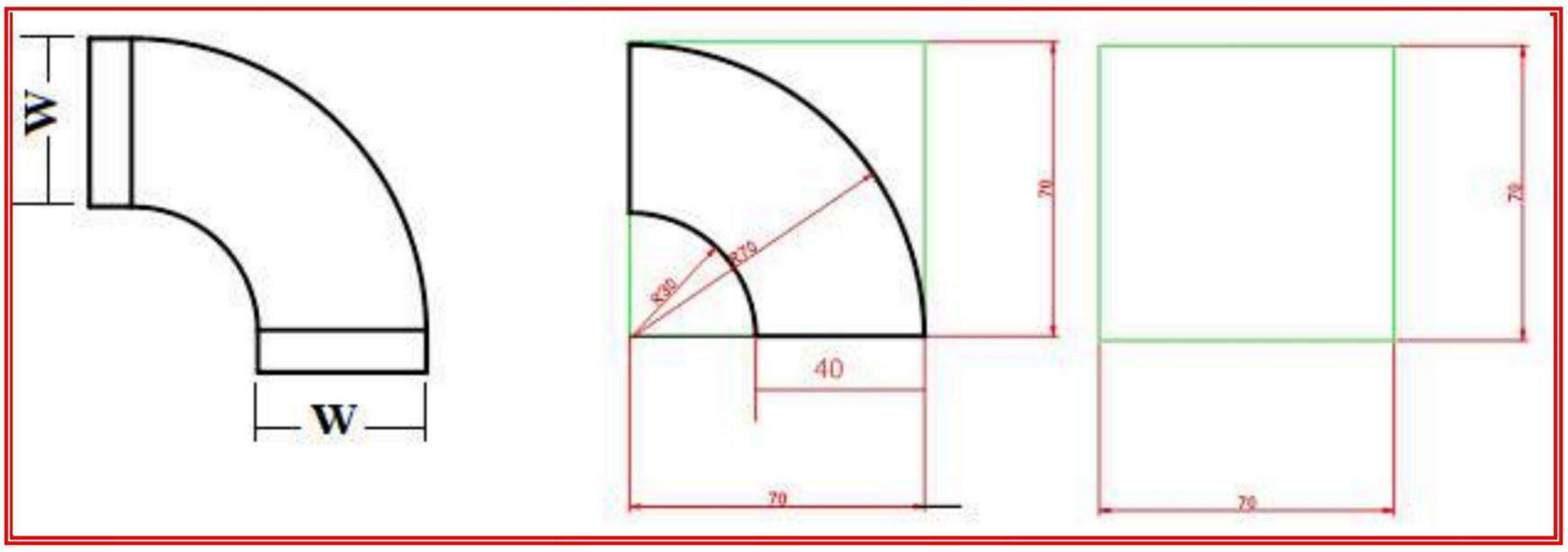
1-1-2 الانحناءات Bends

يستفاد منها في تغيير اتجاه الهواء بثبوت أبعاد مجرى الهواء، وغالباً ما تكون الانحناءات ذات مقاطع مربعة أو مستطيلة أو دائرية الشكل، وتكون الانحناءات أما قائمة أو على شكل قوس أو منحنية بزاوية معينة، ومن الممكن أن تصنّع من قطعة واحدة أو عدد من القطع.

أ- انحناء مقوس بزاوية 90°: إذا فرضنا أن مقطع الانحناء لمجرى الهواء عبارة عن مربع (طول ضلعه) (W) يساوي 40 cm، ولرسم هذا الانحناء المقوس المنحني بـ 90 درجة يرسم مربعاً طول ضلعه (L_{sq}) يمثل طول ضلع المربع الذي يرسم بداخله الانحناء، ويستخرج هذا الطول من المعادلة الآتية:

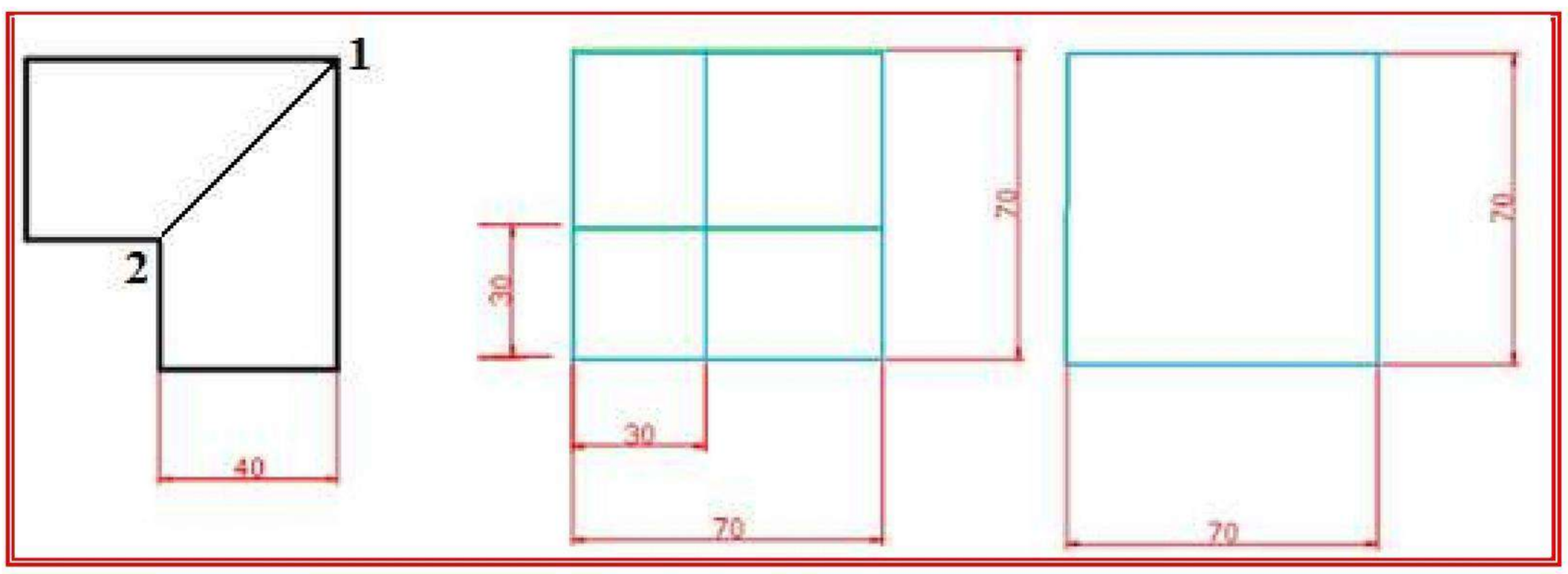
$$L_{sq} = W + \frac{3}{4} W = 40 + 30 = 70 \text{ cm}$$

يرسم القوس الأول بنصف قطر يساوي L_{sq} مطروحاً منه W وفي هذه الحالة يساوي 30 cm من أحد أركان المربع، بعد ذلك يرسم قوس آخر من المركز نفسه بنصف قطر L_{sq} ويساوي 70 cm، بعد ذلك يوصل بين نهايتي القوسين وتمسح الخطوط المساعدة كافة، كما هو مبيّن في الشكل (2-1).



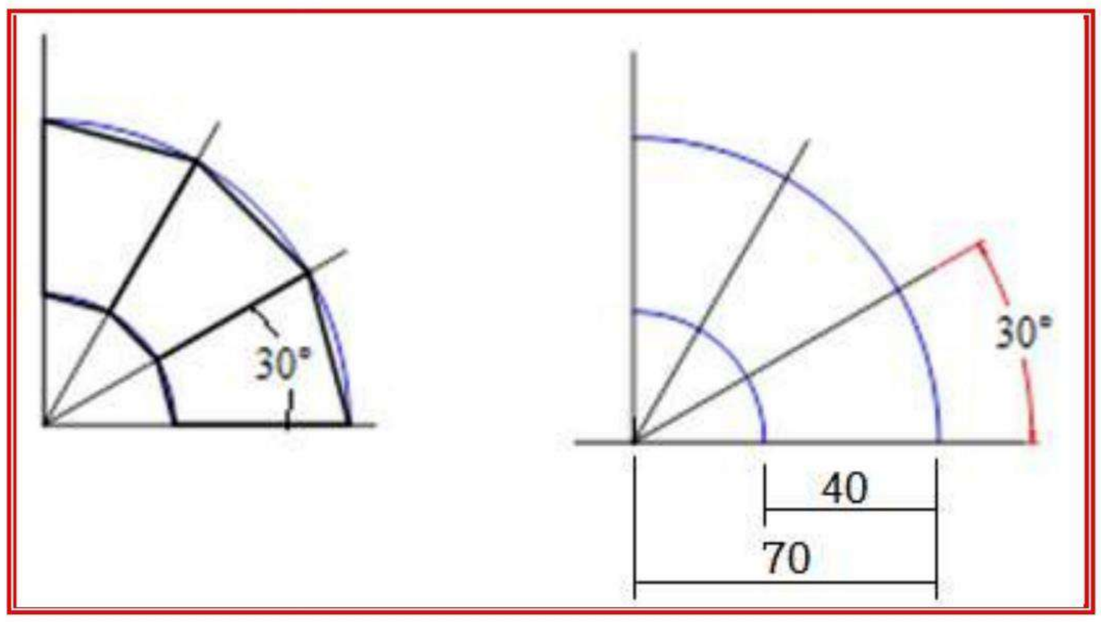
شكل 2-1 رسم انحناء مقوس قائم (90º) لمجرى هواء ذو مقطع مربع الشكل

ب- انحناء قائم بزاوية 90º من قطعتين: إذا فرضنا أن مقطع الانحناء لمجرى هواء ذو مقطع مستطيل الشكل بقياس $(40 \times 60)cm$ وإن الانحناء سيكون على عرض المقطع (W) والذي يساوي cm 40 فتتبع الخطوات السابقة في حساب طول ضلع المربع L_{sq} الذي يرسم بداخله الانحناء، بعد ذلك يرسم خطاً عمودياً على بعد يساوي L_{sq} مطروحاً منه W وفي هذه الحالة يساوي 30 cm من الضلع الأفقي للمربع، ثم يرسم خط آخر على بعد 30 cm من الضلع العمودي للمربع وتقاطعهما يحدد شكل الانحناء، ثم تمسح الخطوط المساعدة كافة. ويتم توصيل النقطتين (1،2) بخط مستقيم لبيان أن الانحناء القائم لمجاري الهواء لا يمكن تشكيله بقطعة واحدة وإنما يتم في هذه الحالة تشكيله من قطعتين، كما هو مبيّن في الشكل (2-2). علماً أن البعد الآخر للمقطع (60 cm) لا يظهر في الرسم كون الانحناء تم باتجاه البعد الأول (W).



شكل 2-2 رسم انحناء قائم لمجرى هواء ذو مقطع مستطيل

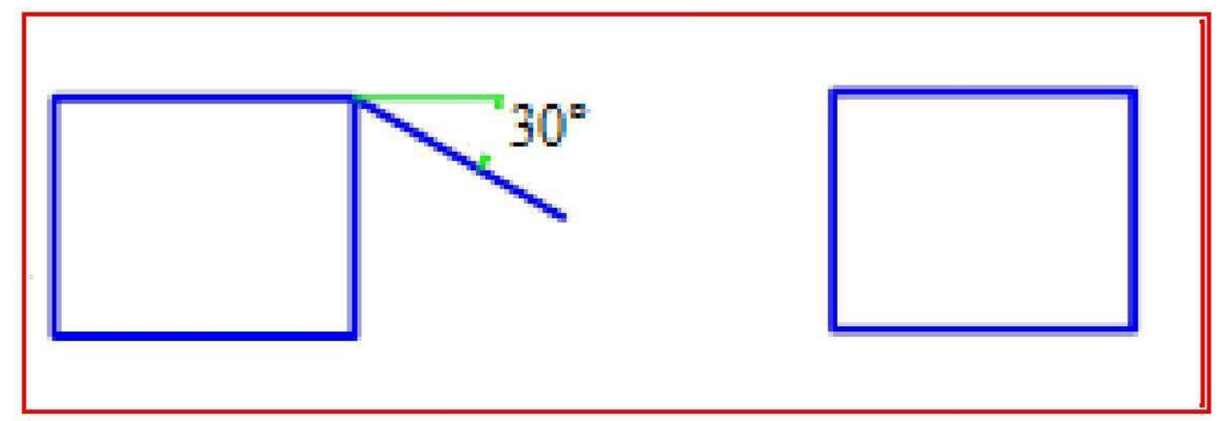
ج- انحناء بزاوية 90º من ثلاثة قطع: لرسم انحناء مجرى هواء متكون من ثلاث قطع ذو مقطع دائري مثلاً يرسم بنفس الخطوات المتبعة في الفقرة (أ) ثم تقسم الزاوية القائمة إلى ثلاثة قطع وكما هو موضّح بالشكل (2-3).

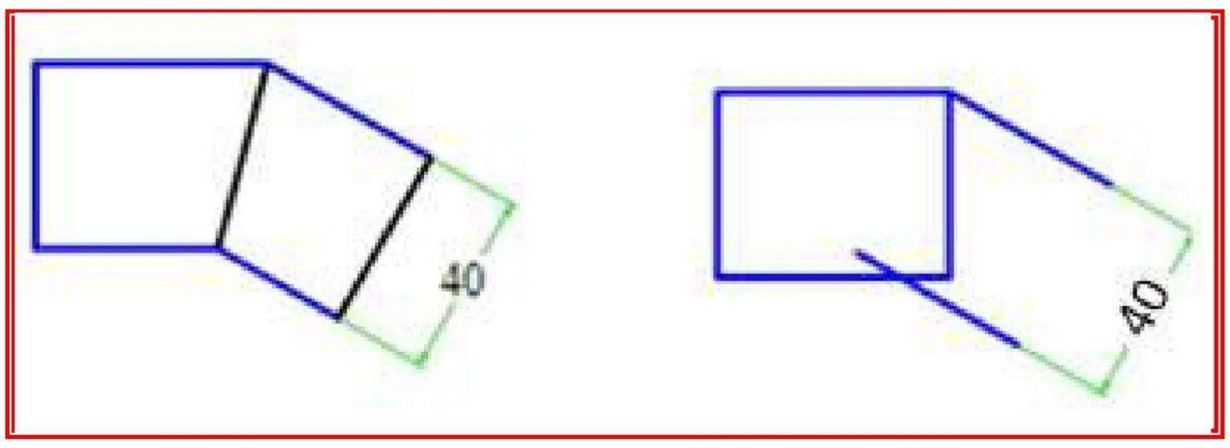


شكل 2-3 انحناء بزاوية 90 درجة من ثلاث قطع

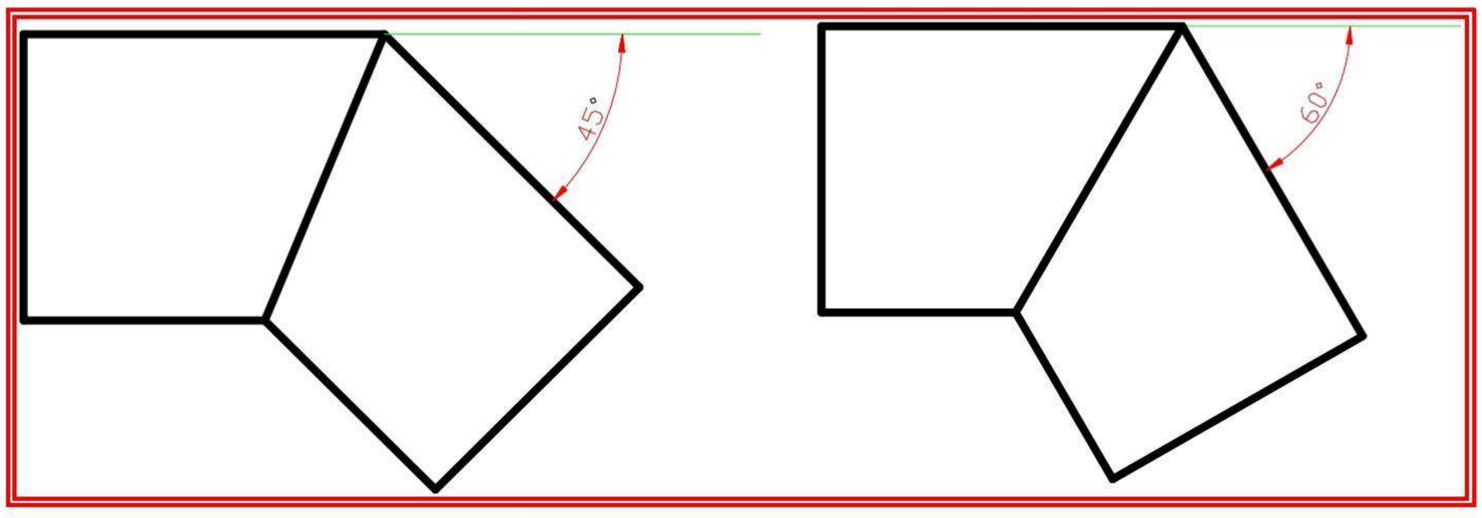
د- انحناء بزوايا مختلفة: لرسم انحناء بزاوية معينة لمجرى هواء ذو مقطع مستطيل عرضه (W) مثلاً 40 cm، تتبع الخطوات الآتية:

يرسم مجرى هواء أفقي ثم يرسم من الركن العلوي لمجرى الهواء خطاً مائلاً بمقدار الزاوية المطلوبة، ثم يرسم خطاً عمودياً على الخط المائل، وتقاس مسافة بقدر عرض مجرى الهواء، بعد ذلك يرسم من نهاية الخط القائم خطاً موازياً للضلع المائل، ويوصل تقاطع الخطين المائلين مع المجرى الرئيس بخط يمثل مفصل الانحناء، ويبيّن الشكل (2-4) أسلوب رسم مجرى الانحناء بزاوية 30 درجة وانحناءين آخرين بزاوية مقدارها (45º و 60º).





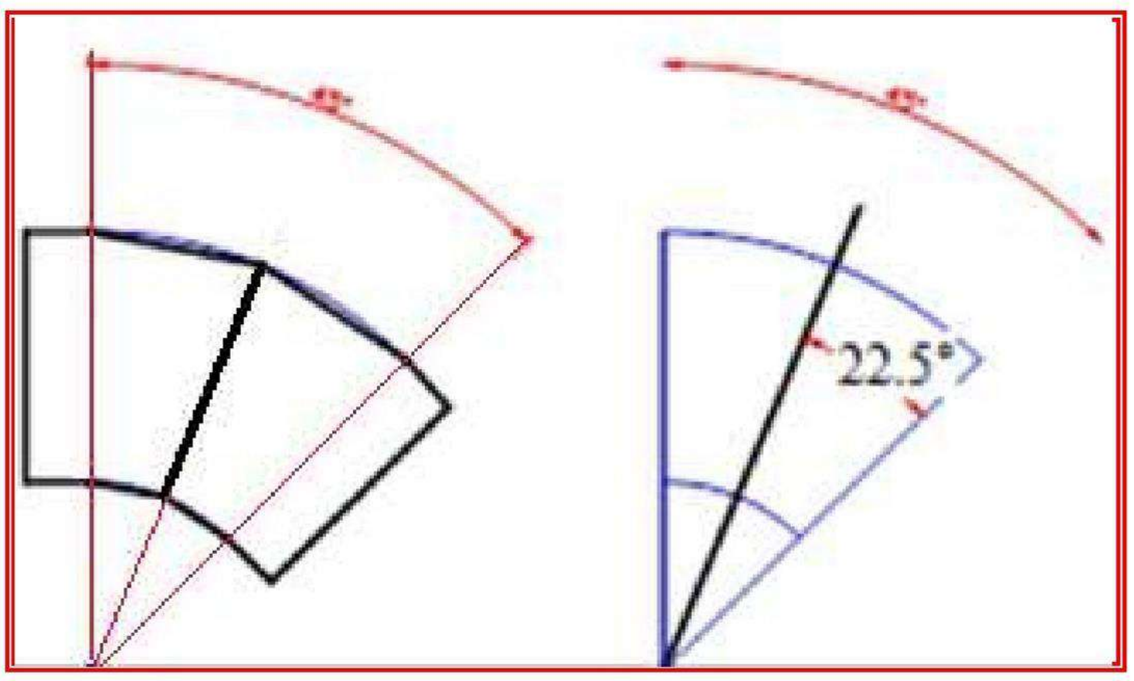
أ- أسلوب رسم انحناء لمجرى هواء مستطيل بزاوية 30 درجة.



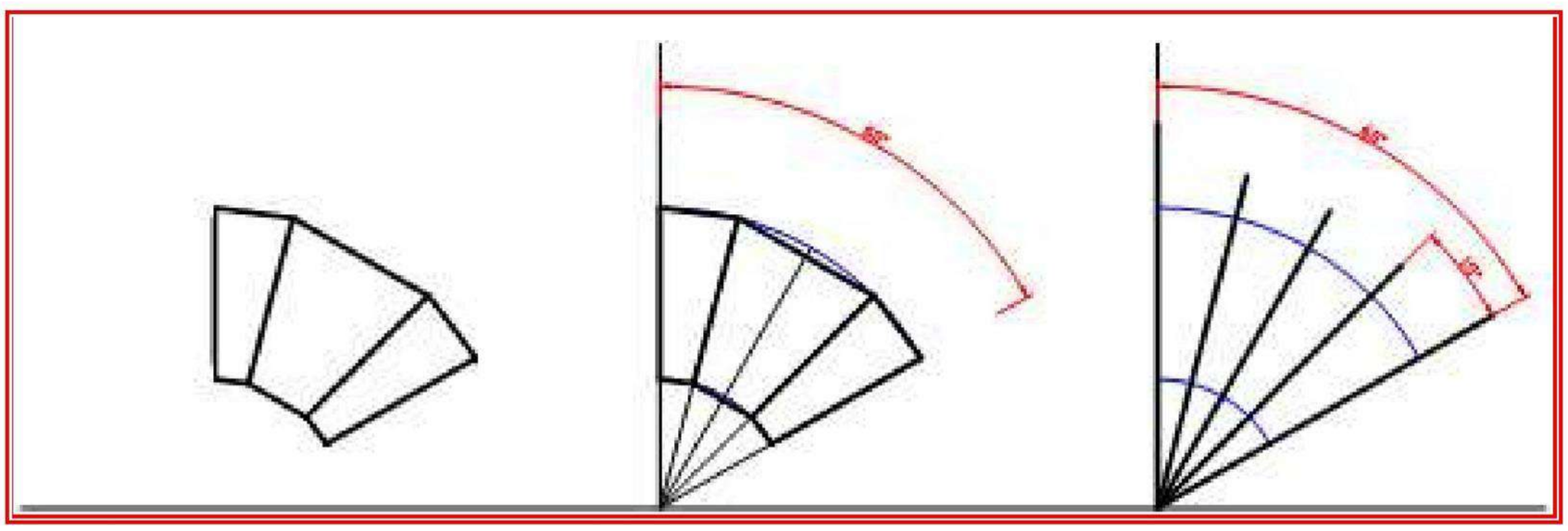
ب- انحناء بزاويتي 60 و 45 درجة

شكل 2-4 رسم انحناء بزاوية معينة لمجرى هواء مستطيل

في حين يبيّن الشكل (2-5) انحناءات لمجرى هواء وبزوايا مختلفة (45º و 60º) متكونة من قطعتين ومن ثلاث قطع وذو مقطع دائري.



أ- انحناء بزاوية 45 درجة من قطعتين



ب- انحناء بزاوية 60 درجة من ثلاث قطع

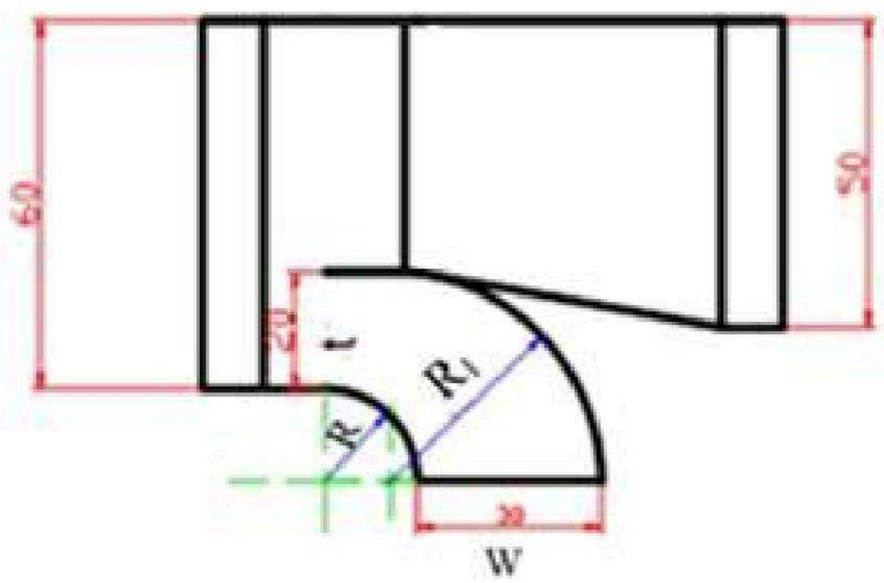
شكل 2-5 انحناء بعدة زوايا لمجرى هواء دائري

2-1-2 مأخذ الهواء Air Takeoff

يستعمل مأخذ الهواء في تفرعات مجاري الهواء، إذ يقوم مجرى الهواء الرئيس بنقل الهواء من منظومات التكييف، ثم يقوم بعد ذلك بالتفرع لتوزيع الهواء بين الغرف، ويمكن أن يحتوي المجرى على فرع واحد، أو فرعين من نقطة واحدة. وتقسم مجاري الهواء على مجارٍ مستطيلة المقطع أو دائرية المقطع وكالآتي:

أـ مأخذ هواء منحني لمجرى هواء مستطيل المقطع:

لرسم مجرى الهواء المبيّن في الشكل (2-6) تتبع الخطوات الآتية:



شكل2-6 مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل المقطع

- يحدد نصف القطر R الذي يمثل القوس الصغير لمجرى الهواء كما يأتي:

$$\boldsymbol{R = \frac{3}{4} W}$$

حيث أن W يساوي 30 cm، بهذا يكون نصف القطر R يساوي

$$\mathbf{R = \frac{3}{4} \times 30 = 22.5\ cm}$$

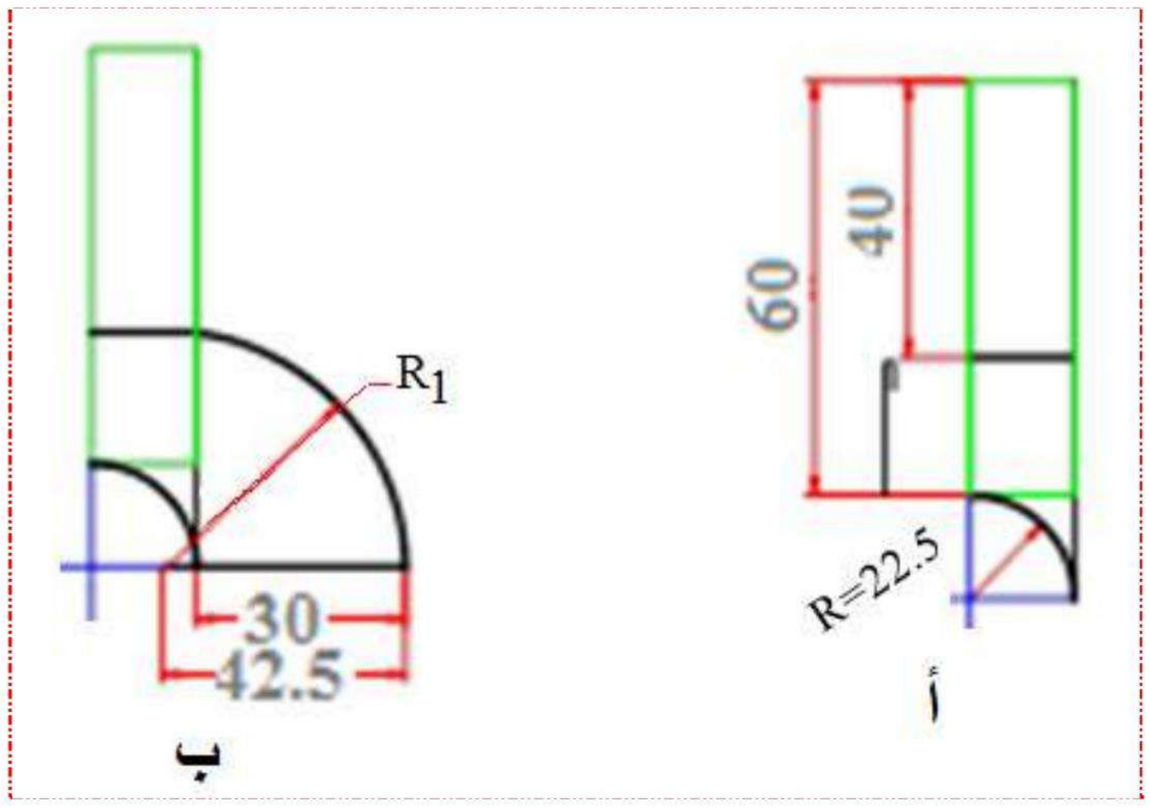
- بعد ذلك يحدد نصف القطر R1 كما يأتي:

$$\mathbf{R_1 = t + R}$$

بما أن فتحة المأخذ t تساوي 20 cm، أي إن نصف القطر R_1 يساوي

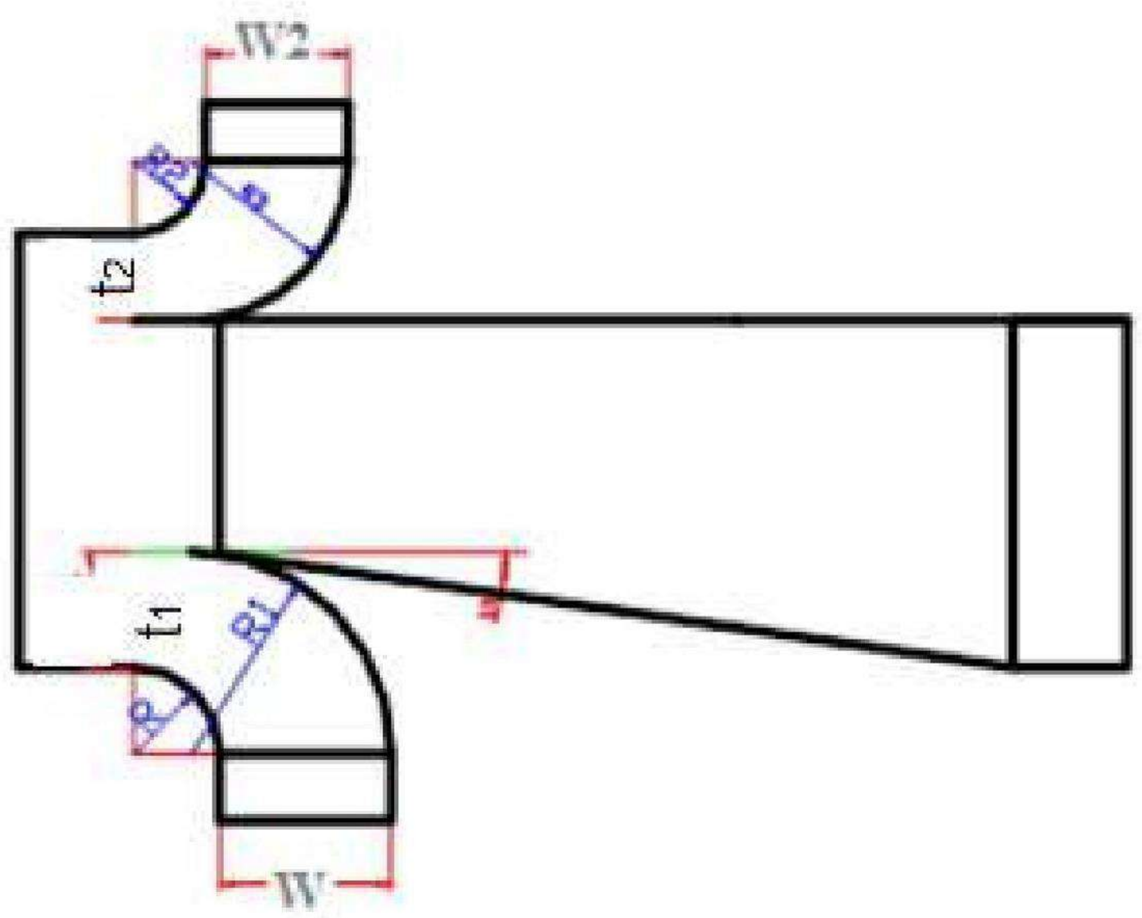
$$\mathbf{R_1 = 20 + 22.5 = 42.5\ cm}$$

- يرسم جزء مجرى الهواء الذي عرضه 60 cm، ثم يحدد عرض المأخذ الذي يساوي 20 cm، من نهاية مجرى الهواء يؤشر إلى الأسفل مسافة بقدر R التي تساوي 22.5 cm، من نهاية الخط ترسم ربع دائرة نصف قطرها 22.5 cm، كما مبيّن في الشكل (2-7 أ).
- من نهاية القوس يثبت بُعد المجرى الفرعي الذي يساوي W (30 cm)، بعد ذلك تقاس مسافة بعكس الاتجاه مقدارها R_1 وكما تم حسابها التي تساوي 42.5 cm، من نهاية الخط يرسم القوس الخارجي R_1 الذي يساوي 42.5 cm، كما هو مبيّن في الشكل (2-7ب).
- يرسم مماس للقوس الخارجي ومن ثم يرسم من نهاية المماس خط مائل بزاوية مقدارها 10 درجة (أو باستخدام الميل 7:1)، ويمد الخط العلوي لمجرى الهواء الرئيس، من نهاية الخط الأفقي تؤشر مسافة مقدارها يساوي الفرع الأفقي الآخر للمجرى (50 cm)، ومن نهاية الخط يرسم خطاً أفقياً إلى أن يتقاطع مع الخط المائل، كما هو مبيّن في الشكل (2-7 ت).
- يرسم الشكل النهائي للمأخذ بخط سميك، ويتم مسح الخطوط المساعدة، كما مبيّن بالشكل (2-7 ث).



شكل 2-7 طريقة رسم مأخذ هواء لمجرى مستطيل المقطع

مأخذ هواء بفرعين: لرسم مأخذ هواء بفرعين يتبع نفس الأسلوب المتبع في (2-1-2 أ)، ويبيّن الشكل (2-8) أسلوب رسم مجرى هواء بفرعين.

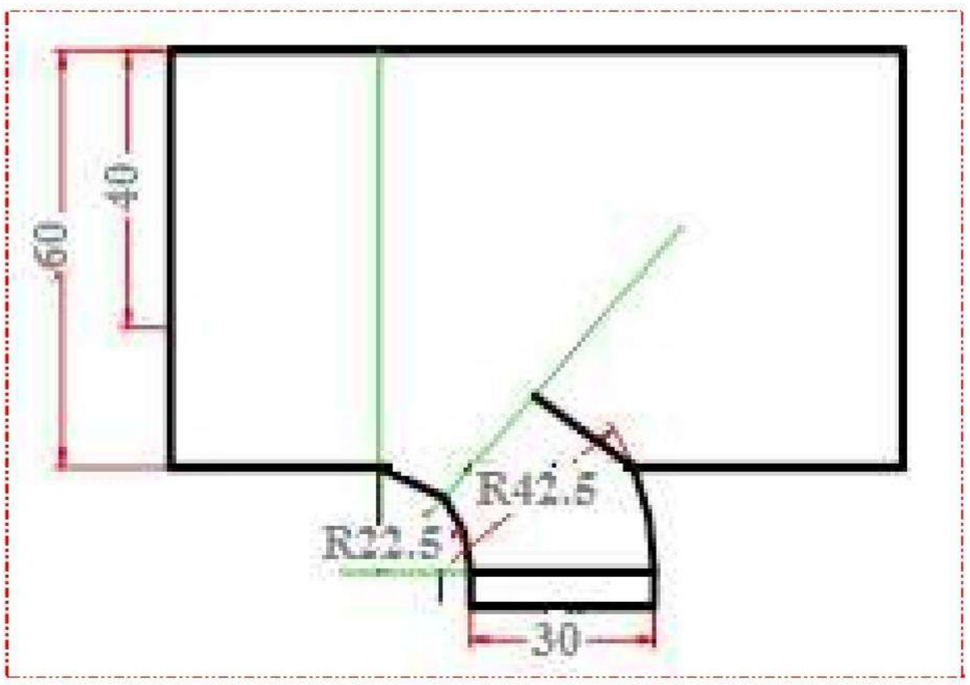


شكل2-8 رسم مأخذ هواء مستطيل بفرعين

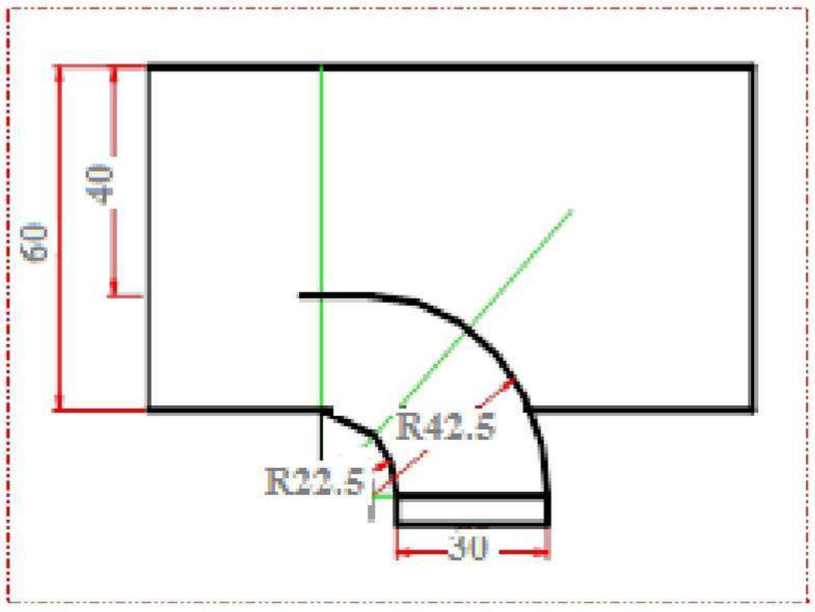
$$R = \frac{3}{4}W \qquad R_2 = \frac{3}{4}W_2$$

$$R_1 = t_1 + R \qquad R_3 = t_2 + R_2$$

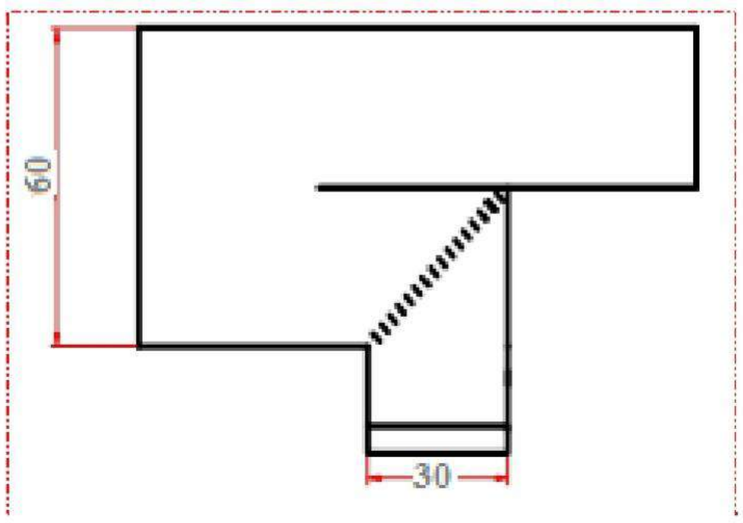
مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل المقطع لعدة أشكال: يبين الشكل (2-9) أسلوب رسم بعض أنواع مآخذ الهواء.



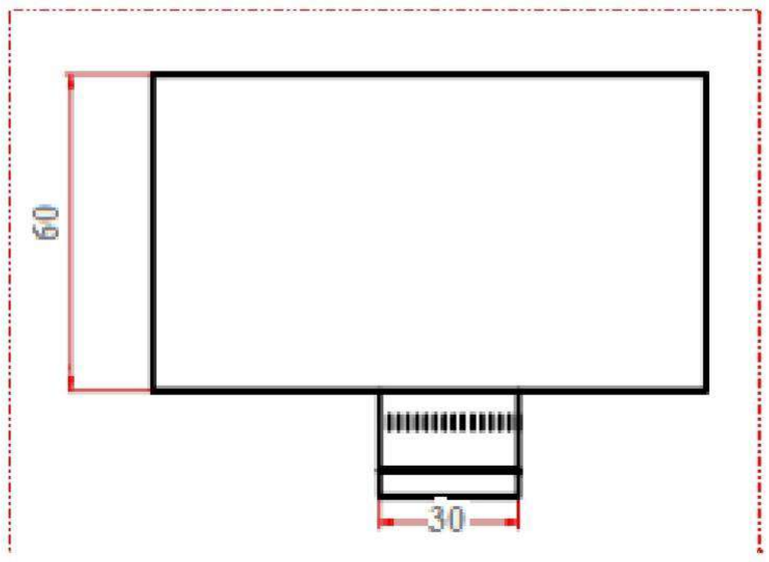
مأخذ هواء خارجي مع موجه للهواء



مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل



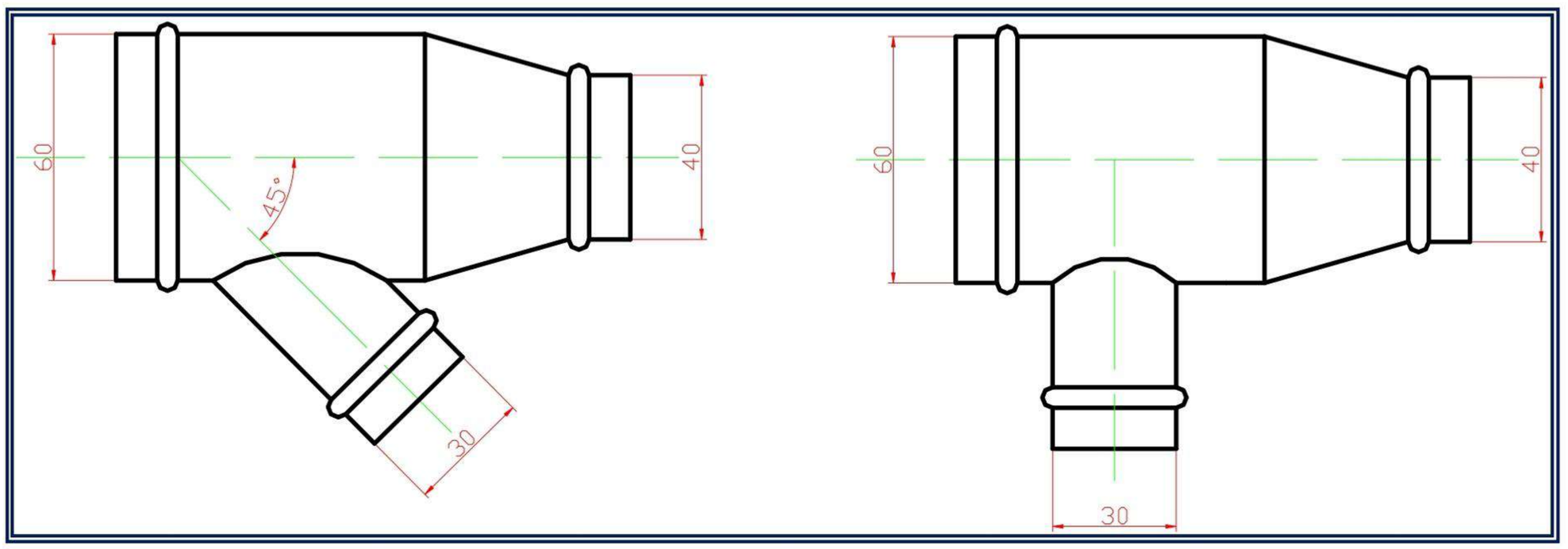
مأخذ هواء قائم مع موجهات للهواء بزاوية 45 درجة



مأخذ هواء قائم خارجي

شكل 2-9 أنواع مآخذ الهواء لمجرى مستطيل المقطع

ب- مأخذ هواء دائري لمجرى هواء دائري المقطع: يمكن أن يكون الفرع الذي يتفرع من المجرى الرئيس عمودياً أو مائلاً بزاوية مقدارها 45 درجة عن المجرى الرئيس، ويبيّن الشكل (2-10) طريقة رسم مأخذ لمجرى هواء دائري عمودي على المجرى الرئيس وآخر يميل بزاوية مقدارها 45 درجة عن مجرى الهواء الرئيس.

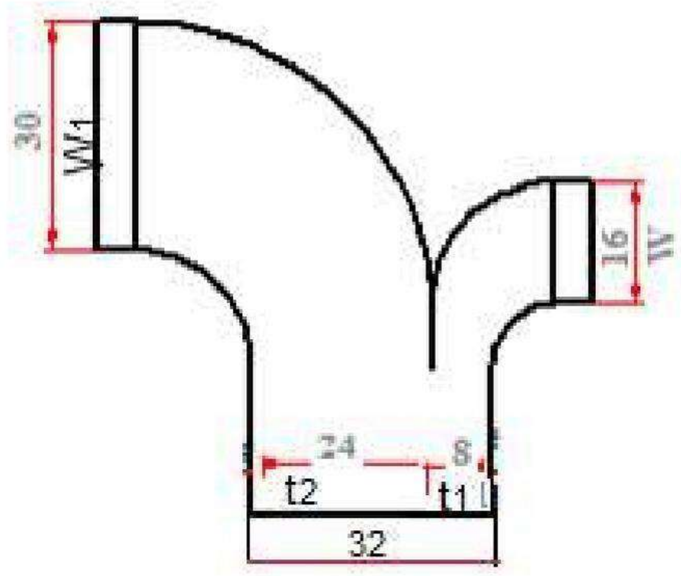


شكل 2-10 مأخذ هواء دائري لمجرى دائري المقطع (**للاطلاع**)

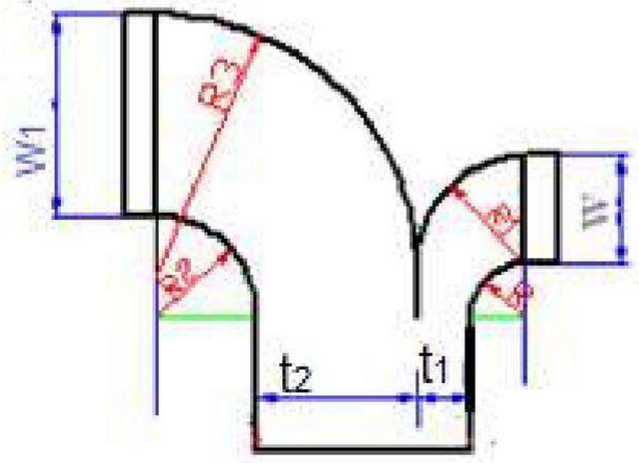
3-1-2 تفرع مجرى الهواء Air-Ducting Branches

يمكن أن يتفرع مجرى الهواء الرئيس إلى فرعين ثانويين متعامدين على مجرى الهواء الرئيس، وقد يكون مجرى الهواء مستطيل المقطع أو دائري المقطع، وسيتم توضيح أولاً طريقة رسم تفرع لمجرى هواء مستطيل المقطع.

أ- تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع: تتبع الخطوات الآتية لرسم تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع، وهي مشابهة تماماً لرسم مأخذ هواء بفرعين، ولرسم التفرع المبيّن في الشكل (2-11)



أ- تعريف التفرع بالقياس



ب- تعريف التفرع بالرموز

شكل 2-11 تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع

يتبع ما يأتي:

- ابدأ بإعادة تعريف التفرع بالرموز كما مبين في الشكل (2-11 ب)، ومنه يستخرج أنصاف أقطار الأقواس المطلوبة لرسم التفرع كما يأتي:

$$R = \frac{3}{4}W = \frac{3}{4} \times 16 = 12 \qquad R_2 = \frac{3}{4}W_1 = \frac{3}{4} \times 30 = 22.5$$

$$R_1 = t_1 + R = 8 + 12 = 20 \qquad R_3 = t_2 + R_2 = 24 + 22.5 = 46.5$$

أي إن أبعاد أنصاف الأقطار ستكون كما يأتي:

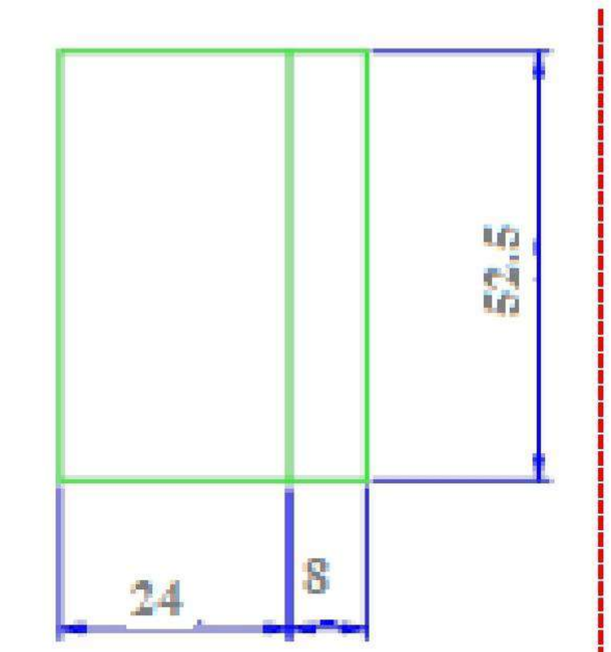
R_3	R_2	R_1	R
46.5	22.5	20	12

- من القياسات أعلاه ابدأ برسم مجرى الهواء بالأبعاد الموضّحة في الشكل (2-11 أ) والأقطار التي تم حسابها.

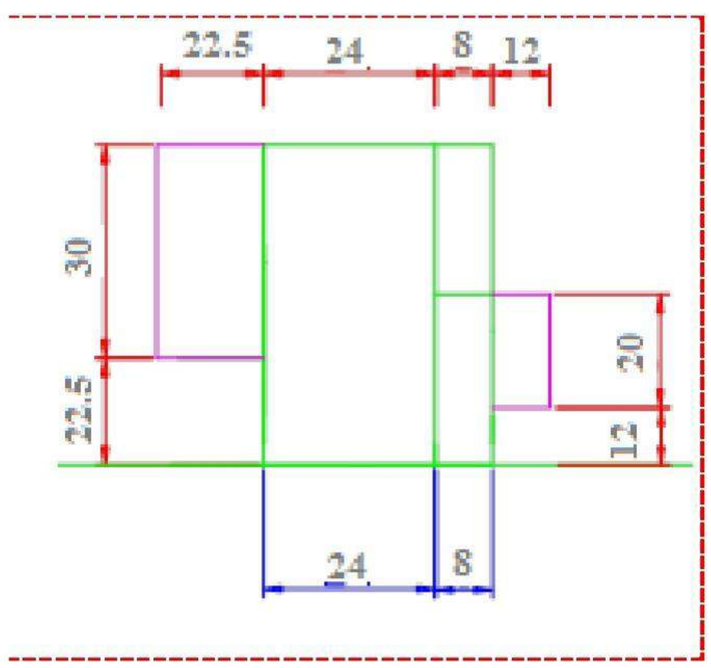
- ارسم مستطيلاً طول قاعدته يساوي العرض الذي يتم عليه التفرع، ويساوي ارتفاعه مجموع أكبر مجرى هواء أي الاختيار يكون بين W و W_1 ، وأكبر نصف قطر للقوس السفلي أي إن الاختيار يتم بين R و R_2 (أي إن طول قاعدة المستطيل من الشكل (2-11 أ) تساوي (8+24= 32 cm)، وارتفاعه يساوي ($W_1 + R_2$). وبهذا يكون ارتفاع المستطيل يساوي (22.5+30= 52.5 cm)، كما مبيّن في الشكل (2-12 أ).

- ارسم التفرع بصورة مستطيلات، كما مبين في الشكل (2-12أ).

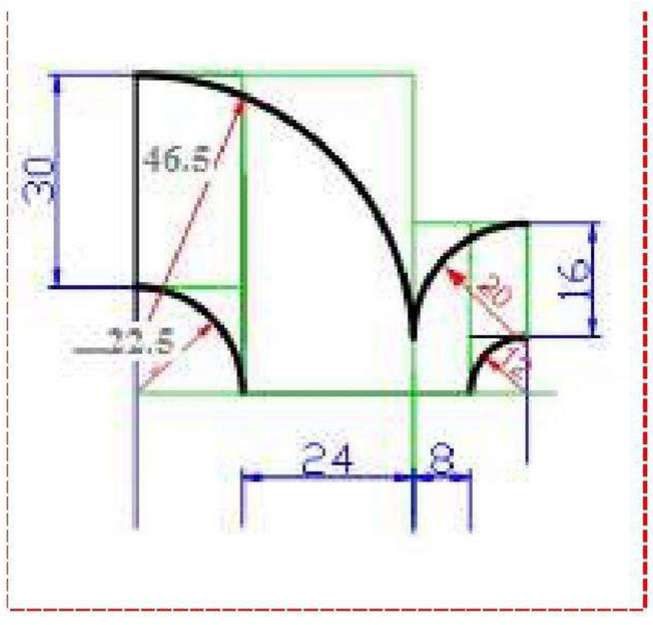
- ارسم الأقواس بحسب أنصاف الأقطار التي استخرجت، ثم نمسح الخطوط المساعدة للحصول على الشكل النهائي للتفرع، كما مبيّن في الشكل (2-12).



أ 12-2

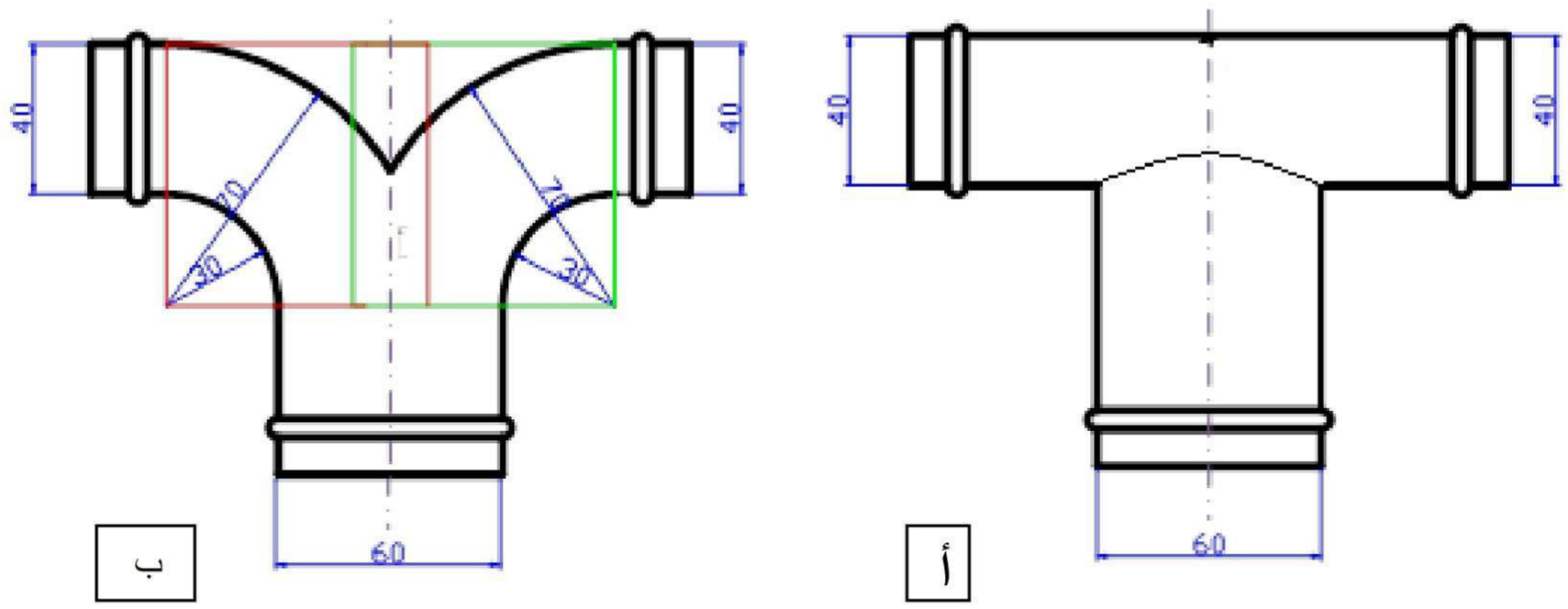


ب 12-2



شكل 2-12 طريقة رسم تفرع لمجرى هواء مستطيل

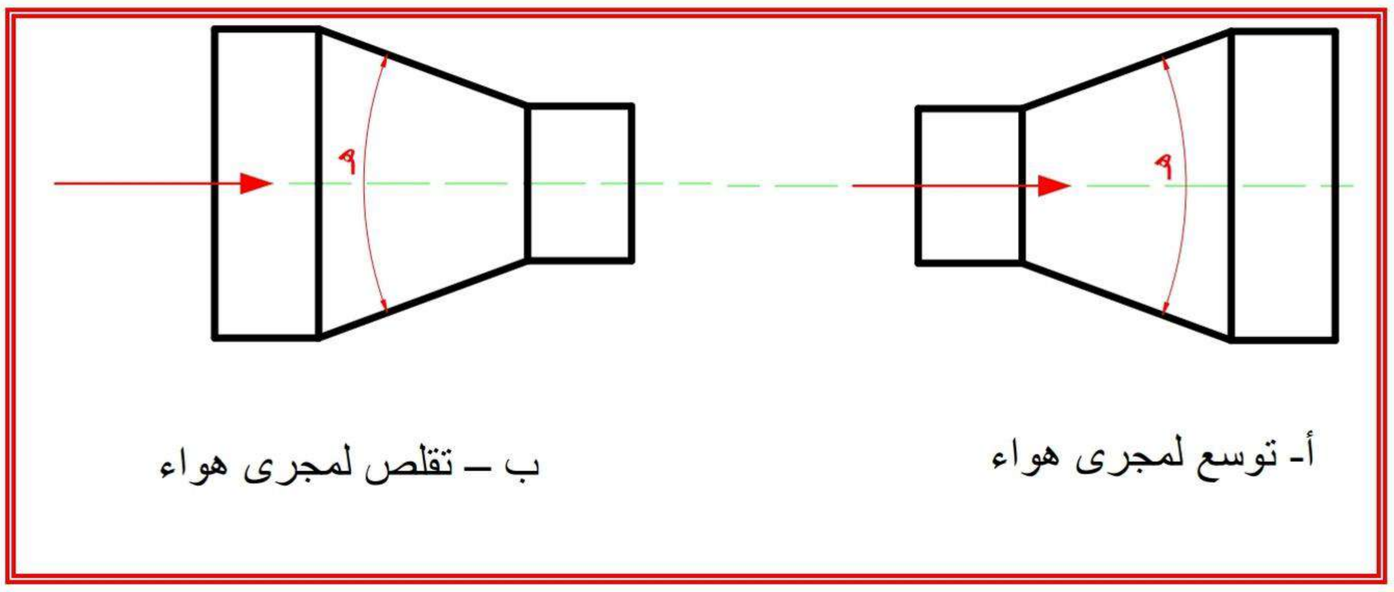
ب- تفرع لمجرى هواء دائري المقطع: يبيّن الشكل (2-13) طريقة رسم تفرع لمجرى هواء دائري المقطع، ويوضّح الشكل (2-13 أ) تفرعاً قائماً، في حين إن الشكل (2-13 ب) يوضّح تفرعاً مقوساً لمجرى هواء دائري المقطع.



شكل 2-13 تفرع لمجرى هواء دائري المقطع.

4-1-2 تغيير قياس مجرى الهواء Change of Air-Ducting Measurements

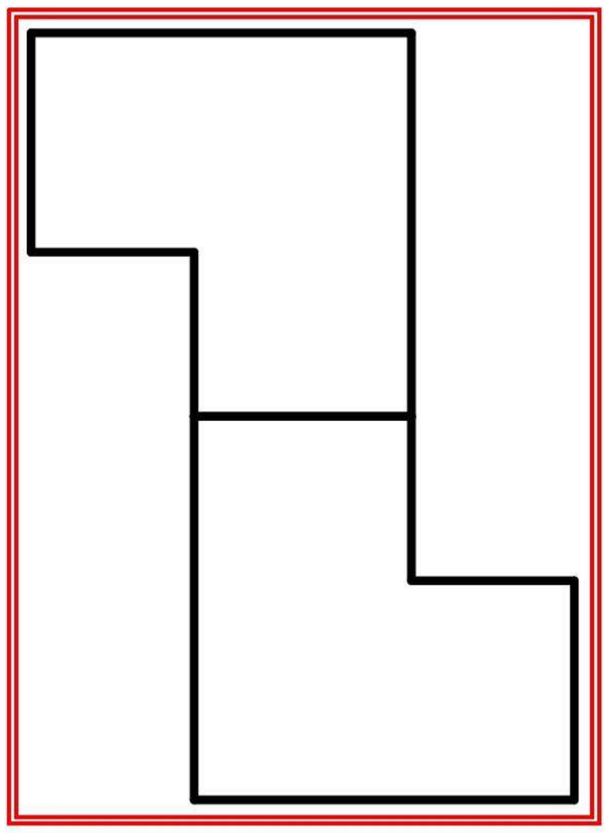
في بعض الأحيان يكون هنالك توسع أو تقلص تدريجي لمجرى الهواء لتقليل سرعة الهواء أو زيادة سرعته وفي بعض الأحيان يحدث التوسع لتثبيت شبابيك الهواء وناشراته، ويبيّن الشكل (2-14) توسعاً وتقلصاً تدريجياً لمجرى الهواء.



شكل 2-14 توسع وتقلص لمجرى هواء

5-1-2 تغير اتجاه مجرى الهواء Direction Change in Air-Ducting

في بعض الأحيان يضطر المصمم إلى تغيير اتجاه مجرى الهواء لتجنب الأعمدة الخرسانية أو بعض العوارض التي لا يمكن لمجرى الهواء اختراقها، ويتم تغيير مجرى الهواء بواسطة وصلة على شكل حرف (**Z**)، كما مبيّن في الشكل (2-15).



شكل 2-15 وصلة تغيير اتجاه مجرى الهواء

2-2 مُعدات توزيع الهواء Air Terminal Equipment's

تتكون مُعدات توزيع الهواء في الغرف من نوعين رئيسين أحدهما ناشرات الهواء السقفية، والآخر شبابيك الهواء، ولكل منهما استعماله، وتستعمل في توزيع الهواء بين الغرفة بشكل منتظم، ولاختيار مُعدات توزيع الهواء وأعدادها ومواقعها تأثير كبير في جودة توزيع الهواء داخل الغرفة.

2-2-1 مواقع مُعدات توزيع الهواء Diffusers Locations

يتم اختيار مواقع ناشرات الهواء اعتماداً على عددها وأبعاد الغرفة، فلو فرضنا أن لدينا 9 من ناشرات الهواء يُراد توزيعها في غرفة بأبعاد (12 m طول و9 m عرض)، كما في الشكل (2-16)، فمن المفروض أن توزع ثلاثة صفوف وثلاثة أعمدة، ويتم اختيار الأبعاد على أساس الوحدات X على الطول و Y على العرض، ويكون عدد X و Y كما يأتي:

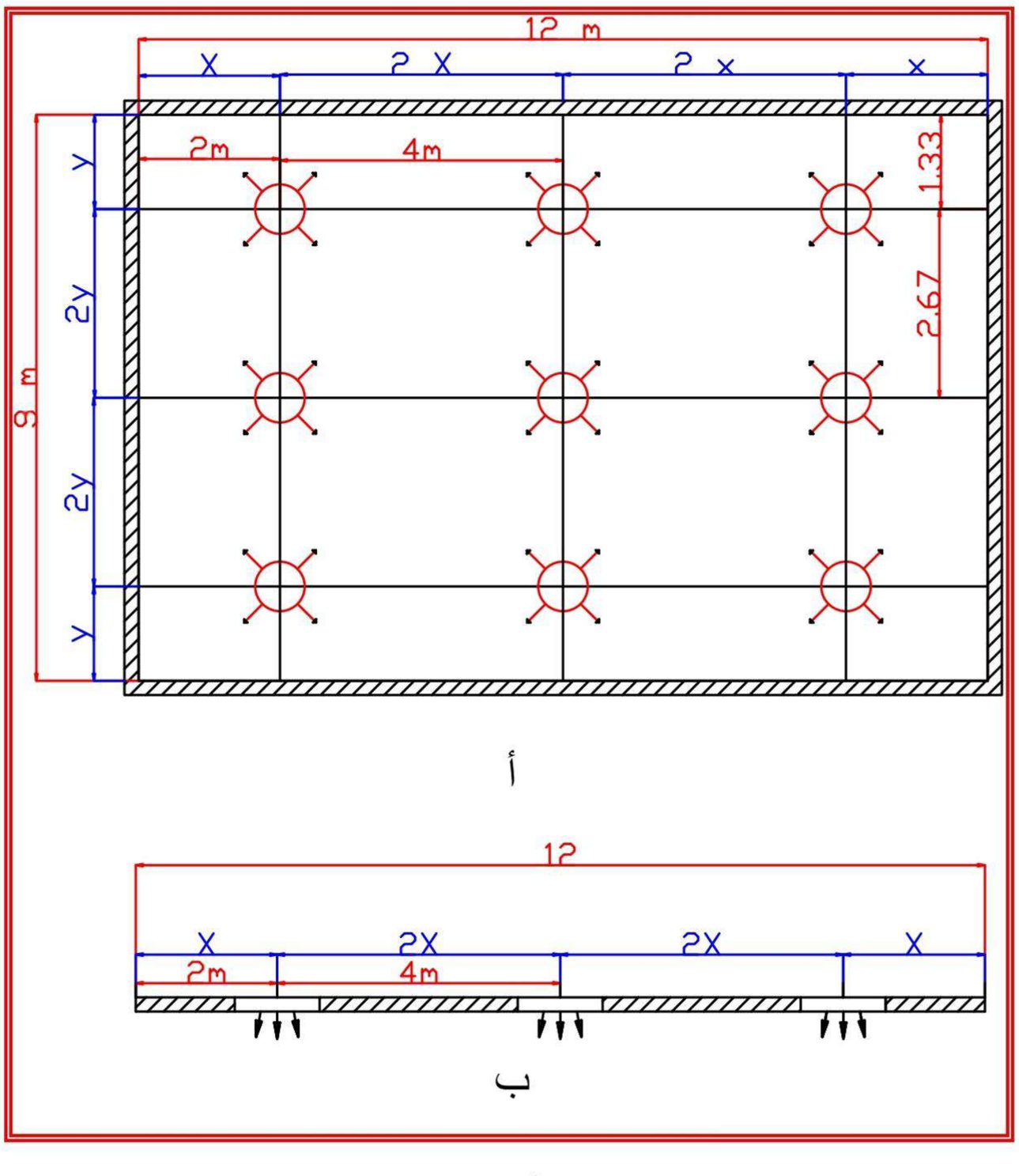
طول الغرفة = (2X) × عدد ناشرات الهواء طولياً = 3× (2X) = 6X

عرض الغرفة = (2Y) × عدد ناشرات الهواء عرضياً = 3× (2Y) = 6Y

إذاً قيمة $X = \frac{\text{الطول}}{\text{عدد } X}$ $\frac{12}{6} = 2$ m

و قيمة $Y = \frac{\text{العرض}}{\text{عدد } Y}$ $\frac{9}{6} = 1.33$ m

بحسب ما هو موضّح في الشكل (2-16 أ) يبعد الناشر الأول طولياً عن الجدار بمسافة 2 m، في حين أن المسافة بين ناشر وناشر آخر تساوي (2X) أي تساوي 4 m، وهكذا، وبالنسبة إلى المسافة العرضية يبعد الناشر الأول عن الجدار بمسافة 1.5 m، والمسافة العرضية بين ناشر وآخر تساوي (2Y) أي (3 m)، ويصح القول على شبابيك الهواء الموضحة في الشكل (2-16 ب).

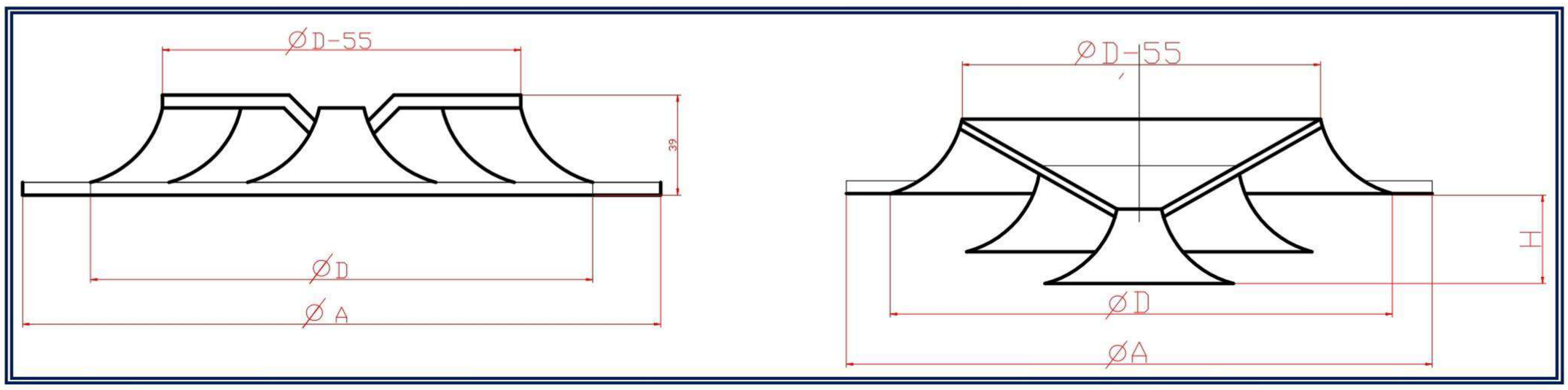


شكل 2-16 طريقة اختيار أماكن ناشرات الهواء وشبابيكه

2-2-2 طريقة رسم مُعدات توزيع الهواء (للاطلاع)

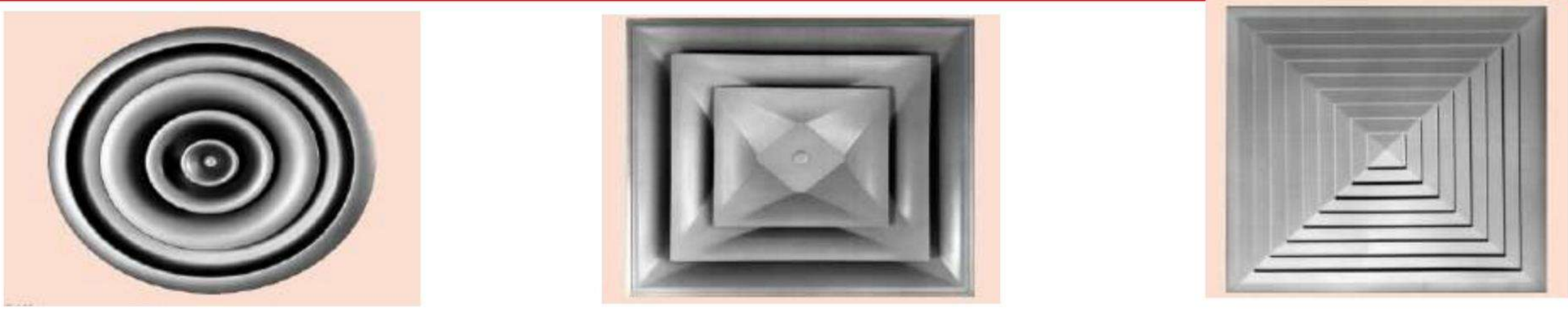
Air Terminal Equipment's Drawing Methods

أ- **ناشرات الهواء السقفية Ceiling Diffuser**: تختلف ناشرات الهواء بأبعادها وأشكالها، لكنها تشترك بأنها تثبت في السقف الثانوي للغرفة، وتتصل بمجرى الهواء، وغالباً ما يكون أبعاد شباك الهواء أكبر من أبعاد مجرى الهواء، لذا يجب عمل توسع في مجرى الهواء قبل تثبيت ناشر الهواء عليه. ويتم اختيار ناشرات الهواء اعتماداً على النشرات الفنية للشركات الصانعة، إذ لا يمكن تصنيع الناشرات اعتماداً على أبعاد المصمم، وإنما يجب أن يتبع المصمم الأبعاد القياسية للشركات، ويبيّن الشكل (2-17) طريقة رسم ناشرات الهواء السقفية اعتماداً على النشرات الفنية للشركات. في حين أن الشكل (2-18) يبيّن بعض أنواع ناشرات الهواء السقفية، والشكل (2-19) يبيّن طريقة تثبيت ناشرات الهواء بمجرى الهواء.



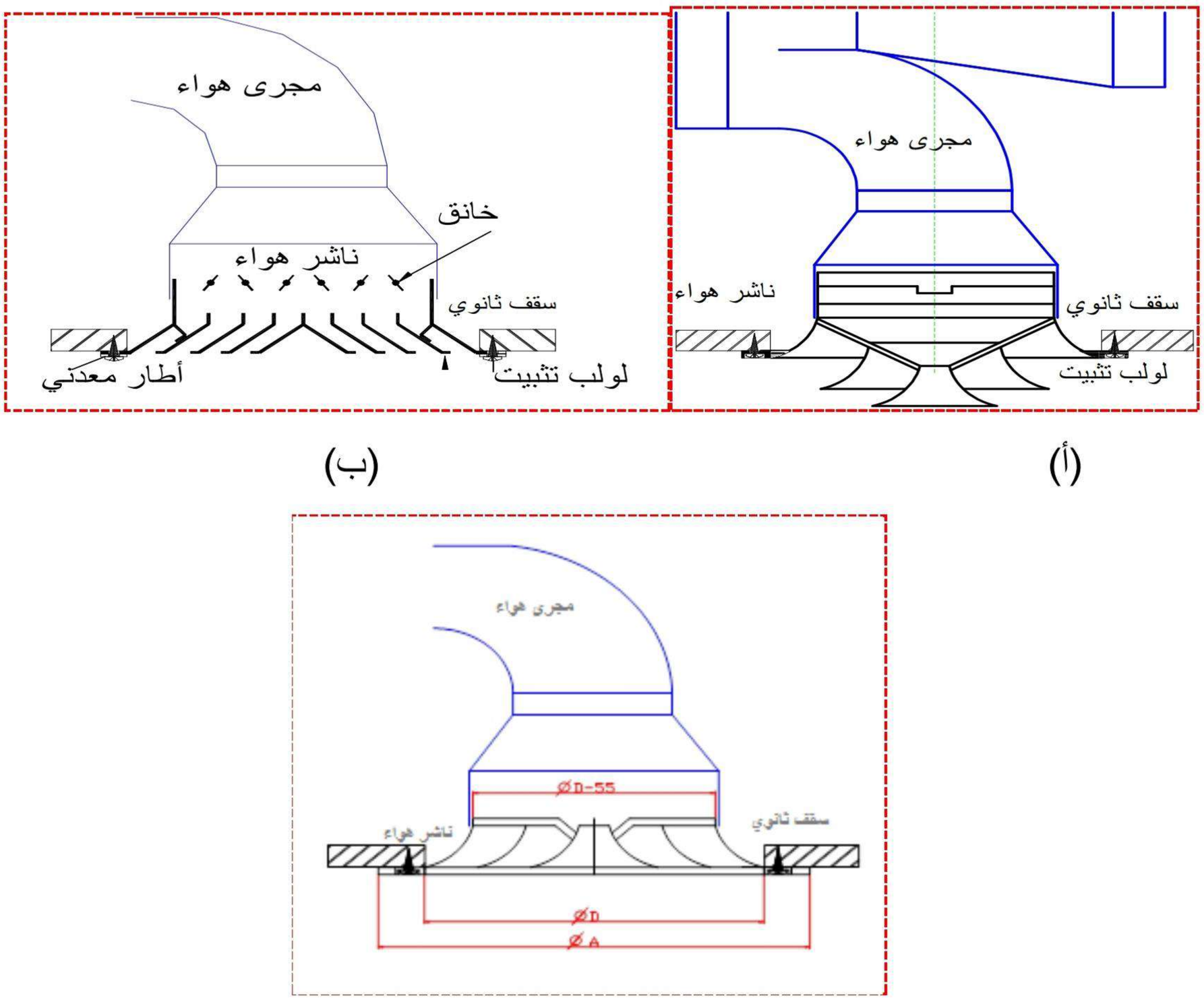
Size	D(mm)	A (mm)	H (mm)	CD-1	CD-2 Aef(m^2)	Size	ΦD-52 (mm)	ΦD+24 (mm)	ΦD+11 (mm)
1	192	224	30	0,0085	0,0090	1	140	216	203
2	248	300	45	0,0157	0,0167	2	196	272	259
3	304	356	60	0.0257	0,0282	3	252	328	315
4	360	412	75	0,0381	0,0422	4	308	384	371
5	416	468	90	0,0536	0,0618	5	364	440	427
8	472	542	98	0.073	0,0812	6	420	496	483
7	528	598	112	0,0955	0,1037	7	476	552	539
8	584	654	126	0,1150	0,1235	8	532	608	595

شكل 2-17 ناشرات الهواء السقفية وجدول بالأبعاد



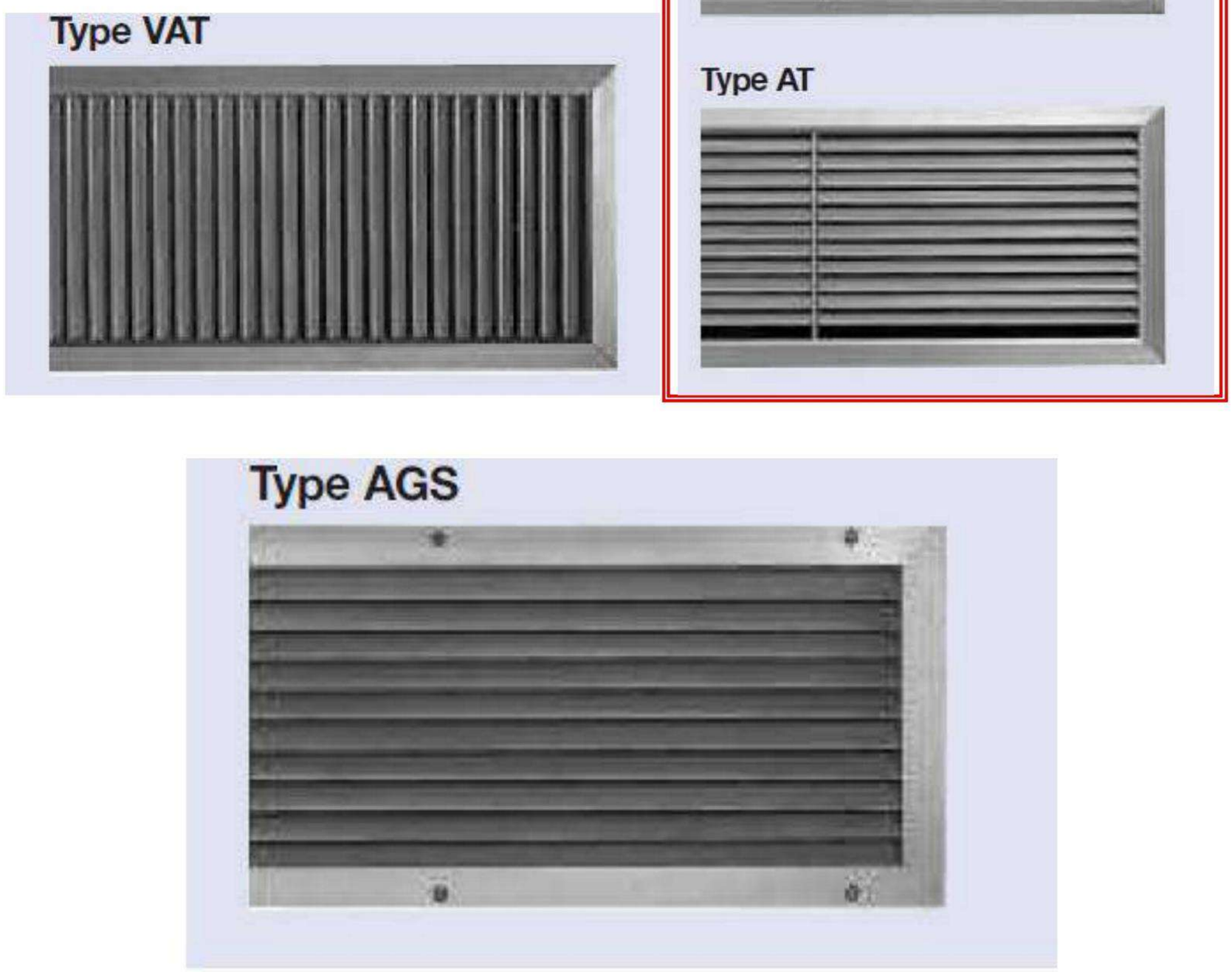
مربع مزعنف مربع اعتيادي دائري

شكل 2-18 بعض أنواع ناشرات الهواء السقفية

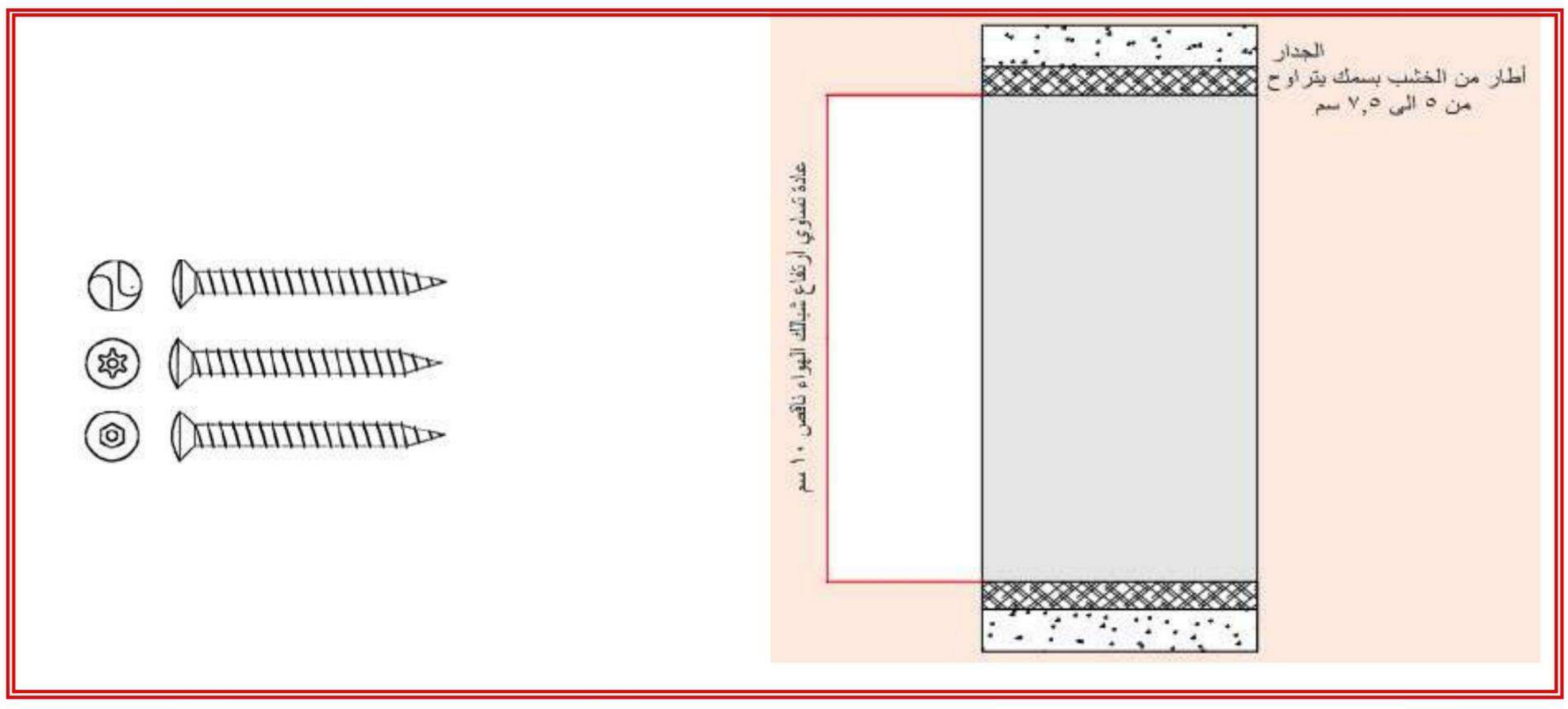


شكل 2-19 تثبيت ناشر الهواء في السقف الثانوي

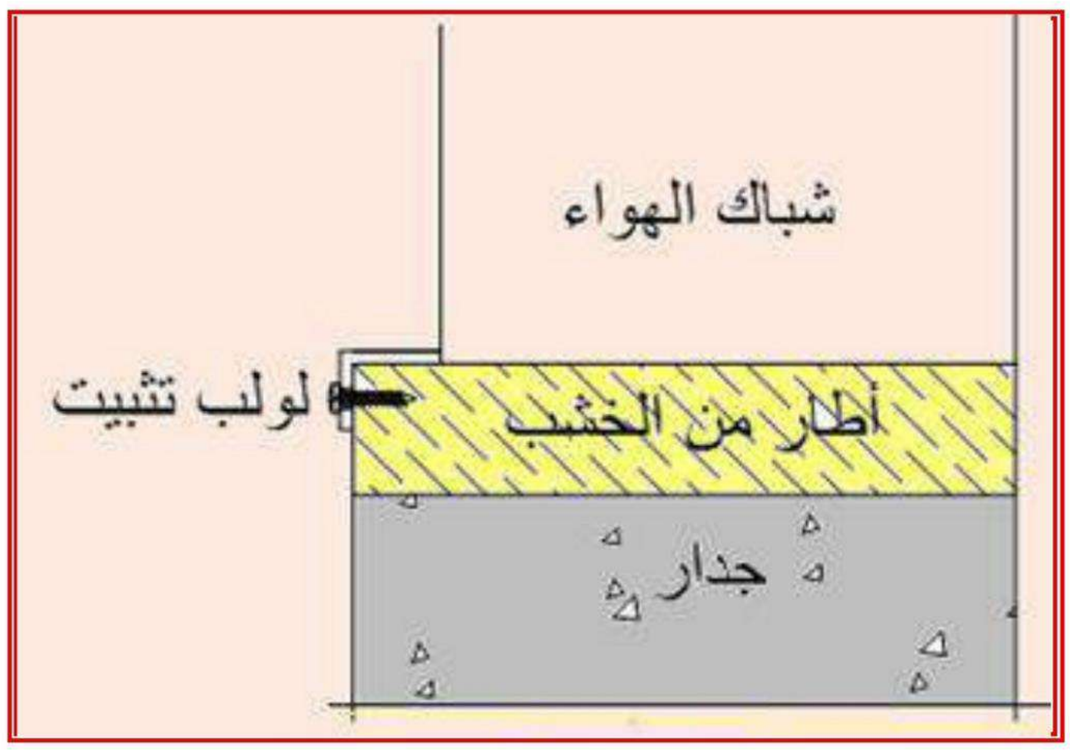
ب- **شبابيك الهواء Air Grills**: وتثبت عادة في الجدار، ويتم اختيار ارتفاعها وأبعادها اعتماداً على المصمم وكمية الهواء المجهزة للغرفة، وهنالك عدة أنواع من شبابيك توزيع الهواء، تختلف بحسب أحجامها وألوانها، ويبيّن الشكل(2-20) مقاطع في بعض أنواع شبابيك الهواء في حين يبيّن الشكل(2-21) متطلبات نصب شباك الهواء في الجدار، والشكل (2-22) يبيّن طريقة تثبيت شبابيك توزيع الهواء بين الجدران.



شكل 2-20 أنواع مختلفة من شبابيك توزيع الهواء

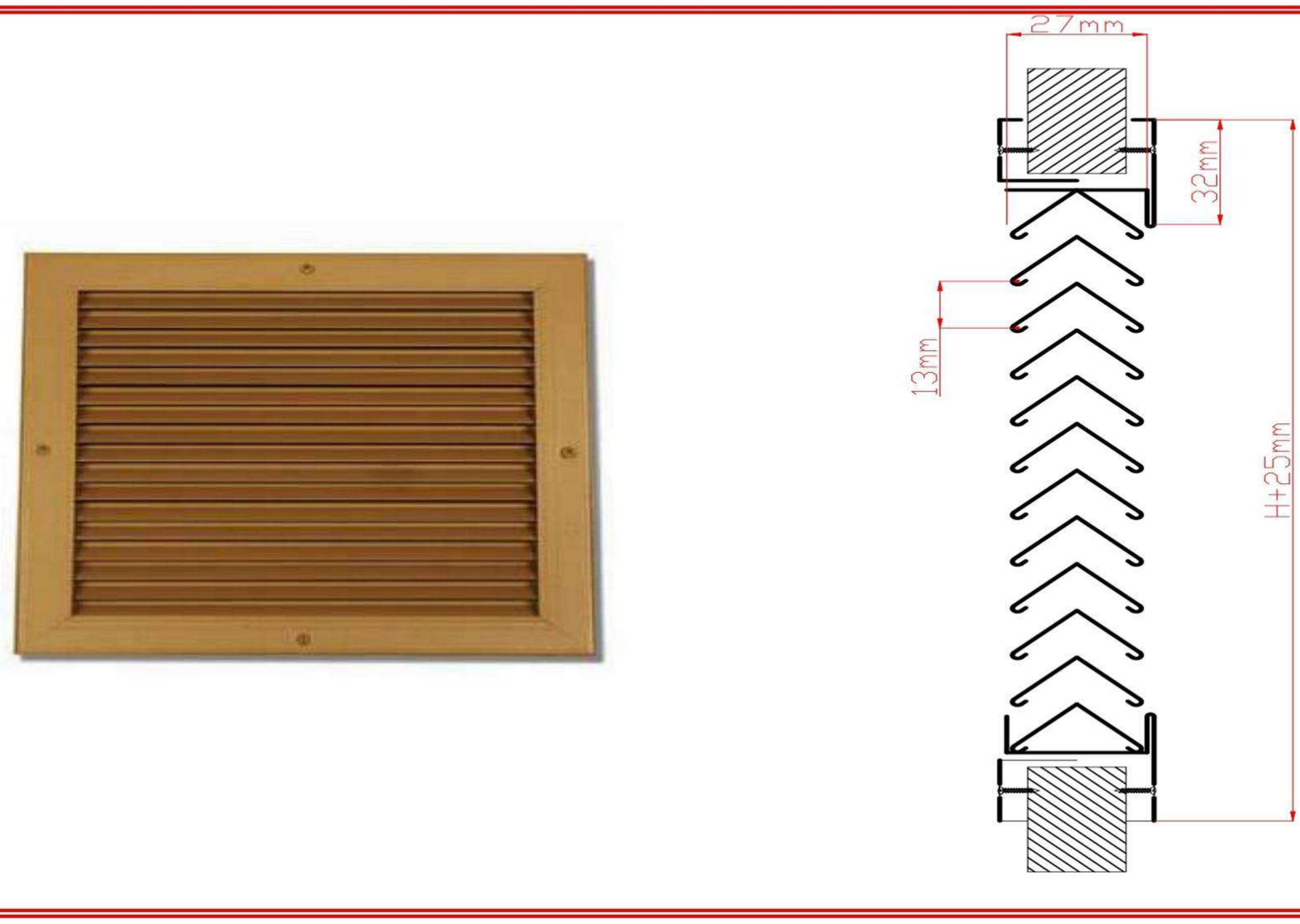


شكل 2-21 متطلبات تثبيت شباك توزيع الهواء في الجدار مع اللوالب المستعملة



شكل 2-22 طريقة تثبيت شباك الهواء في الجدار

ج- **شبابيك التهوية**: وتوضع عادة في الأبواب الخشبية وذلك للسماح بالهواء المكيف بالخروج من الغرفة إذا كانت عملية سحب الهواء تتم من خارج الغرفة، ولا يجوز استعمالها إذا كان سحب الهواء المكيف من داخل الغرفة، وتوجد بأحجام وأشكال مختلفة، وتعتمد أبعادها على كمية الهواء الواجب سحبه من الغرفة، ويبيّن الشكل (2-23) بعض أنواع هذه الشبابيك مع طريقة تثبيتها في الأبواب. في حين أن الجدول (2-1) يبيّن بعض مواصفات شبابيك التهوية.



شكل 2-32 طريقة تثبيت شباك التهوية في الباب

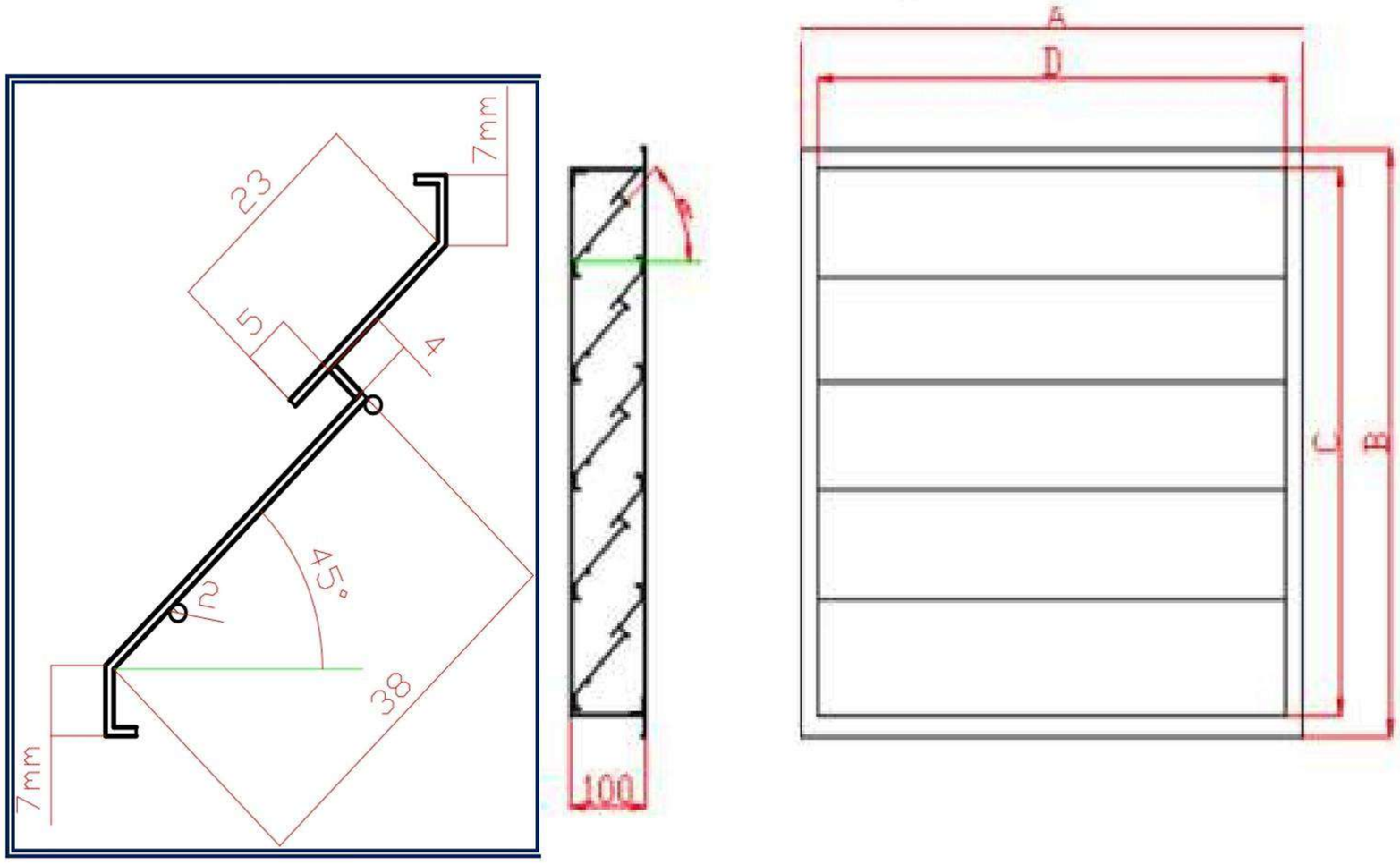
جدول (2-1) بعض مواصفات شبابيك التهوية

الأبعاد mm	سرعة الهواء m/s								
	5.1	0.2	5.2	0.3	6.3	1.4	1.5	1.6	1.7
	معدل سحب الهواء l/s								
254×102	9.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	4.9	4.11	4.13
305×102	5.3	5.4	6.5	8.6	0.8	2.9	3.11	7.13	1.16
254×152	5.4	9.5	3.7	0.9	4.10	8.11	9.14	7.17	8.20
305×152	4.5	1.7	0.9	8.10	5.12	4.14	9.17	5.21	1.25
356×152	3.6	5.8	6.10	7.12	9.14	0.17	3.21	5.25	8.29
356×203	5.8	3.11	1.14	9.16	7.19	7.22	8.27	8.33	6.39
457×152	0.8	6.10	2.13	8.15	4.18	3.21	5.26	7.31	1.37
508×203	5.12	8.16	0.21	1.25	3.29	6.33	1.42	4.50	7.58
508×254	8.15	3.21	5.26	7.31	1.37	3.42	0.53	6.63	3.74

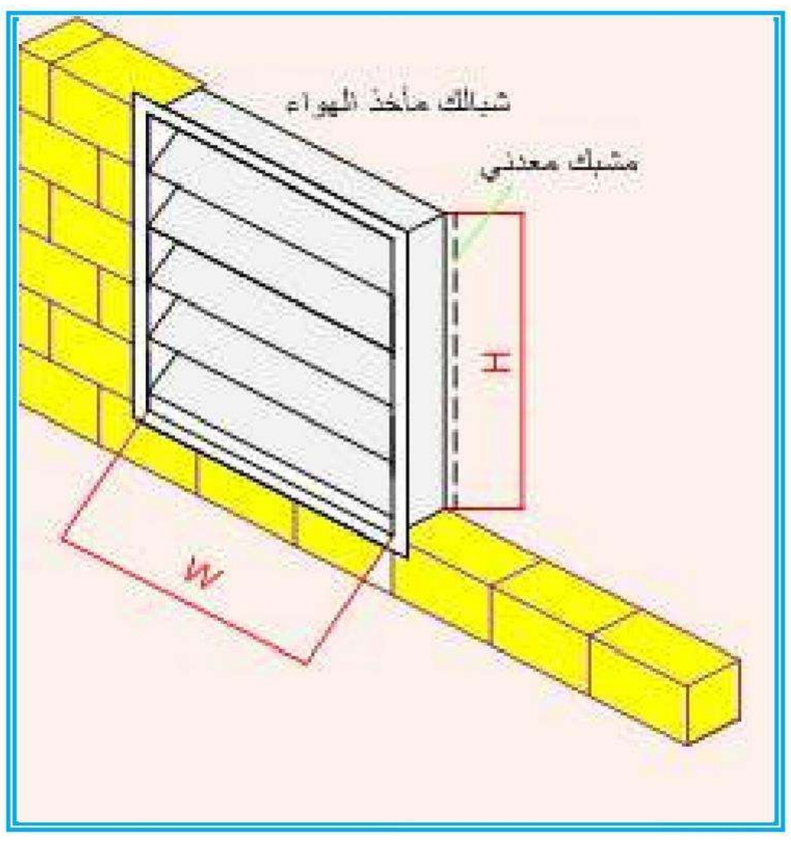
د- مخمد التحكم بكمية الهواء: ويستعمل للسيطرة على كمية الهواء المسحوب أو للتحكم بنسبة الخلط بين الهواء النقي والهواء الراجع، ويبيّن الشكل (2-24) شكل تثبيت المخمدات.

شكل 2-24 مخمد التحكم بكمية الهواء

هـ ـ مأخذ الهواء الخارجي: ويستعمل لسحب الهواء النقي من الخارج لأغراض التهوية ويحتوي على شباك خارجي وشبكة سلكية مانعة لدخول الأجسام الغريبة والحشرات والقوارض، وتعتمد أبعاد مأخذ الهواء على حجم الهواء المسحوب، ويبين الشكل (2-25) تفصيلات في مأخذ الهواء في حين يبيّن الشكل (2-26) تفصيلات تثبيت شباك مأخذ الهواء الخارجي في الجدار، ويبيّن الجدول (2-2) مواصفات بعض شبابيك مآخذ الهواء.



شكل2-25 تفصيلات رسم شباك مأخذ الهواء الخارجي

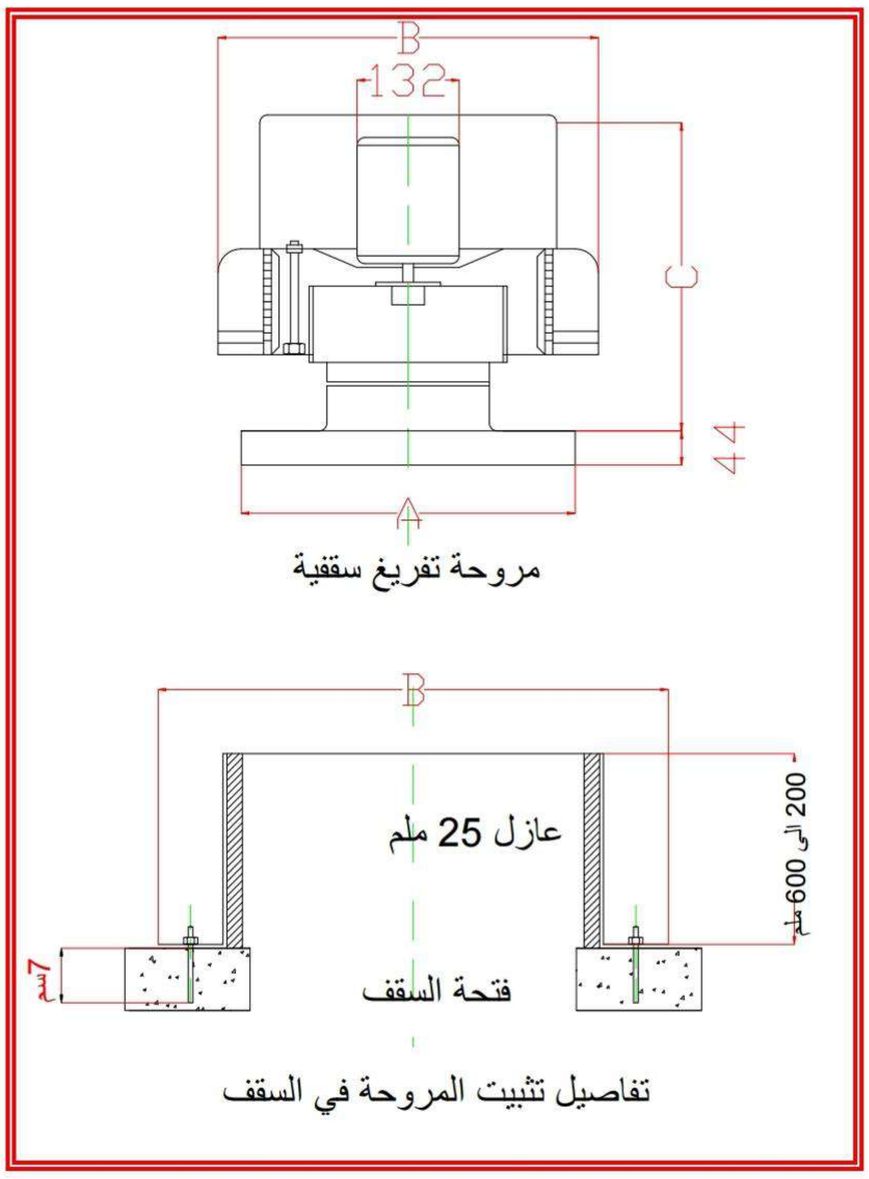


شكل 2-26 تفصيلات تثبيت شباك الهواء الخارجي في الجدار

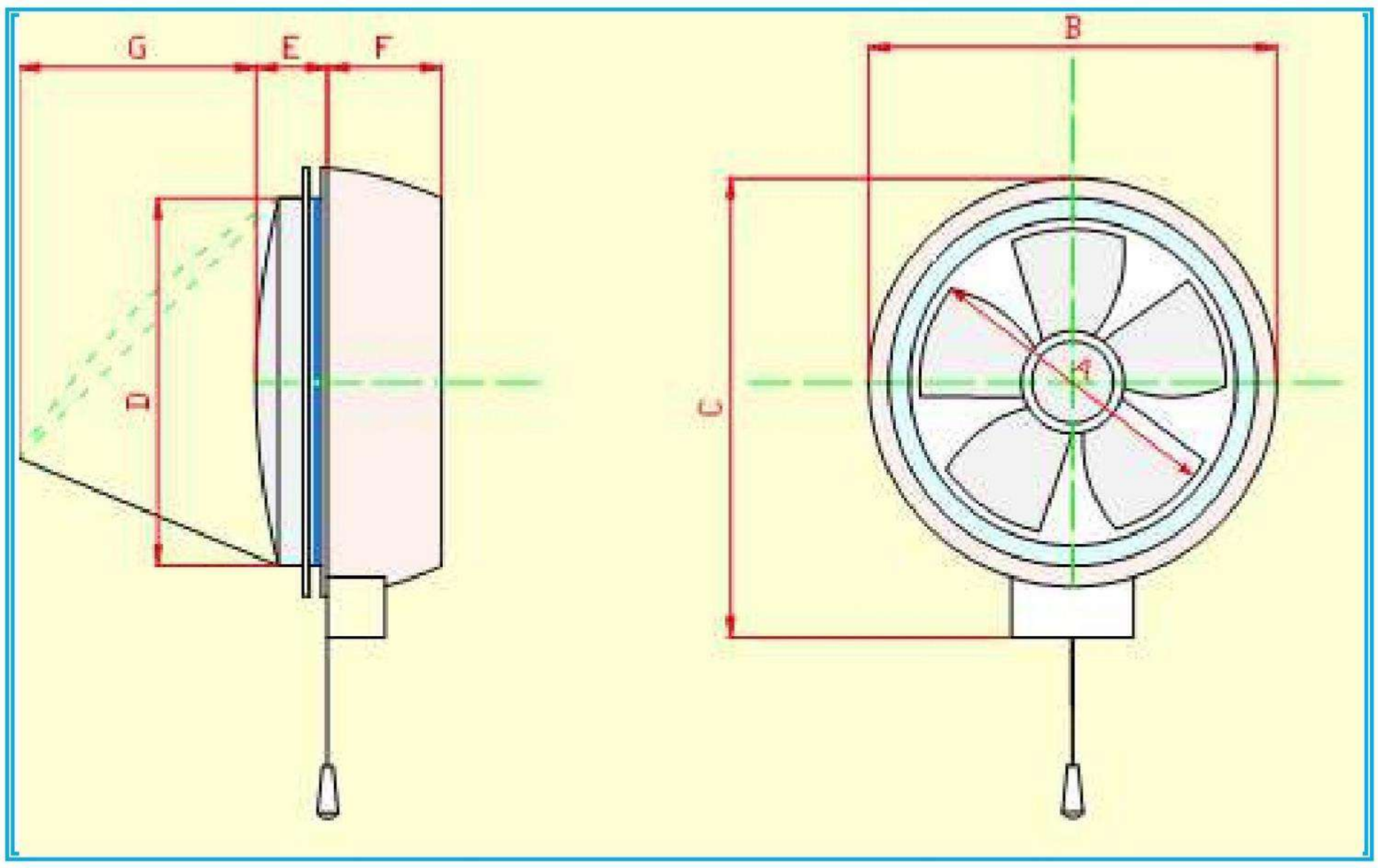
جدول 2-2 مواصفات بعض شبابيك مأخذ الهواء الخارجي

الأبعاد الخارجية			الأبعاد الداخلية			الفتحة في الجدار mm		عدد الزعانف	معدل سحب الهواء l/s
العرض الخارجي mm		الارتفاع الخارجي	البعد الداخلي mm		الارتفاع الداخلي				
من	إلى		من	إلى		W	H	n	
A	A	B	D	D	C	305	356	1	291
610	1168	711	1067	356	610	610	356	1	739
406	610	457	305	457	356	457	457	2	496
559	711	559	457	610	457	610	457	2	949
711	1168	559	610	1067	457	457	610	3	826
559	864	711	610	762	457	914	610	3	1430
1016	1321	711	610	1219	914	914	610	5	1239
635	1016	864	762	914	533	533	762	6	1487
711	1016	1016	914	914	610	610	914	6	1982
711	1168	1168	1067	1067	610	610	1067	7	2025
711	1016	1321	1219	914	610	610	1219	9	2454
1016	1321	1321	1219	1219	914	914	1219	9	2643

و- المراوح: تستعمل المراوح أما لدفع الهواء وأما لسحبه، وتكون أما من نوع الطارد المركزي وإما من النوع المحوري، ويبيّن الشكل (2-27) مروحة طرد تثبت في سقف البناية، ويمكن أن تثبت المراوح في زجاج الشبابيك، ويبيّن الشكل (2-28) مروحة تفريغ هواء من النوع الذي يركب في الزجاج.



شكل 2-27 مروحة طرد الهواء تثبت في سقف البناية (للاطلاع)



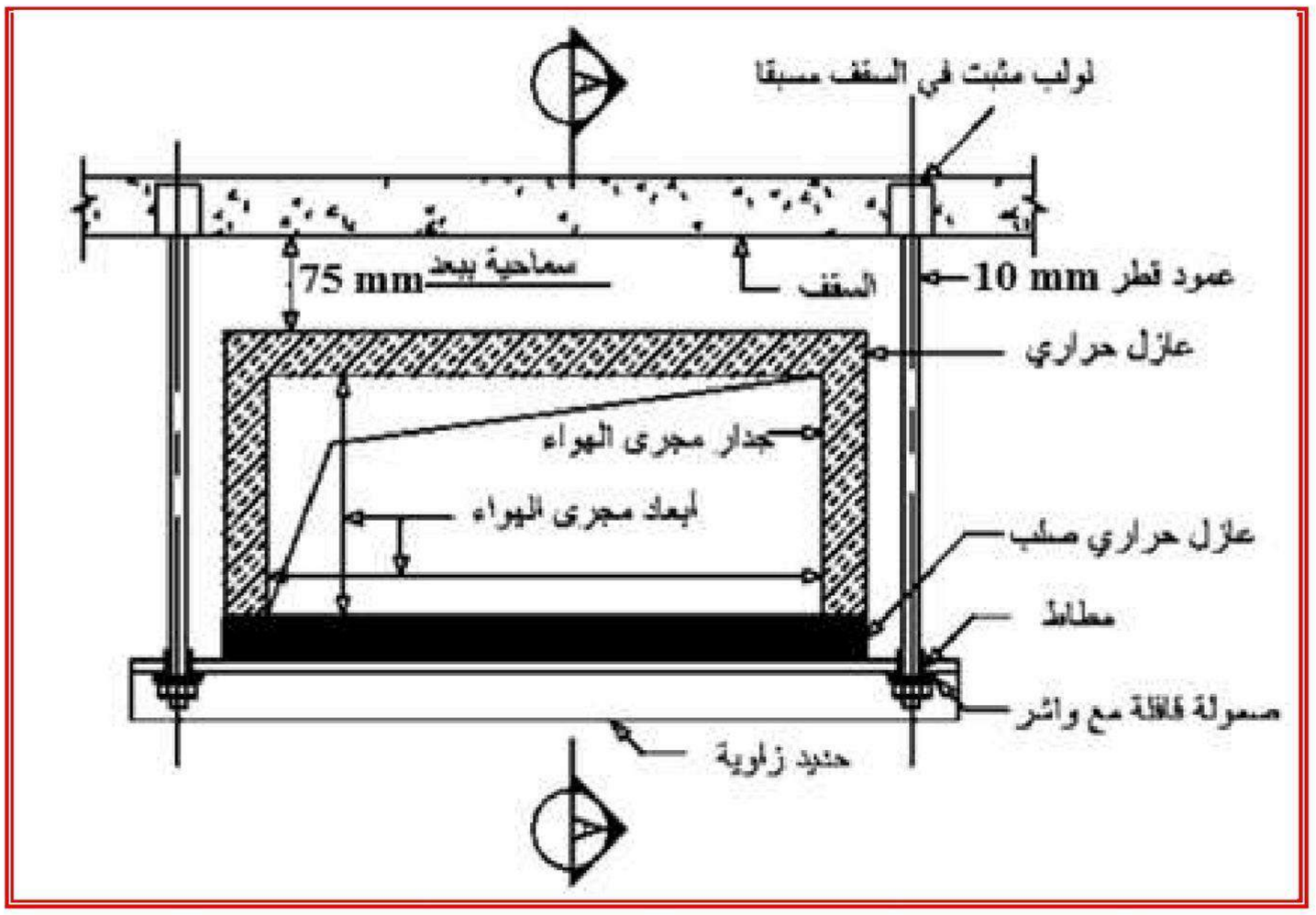
شكل 2-28 مروحة تفريغ من النوع الذي يركب في زجاج النوافذ

3-2 مجاري الهواء المستقيمة Straight Air-Ducting

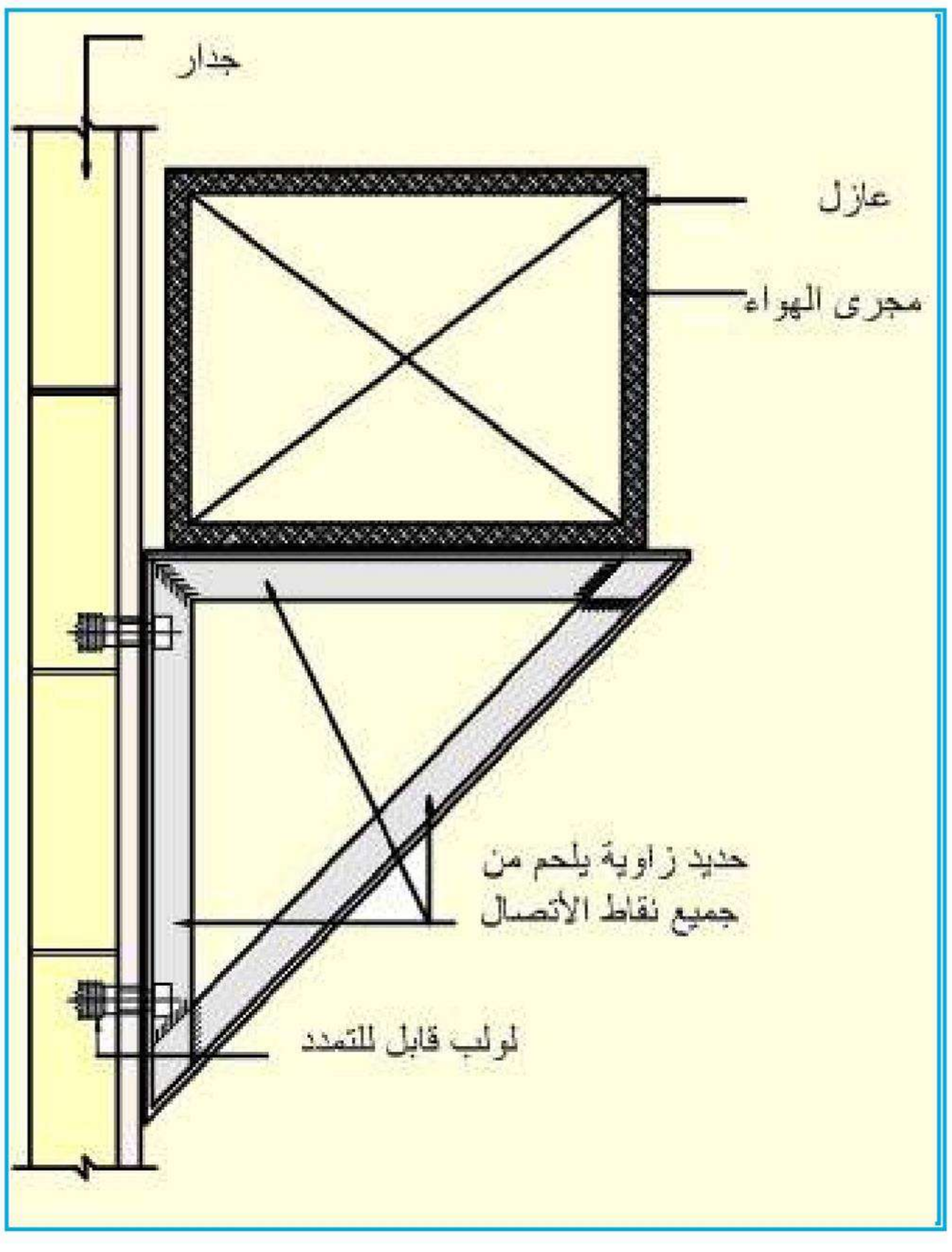
تصنع مجاري الهواء من الفولاذ المغلون أو من الألياف الزجاجية (الفايبركلاس) أو من المواد اللدنة في بعض الأحيان، والشائع استعمال الفولاذ المغلون في صناعة مجاري الهواء، ويعتمد سمك المعدن على مساحة مقطع مجرى الهواء، ويزداد سمك المعدن بزيادة أبعاد مجاري الهواء.

2-3-1 نصب مجاري الهواء Air-Ducting Installation

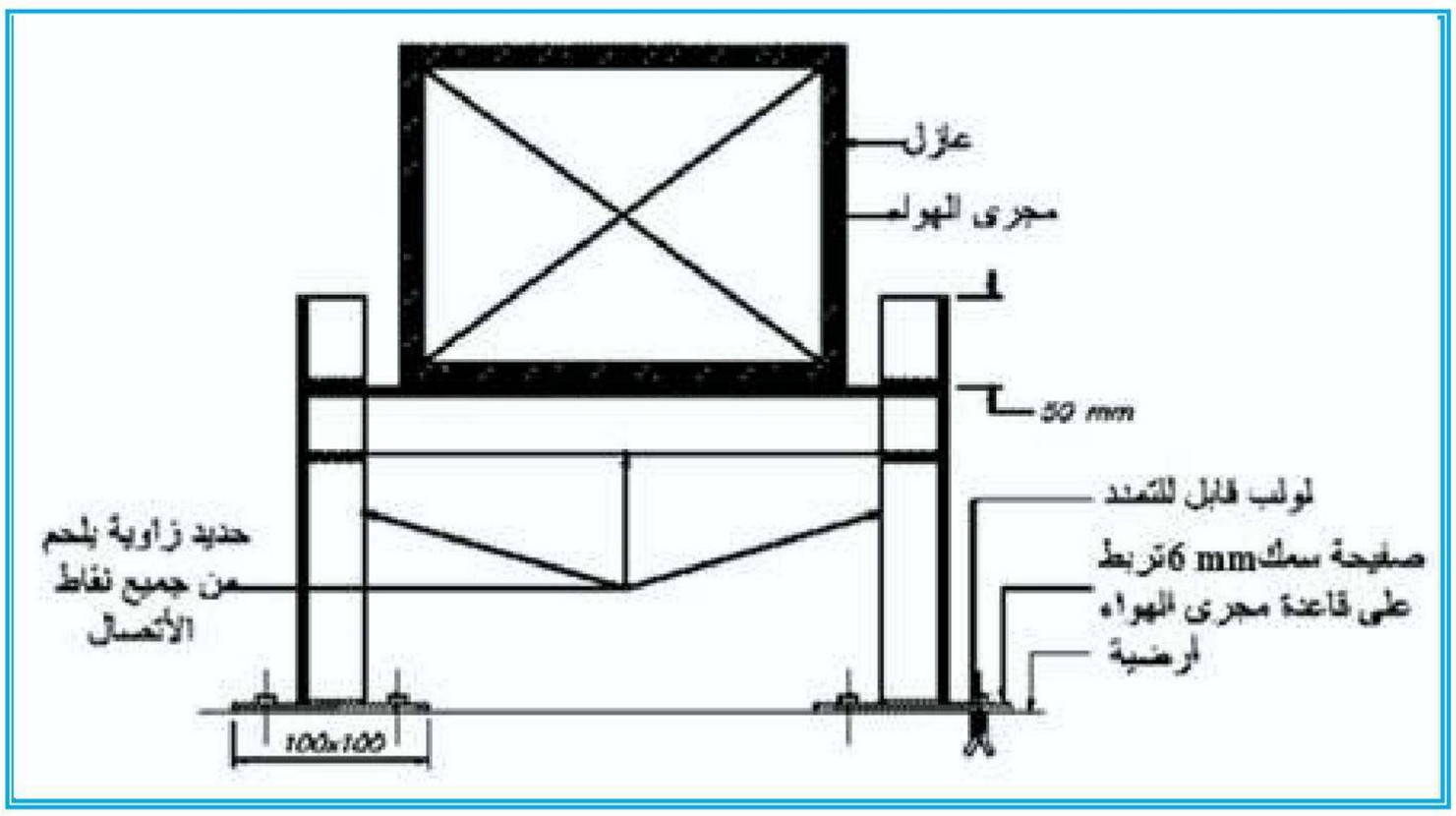
تنصب مجاري الهواء بحسب مرورها خارج البناية وداخلها، فعند مرورها داخل البناية يتم تعليقها في السقف بواسطة أعمدة من الفولاذ بقطر 10 mm مع ترك مسافة سماح بين أعلى نقطة لمجرى الهواء والسقف بحدود 75 mm، ويبيّن الشكل (2-29) طريقة تعليق مجرى الهواء بالسقف. وفي التطبيقات الصناعية يمكن تعليق مجرى الهواء بمحاذاة الجدار، ويتطلب ذلك استعمال مساند من نوع خاص، كما مبيّن في الشكل (2-30)، أما مجرى الهواء الخارج من وحدة التكييف المركزي أو وحدة دافعة الهواء فيجب أن يثبت على الأرض بارتفاع يتناسب مع ارتفاع وحدة دافعة الهواء، ويبيّن الشكل (2-31) طريقة تثبيت مجرى الهواء على الأرض. وعند وضع وحدة التكييف على سطح البناية يتطلب الأمر عمل فتحة في السقف لغرض مرور مجرى الهواء من خلالها، ويتطلب الأمر في هذه الحالة اتخاذ عدة إجراءات لمنع نضح الماء من فتحة السقف، ويبيّن الشكل (2-32) أسلوب مرور مجرى الهواء في السقف، ويبيّن الشكل (2-33) طريقة تثبيت مجرى الهواء الصاعد على الجدار.



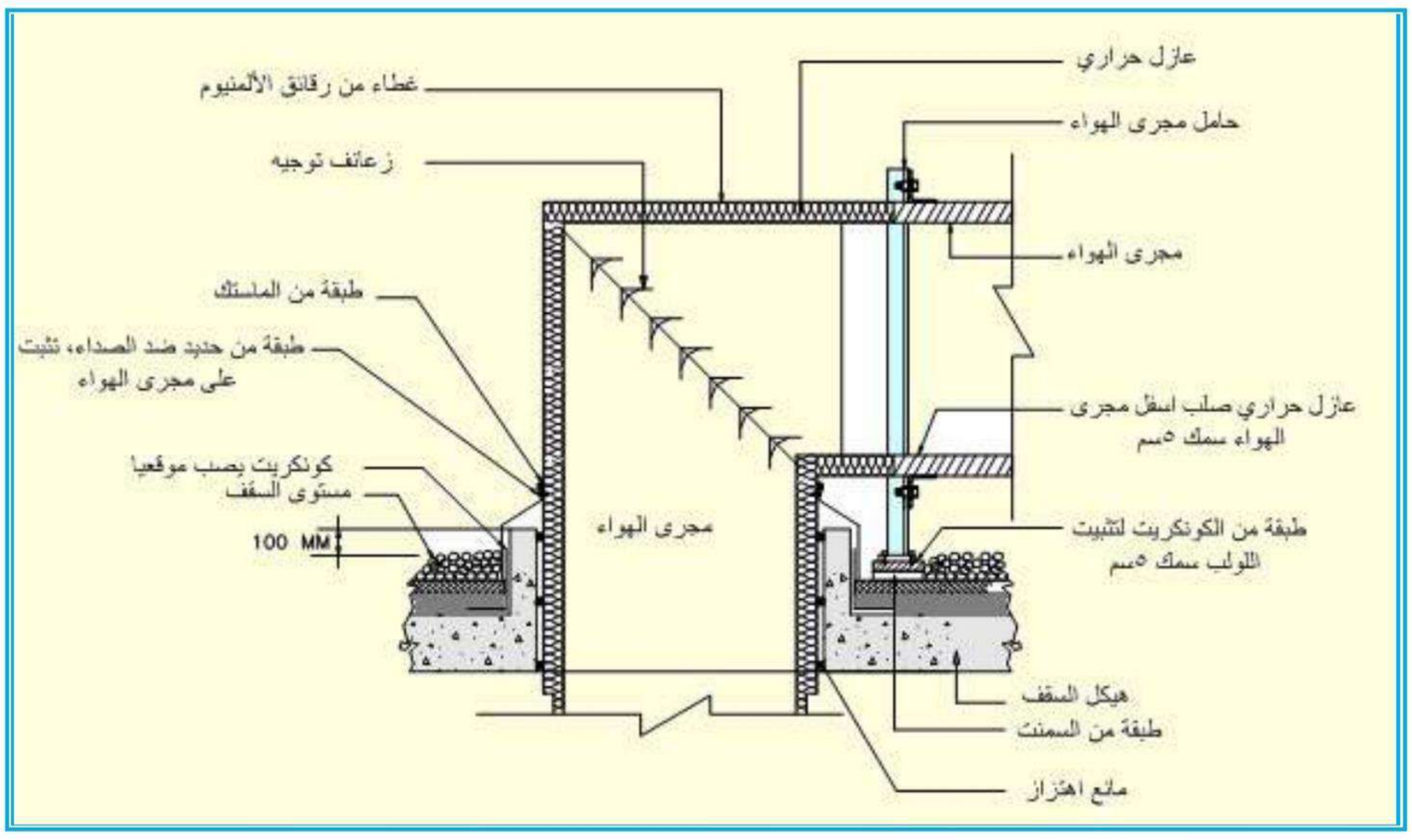
شكل 2-29 تعليق مجرى الهواء في السقف



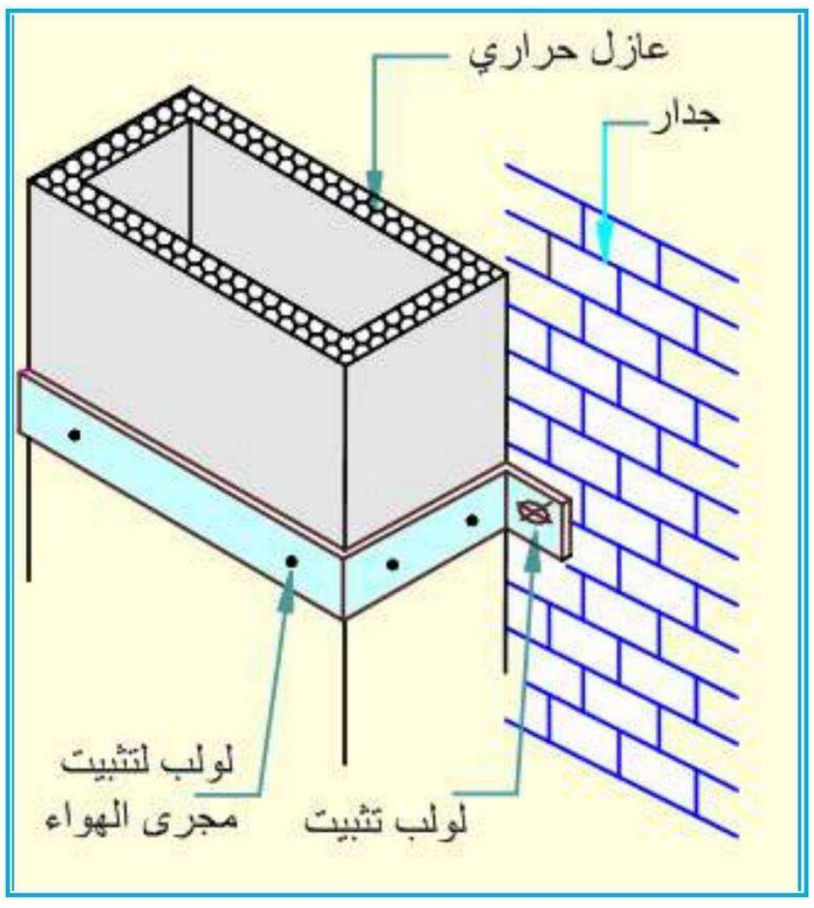
شكل 2-30 تعليق مجرى الهواء بمحاذاة الجدار



شكل 2-31 تثبيت مجرى الهواء على الأرض عن طريق حامل



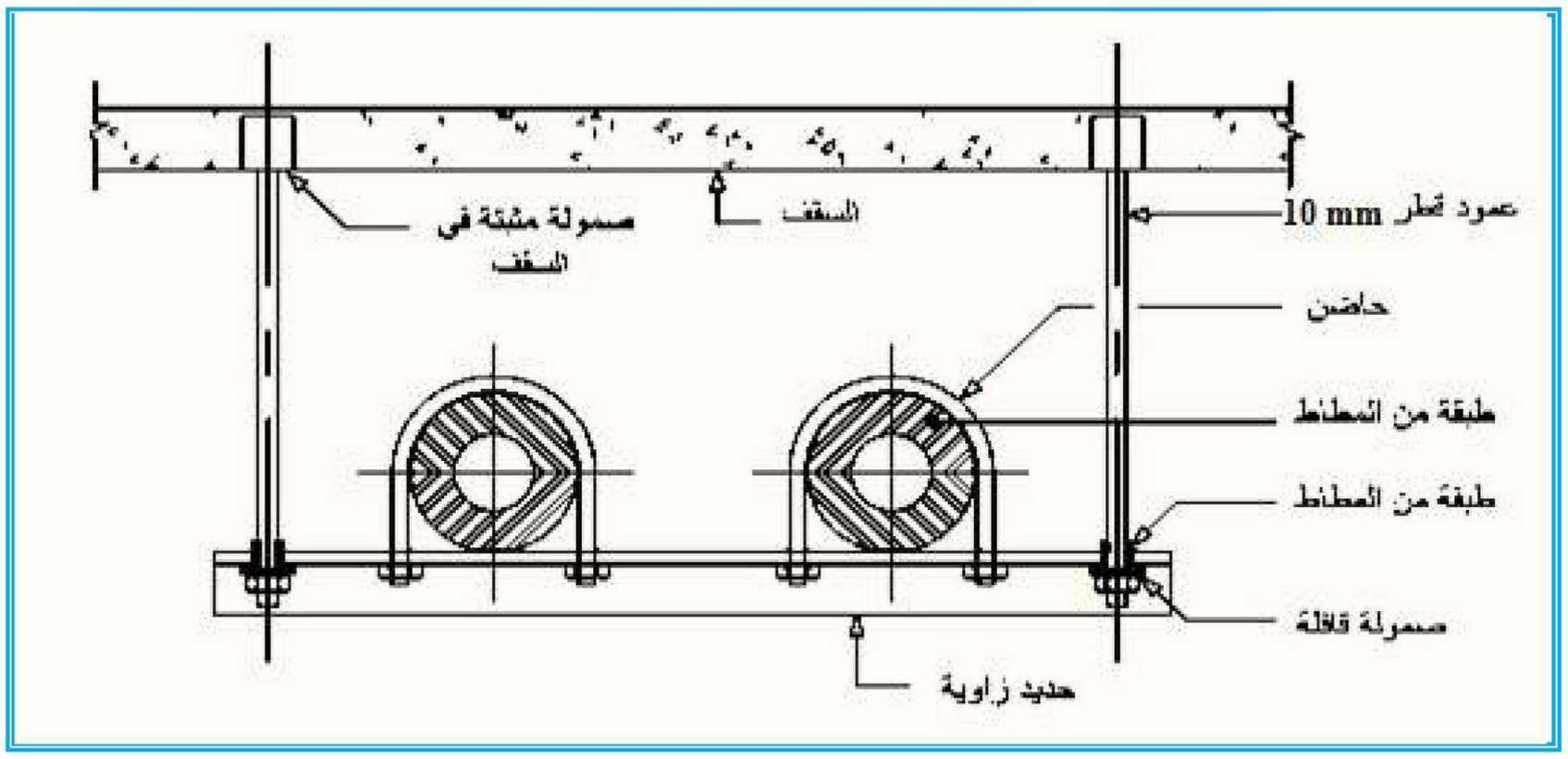
شكل 2-32 مرور مجرى الهواء الرئيس في سقف البناية (**للاطلاع**)



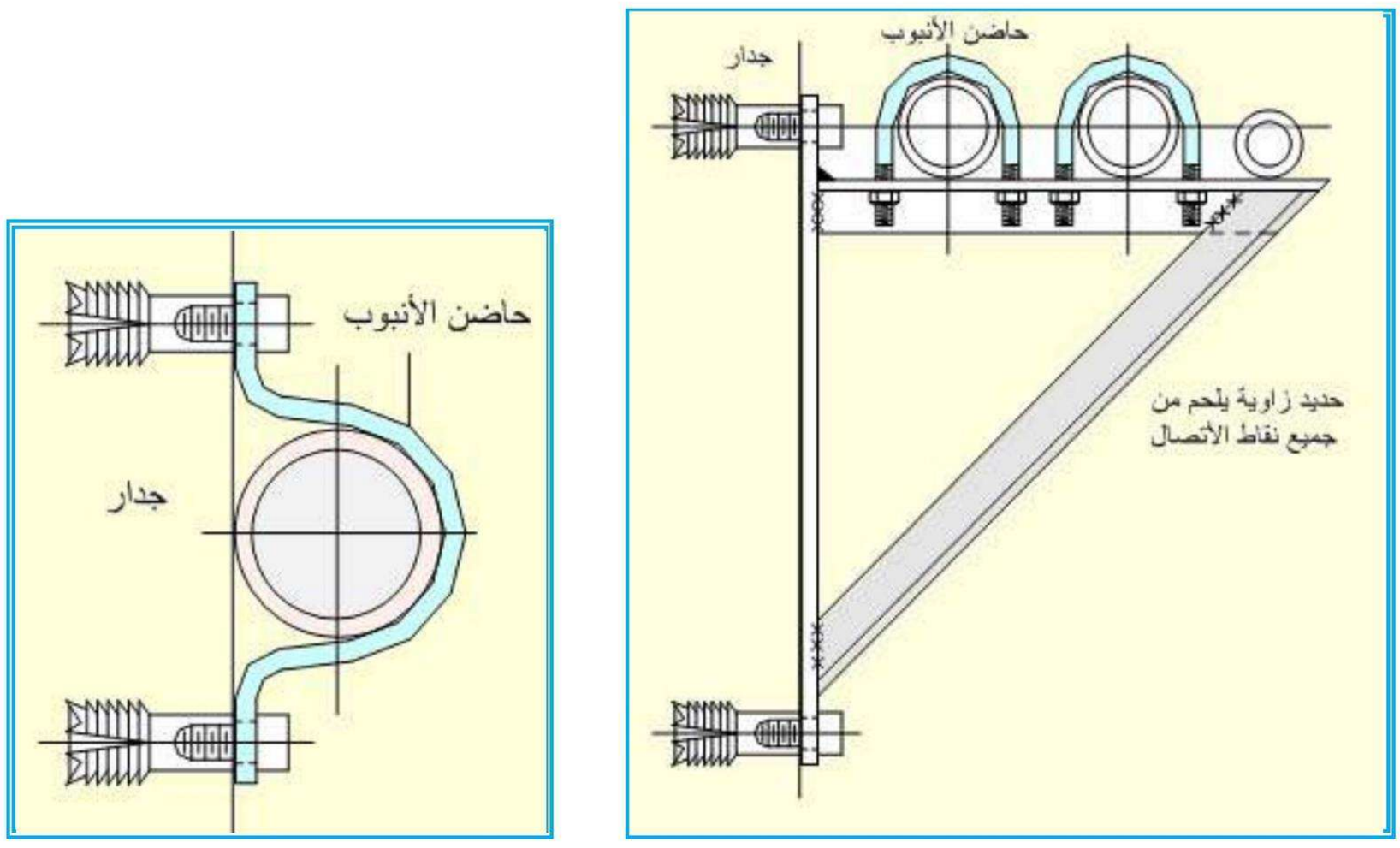
شكل 2-33 طريقة تثبيت مجرى الهواء الصاعد (**للاطلاع**)

2-3-2 نصب الأنابيب الخدمية لوحدة التكييف

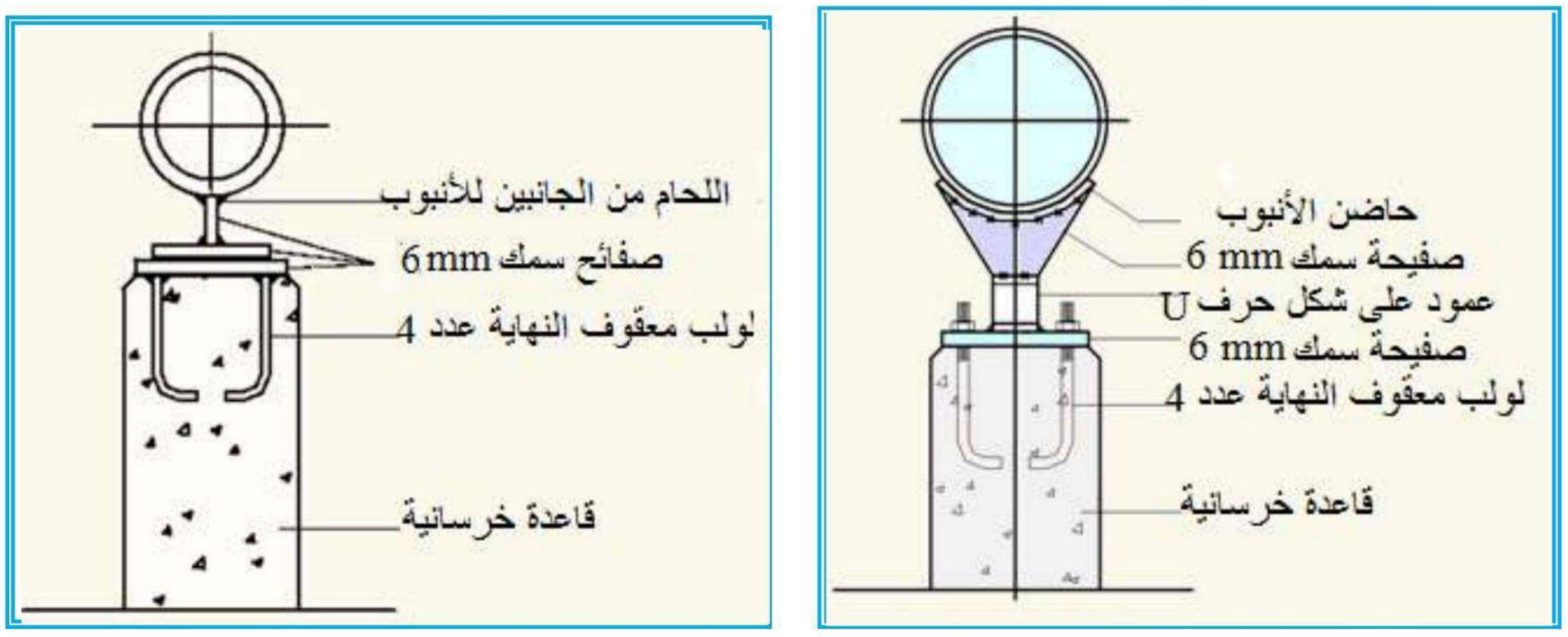
تستعمل الأنابيب في منظومات التكييف إما لنقل الماء المثلج من مثلجات الماء وإما لنقل الماء الساخن إذا كان نظام التدفئة يعمل بالماء الساخن، وكذلك تستعمل لنقل الماء المستعمل لتبريد المكثف من المكثف إلى برج التبريد، وهنالك عدة طرائق لتثبيت الأنابيب اعتماداً على كيفية مرورها، ويبيّن الشكل (2-34) طريقة تثبيت أنبوب أو عدد من الأنابيب في سقف البناية، وعند مرور الأنابيب بمحاذاة الجدار يتم عمل حامل خاص لها لاحظ الشكل (2-35) والذي يوضّح طريقتين مختلفتين للتثبيت. وهنالك عدة طرائق لتثبيت الأنابيب على الأرض، كما مبيّن في الشكل (2-36).



شكل 2-34 طريقة تثبيت الأنابيب في سقف البناية



شكل 2-35 طريقتين لتثبيت الأنابيب بمحاذاة الجدار



شكل 2-36 طريقتين لتثبيت الأنبوب على الأرض

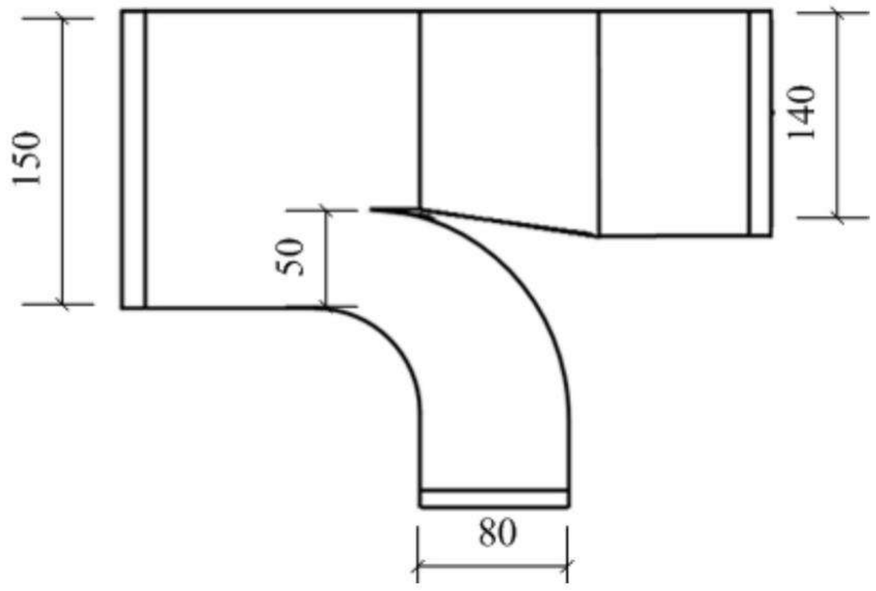
تمارين الفصل الثاني

1- ارسم انحناء مقوس بزاوية 90^o لمجرى هواء **مربع** المقطع عرضه 50 cm

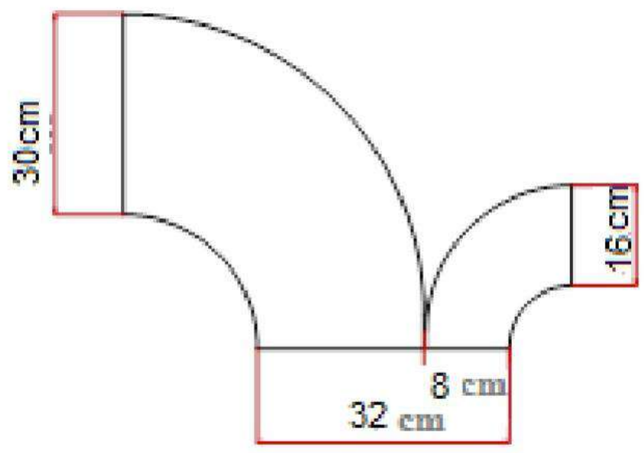
2- ارسم انحناء بزاوية 90^o متكون من ثلاثة قطع لمجرى هواء دائري المقطع قطره 30 cm

3- ارسم انحناء مجرى هواء ذو مقطع مستطيل عرضه40 cm يميل بزاوية 60 درجة عن الأفق

4- ارسم وبمقياس رسم مناسب مأخذ الهواء القياسي المبين في الشكل أدناه:



5- ارسم التفرع المبين في الشكل أدناه:



6- مجرى هواء مستطيل أبعاده 150 cmعرضاً و 100 cm ارتفاعاً، ارسم طريقة تثبيت هذا المجرى،

أ- في السقف ب- بمحاذاة الجدار ج- على الأرض

7- ارسم انحناء لمجرى هواء دائري 1m×1m يخترق السقف إلى داخل البناية، ارسم تفصيلات تثبيت مجرى الهواء أعلاه.

8- ارسم طريقة تثبيت أنبوب خدمة لوحدة تكييف قطره 25 cm، إذا كان:

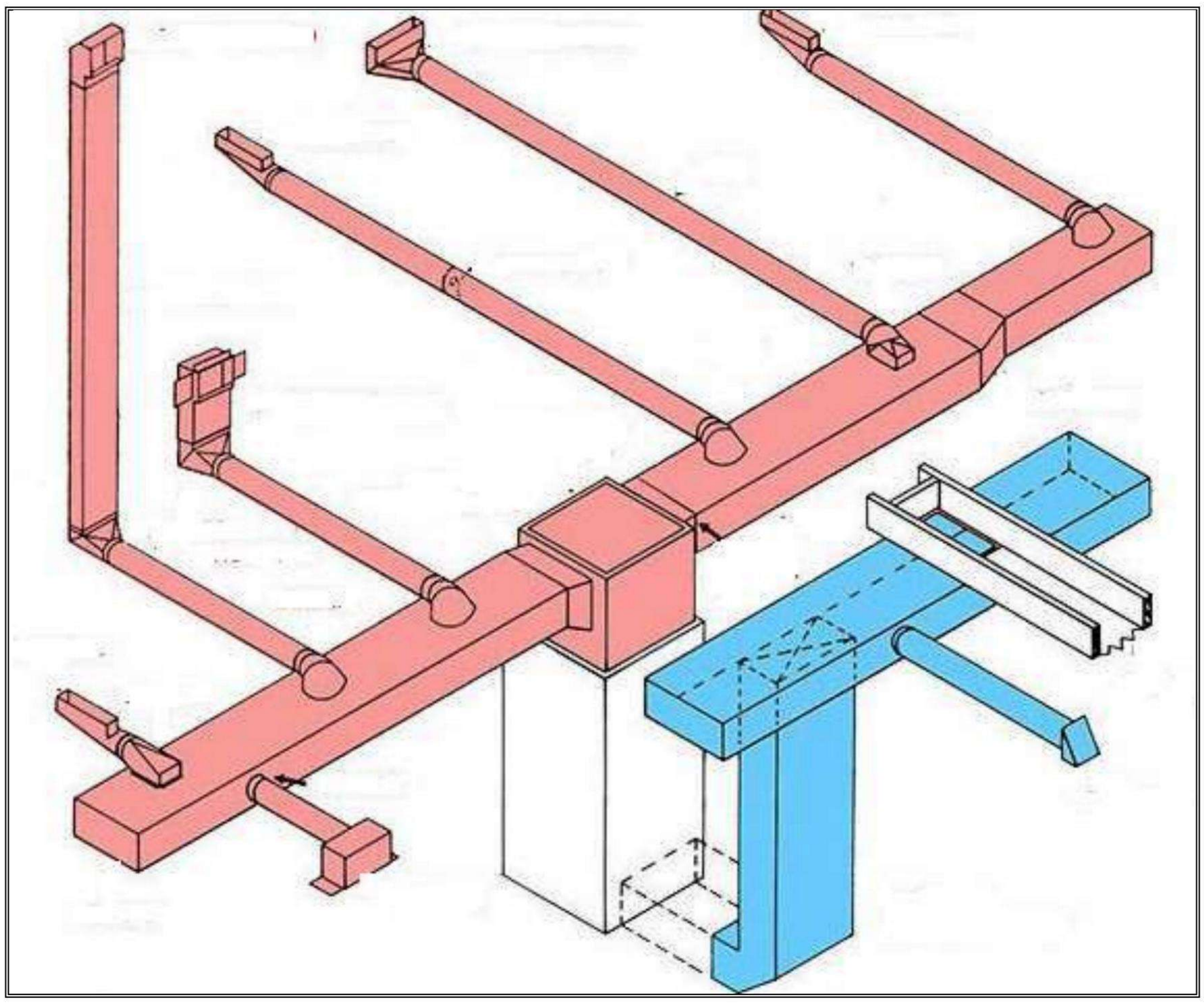
أ- معلقاً في السقف ب- بمحاذاة الجدار ج- على الأرض

9- ارسم بمقياس رسم 100:1 مخططاً أفقياً لبناية بأبعاد 15 m × 9 m موزعاً عليها ناشرات هواء سقفية دائرية عدد 9 بقطر 582 mm وبشكل منتظم، علماً أن سمك الجدار يساوي (24 cm).

الفصل الثالث

تسقيط مجاري الهواء

Ducting Layout



تسقيط مجاري الهواء Ducting Layout

1-3 شبكات مجاري الهواء Ducting Network

بعد أن تم التعريف بكيفية رسم عناصر شبكات مجاري الهواء وملحقاتها، سيتم في هذا الفصل كيفية إسقاط مجاري الهواء في البناية، ولتسهيل الرسم سيدرج الجدول (3-1) الذي يوضّح رموز مجاري الهواء التي يتم تداولها. إذ يرسم المسقط الأفقي لمجرى الهواء عادة، ليبيّن بواسطته أبعاد مجرى الهواء، إذ يرمز لارتفاع مجرى الهواء بالحرف H، وعادة لا يبيّن هذا البعد في المسقط الأفقي، ويرمز لعرض مجرى الهواء بالحرف W الذي يبيّن بالرسم، أي إن المسقط الأفقي لشبكة مجاري الهواء تعتمد على طول المجرى وعرضه، ويرسم المصمم شبكة مجاري الهواء بخط مفرد، ويقوم الرسام بإعادة رسمها بخطين، وسيتم التناول أولاً إلى رسم بمجرى هواء بخط واحد.

ويبيّن الشكل (3-1) مخططاً لبناية، وضع المصمم عليه مسار مجاري الهواء وأبعاد مقاطع المجرى، ويوضّح الشكل ناشرات الهواء السقفية، وتحدد أطوال مجاري الهواء اعتماداً على أبعاد البناية.

المطلوب من هذا المثال هو رسم مجرى الهواء بخطين، وسيتم رسم مجاري الهواء بخطين لثلاثة أنواع من مجاري الهواء، هي مجرى الهواء ذو المقطع المستطيل الذي يحتوي على مأخذ هواء مثالي، ومجرى هواء دائري، ومجرى هواء مستطيل المقطع يحتوي على مأخذ هواء اعتيادي.

ويختلف مأخذ الهواء المثالي الذي تم التطرق إليه في الفصل الثاني عن مأخذ الهواء الاعتيادي بأن الثاني أكثر سهولة في التصنيع، وبرغم أن كفاءتهما في توزيع الهواء متقاربة، إلا أنه في العراق يفضل استعمال مأخذ الهواء المثالي.

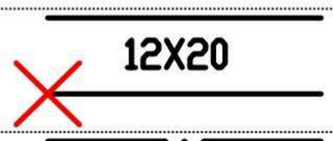
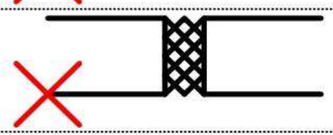
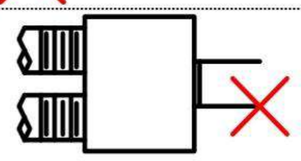
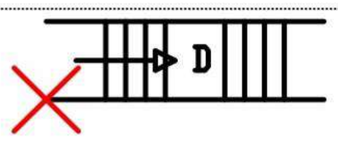
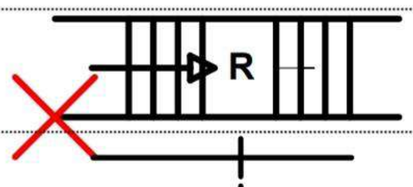
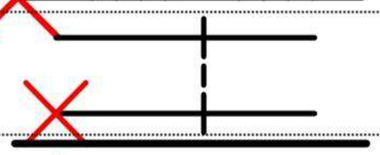
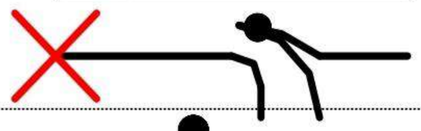
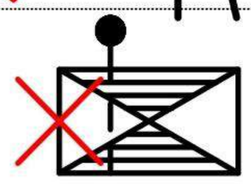
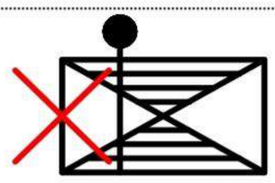
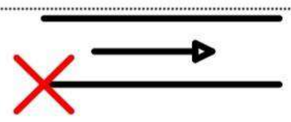
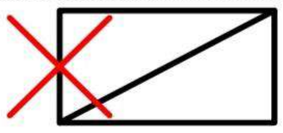
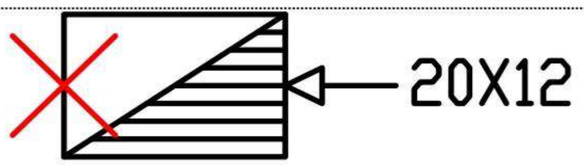
2-3 تسقيط مجاري الهواء Ducting Layout

من الشكلين (3-1) و (3-2) بالإمكان ملاحظة الآتي:

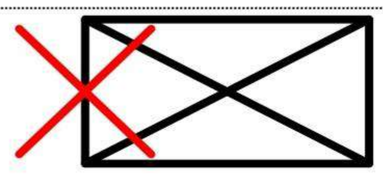
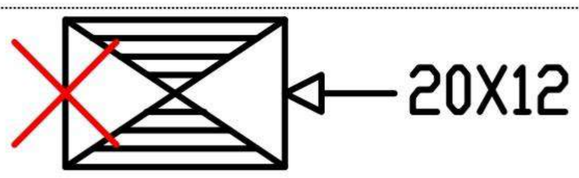
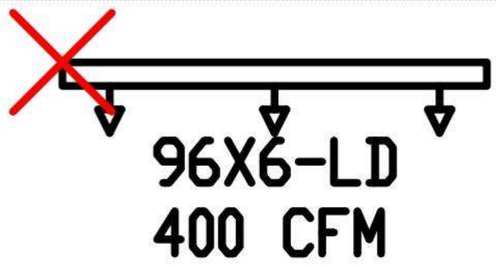
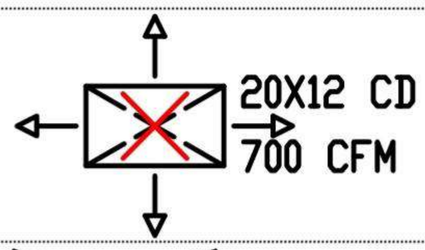
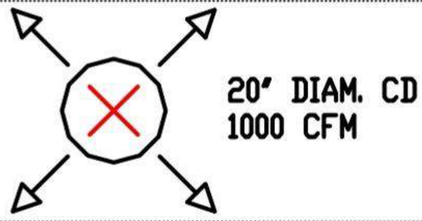
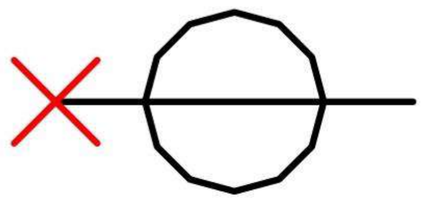
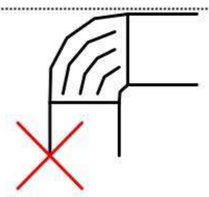
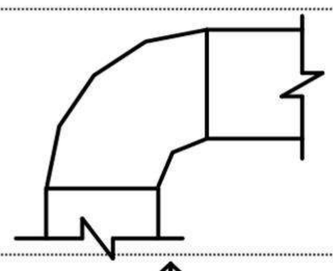
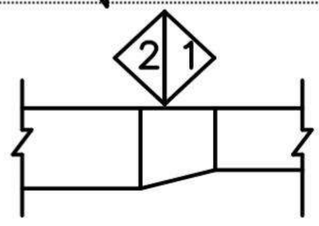
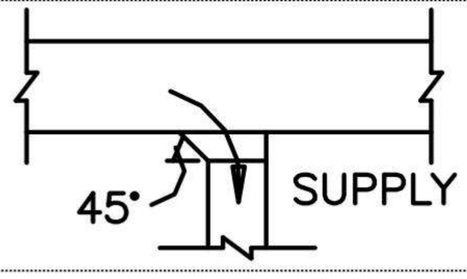
- يكون توزيع الأبعاد بحيث أن الرقم الأول من اليسار يمثل عرض مجرى الهواء، والرقم الثاني يمثل ارتفاع مجرى الهواء، أي عندما يكتب البعد 500×700، فهذا يعني أن عرض مجرى الهواء هو 700 mm وارتفاعه 500 mm.
- ويلاحظ في الرسم الرمز t الذي يمثل عرض عنق مأخذ الهواء.
- أبعاد مجاري الهواء بوحدات المليمتر، في حين أبعاد البناية بوحدات السنتيمتر.
- المستطيلات باللون الأزرق تمثل مناطق سحب الهواء.

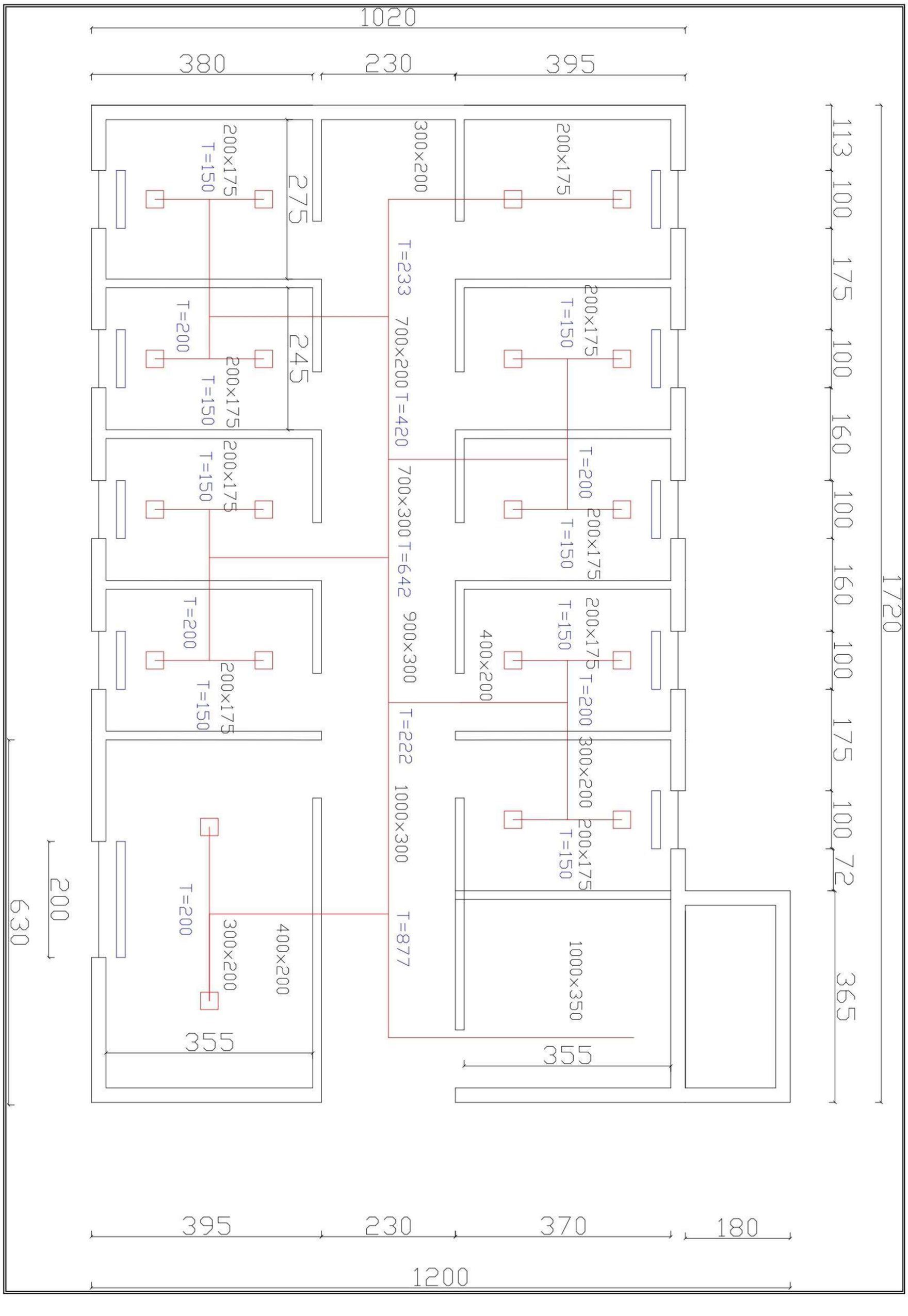
ويبين الشكل (3-2) طريقة رسم مجرى هواء بخطين باستعمال مأخذ هواء مثالي لجزء من بناية، ولكي يكتمل الرسم يجب وضع جميع التفصيلات المطلوبة في لوحة الرسم، في حين يبيّن الشكل (3-3) أنواع التفصيلات الواجب إضافتها إلى الرسم. أما الشكل (3-4) فهو مسقط لشبكة الهواء المبيّنة في الشكل (3-1) بخطين لمجرى هواء دائري المقطع، في حين أن الشكل (3-5) يبين تفصيلات نصب شبكة الهواء. الشكل (3-6) يوضّح طريقة رسم مجرى هواء بخطين باستعمال مأخذ هواء اعتيادي، في حين أن الشكل (3-7) يبين تفصيلات نصب الشبكة.

جدول 3-1 رموز وصلات مجاري الهواء

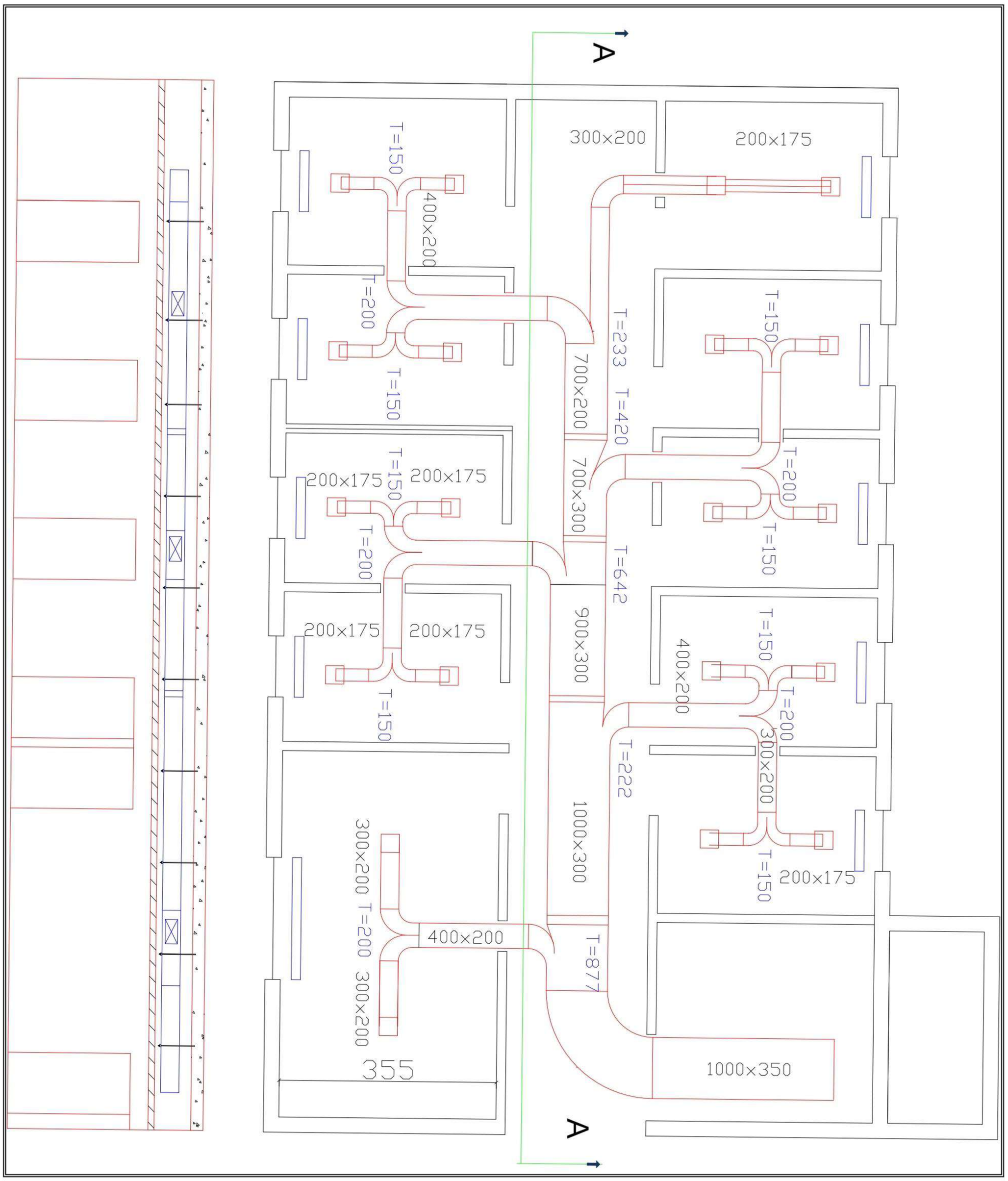
الاسم	شكل الوصلة
مجرى هواء	
وصلة مرنة	
صندوق خلط	
هبوط مجرى الهواء	
صعود مجرى الهواء	
مخمد مانع لانتقال النار	
محول لاتجاه الهواء	
محول سفلي لاتجاه الهواء	
محول علوي لاتجاه الهواء	
اتجاه الجريان	
مجرى هواء راجع	
مقطع مجرى الهواء الراجع	

ملحق جدول 3-1 رموز وصلات مجاري الهواء

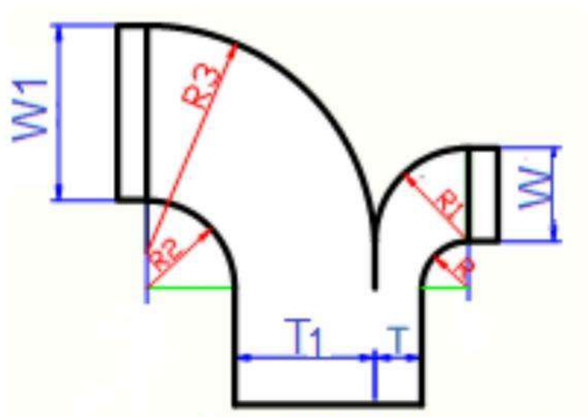
الاسم	شكل الوصلة
مجرى تجهيز الهواء	
مقطع مجرى تجهيز الهواء	
مجرى هواء مرن	
مأخذ هواء	
ناشر هواء شريطي	
ناشر هواء مربع سقفي	
ناشر هواء دائري سقفي	
مجرى هواء دائري	
انحناء مزعنف	
انحناء اعتيادي	
توسع في مجرى الهواء	
مأخذ هواء عمودي	



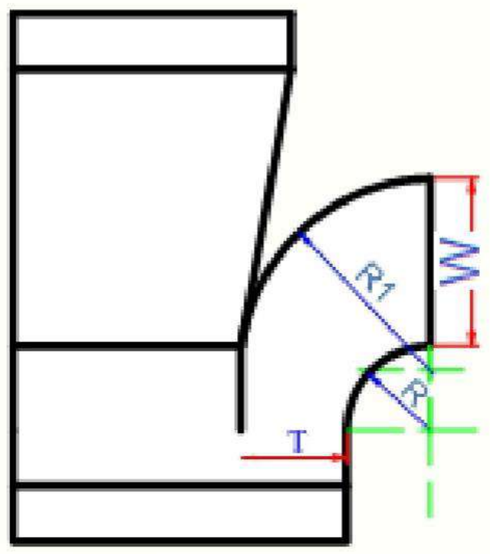
شكل 3-1 المسقط الأفقي لمجرى هواء ضمن بناية بسيطة



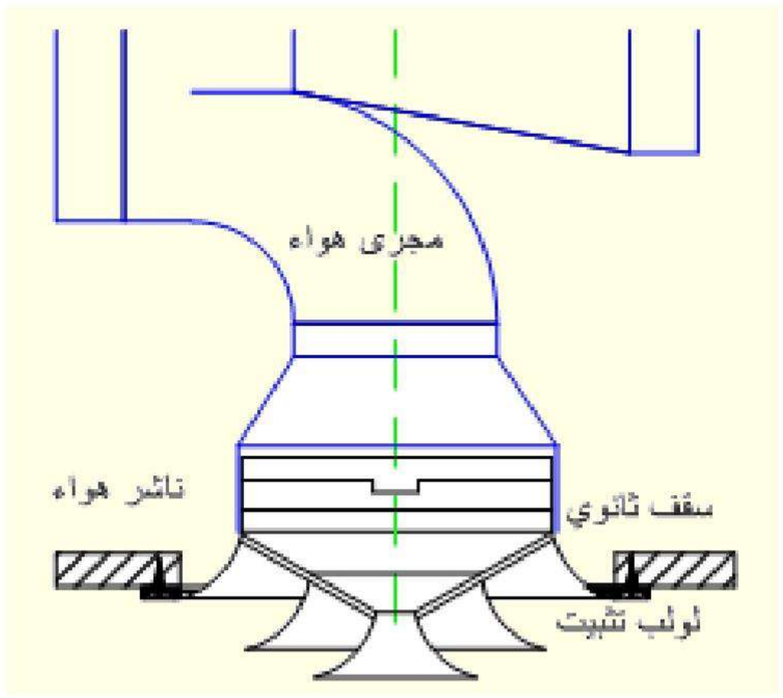
شكل 3-2 المسقط الأفقي مع مقطع أمامي لمجرى هواء بخطين مع مأخذ هواء مثالي ضمن بناية بسيطة



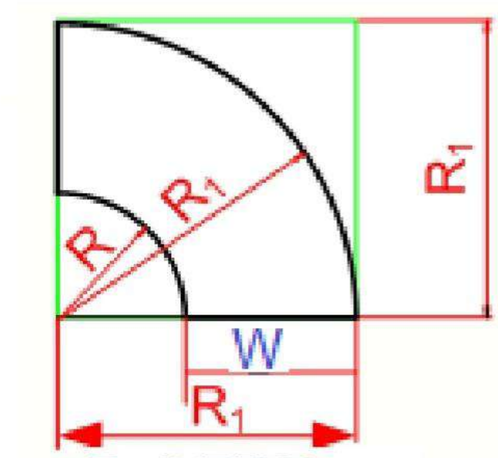
تفصيل 1 مأخذ الهواء



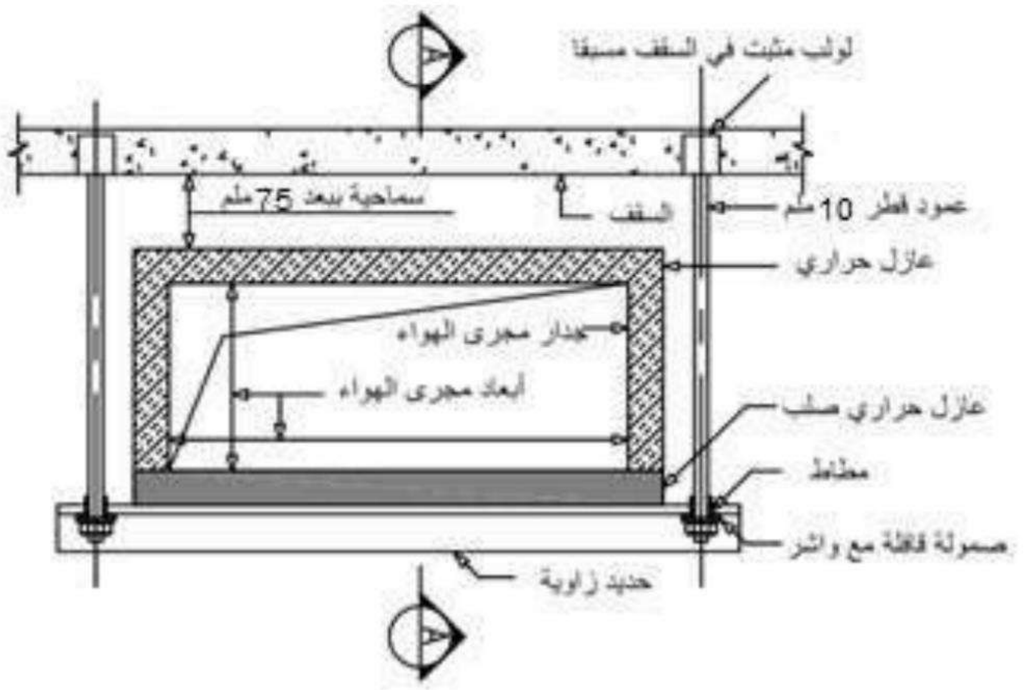
تفصيل 2 تفرع مجرى الهواء



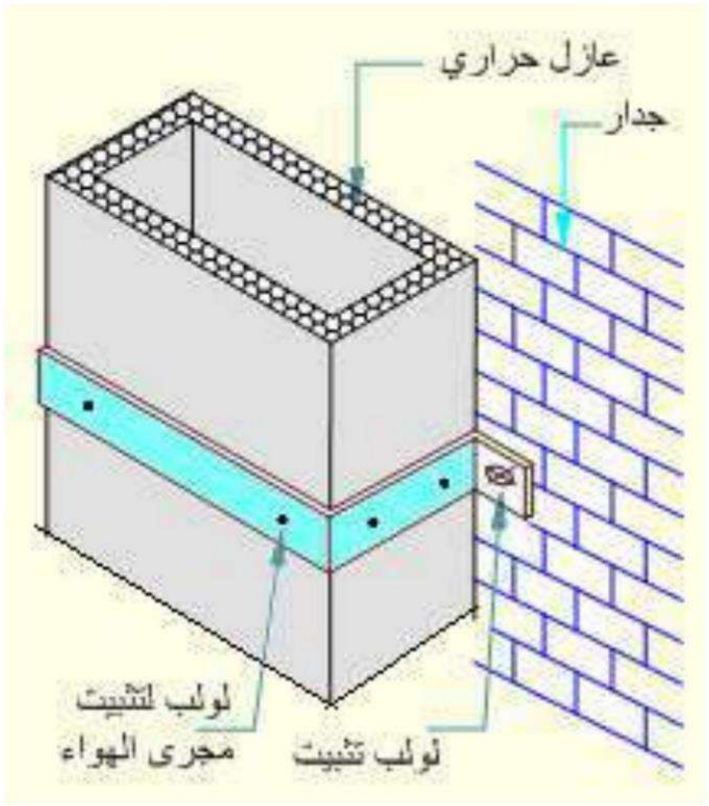
تفصيل 3 انحناء مجرى الهواء



تفصيل 4 تثبيت ناشر الهواء السقفي

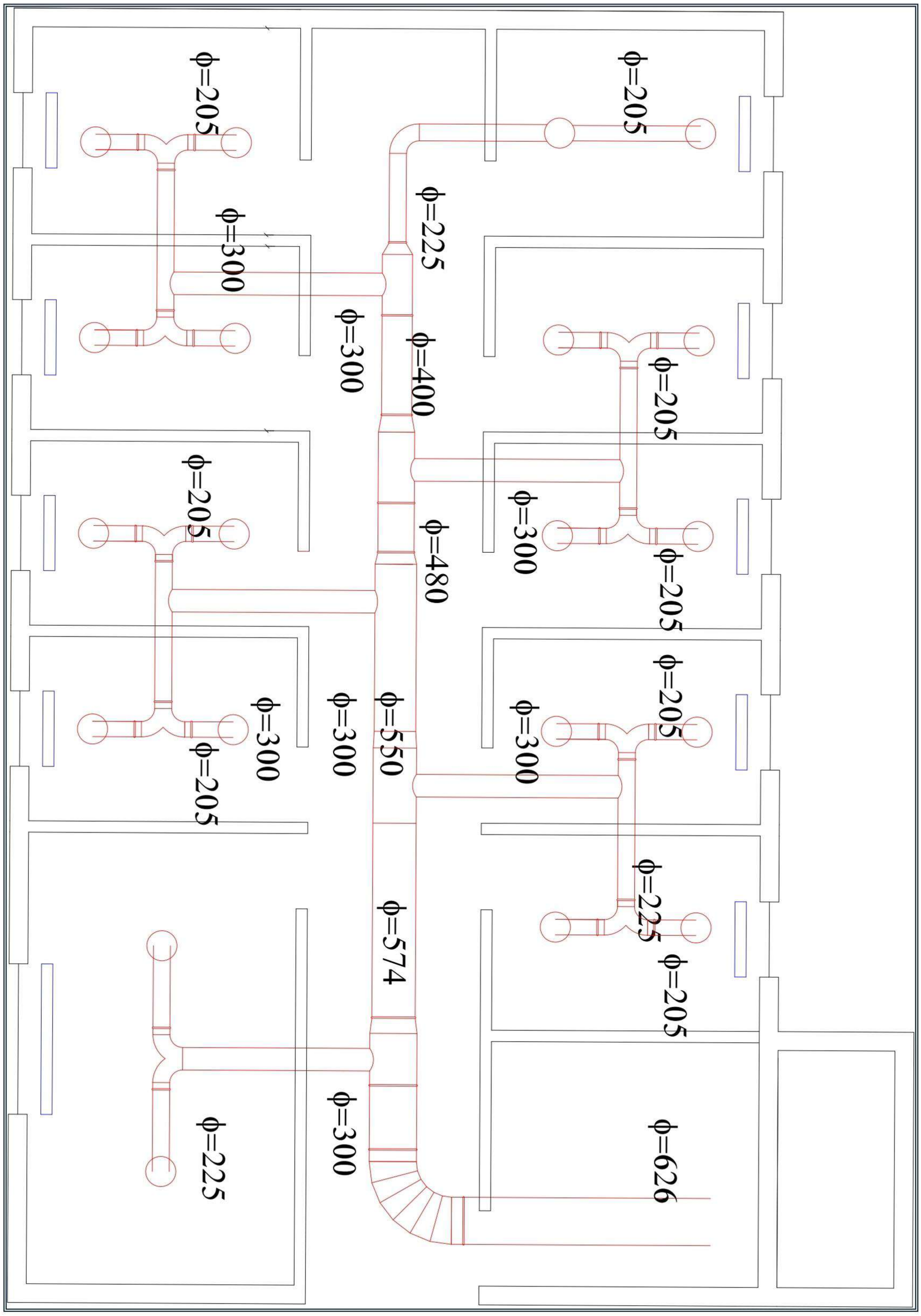


تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف



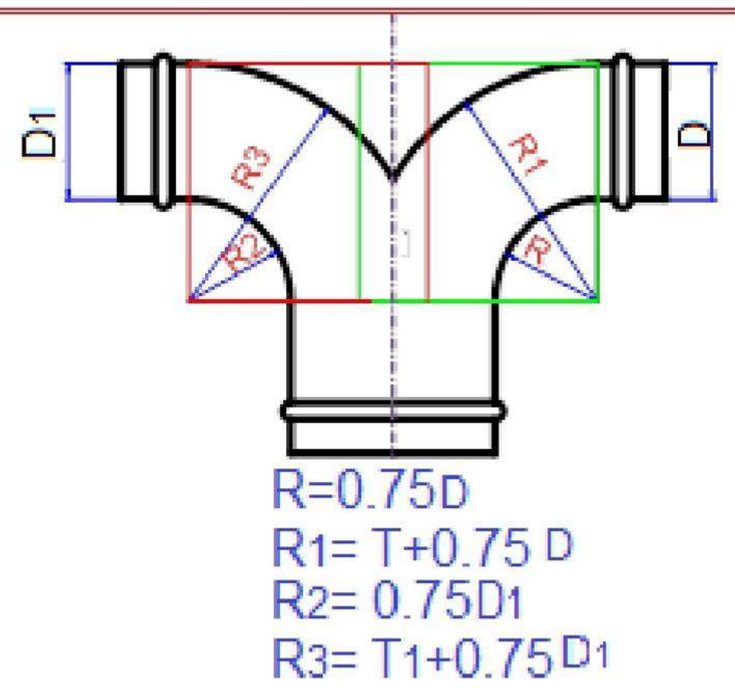
تفصيل 6 تثبيت مجرى الهواء في الجدار

شكل 3-3 تفصيلات نصب شبكة مجاري الهواء التابع للشكل (3-2)

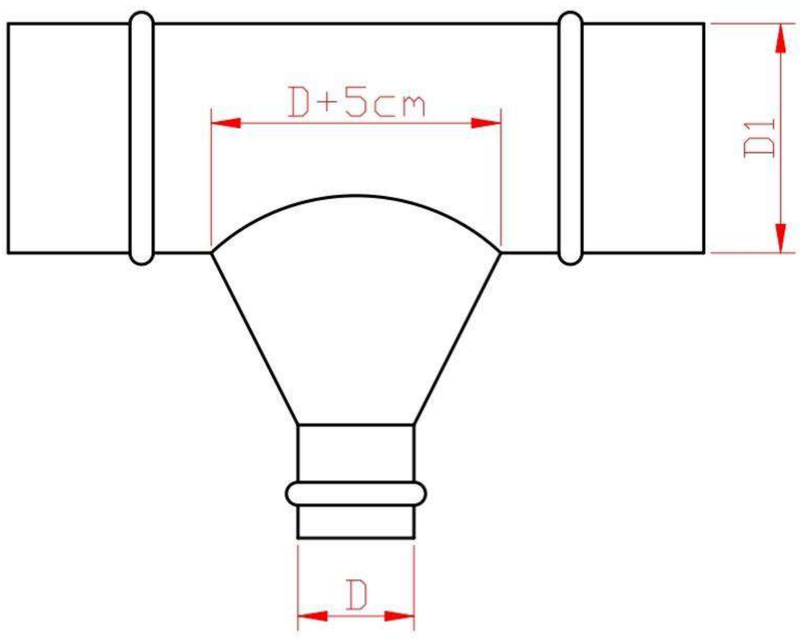


شكل 3-4 مسقط لشبكة مجرى هواء دائري المقطع

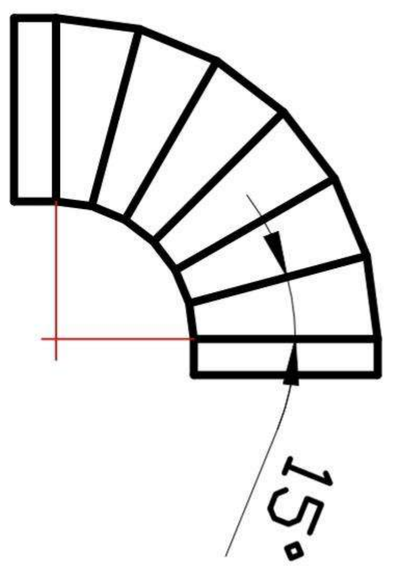
ملاحظة: المقصود بـ (ø) هو قطر مجرى الهواء (D)



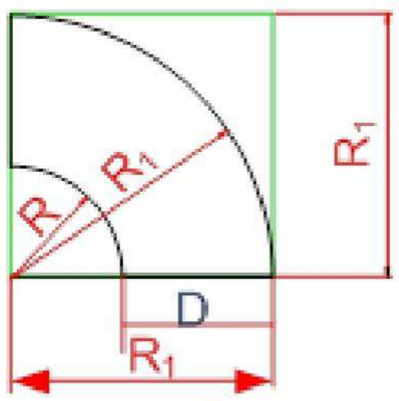
تفصيل 1 تفرع مجرى الهواء



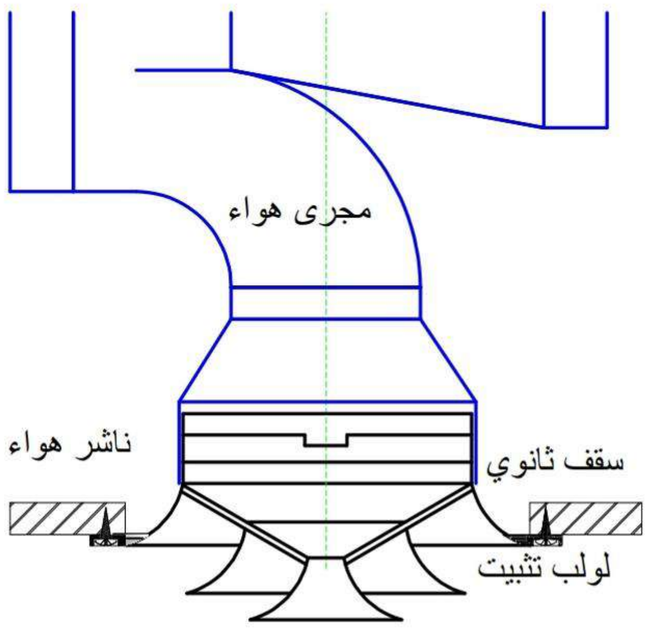
تفصيل 2 مأخذ الهواء



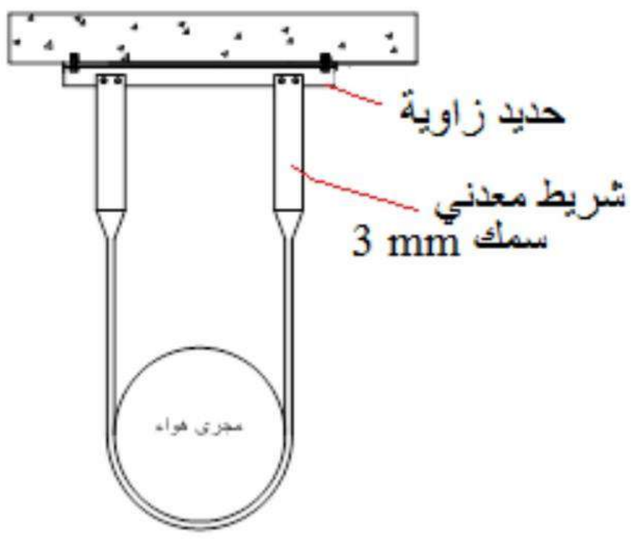
تفصيل 3 انحناء قطر كبير



تفصيل 4 انحناء قطر صغير

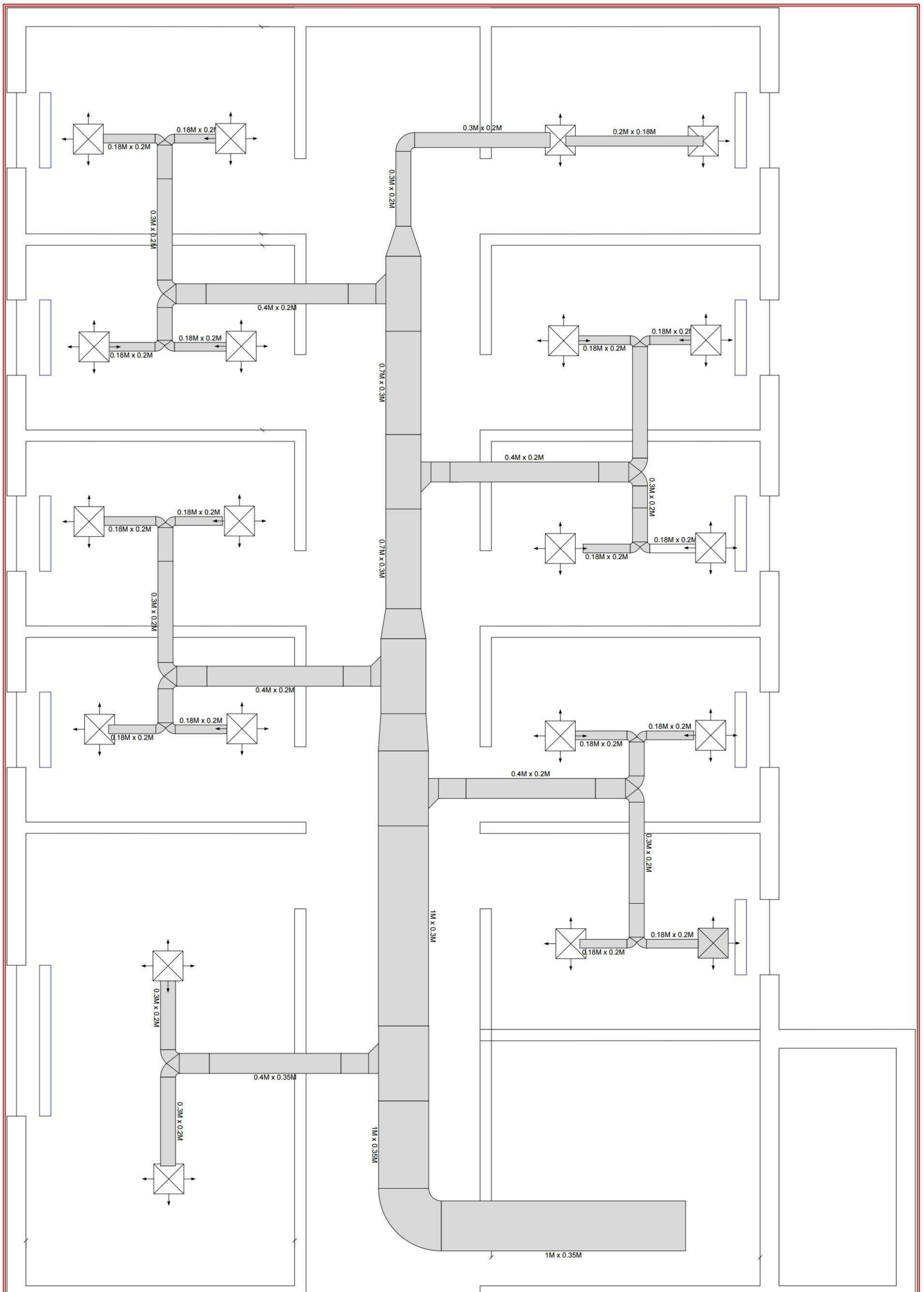


تفصيل 5 تثبيت ناشر الهواء

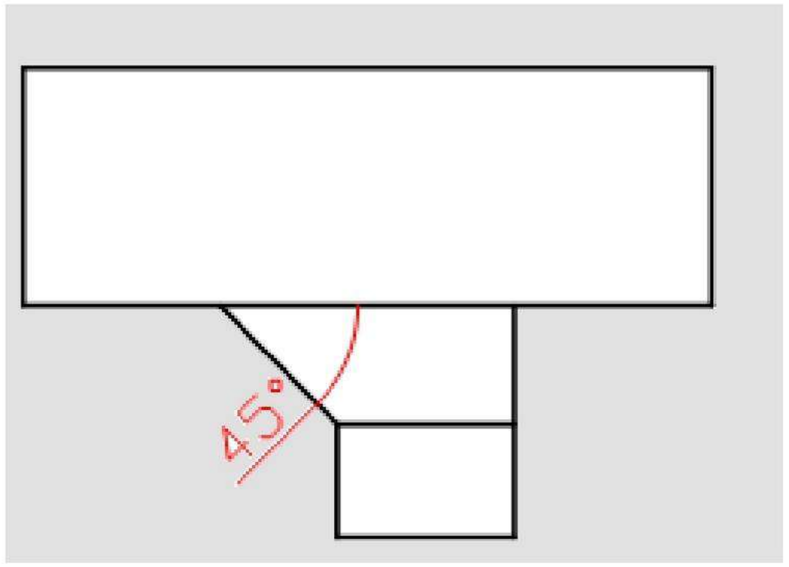


تفصيل 6 تعليق مجرى الهواء في السقف

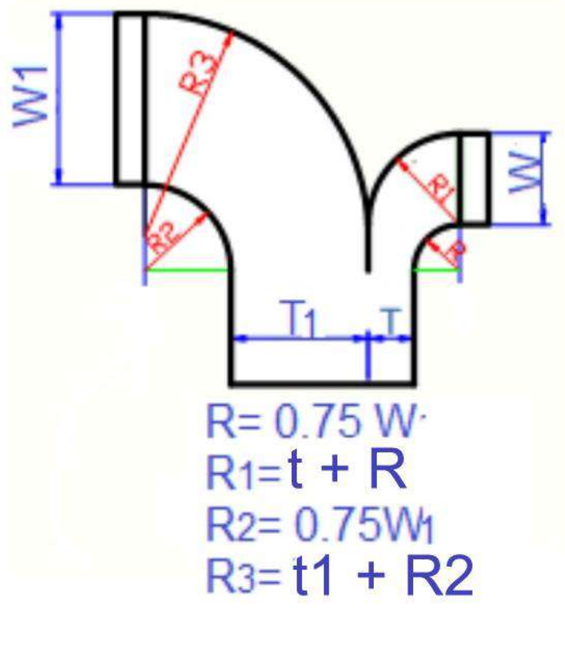
شكل 3-5 تفاصيل نصب شبكة الهواء في الشكل (3-4)



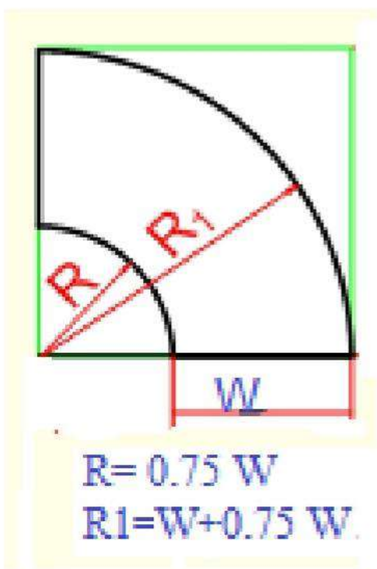
شكل3-6 مسقط لشبكة هواء مستطيل المقطع ذو مأخذ اعتيادي (عمودي)



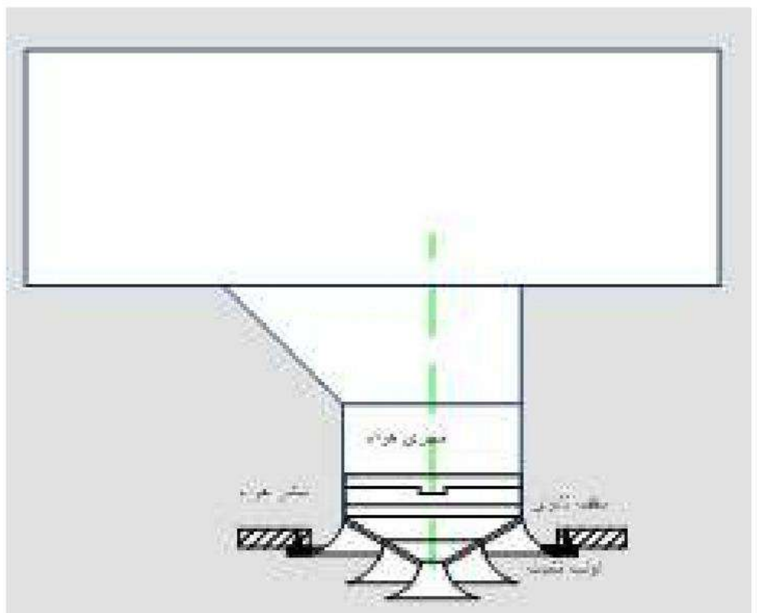
تفصيل 2 مأخذ الهواء



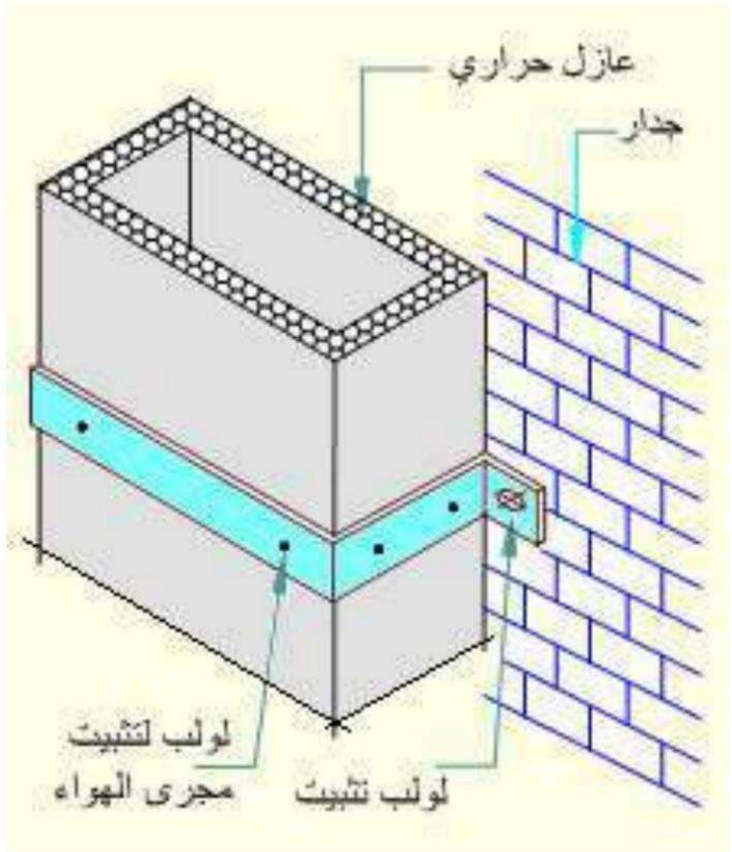
تفصيل 1 تفرع مجرى الهواء

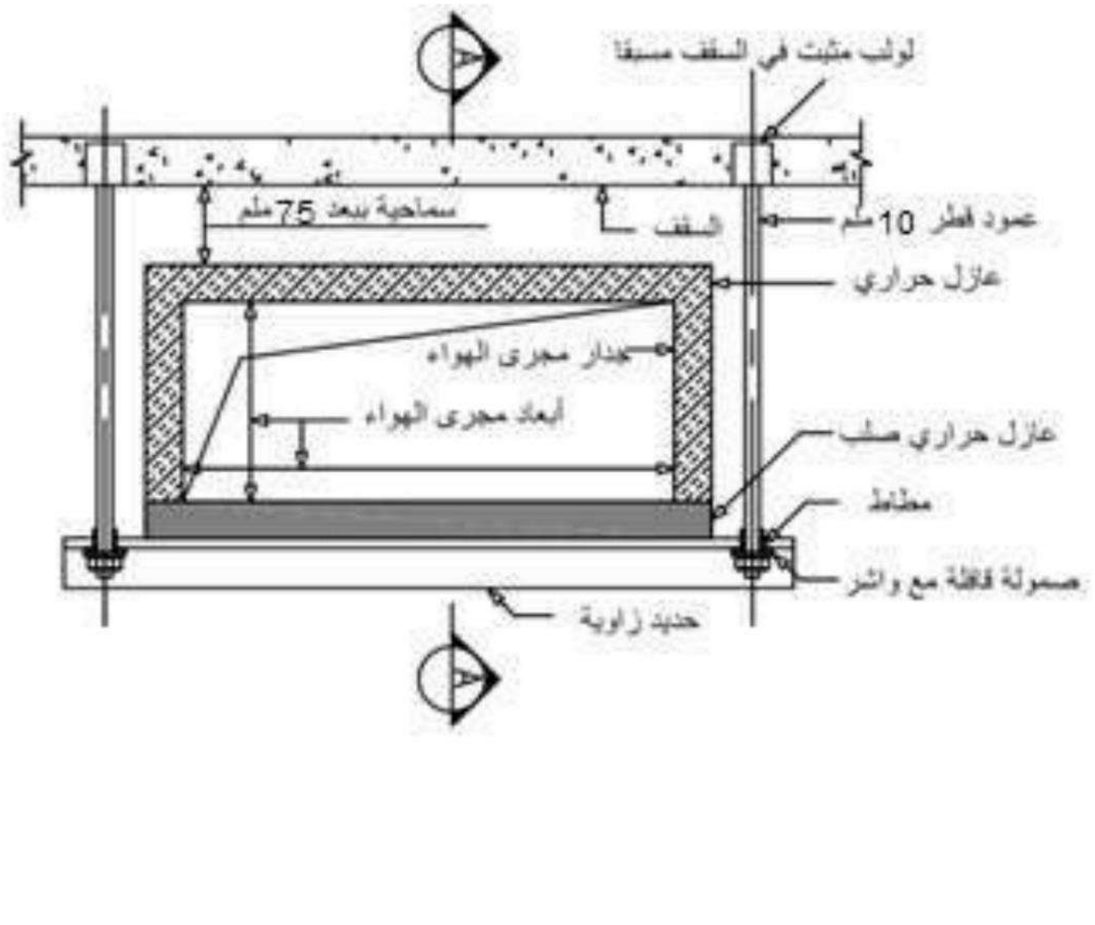


تفصيل 3 انحناء مجرى الهواء



تفصيل 4 تثبيت ناشر الهواء السقفي





تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف تفصيل 6 تثبيت مجرى الهواء في الجدار

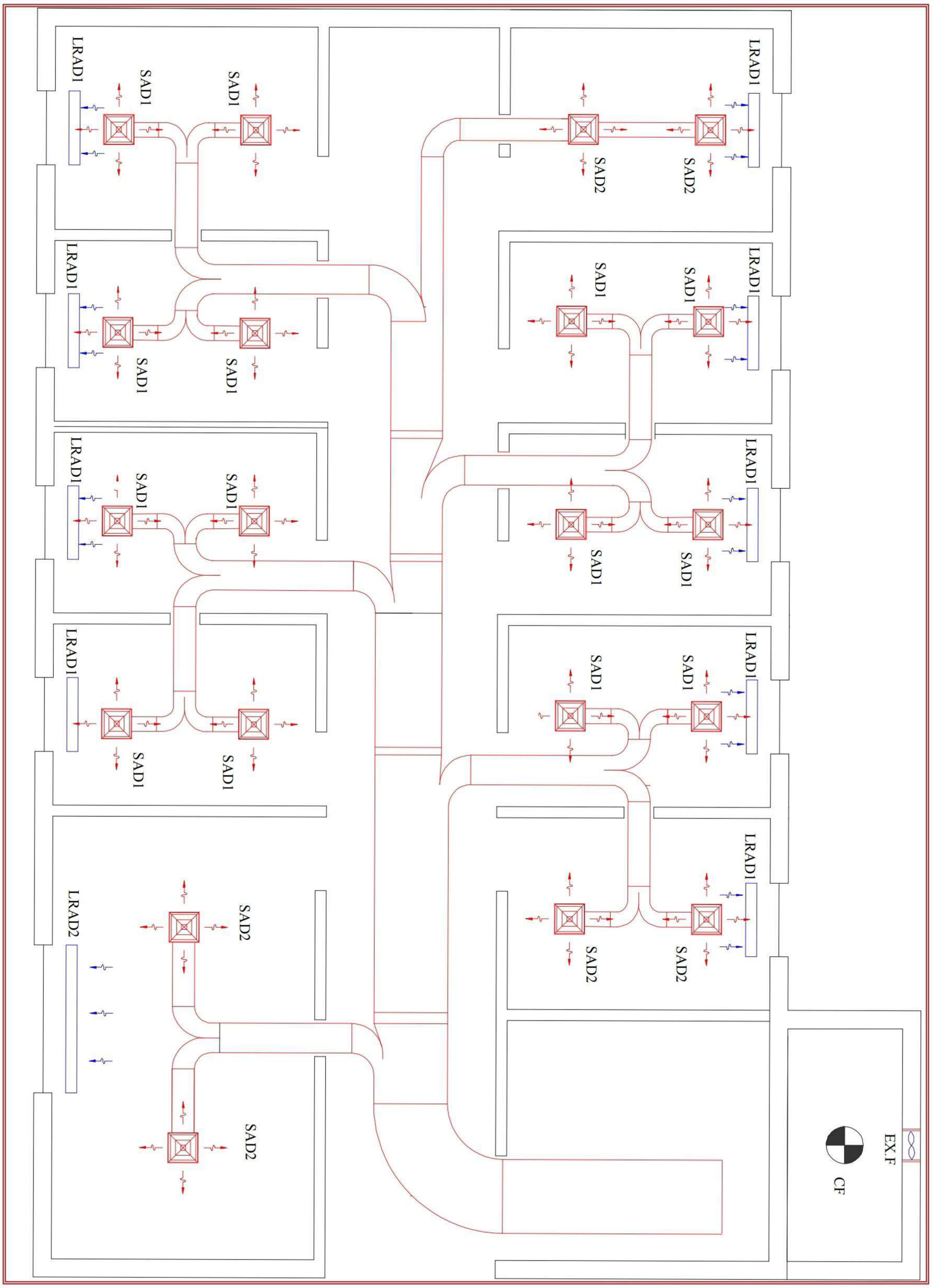
شكل 3-7 تفاصيل نصب شبكة الهواء في الشكل (3-6)

3-3 تسمية الرموز والمصطلحات Terms & Symbols Naming

لغرض الاستفادة القصوى من لوحة الرسم يتم الإشارة إلى مكونات شبكة مجاري الهواء برموز معينة متفق عليها عالمياً بدلاً من كتابة كلمات قد تكون طويلة نسبياً، ويجب الإشارة إلى الرموز والمصطلحات في جدول خاص يبيّن نوع الرمز وقياسه ونوعه وعدده، ويبيّن الجدول (3-2) الرموز المعتمدة في رسم شبكات الهواء. في حين يبيّن الشكل (3-8) مخططاً لشبكة هواء في بناية باستخدام الرموز، ويجب الإشارة إلى أن الرموز والأبعاد توضع على المخطط النهائي للوحة الرسم، ويوضّح الجدول (3-3) تفصيلات تلك الرموز.

جدول 3-2 الرموز المعتمدة في الإشارة إلى أجزاء شبكة الهواء

المصطلح	المعنى باللغة الإنكليزية	المعنى باللغة العربية
ACH	Air Cooled Chiller	مثلج ماء مبرد بالهواء
AHU	Air Handling Unit	وحدة مناولة الهواء
BR	Boiler	مرجل
CDU	Condensing Unit	وحدة تكثيف
CET	Closed Type Expansion Tank	صمام تمدد مغلق
CF	Ceiling Fan	مروحة سقفيه
CH	Chiller	مثلج ماء
DG	Door Grill	شباك يثبت في الباب
EAD	Exhaust Air Diffuser	ناشر سحب الهواء
EAG	Exhaust Air Grill	شباك سحب الهواء
EF	Exhaust Fan	مروحة سحب الهواء
FCU	Fan Coil Unit	وحدة مروحة وملف
HV	Heating and Ventilating Unit	وحدة تدفئة وتهوية
HWB	Hot Water Boiler	مرجل ماء ساخن
LCD	Linear Air Diffuser	ناشر هواء شريطي
MB	Mixing Box	صندوق خلط
P	Pump	مضخة
RF	Return Fan	مروحة الهواء الراجع
SAD	Supply Air Diffuser	ناشر تزويد الهواء
SAG	Supply Air Grill	شباك تزويد الهواء
UC	Unit Cooler	وحدة تبريد
UH	Unit Heater	وحدة تدفئة
VCD	Volume Control Damper	مخمد للسيطرة على حجم الهواء
WCH	Water Cooled Chiller	مثلج ماء مبرد بالماء



شكل 3-8 مخطط شبكة هواء يبين كيفية وضع الرموز والمصطلحات على مكونات الشبكة

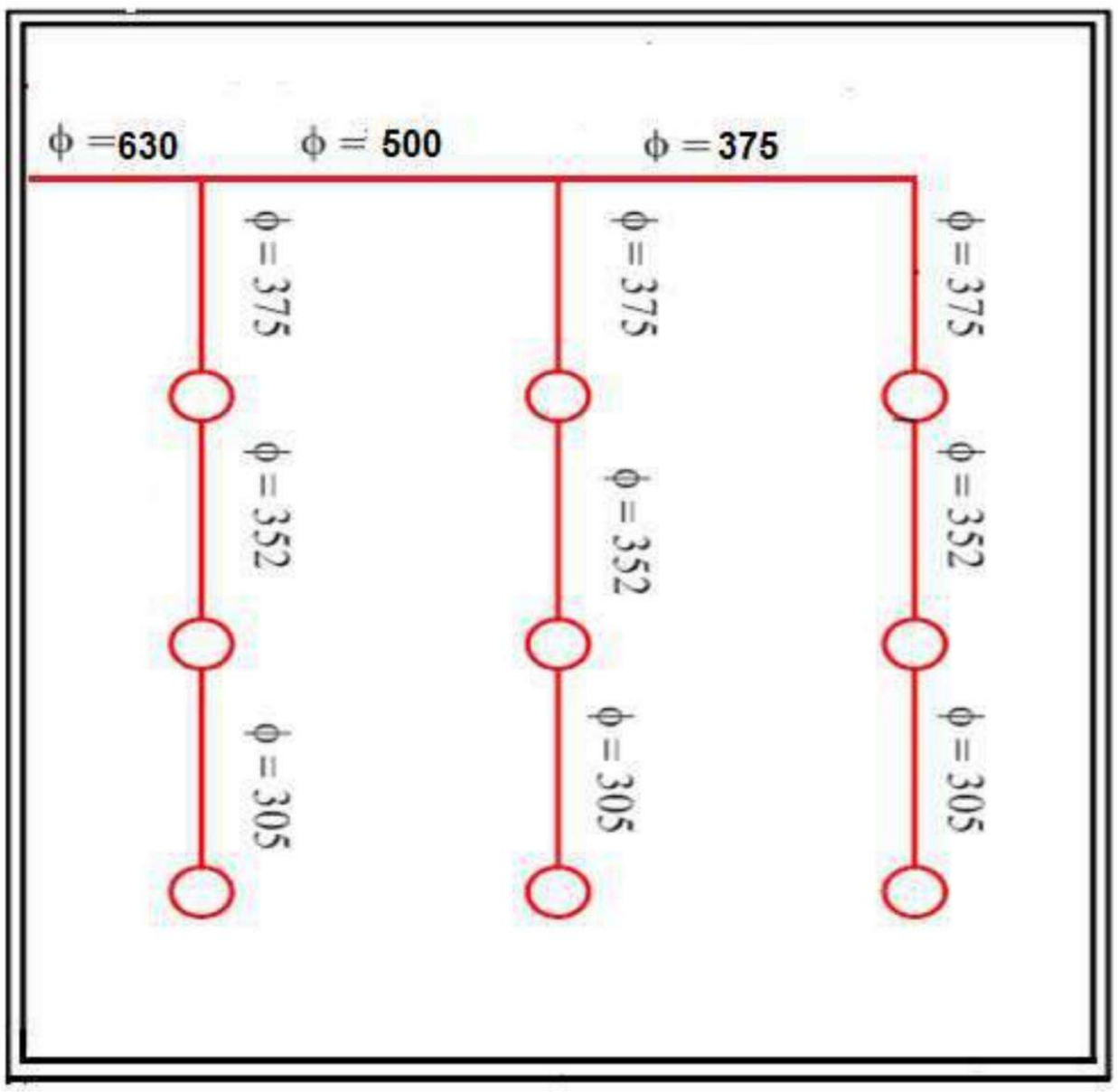
جدول 3-3 تفصيلات مكونات شبكة الهواء المبينة في الشكل (3-8) (للاطلاع)

Symbol الرمز	Description التفصيل	Dimension الأبعاد	.No العدد
SAD1	Supply Air Diffuser 1	(230mm ×230mm) (9×9)"	14
SAD2	Supply Air Diffuser 2	(300mm×300mm) (12×12)"	6
LRAD1	Linear Return Air Diffuser1	(110mm×1000mm) (5×3.4)"	9
LRAD2	Linear Return Air Diffuser2	(125mm×2000mm) (5×6)"	1
EF	Exhaust Fan	(300mm) (12)"	1
CF	Ceiling Fan	(1250mm) (50)"	1

تمارين الفصل الثالث

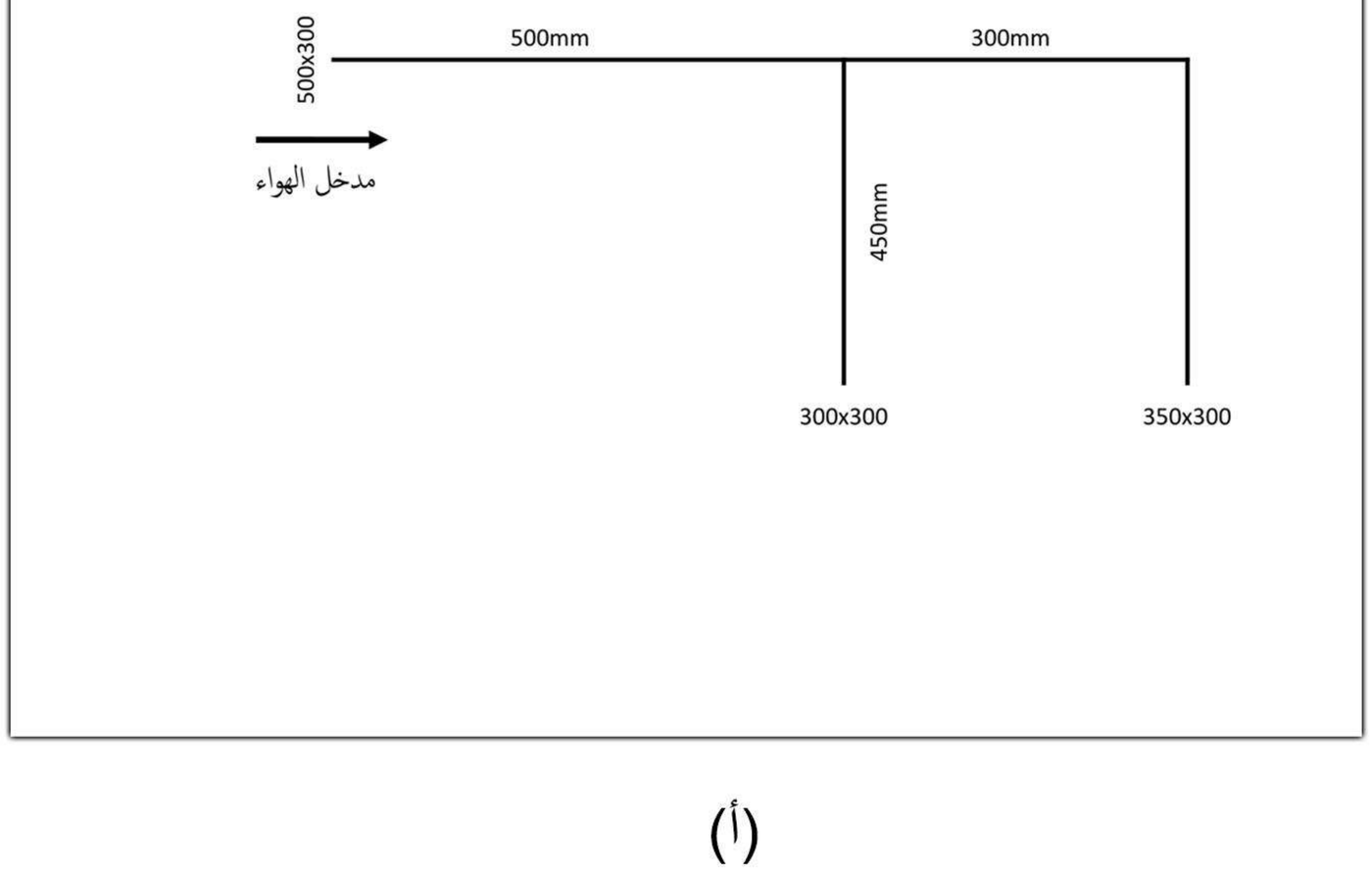
التمرين الأول

ارسم بمقياس رسم 100:1 شبكة مجاري الهواء الدائرية المبينة أدناه مع رسم تفصيلات التفرع والانحناء وربط ناشر الهواء بمجرى الهواء وطريقة تعليق مجرى الهواء في السقف، المسافة الأفقية بين التفرعات 6 m والمسافة بين ناشرات الهواء 5 m

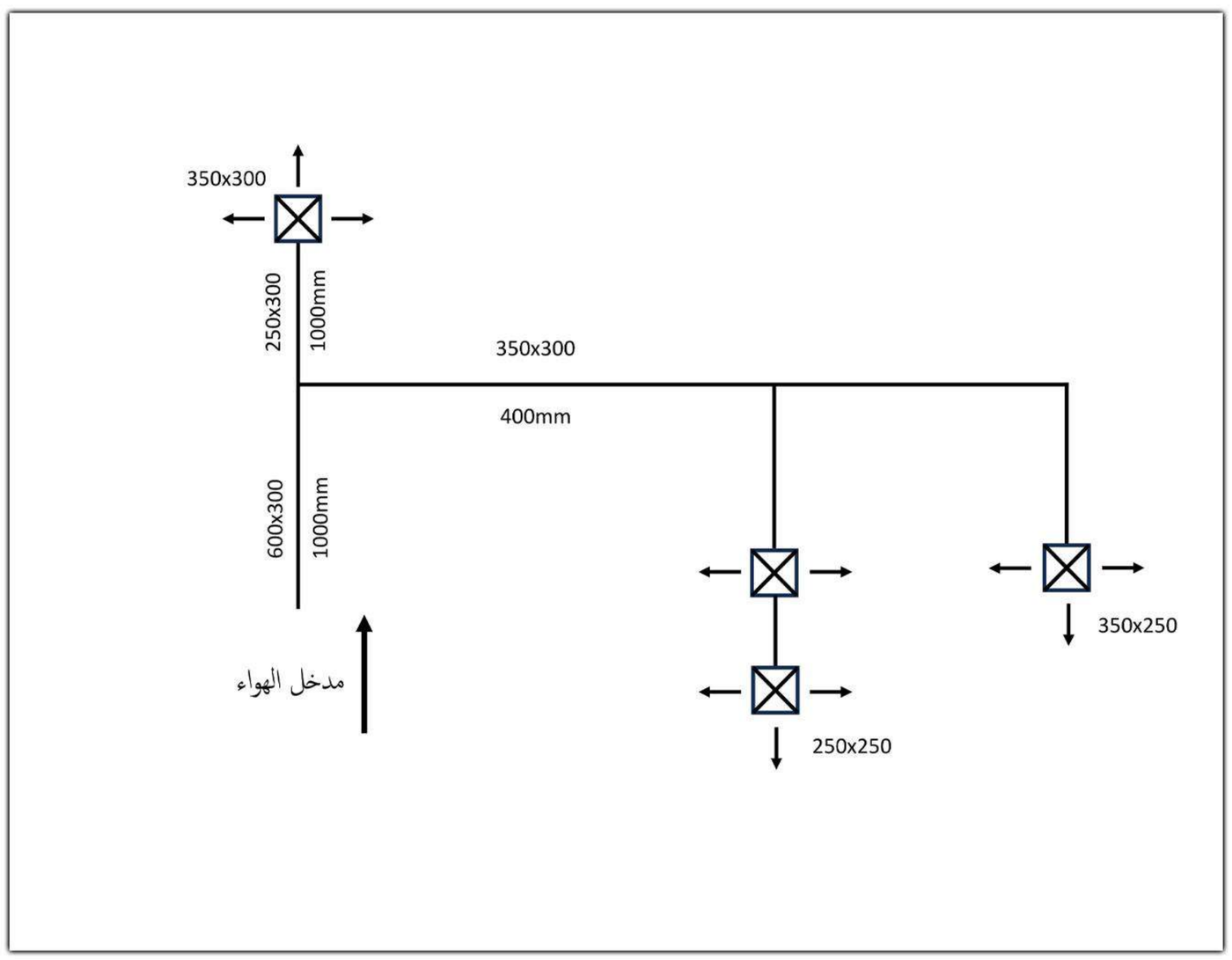


التمرين الثاني

ارسم شبكة الهواء المبينة في الشكل(أ- ب) أدناه ذات مأخذ هواء اعتيادي.



(أ)

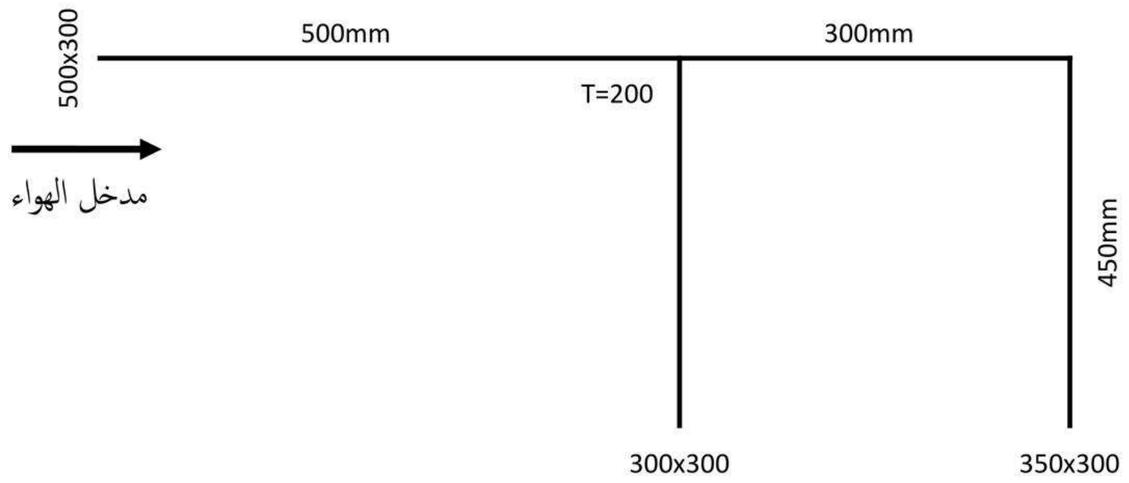


(ب)

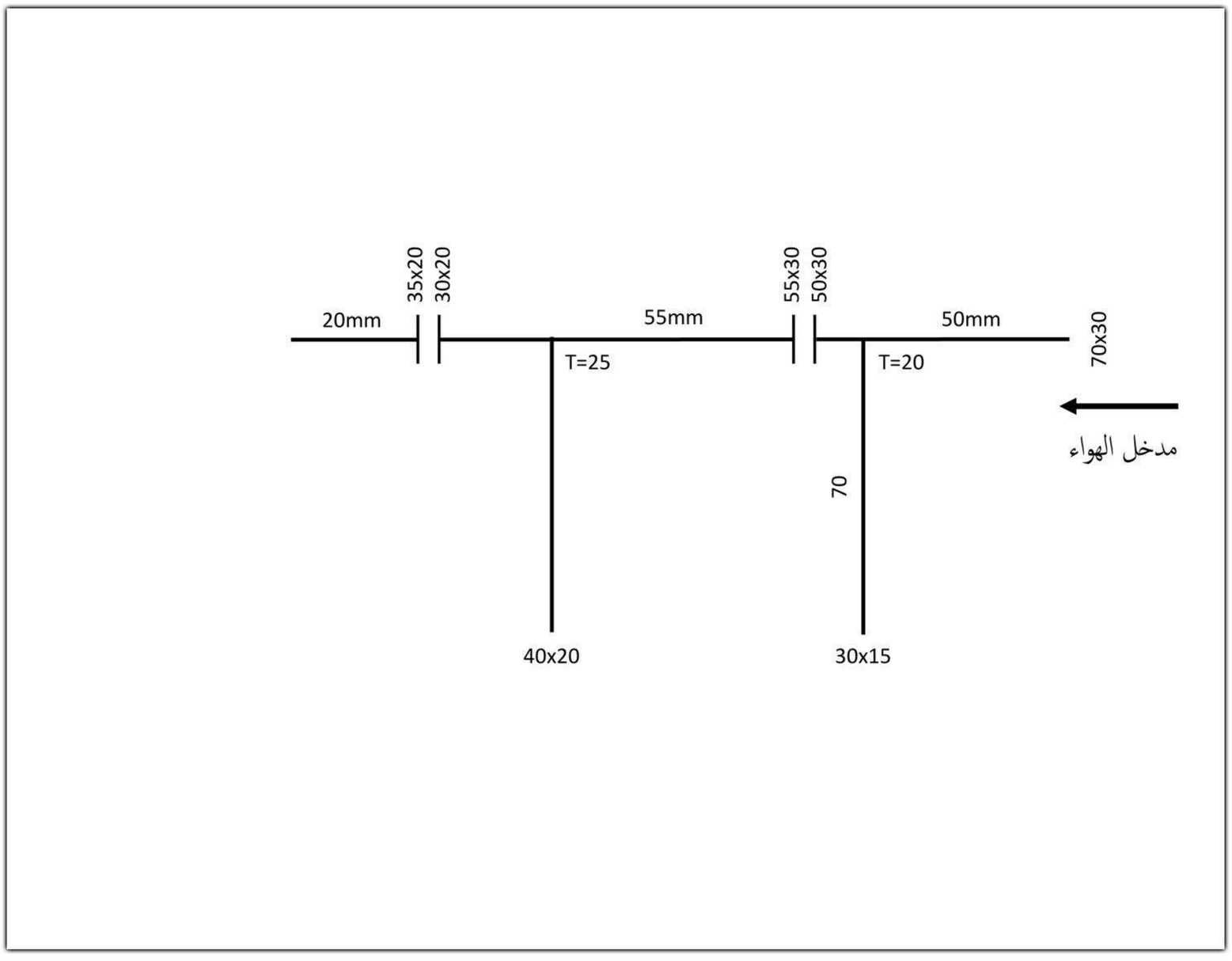
التمرين الثالث

ارسم الشكل (أ- ب) أدناه والذي يمثل شبكة مجرى هواء باستعمال مأخذ هواء مثالي بمقياس رسم مناسب مع بيان التفصيلات الضرورية كافة.

أ-

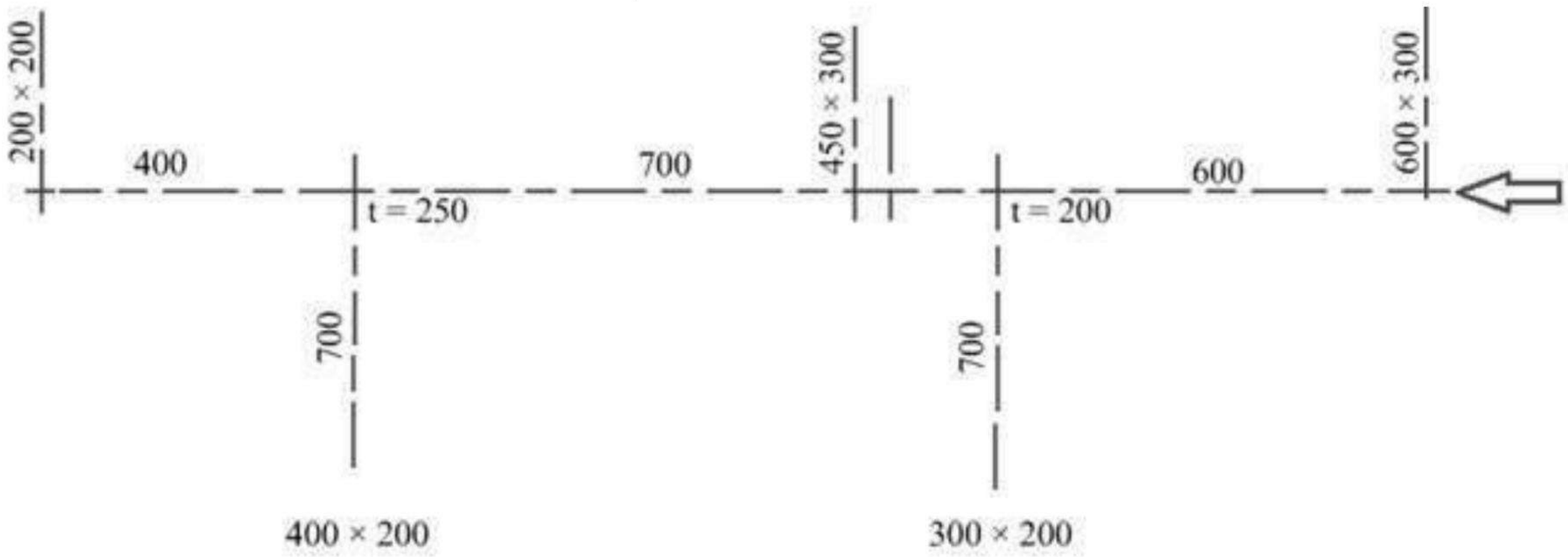


ب- ارسم مجرى الهواء المبينة محاوره في ادناه، مع ذكر حساب الميل وحسابات انصاف الاقطار، الابعاد بالمليمتر ومقياس الرسم(1:1).



التمرين الرابع

ارسم مجرى الهواء وتفرعاته المبينة محاورها أدناه، الأبعاد مثبتة على الشكل بالمليمتر، مع الأخذ بنظر الاعتبار شروط الميل، اختر مقياس رسم مناسب.



التمرين الخامس

اكتب معنى المصطلحات الآتية:

CET , SAD , CH , FCU , HV , VCD , UC , HWB , CDU , AHU

التمرين السادس

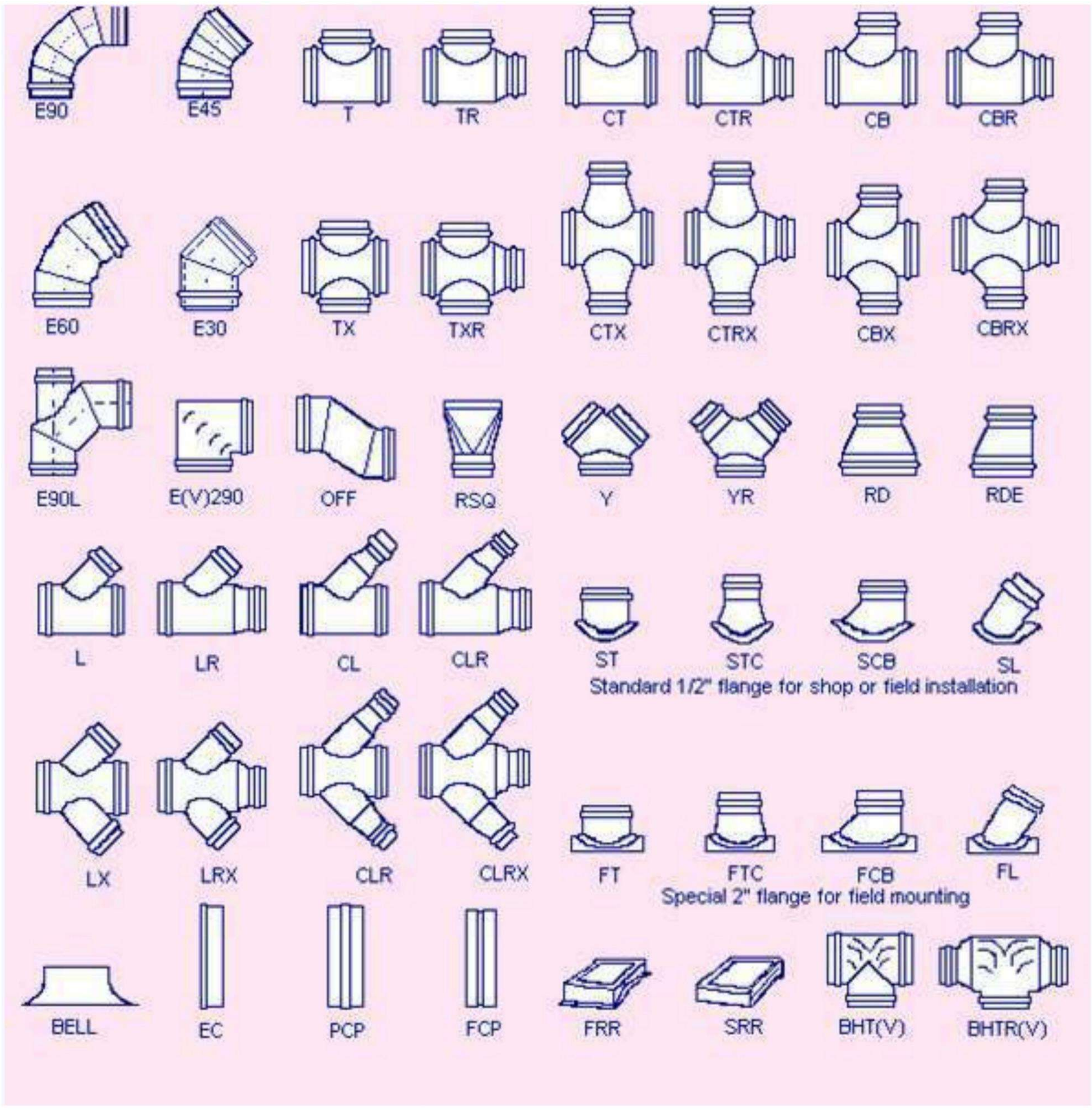
ارسم بمقياس رسم مناسب ما يأتي:

1. مجرى هواء 2. وصلة مرنة 3. توسع في مجرى الهواء 4. انحناء مزعنف
5. ناشر هواء دائري سقفي 6. صندوق خلط 7. مجرى هواء مرن

الفصل الرابع

انفراد الأشكال الهندسية

DEVELOPMENT



انفراد الأشكال الهندسية Development

1-4 المقدمة Introduction

يُعد موضوع انفراد الأشكال الهندسية من الموضوعات المفيدة في رسم مجاري الهواء وتصنيعها وملحقاتها، إذ إن عن طريق انفراد المجسمات يمكننا أن نستخرج الشكل الأولي للمجسم، ومنه نستطيع أن نكون المجسم، ولكي يستطيع الفني أن يقوم بعملية الانفراد يجب أن يكون له معرفة بمادة الرسم الهندسي، وسنتعرف في هذا الفصل على طريقة انفراد مجاري الهواء المستقيمة ومن ثم التعرف على طريقة انفراد وصلات الربط في مجاري الهواء. **في جميع التمارين إضافة مسافات للربط كما مبين في الفقرة اللاحقة.**

2-4 انفراد مجاري الهواء المستطيلة Rectangular Air-Ducting Development

لغرض تشكيل مجرى هواء مستطيل، يجب أولاً رسم انفراد المجرى اعتماداً على عرض مجرى الهواء W وارتفاعه H، وبعد ذلك تضاف مسافات معينة على يمين مجرى الهواء ويساره لأغراض الربط، ومسافات أخرى إلى الأعلى والأسفل لغرض ربطه بمجرى آخر، ويبين الشكل (4-1) انفراد أحد أنواع مجاري الهواء، إذ تبين العلامات باللون الأحمر طريقة حني الصفائح الفولاذية المغلونة واتجاهه وترك طول مجرى الهواء من دون تحديد أنه يعتمد على أبعاد المصمم. وهنالك عدة طرائق لربط مقطع مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-2).

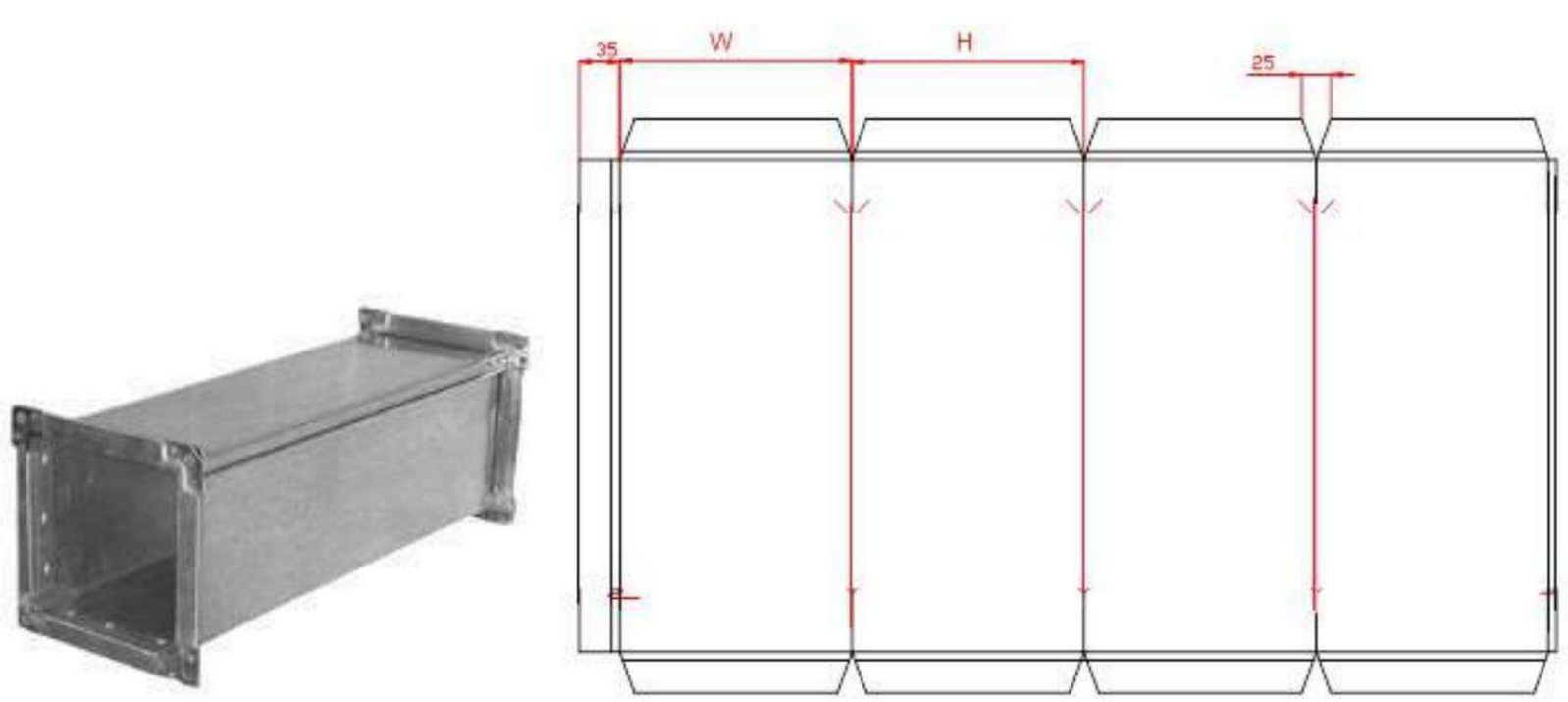
3-4 انفراد مجرى هواء دائري Circular Air-Ducting Development

تستعمل صفيحة عرضها يساوي محيط مجرى الهواء ($2 R \times \pi$) مضافاً إليها وصلات ربط مجرى الهواء الموضح في الشكل (4-2)، وطولها يساوي طول مجرى الهواء، ويبين الشكل (4-3) طريقة انفراد مجرى هواء دائري.

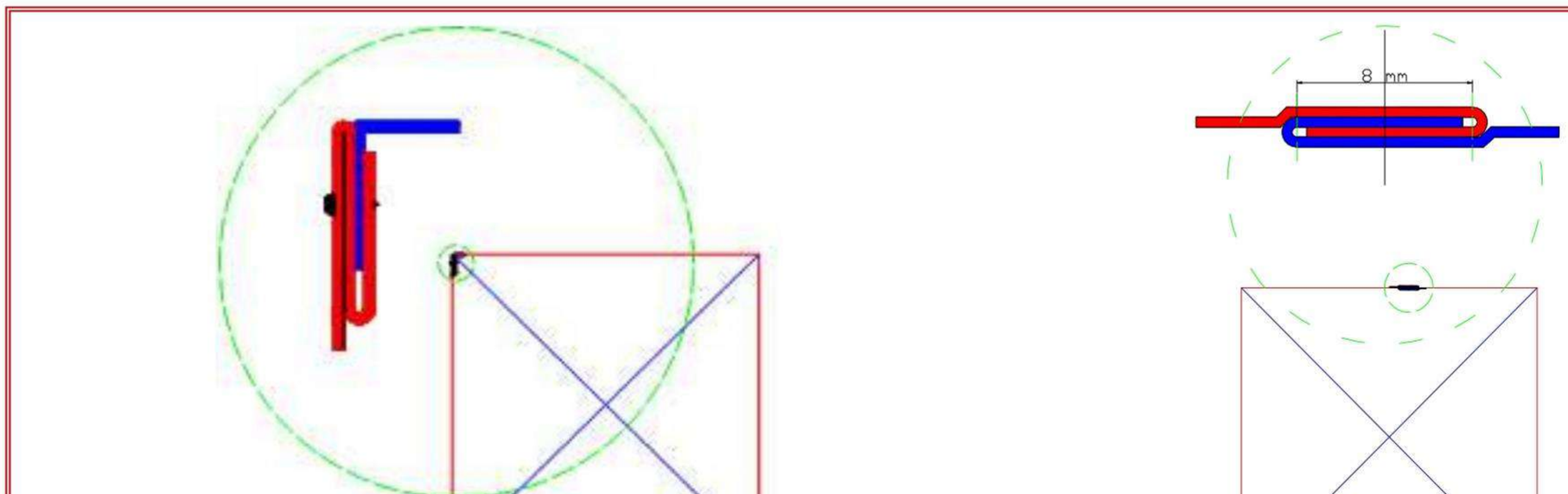
4-4 انفراد مصغرة هواء مربعة المقطع Square Reducer Air-Ducting Development

تستعمل مصغرة الهواء لتقليل أبعاد مجرى الهواء تدريجياً، ويبين الشكل (4-4) طريقة انفراد مصغرة الهواء. في البداية يرسم المسقطين الرأسي والأفقي للمصغرة حسب الأبعاد المعطاة في السؤال ويوصل الضلعين المائلين ليتقاطعا عند النقطة O، يرسم قوس دائرة من مركز المصغرة O إلى الركن الأعلى الأيسر في المسقط الأفقي، ومن تقاطع القوس مع الخط الأفقي لمركز المصغرة يتم إسقاط خط شاقولي إلى المسقط الرأسي ليتقاطع مع امتداد خط قاعدة المصغرة AB في نقطة 'A، ومن نقطة التقاطع هذه يوصل بخط إلى نقطة O في المسقط الرأسي ليكون الطول 'OA هو الطول الحقيقي لنصف قطر القوس الكبير في رسم الانفراد. وبنفس الطريقة يتم إيجاد الطول الحقيقي لنصف قطر القوس الصغير في نقطة O، ثم يتم توصيل خط بين نقطة O واي نقطة على القوس الكبير ولتكن 'A ومنها

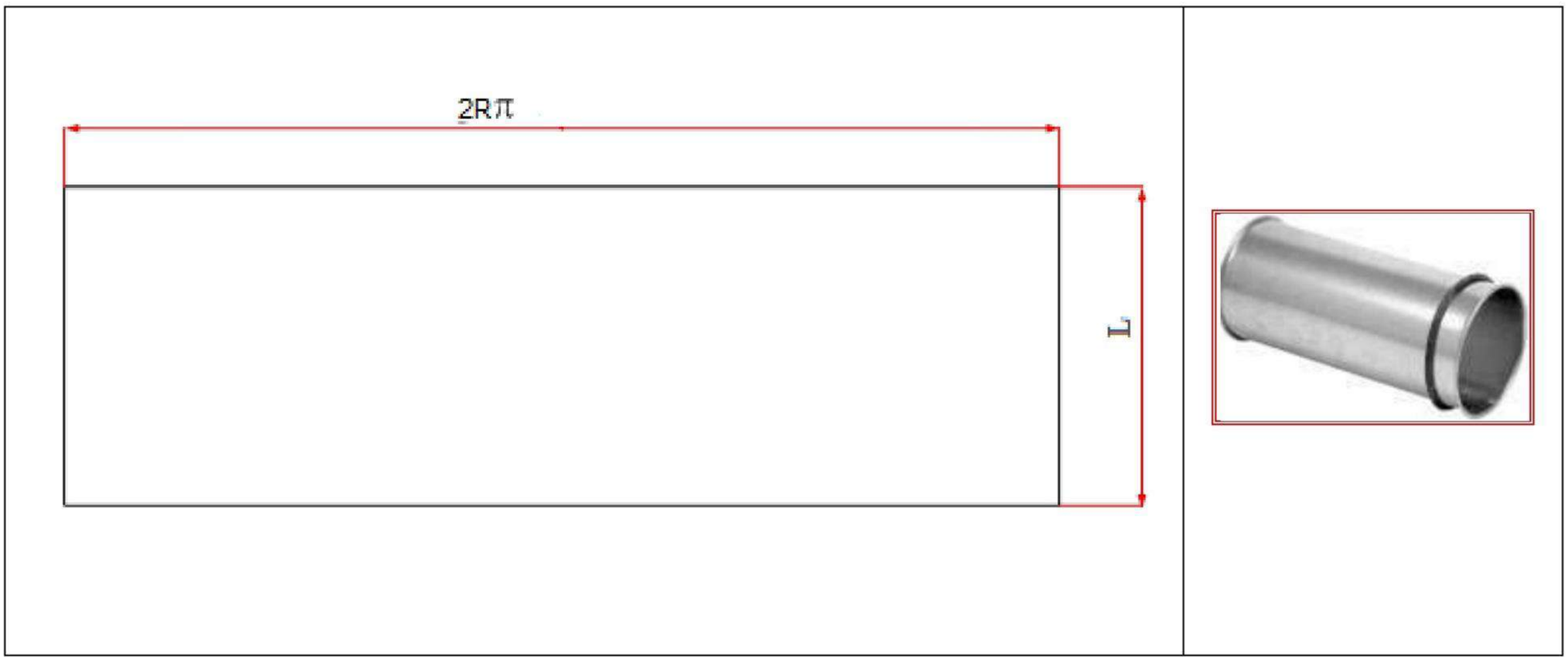
يتحدد الضلع المائل للمصغرة 'A' D، وبعد ذلك يرسم قوس من نقطة A بنصف قطر طوله بمقدار الضلع AB ليتحدد هذا الضلع على القوس الكبير. وبنفس الطريقة يتم رسم الضلع العلوي على القوس الصغير. وبإعادة العمليات المذكورة يمكن تحديد الوجوه الثلاثة الباقية للمصغرة، بعدها تضاف أبعاد مناسبة اعتماداً على الشكل (4-2) لأغراض الربط.



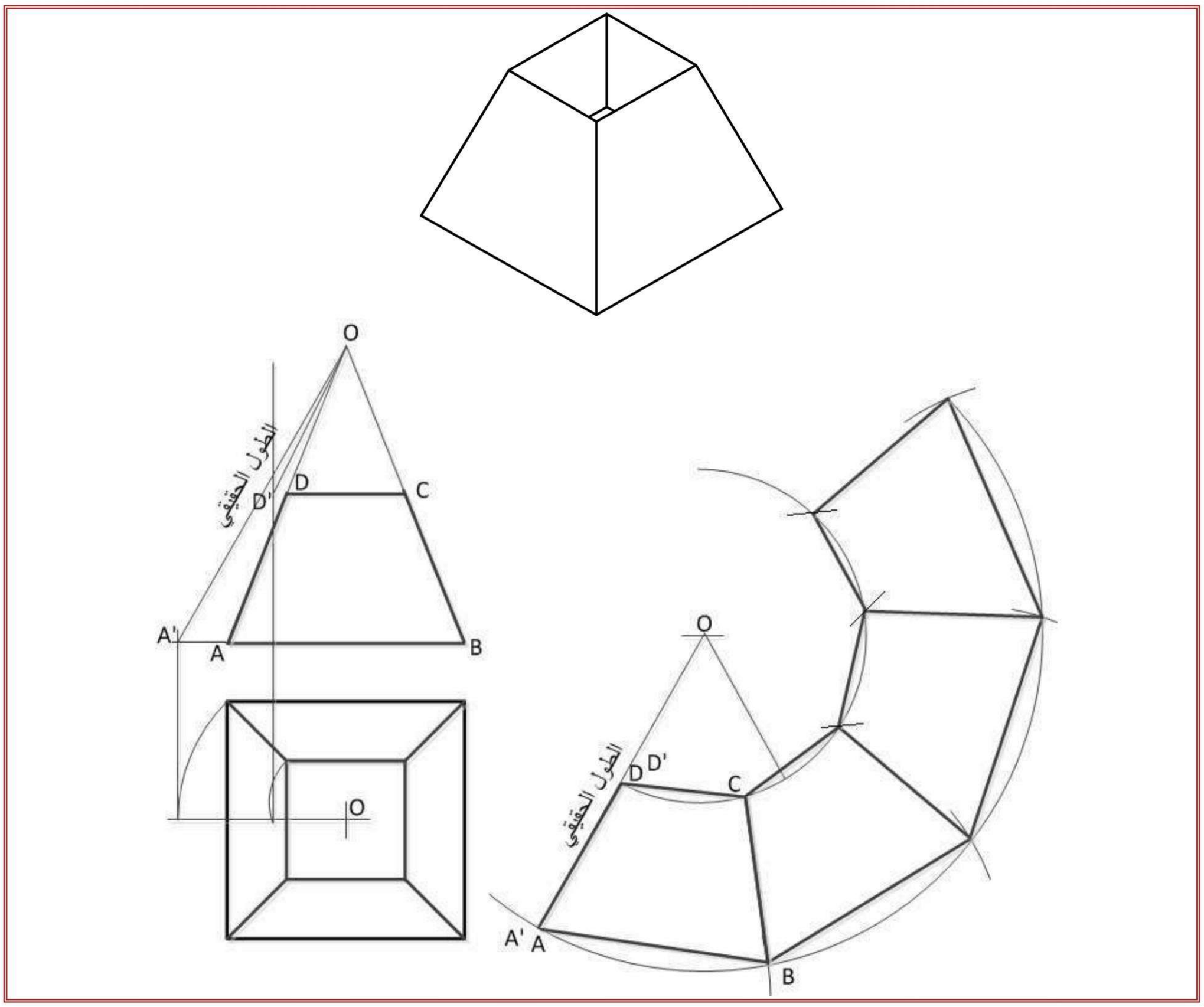
شكل 4-1 انفراد مجرى هواء مستطيل



شكل 4-2 طريقة ربط مقطع مجاري الهواء



شكل 4-3 انفراد مجرى هواء دائري

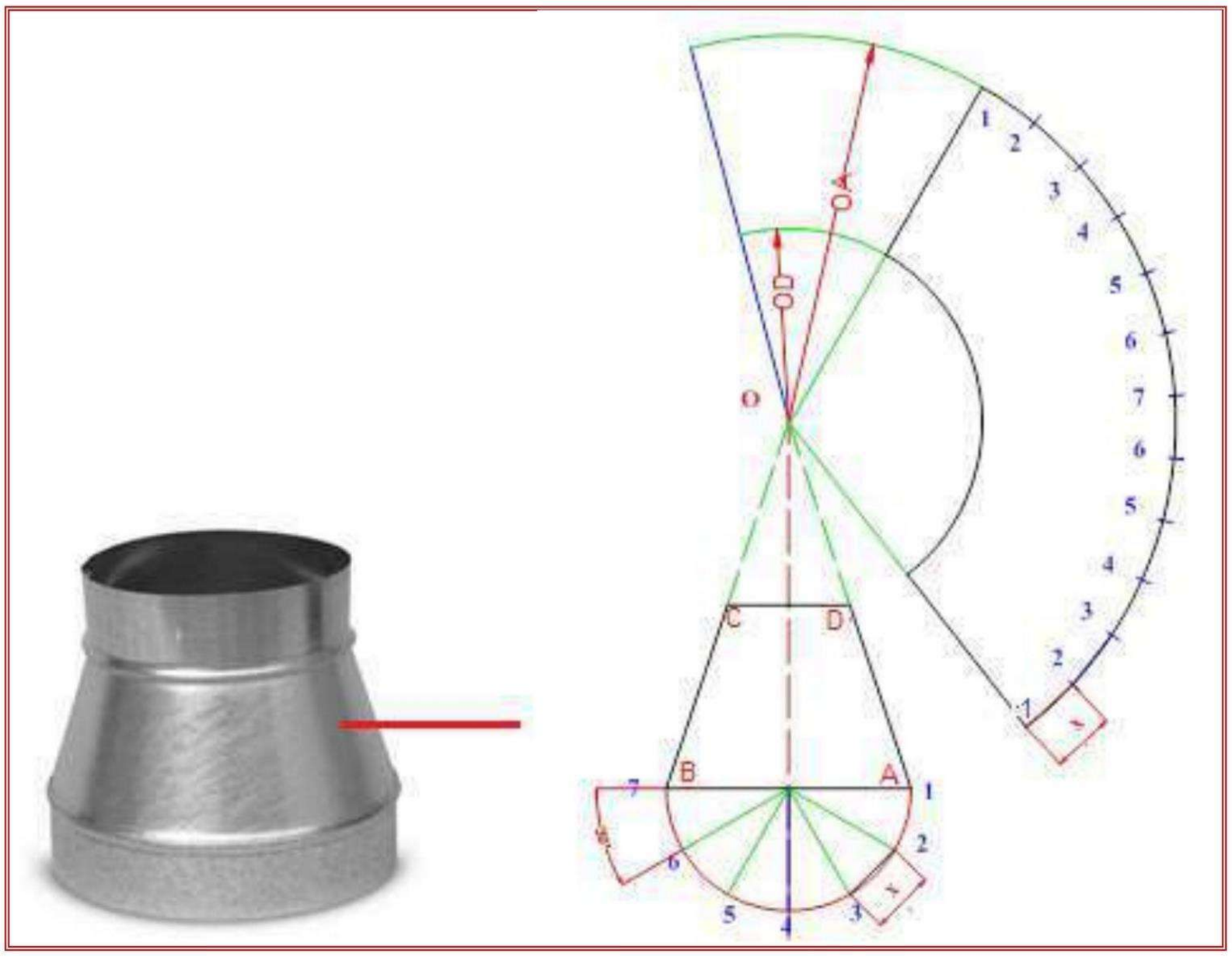


شكل 4-4 انفراد مصغرة مربعة المقطع

5-4 انفراد مصغرة دائرية المقطع

Circular Reducer Air-Ducting Development

يرسم المسقط الأفقي للمصغرة، كما مبين في الشكل (4-5)، ويتم إيصال الضلعين المائلين ليتصلا عند النقطة O، ومن النقطة O يرسم دائرتين أحدهما بنصف قطر OA، والآخر بنصف قطر OD، بعد ذلك يرسم نصف دائرة من منتصف الضلع AB نصف قطرها يساوي نصف طول قاعدة المصغرة الدائرية، ويتم القيام بتقسيم نصف الدائرة على عدد من الأقسام المتساوية، مع ملاحظة أن زيادة عدد الأقسام يزيد من دقة الانفراد، في هذا التمرين تم تقسيم الدائرة على ستة أقسام متساوية مقدار زاوية كل قسم يساوي 30 درجة، يتم القيام بترقيم الأقسام على محيط الدائرة من 1 إلى 7، وتقاس المسافة بين كل نقطة من النقاط المثبتة على محيط الدائرة لنجدها متساوية ولتكن X، وتعيين نقطة 1 على مسافة معينة على الدائرة الكبيرة ويتم بعدها بنقل المسافة X على محيط الدائرة الكبيرة، ويتم تحديد 13 قسماً على المحيط يبدأ من 1 وينتهي إلى 7 ثم يبدأ من النقطة 7 وينتهي بالنقطة 1، عندها نصل النقطتين 1 بالمركز O ليتم الحصول على انفراد المصغرة الدائرية، ثم بعد ذلك تتم إضافة مسافات معينة لأغراض الربط.

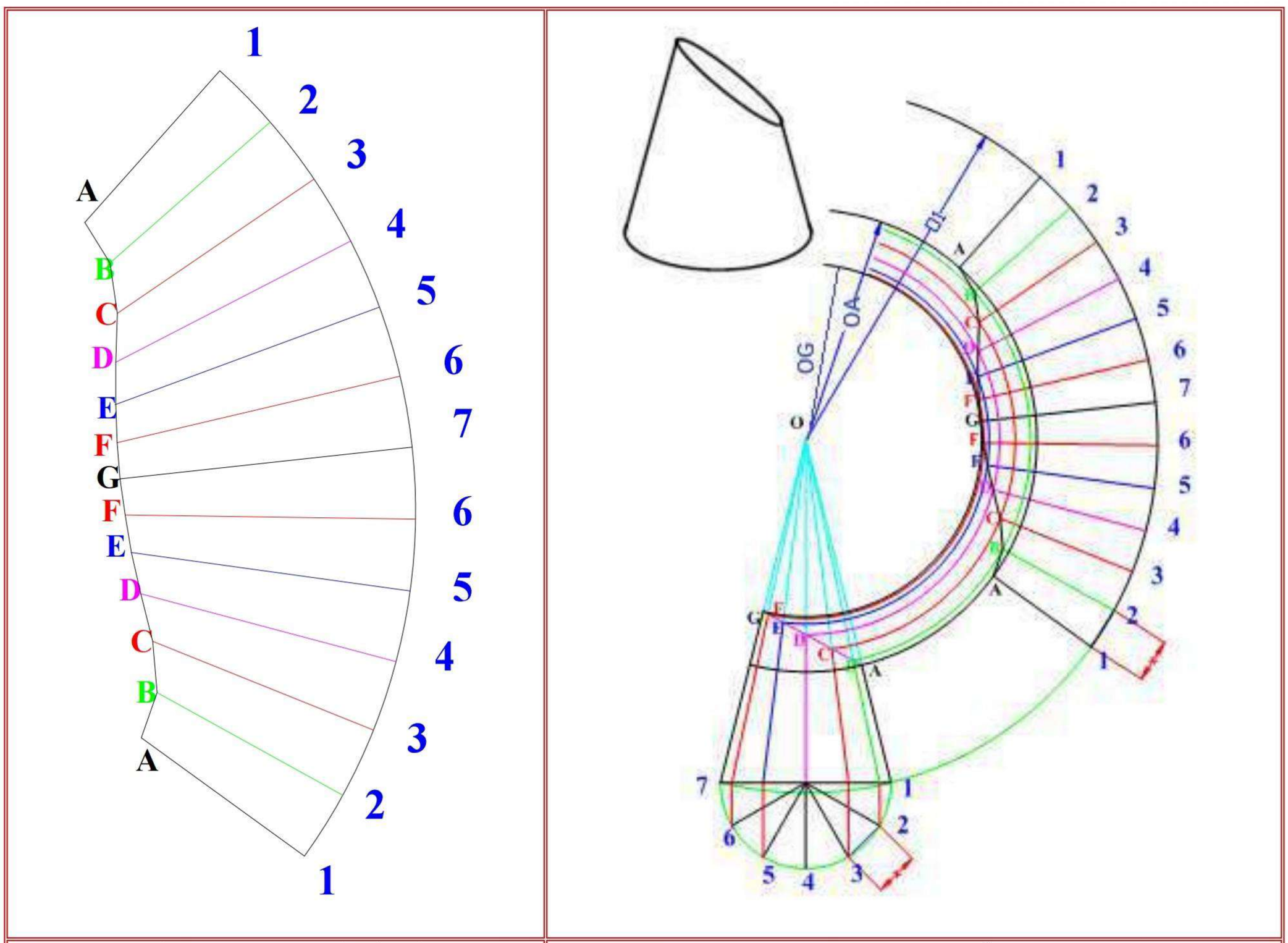


شكل 4-5 انفراد مصغرة دائرية المقطع

6-4 انفراد مصغرة دائرية بنهاية مائلة

Circular Reducer with Inclined End Development

يبين الشكل (6-4) طريقة رسم المصغرة الدائرية مائلة النهاية، في البداية تتبع الخطوات المذكورة في رسم المصغرة الدائرية، وبعد اتباع الخطوات يتم إيصال نقاط تقاطع خطوط تقسيم الدائرة مع المركز O، وتتقاطع هذه الخطوط المائلة مع المستقيم GA عند F, E, D, C ,B يرسم أقواساً من المركز O، ويرسم القوس الأول من النقطة A ليتقاطع مع النقطتين 1 على جانبي النقطة 7، والقوس الثاني من النقطة الثانية B ليتقاطع مع النقطتين 2 على جانبي الرقم 7، والقوس الثالث من النقطة C ليتقاطع مع النقطتين 3 على جانبي الرقم 7، وهكذا بالنسبة إلى النقاط 4 و 5 و 6 على جانبي النقطة 7، وأخيراً رسم القوس الأخير من النقطة G ليتقاطع مع النقطة 7، بعد ذلك يتم إيصال النقاط من 1 إلى 7 ومن 7 إلى واحد بقوس ويقطع على الخطوط المرســومة ويتم الحصول على المخطط فـــــي الشكل (6-4 ب).



أ- طريقة الانفراد

ب- الشكل النهائي لانفراد المصغرة

شكل 4-6 انفراد مصغرة دائرية المقطع مائلة من إحدى نهايتيها

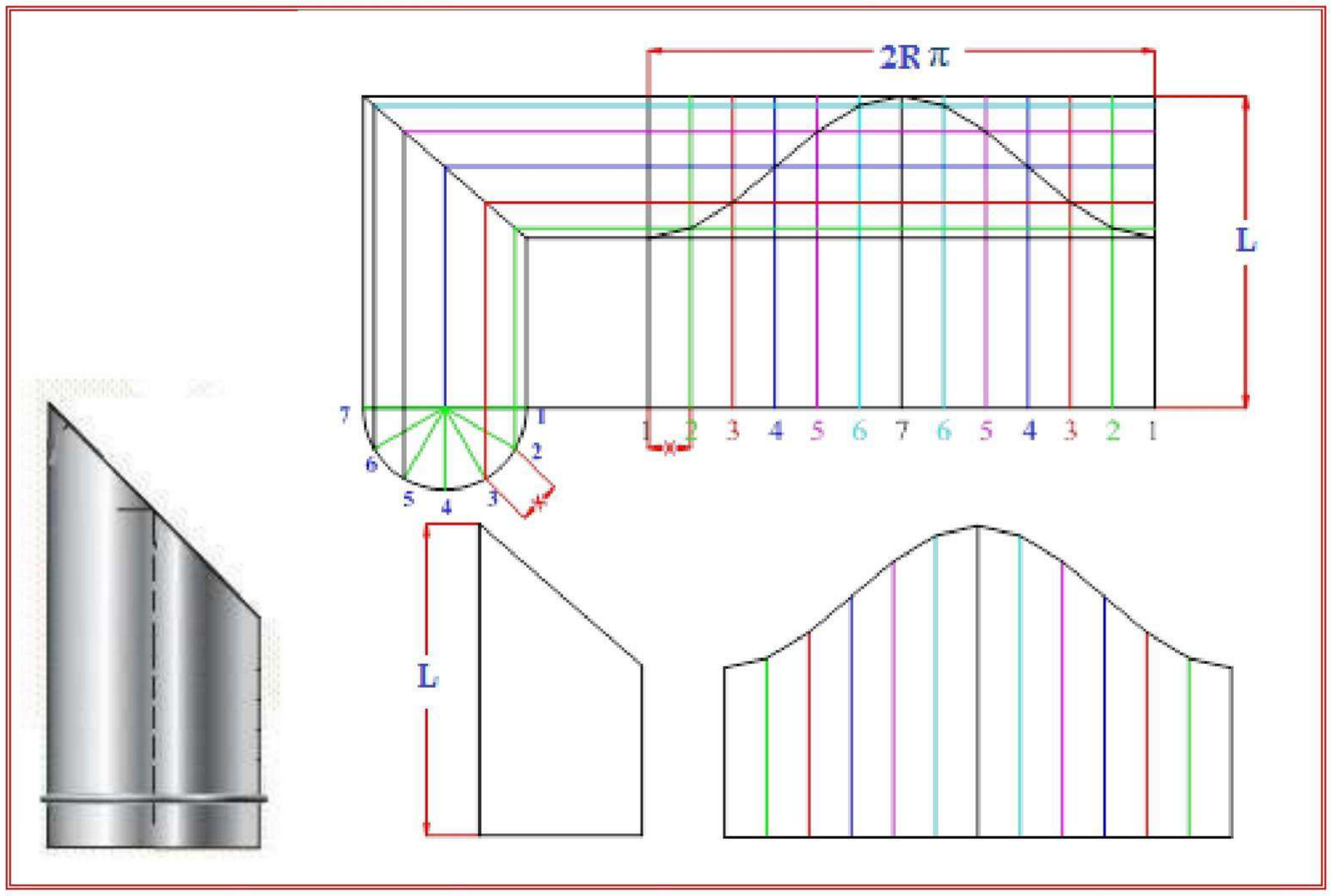
7-4 انفراد مجرى هواء دائري مائل من إحدى نهايتيه

One End Inclined Circular Air-Ducting Development

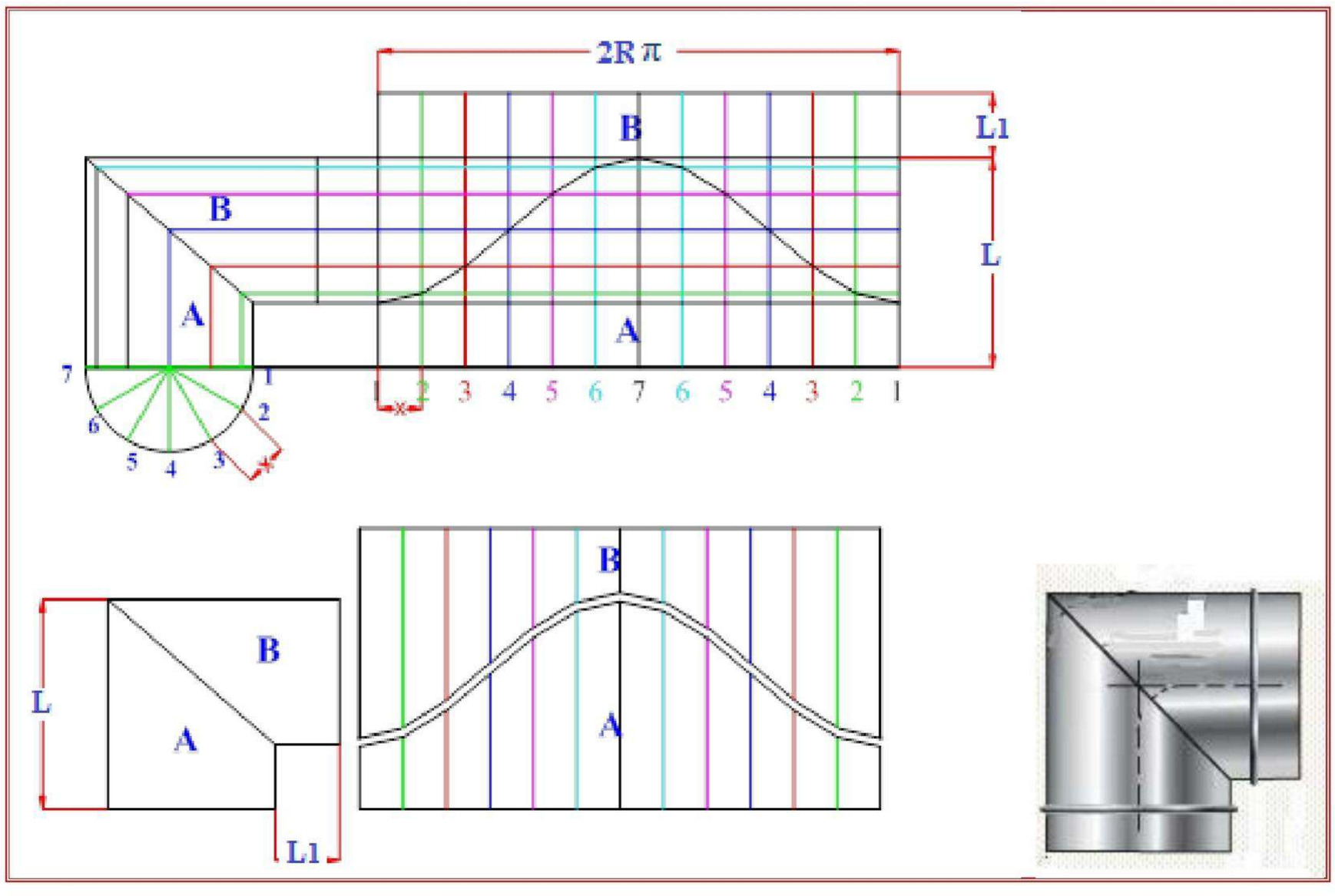
يرسم المسقط الجانبي لمجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-7)، ومن الطرف غير المائل نرسم نصف دائرة نصف قطرها يساوي نصف قطر مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-7)، ويقسم نصف الدائرة على أقسام متساوية ولتكن ستة أقسام، وتأخذ قطعة من المعدن طولها يساوي محيط مجرى الهواء وارتفاعها يساوي اكبر ارتفاع لمجرى الهواء، يقسم الطول على 13 قسماً، طول كل قسم يساوي طول الوتر الواصل بين النقطتين 2 و 3 (X) على نصف الدائرة المساعدة. ثم يتم رسم خطوط عمودية من نقاط تقاطع أقسام نصف الدائرة المساعدة، ثم يتم تغيير اتجاه الأعمدة عند تقاطعها مع الضلع المائل لمجرى الهواء، بحيث تتحول إلى خطوط أفقية، ويحدد تقاطع الخطوط الأفقية المنعكسة مع الخطوط العمودية المرسومة على طول الصفيحة، ثم يرسم قوساً يصل بالنقاط 1 إلى 7 ويكمل القوس من النقطة 7 إلى 1، وبهذا يتم الحصول على الشكل المطلوب.

8-4 انفراد انحناء قائم دائري Perpendicular Circular Elbow Development

يبين الشكل (4-8) انفراد انحناء دائري قائم، وتشابه طريقة انفراده طريقة انفراد مجرى هواء دائري مائل من إحدى نهايتيه، والاختلاف الوحيد هو في عرض الصفيحة، إذ يساوي عرضها ارتفاع الانحناء (L) مضافا إليه البعد الأسفل للانحناء القائم (L_1)، كما مبين في الشكل المذكور.



شكل 4-7 انفراد مجرى هواء دائري مستقيم مائل من أحد طرفيه

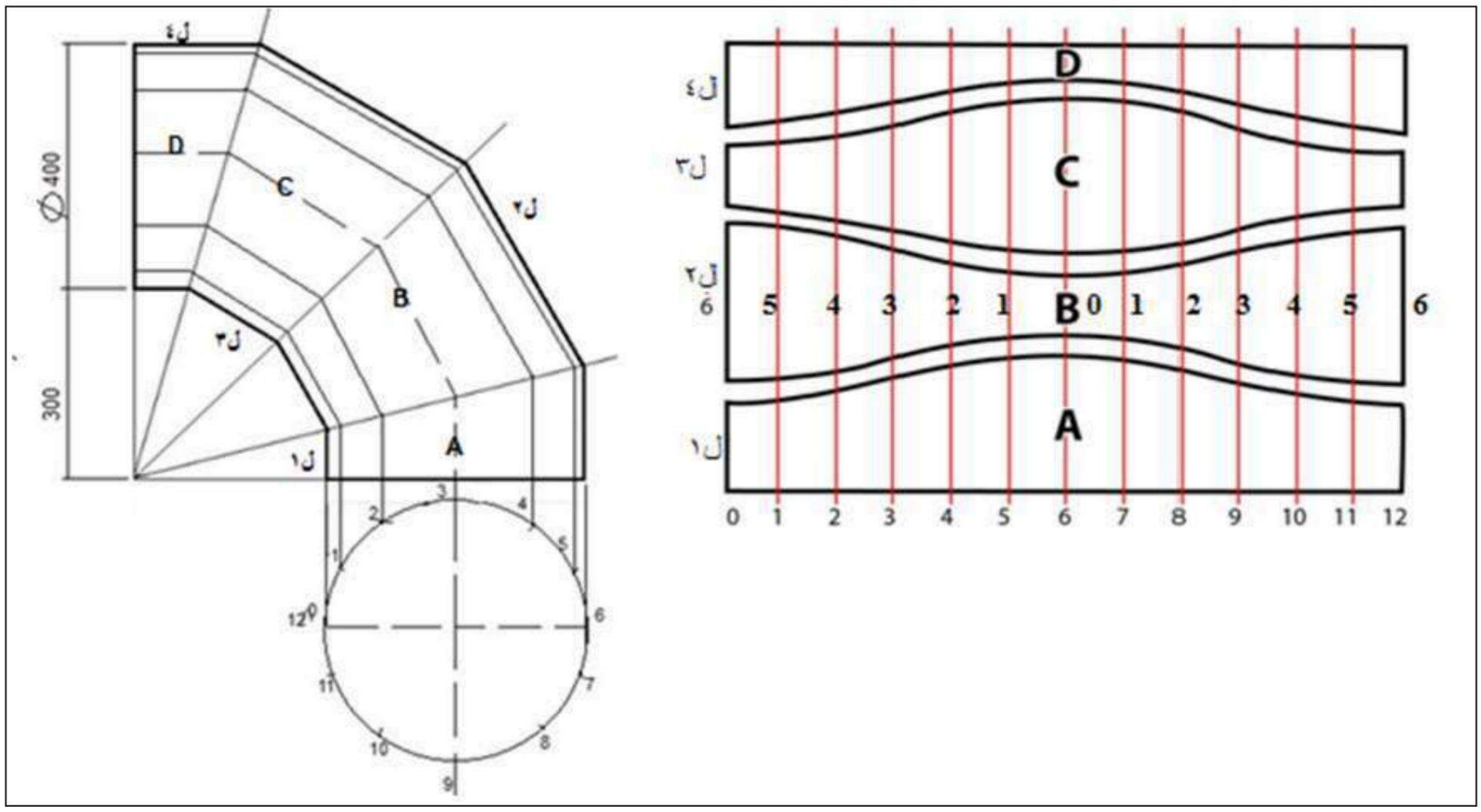


شكل 4-8 انفراد انحناء قائم دائري المقطع

4-9 انفراد كوع قائم لمجرى هواء دائري المقطع مكون من أربعة قطع (للاطلاع)

4-Piece 90° Circular Elbow Development

يبين الشكل (4-9) طريقة انفراد انحناء قائم دائري المقطع مكون من أربع قطع، في البداية نرسم المسقط الجانبي للانحناء، ويرسم نصف دائرة خدمية أسفل المسقط، نصف قطرها يساوي نصف قطر مجرى الهواء، ونقوم بتقسيم الدائرة الخدمية على أقسام متساوية، ويستعمل صفيحة طولها يساوي محيط مجرى الهواء الدائري وعرضها يساوي مجموع الأبعاد ($ل_1+ل_2+ل_3+ل_4$) ورموز الأبعاد أعلاه مبينة في الشكل (4-9).



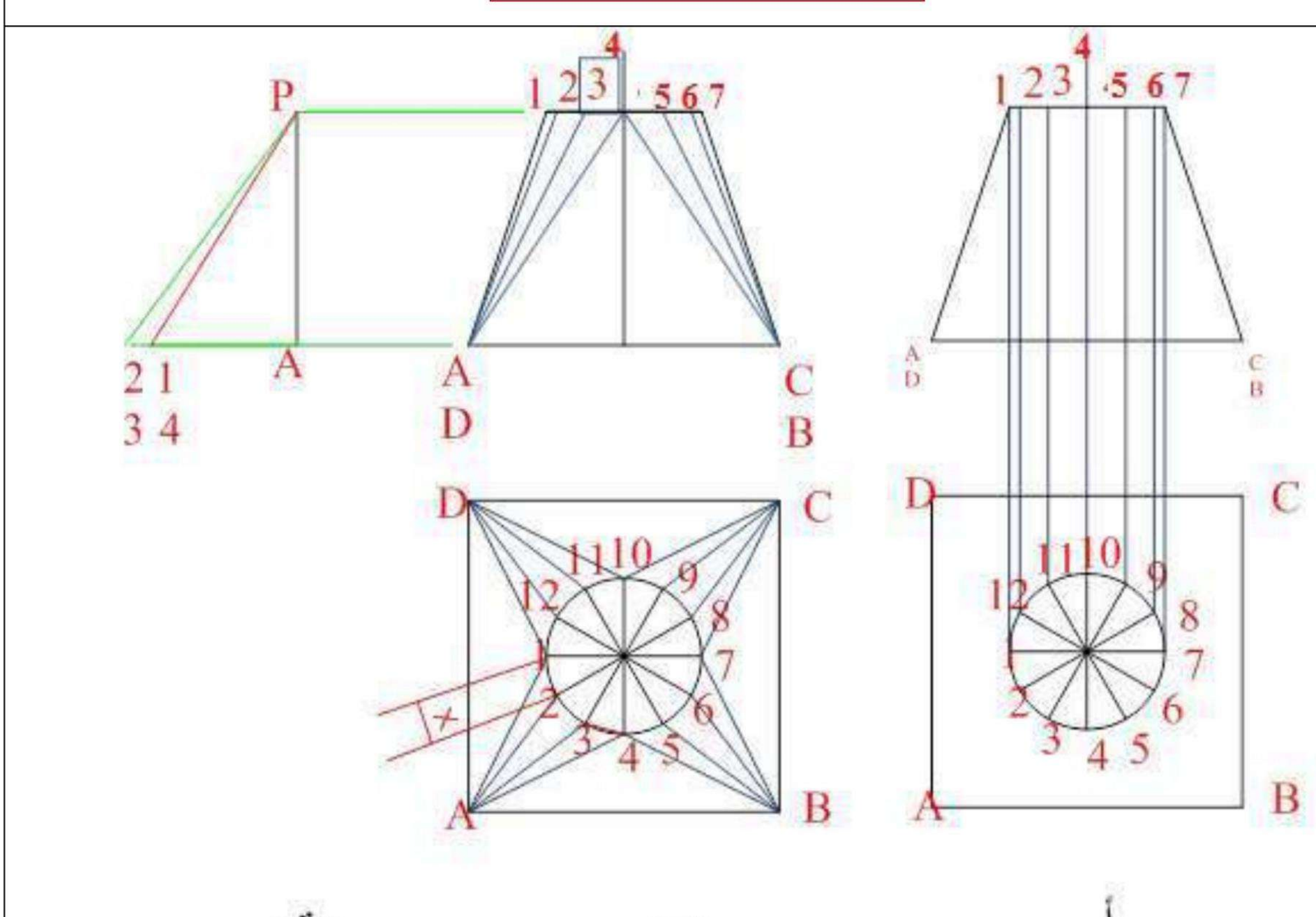
شكل 4-9 انفراد انحناء قائم دائري المقطع مكون من أربع قطع (**للاطلاع**)

4-10 انفراد وصلة تحويل مجرى من مربع إلى دائري المقطع (**للاطلاع**)

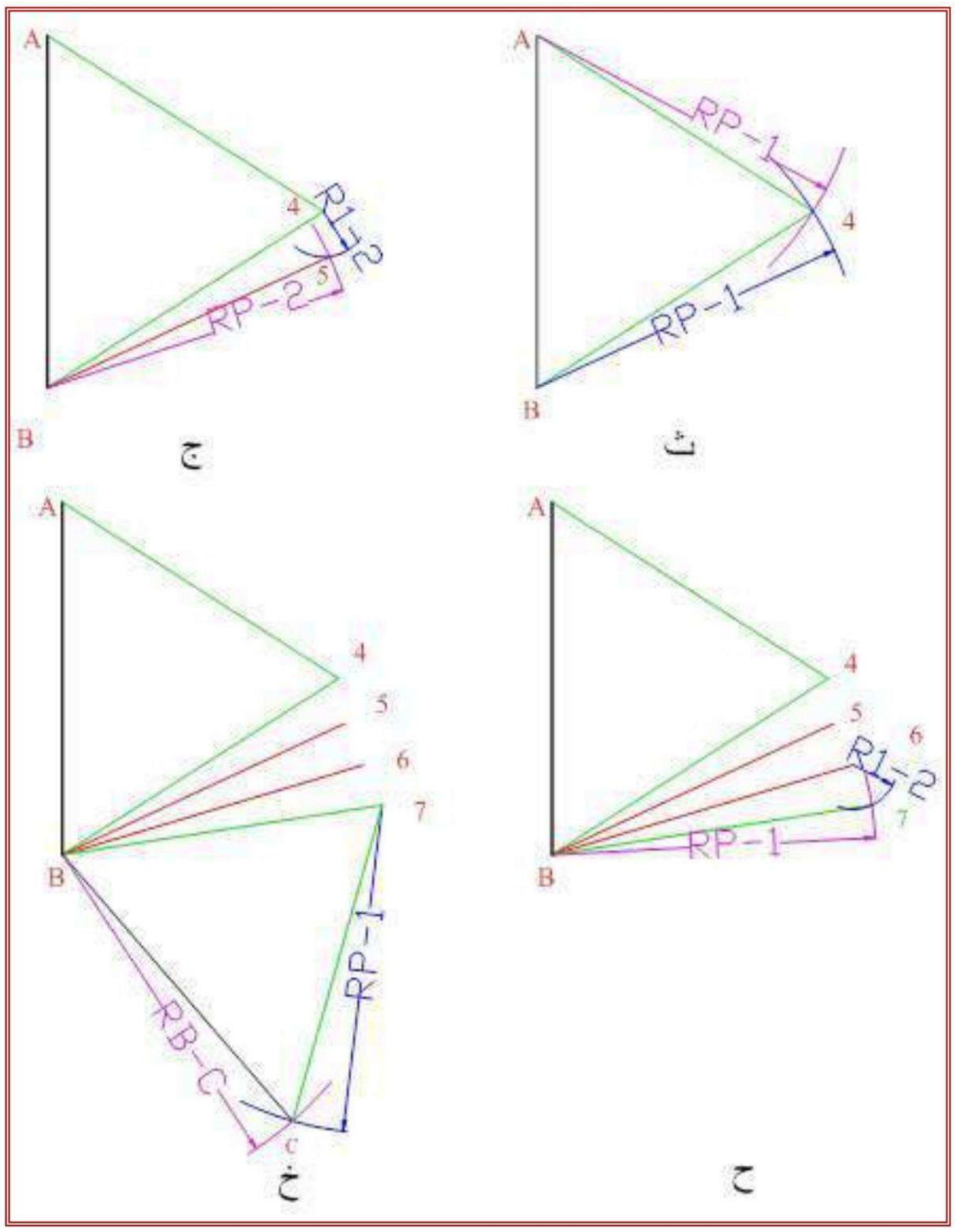
Development of Change Shape from Square to Circular Section Fitting

في البداية يرسم المسقطين الأمامي والأفقي، كما مبين في الشكل (4-10أ)، ثم يتم القيام بتقسيم الدائرة التي تظهر في المسقط الأفقي على عدد معين من الأقسام المتساوية، ولتكن 12 قسماً، ثم يتم تسقيط الأقسام من المسقط الأفقي إلى المسقط الأمامي، ويتم إيصال نقاط التقاطع، كما مبين في الشكل (4-10ب)، ثم يرسم المسقط الذي يمثل الطول الحقيقي لضلع الوصلة، كما مبين في الشكل (4-10ت)، ويتم الرسم عن طريق تعيين ارتفاع الوصلة، ومن قاعدة المستقيم A-P يرسم المسافة 1-A التي تساوي المسافة نفسها على المسقط الأفقي في الشكل (4-10ب)، ثم d رسم 3-A والتي تساوي نفس المسافة على الرسم (4-10ب) ويتم إيصال النقطة P بالنقطة 1 والنقطة 3. بعد ذلك يرسم مستقيماً عمودياً يمثل طول ضلع الوصلة A-B كما مبين في الشكل (4-10ث)، ومن النقطة Ad رسم قوساً نصف قطر المسافة 1-P ويرسم قوساً آخر بالقطر نفسه من النقطة B، تقاطع القوسين يمثلان النقطة 4، من النقطة 4 يرسم قوساً نصف قطره يساوي المسافة X الواصلة بين النقطتين 1 و 2 في الشكل (4-10ب)، ثم يرسم قوساً أخر طوله 3-P من النقطة B نقطة التقاطع تمثل النقطة 5 ، كما مبين في الشكل(4-10ج)، وإعادة العملية لتعين النقطة 6، من النقطة 6 يمكن تعيين النقطة 7 كما مبيّن بالشكل (4-10ج). ولتعيين الضلع الثاني للوصلة يتم القيام برسم قوساً من النقطة B نصف قطره يساوي طول الضلع BC، ومن النقطة 7 يرسم قوساً آخر نصف قطره يساوي المسافة 1-P نقطة التقاطع تمثل النقطة C، تعاد العمليات السابقة لتعيين الأوجه الأربعة للشكل، كما مبين في الشكل (4-10د).

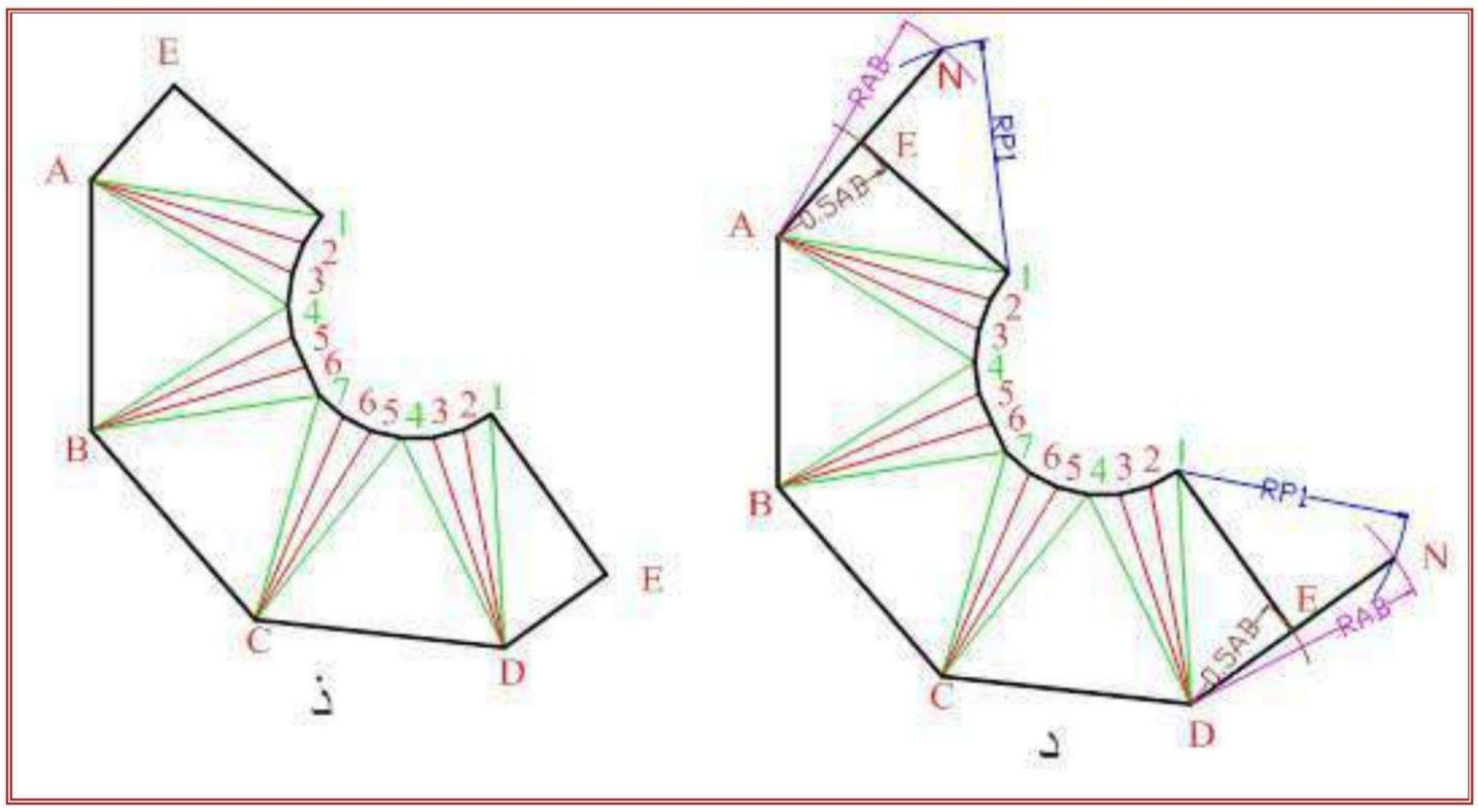
ولتعيين النقطة E، يرسم قوساً من النقطة D نصف قطره يساوي طول ضلع القاعدة، ويرسم قوساً آخر من النقطة 1 نصف قطره يساوي المسافة 1-P ، نقطة التقاطع تمثل النقطة N، ومن النقطة D يرسم قوساً نصف قطره يساوي نصف طول القاعدة، تقاطع القوس مع المستقيم D-N يمثل النقطة E تعاد العملية على الجانب الآخرمن الانفراد لتعيين النقطة E على الجانب الآخر وبانتهاء العمليات الهندسية يتم الحصول على الانفراد النهائي للوصلة، كما مبين في الشكل (4-10 ذ).



شكل4-10 أ، ب، ت طريقة رسم مساقط وصلة تحويل مجرى من مربع إلى دائري المقطع (للاطلاع)



شكل 4-10 ث، ج، ح، خ البداية في انفراد وصلة تحويل مجرى من مربع المقطع إلى دائري المقطع(للاطلاع)

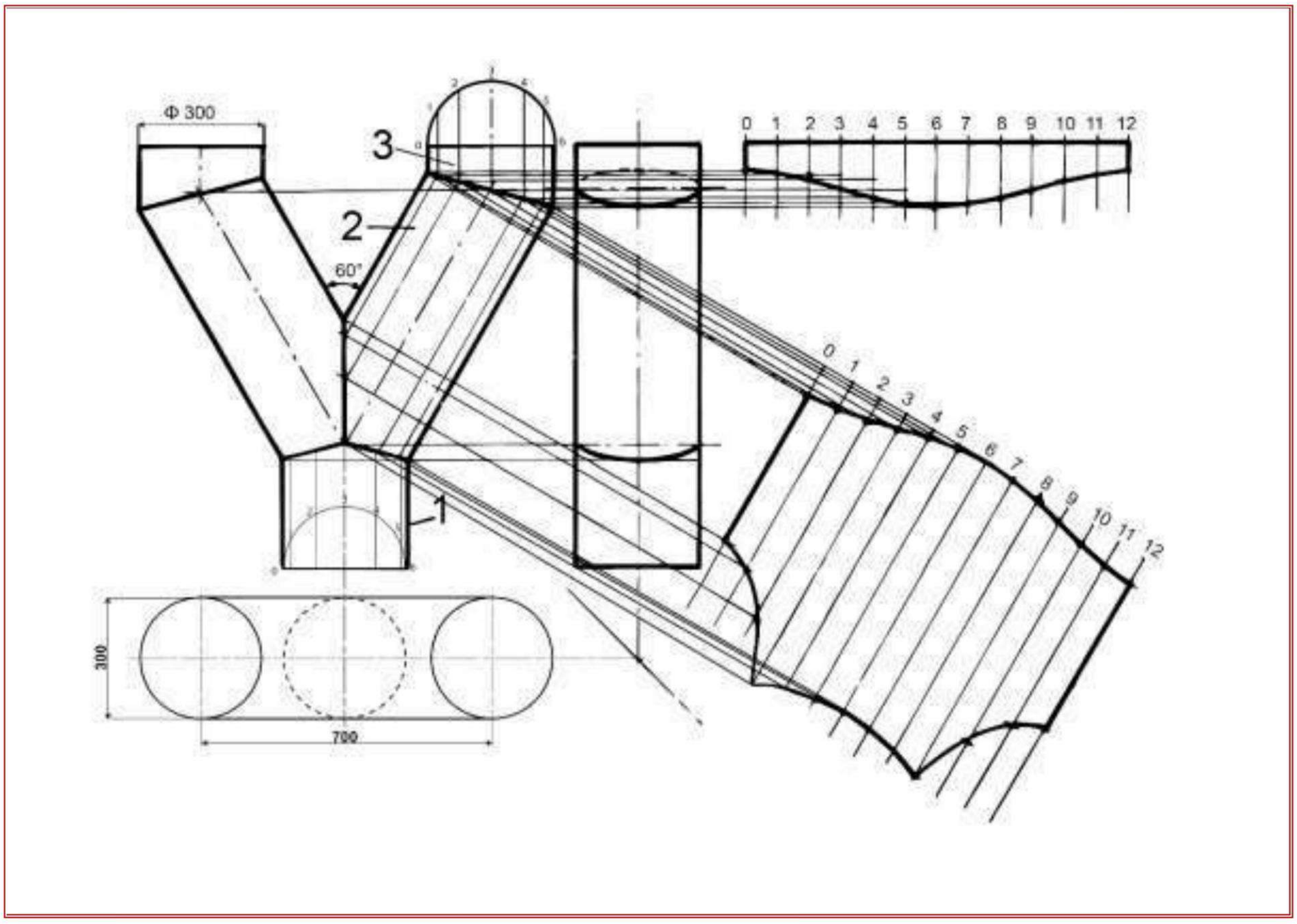


شكل 4-10 د، ذ العمليات النهائية لانفراد وصلة تحويل مجرى من مربع المقطع إلى دائري المقطع(للاطلاع)

11-4 رسم انفراد مجرى هواء دائري على شكل تقسيم (Y) (للاطلاع)

Development Circular Air-Ducting in the form of the Division (Y)

يرسم المساقط الثلاثة (الرأسي, الأفقي, الجانبي) وكما مبين في الشكل (4-11). وللبدء برسم الانفراد يرسم أنصاف دوائر في الجزء (1) والجزء (3) ثم تقسم إلى ست أقسام متساوية ومن كل قسم يرسم خطوط مستقيمة إلى نهاية كل جزء ومن ثم يوصل خطوط الجزء العلوي بخطوط الجزء السفلي بواسطة الخطوط المائلة في الجزء رقم (2)، ثم يتم رسم انفراد كل جزء على جهة وكما موضح في الشكل المذكور.

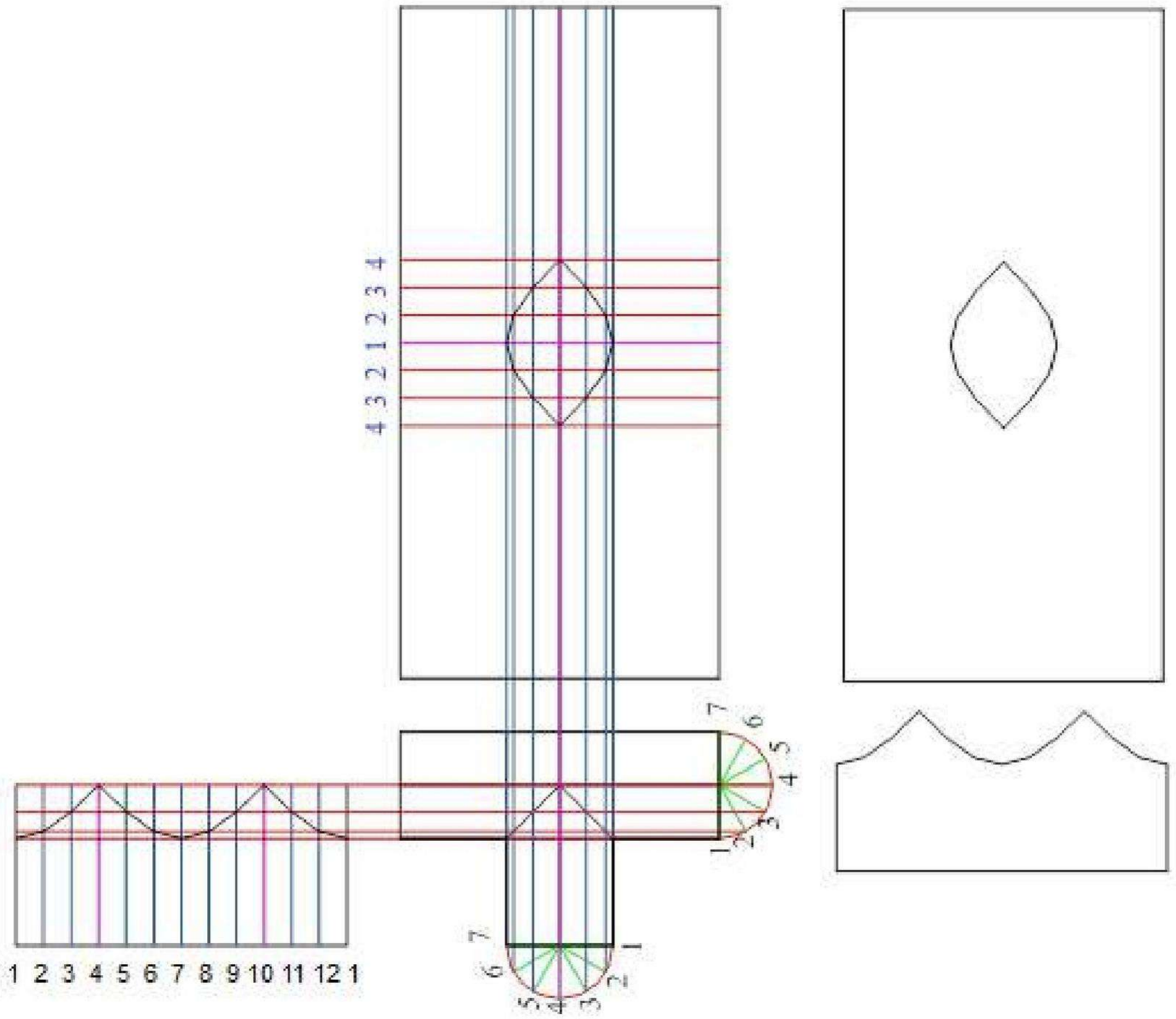


شكل 4-11 رسم مساقط وانفراد مجرى دائري على شكل تقسيم (Y) (للاطلاع)

12-4 انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع

Development of (T) Circular Section Fitting

يبين الشكل (4-12) انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع، يتم القيام برسم المسقط الجانبي للتقسيم، ومن ثم رسم الدوائر المساعدة، وبعد ذلك تتبع الخطوات المعتمدة في الشكل.



شكل 4-12 انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع

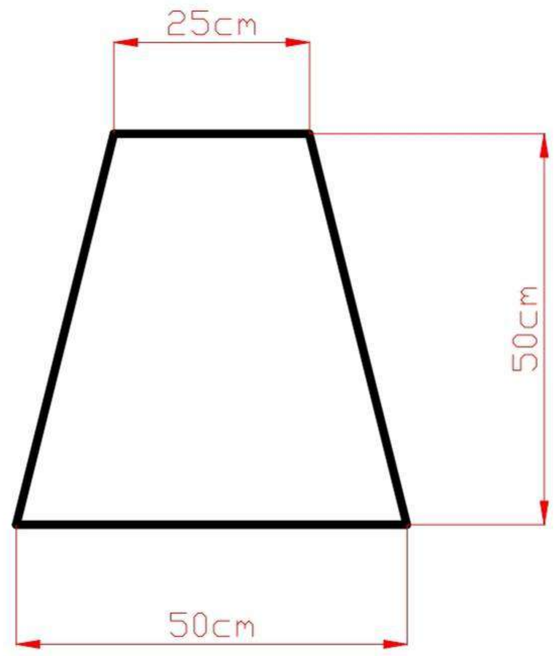
تمارين الفصل الرابع

ارسم بمقياس رسم مناسب ما يأتي

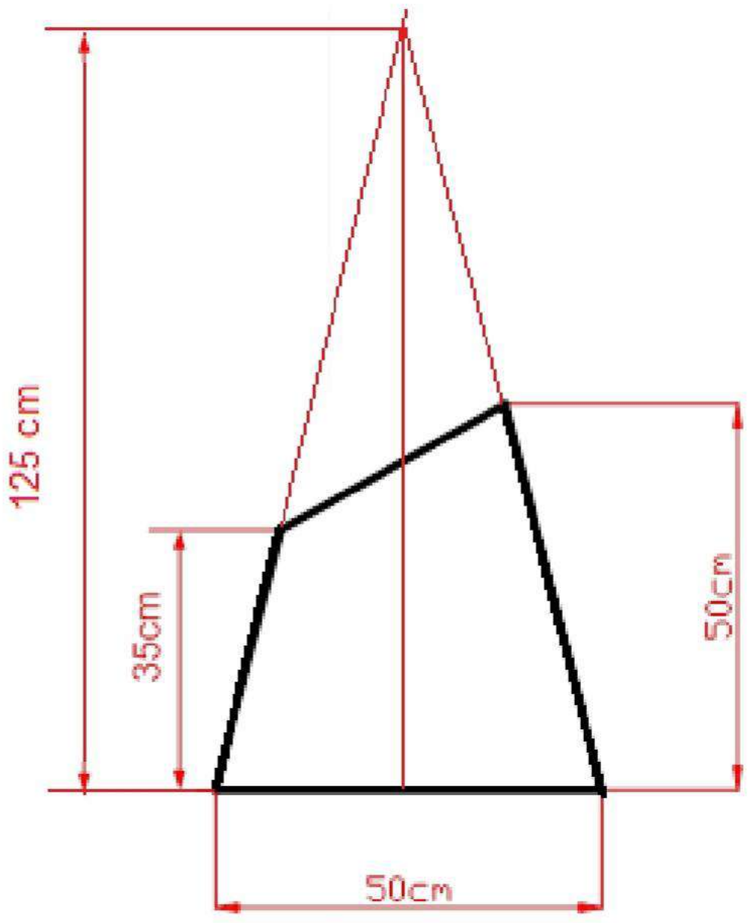
1- ارسم انفراد مجرى هواء مستطيل المقطع بأبعاد (50× 30) cm وطول 1 m ، ووضح أسلوب الربط.

2- ارسم انفراد مجرى هواء دائري المقطع، إذا كان قطر المجرى يساوي 785 cm وطوله 1.5 m

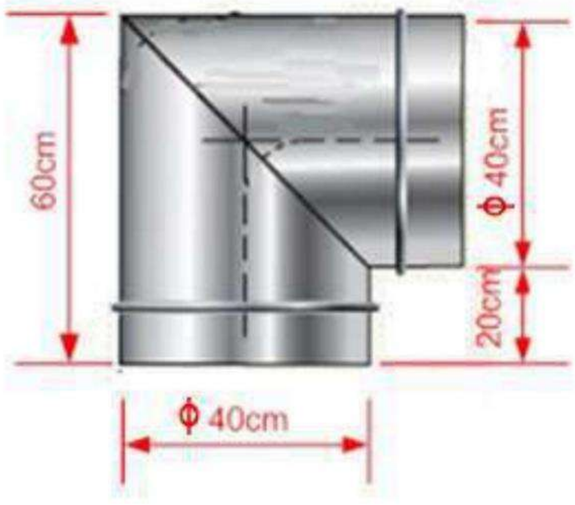
3- ارسم انفراد المصغرة المربعة المقطع والدائرية المقطع كما موضّحة في الشكل أدناه:



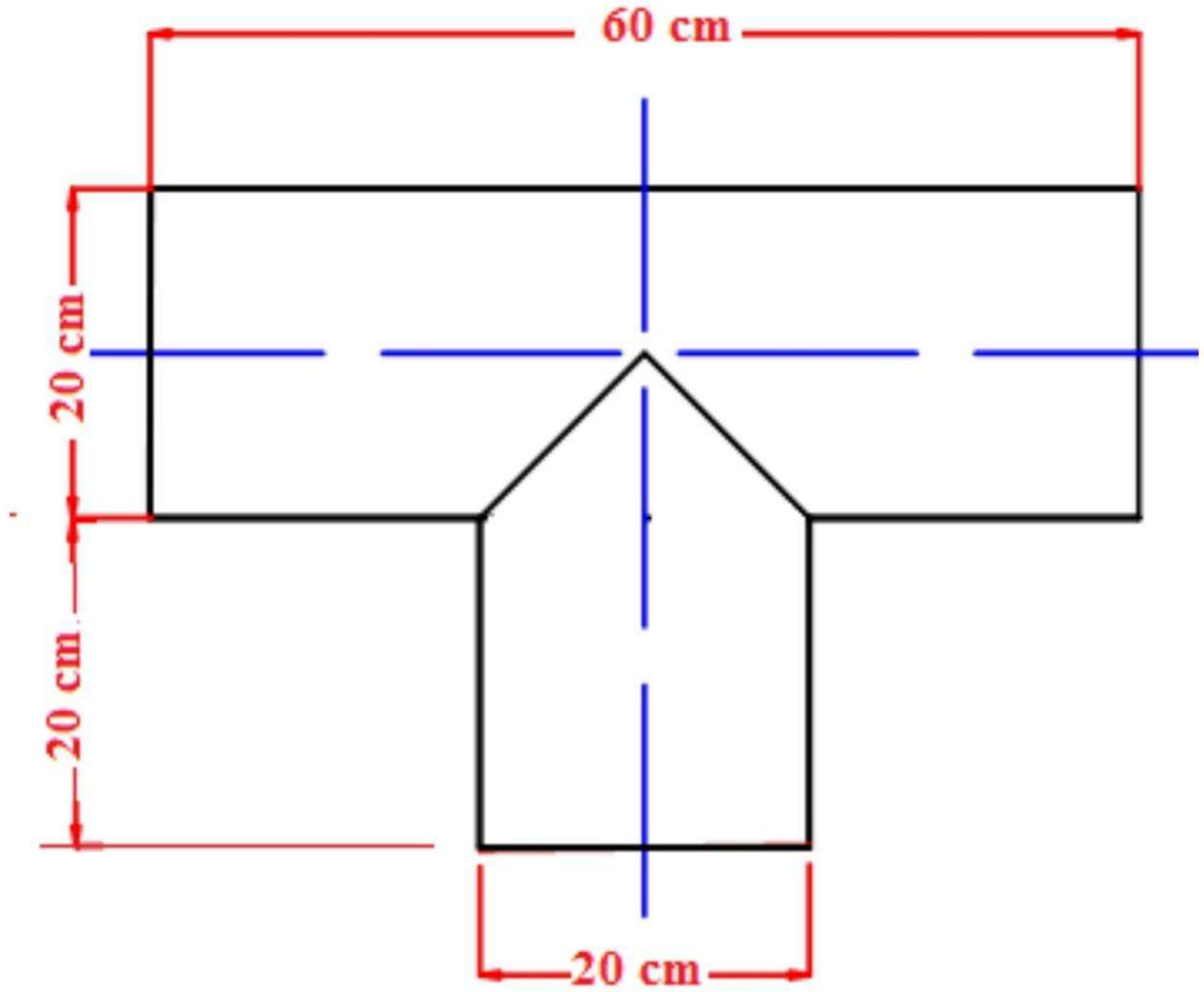
4- مصغرة أبعادها كما مبيّنة في الشكل أدناه، ارسم انفراد المصغرة مع إضافة المسافات المطلوبة للربط:



5- ارسم انفراد انحناء بزاوية 90º من قطعتين قائم دائري المقطع كما موضّح في الشكل المجاور:



6- ارسم انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع كما مبين في الشكل ادناه:



الفصل الخامس

وحدات تكييف الهواء

Air-Conditioning Units

وحدات تكييف الهواء

Air-Conditioning Units

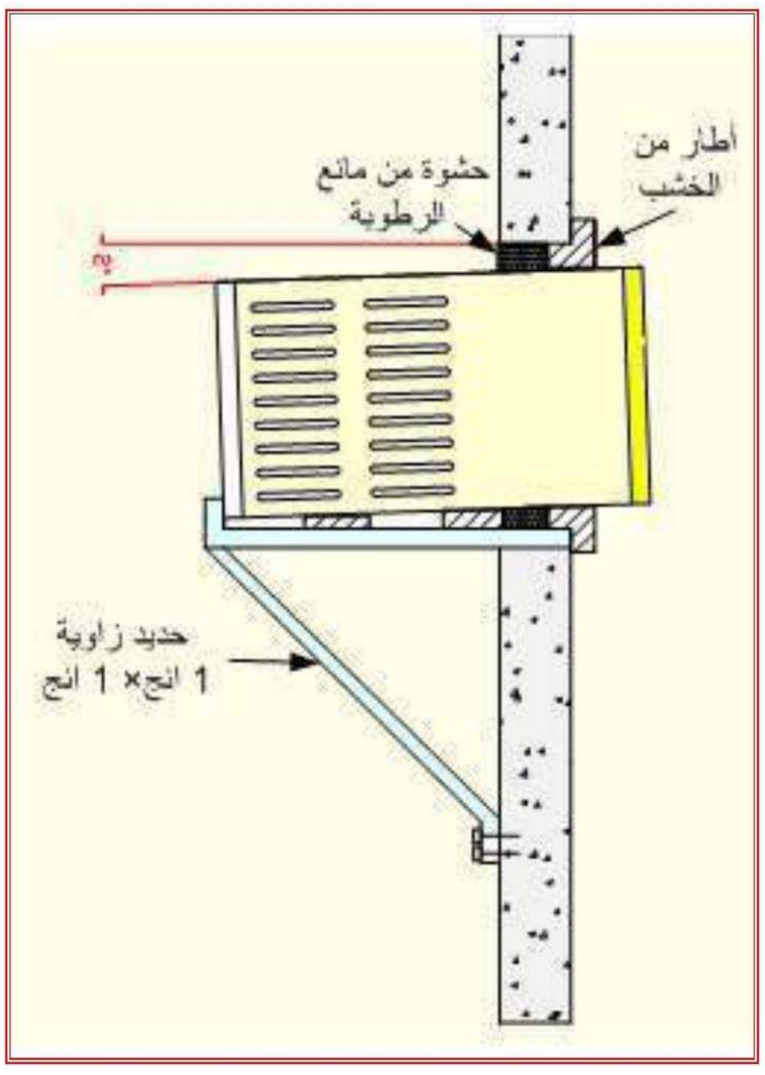
1-5 المقدمة Introduction

تُعد وحدات تكييف الهواء من الأجزاء الرئيسة في أنظمة التكييف، وتشمل المكيفات الجدارية، ووحدات دافعات الهواء، والوحدات المجمعة والمنفصلة وملحقاتها مثل أبراج التبريد والمضخات والمكثفات الخارجية وغيرها، ويجب أن يتعرف الطالب على كيفية رسم وحدات التكييف اعتماداً على كراس مواصفات هذه الوحدات، إذ إن رسم هذه الوحدات ضمن المخطط الهندسي من الفقرات المهمة، وسنتعرف في هذا الفصل على كيفية رسم وحدات التكييف بمساقطها الثلاثة اعتماداً على كراس المواصفات.

2-5 رسم وحدات تكييف الهواء Air-Conditioning Units

1-2-5 مكيف الهواء الجداري Window Type Air-Conditioning

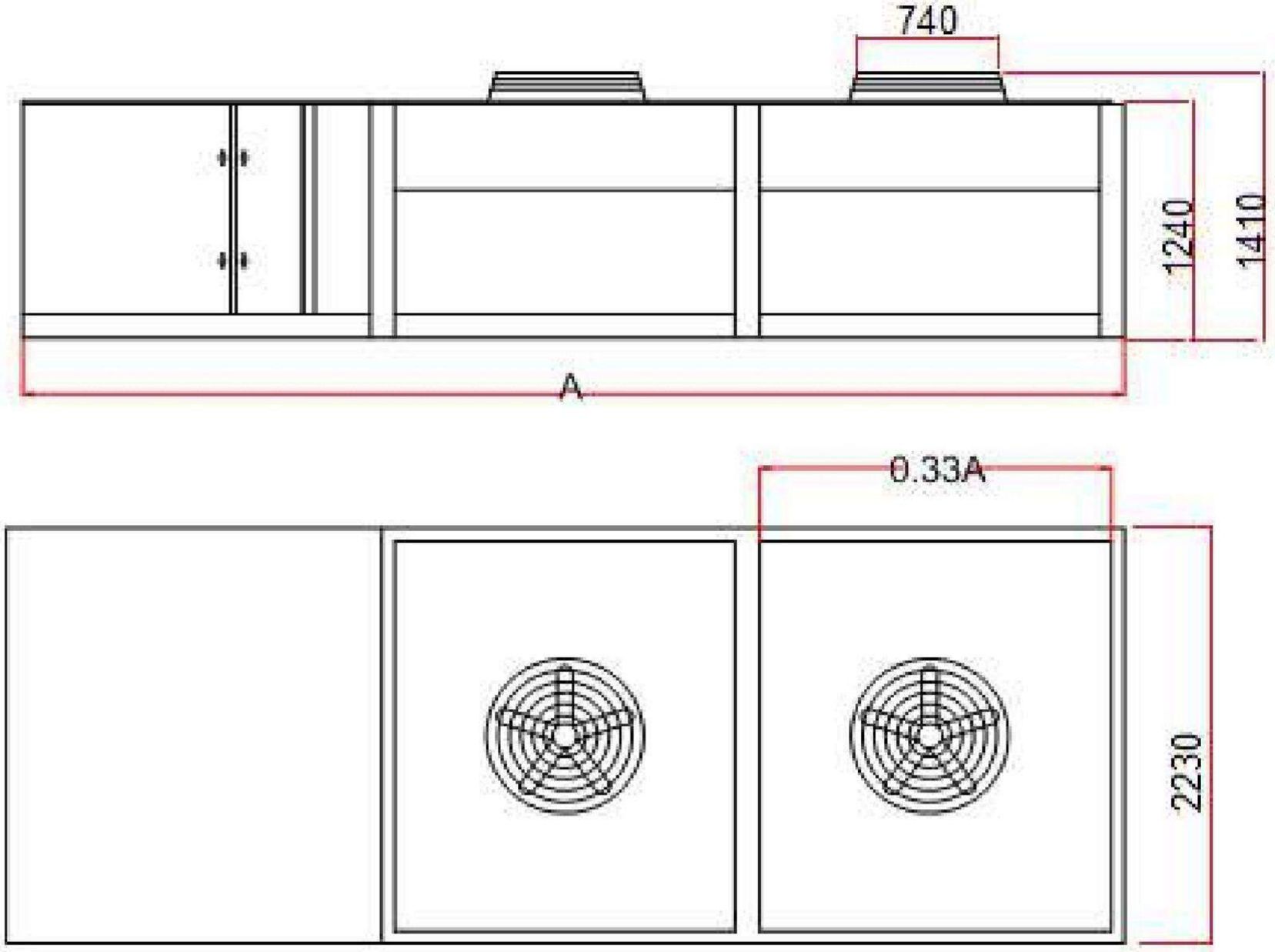
وهو من وحدات تكييف الهواء البسيطة، ولا يتطلب الأمر هنا إلى التعرف على المساقط الثلاثة للمكيف لأنه بسيط، وإنما يتطلب التعرف على الأسلوب الصحيح لنصب مكيف الهواء الجداري، ويبين الشكل (5-1) أسلوب نصب مكيف الهواء الجداري.



شكل 5-1 متطلبات نصب مكيف الهواء الجداري

2-2-5 وحدة تكثيف خارجية مبردة بالهواء Out-Door Condensing Unit

تستعمل وحدة التكثيف الخارجية عادة مع أنظمة التكييف المنفصلة، وتختلف وحدة التكثيف باختلاف وحدات التكييف المنفصلة، ويبيّن الشكل (5-2) المسقطين الأمامي والأفقي لوحدة تكثيف خارجية، في حين يبيّن الجدول (5-1) بعض مواصفات وحدات التكثيف الخارجية.



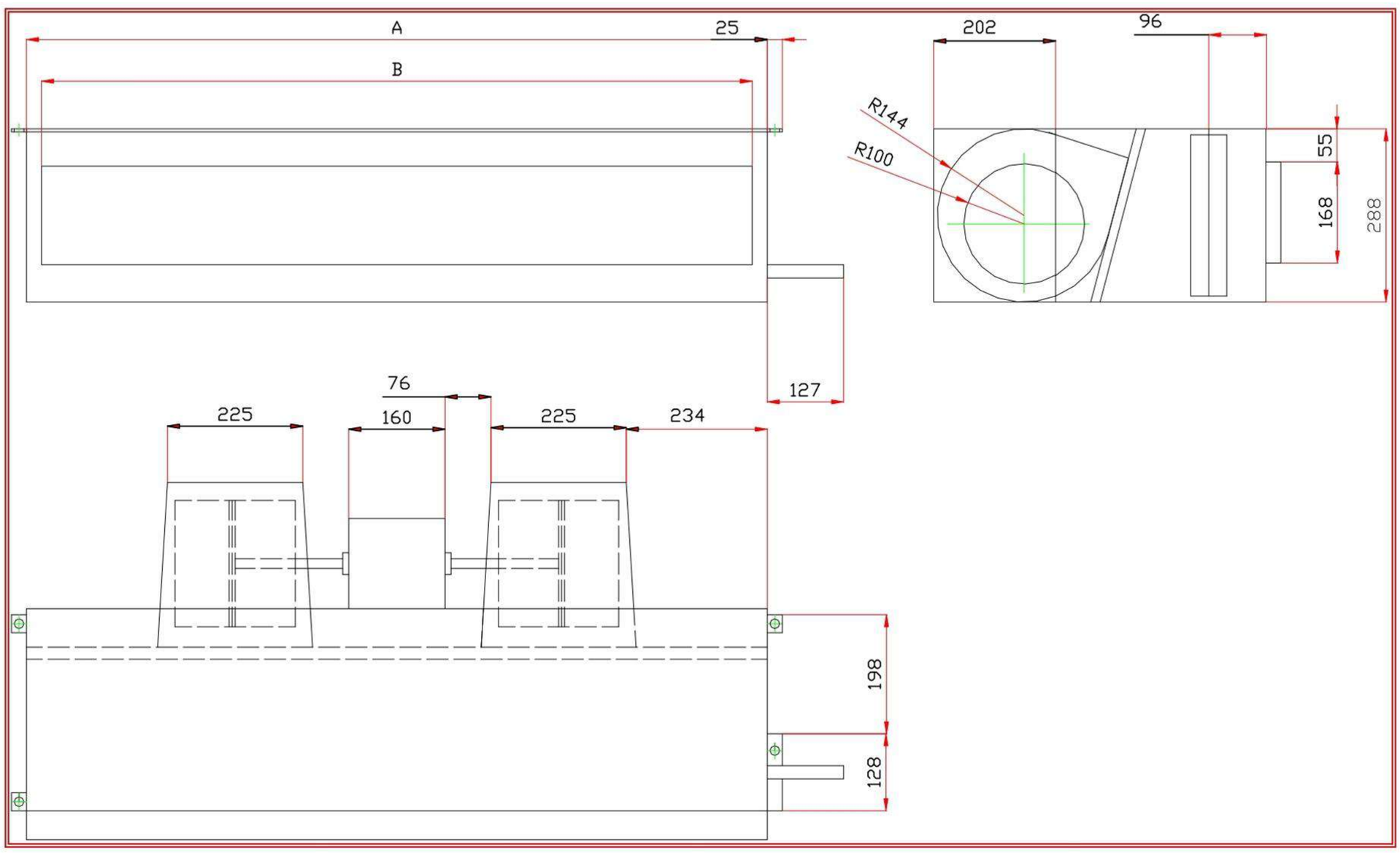
شكل 5-2 المسقطين (الأمامي، الأفقي) لوحدة تكثيف خارجية (الأبعاد بالمليمتر)

جدول 5-1 مواصفات وحدة التكثيف الخارجية

الطراز		السعة (hp)		A (mm)
26-CDD		26		3658
30-CDD		30		3658
40-CDD		40		3658
44-CDD		44		4343
50-CDD		50		4343
60-CDD		60		4343

3-2-5 وحدة مروحة ملف سقفية (للاطلاع) Ceiling Fan Coil Unit

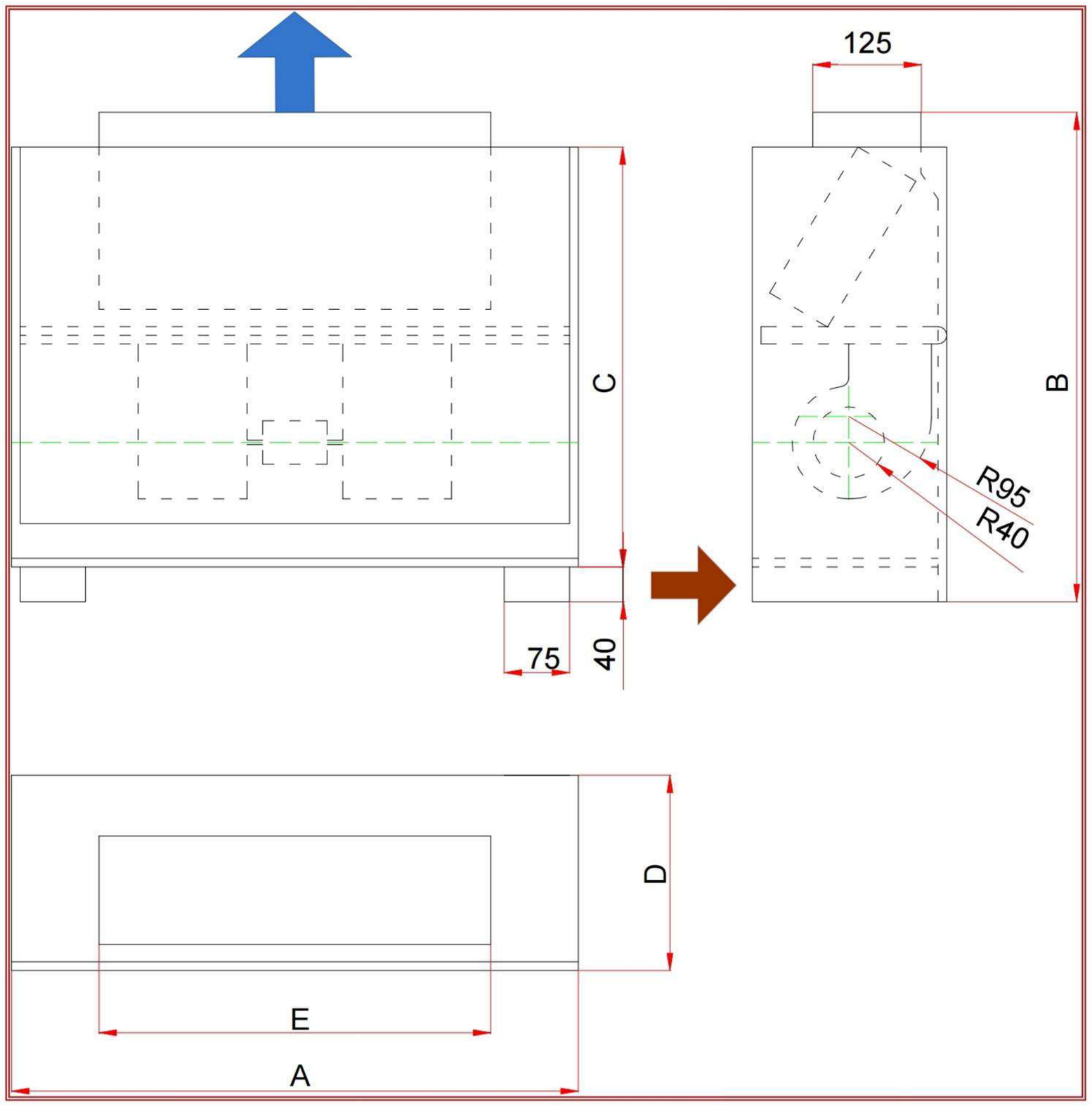
وحدة المروحة والملف كما مرَ، تتكون من مروحة طرد مركزي وملف لمرور الماء المثلج أو الماء الساخن أو البخار، وتتكون من عدة أنواع، منها ما يثبت في السقف، ومنها ما توضع على الأرض، ويبيّن الشكل (5-3) وحدة مروحة وملف سقفية، في حين يبيّن الجدول (5-2) مواصفات وحدة المروحة والملف، ويبين الشكل (5-4) وحدة مروحة وملف أرضية، في حين يبيّن الجدول (5-3) مواصفات وحدة المروحة والملف الأرضية.



شكل 5-3 المساقط الثلاثة لوحدة مروحة وملف سقفية

جدول 5-2 مواصفات وحدة المروحة والملف

حجم المنظومة	معدل دفع الهواء l/s	عدد المراوح	A	B
06	378	2	1181	1156
10	472	2	1486	1461
12	566	2	1791	1765



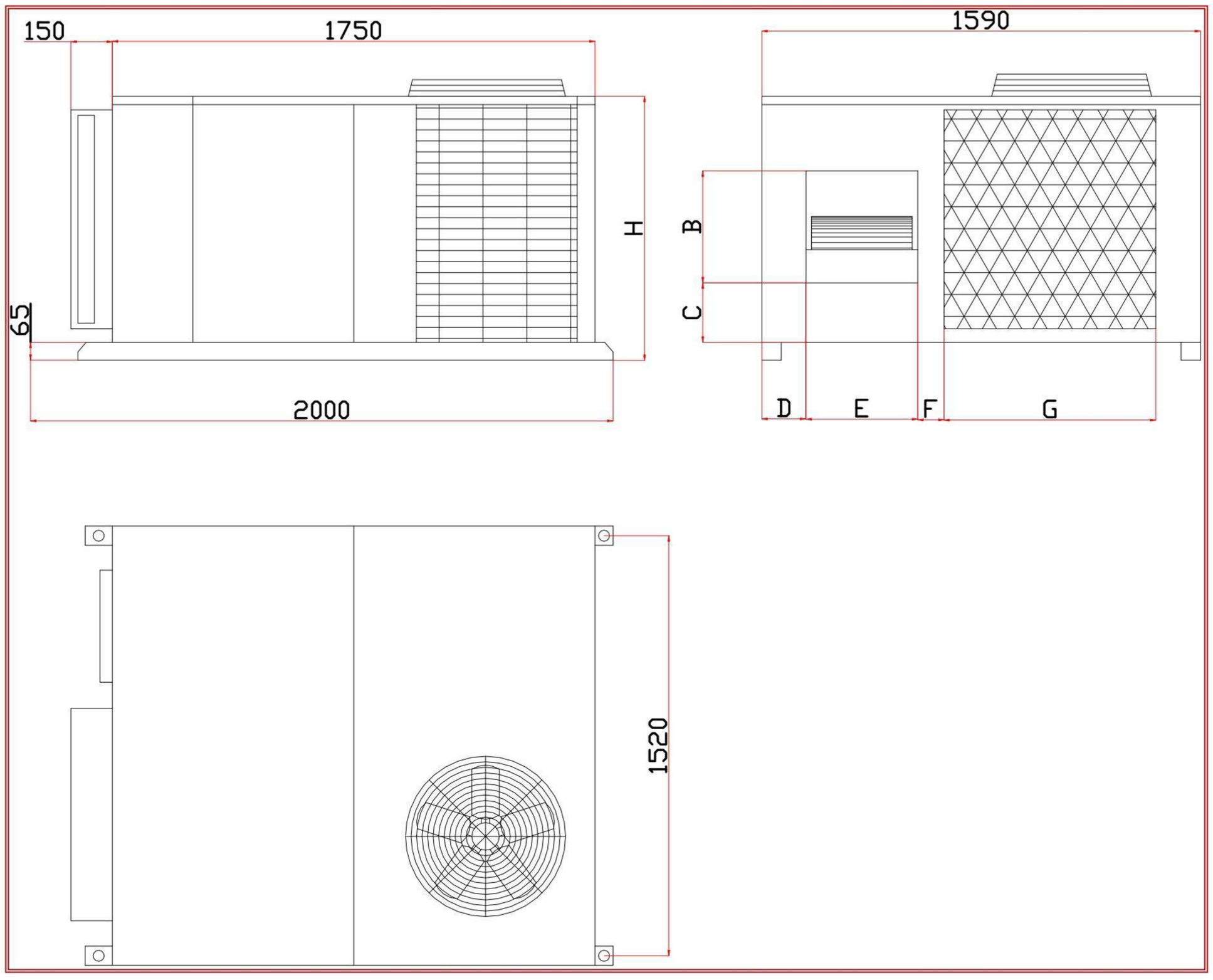
شكل 5-4 المساقط الثلاثة لوحدة مروحة وملف أرضية

جدول 5-3 مواصفات وحدة المروحة والملف الأرضية

الحجم	الأبعاد (mm)				
	A	B	C	D	E
02	651	564	524	225	450
03	743	564	524	225	600
04	998	564	524	225	800
06	1198	564	524	225	1000
08	1398	609	569	250	1200
10	1598	609	569	250	1400
12	1498	609	569	250	1600

4-2-5 وحدة تكييف مجمعة (للاطلاع) Package Air-Conditioning Unit

تسمى وحدة التكييف بالوحدة المجمعة إذا احتوت على جميع عناصر دورة التثليج الانضغاطية في وحدة واحدة، أي إنها تحتوي على الضاغط والمكثف والمبخر وأداة التمدد في غلاف واحد. ويبيّن الشكل (5-5) المساقط الثلاثة لوحدة التكييف المجمعة، في حين يبيّن الجدول (5-4) مواصفات وحدة التكييف المجمعة.



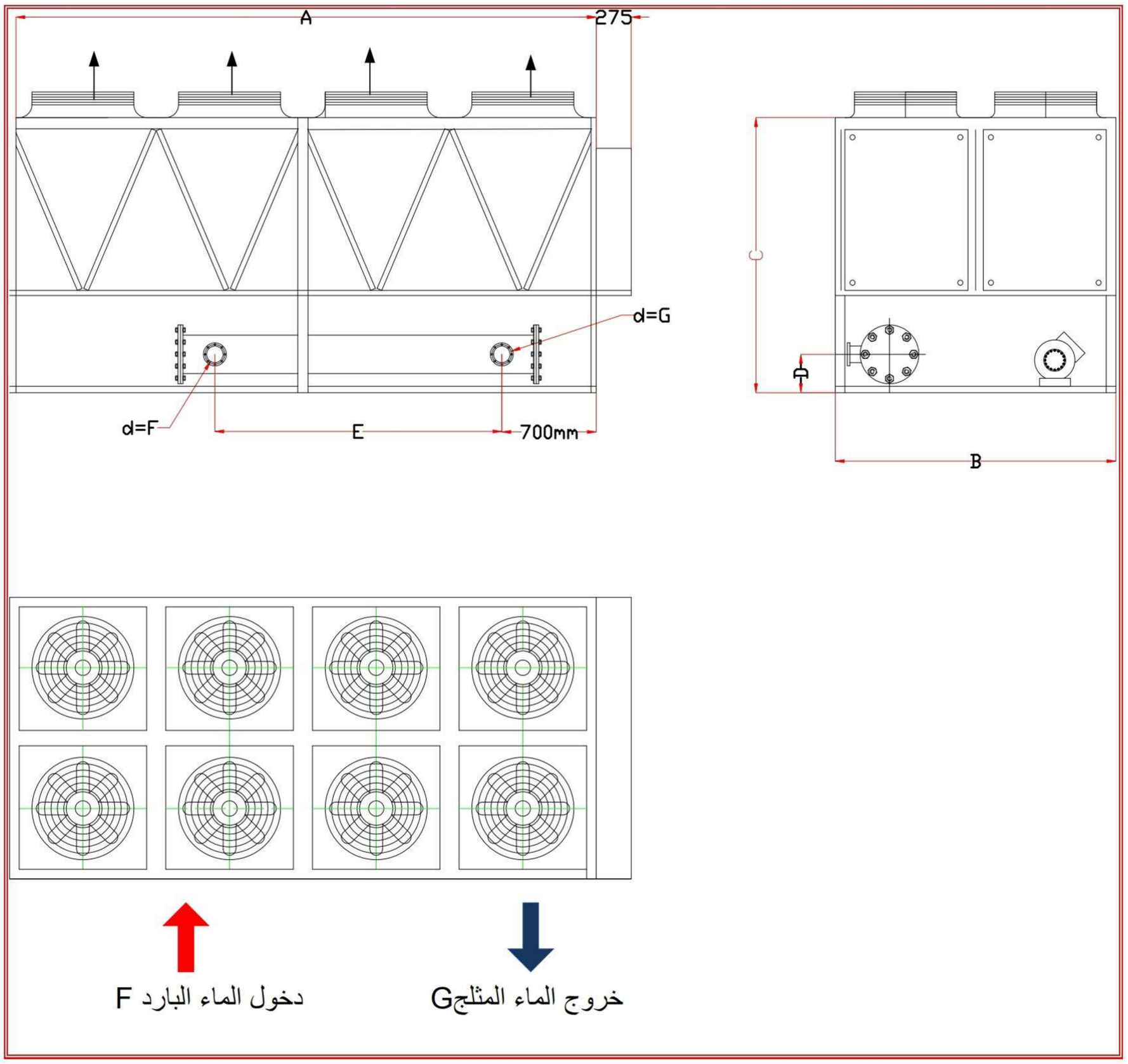
شكل 5-5 المساقط الثلاثة لوحدة تكييف مجمعة

جدول 5-4 مواصفات وحدة التكييف المجمعة

H	G	F	E	D	C	B	A	طراز
792	843	95	405	225	215	405	995	90
1072	843	75	453	200	240	453	1235	120

5-2-5 مثلج ماء مبرد بالهواء (للاطلاع) Air-Cooled Chilled Water

يتكون مثلج الماء المبرد بالهواء من الضاغط والمكثف والمبخر وأداة التمدد وخزان الماء المثلج، ويستعمل لتثليج الماء الذي يستعمل مع وحدة المروحة والملف. ويبيّن الشكل (5-6) المساقط الثلاثة لمثلج ماء مبرد بالهواء، في حين يبيّن الجدول (5-5) مواصفات مثلج الماء.



شكل 5-6 مثلج ماء مبرد بالهواء

جدول 5-5 جدول مواصفات مثلج الماء

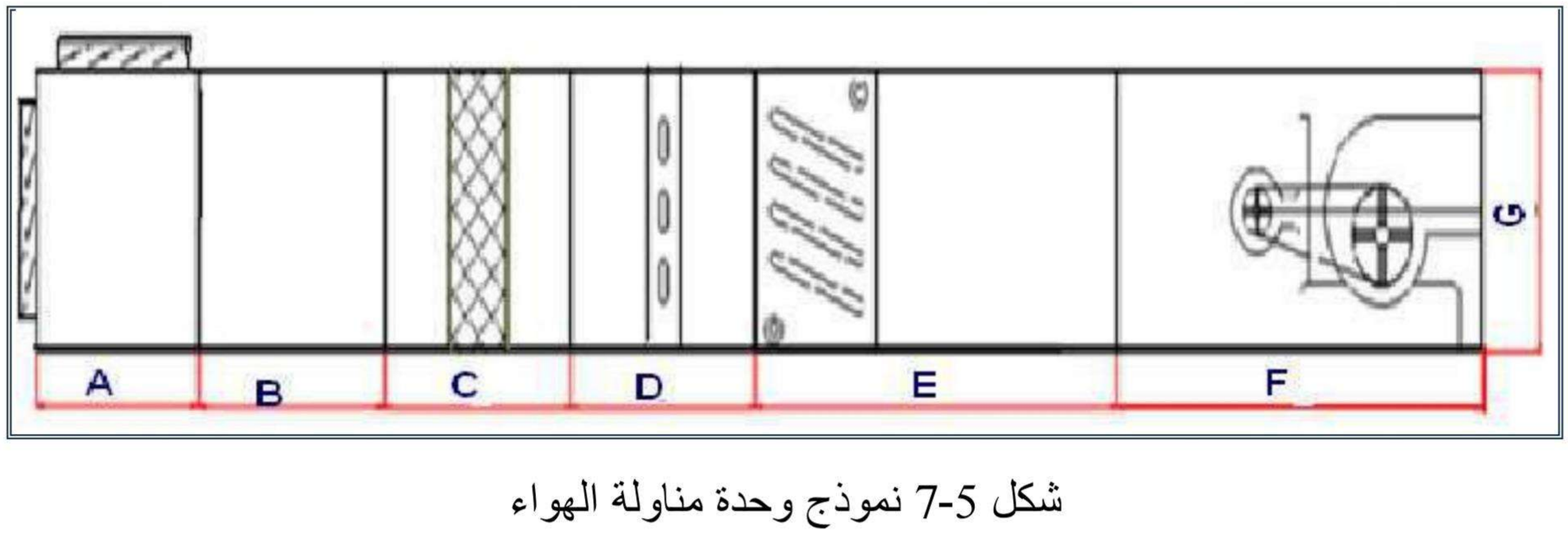
G	F	E	D	C	B	A	النوع
in	In	mm	mm	mm	mm	Mm	
5	5	225	335	2350	2200	4600	C85
5	5	225	335	2350	2200	4600	C100
5	5	225	335	2350	2200	4600	C105

6-2-5 وحدة مناولة الهواء Air Handling Unit

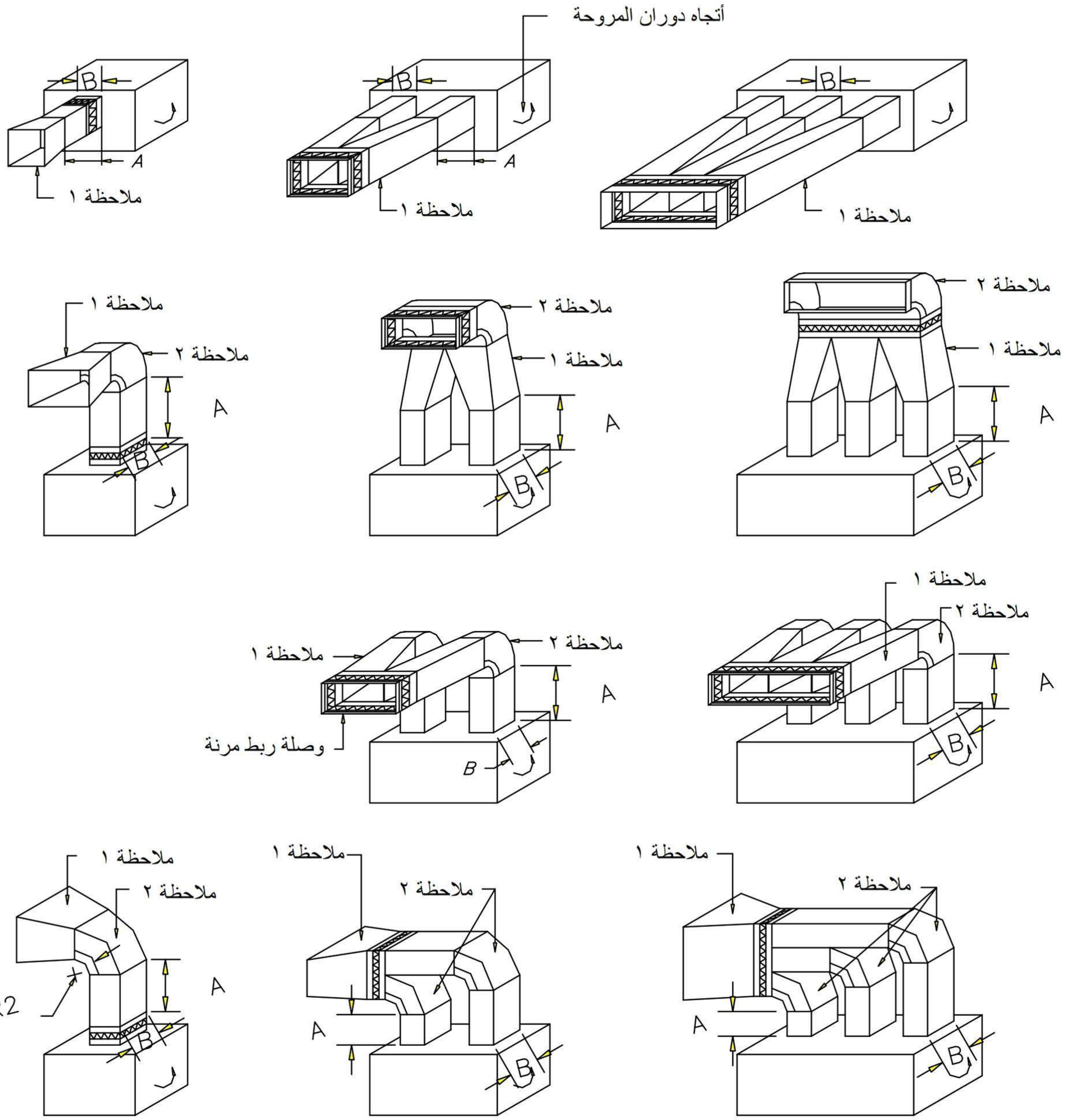
تستعمل وحدة مناولة الهواء في تكييف الهواء، وتستعمل مع مثلجات الماء والمراجل، وتحتوي على عدة أجزاء، أولها صندوق خلط الهواء الذي يقوم بخلط الهواء الراجع من الغرفة مع الهواء النقي المسحوب من الخارج، وبعد ذلك هنالك جزء فارغ من مجرى هواء لاستقرار عملية الخلط، والجزء الثالث يتكون من ملف التدفئة، في حال استعمال وحدة مناولة الهواء لأغراض التدفئة، ومن ثم ملف التبريد، وأخيراً مروحة طرد مركزي لدفع الهواء. وتختلف وحدات دافعات الهواء من حيث تركيب الأجزاء أعلاه، ويلعب الفضاء المحدد دوراً مهما في ترتيب الأجزاء أعلاه، ويبيّن الشكل (5-7) أنموذج لوحدة مناولة الهواء في حين يبيّن الجدول (5-6) مواصفات وحدة مناولة الهواء. ويمكن أن تستعمل أكثر من وحدة مناولة هواء لتجهيز البناية، ويجب اتباع التعليمات المعمول بها عند ربط دافعات الهواء بعضها مع بعض لغرض الحصول على أعلى كفاءة وذلك عن طريق تقليل خسائر دفع الهواء، ويبيّن الشكل (5-8) أسلوب ربط وحدات مناولات الهواء بعضها مع بعض. والشكل (5-9) يبيّن طريقة نصب وحدة مناولة الهواء على السطح.

جدول 5-6 مواصفات وحدة مناولة الهواء

مخرج		مدخل		العرض	G	F	E	D		C		B		A		طراز
عرض	ارتفاع	عرض	ارتفاع					بخار 4 صف	ماءساخن 2-1 صف	مرشح مائل	مرشح عمودي	سمك 24 أنج	سمك 12 أنج	مع مرشح	بدون مرشح	
171	102	914	229	965	279	635	622	394	324	616	324	622	324	622	279	15
171	165	914	305	965	356	635	622	394	324	616	324	622	324	622	356	20
216	203	914	356	965	406	737	622	394	324	686	324	622	324	686	406	25
229	229	914	419	965	470	813	622	394	324	787	324	622	324	787	470	30
254	229	1219	419	1270	470	813	622	394	324	813	324	622	324	813	470	45
260	254	1219	483	1270	533	965	622	394	324	813	324	622	324	813	533	50
324	305	1219	610	1270	660	1067	622	394	324	965	324	622	324	965	660	65
381	305	1524	610	1575	660	1067	622	394	324	965	324	622	324	965	660	85



شكل 5-7 نموذج وحدة مناولة الهواء



موقع الزعانف

R1 يحسب =١٥٠ ملم R2 يحسب أعتمادا على بعد مجرى الهواء

A = ٤٠ الى ٦٥ مرة بقدر B2 يحسب أعتمادا على بعد مجرى الهواء

الملاحظات

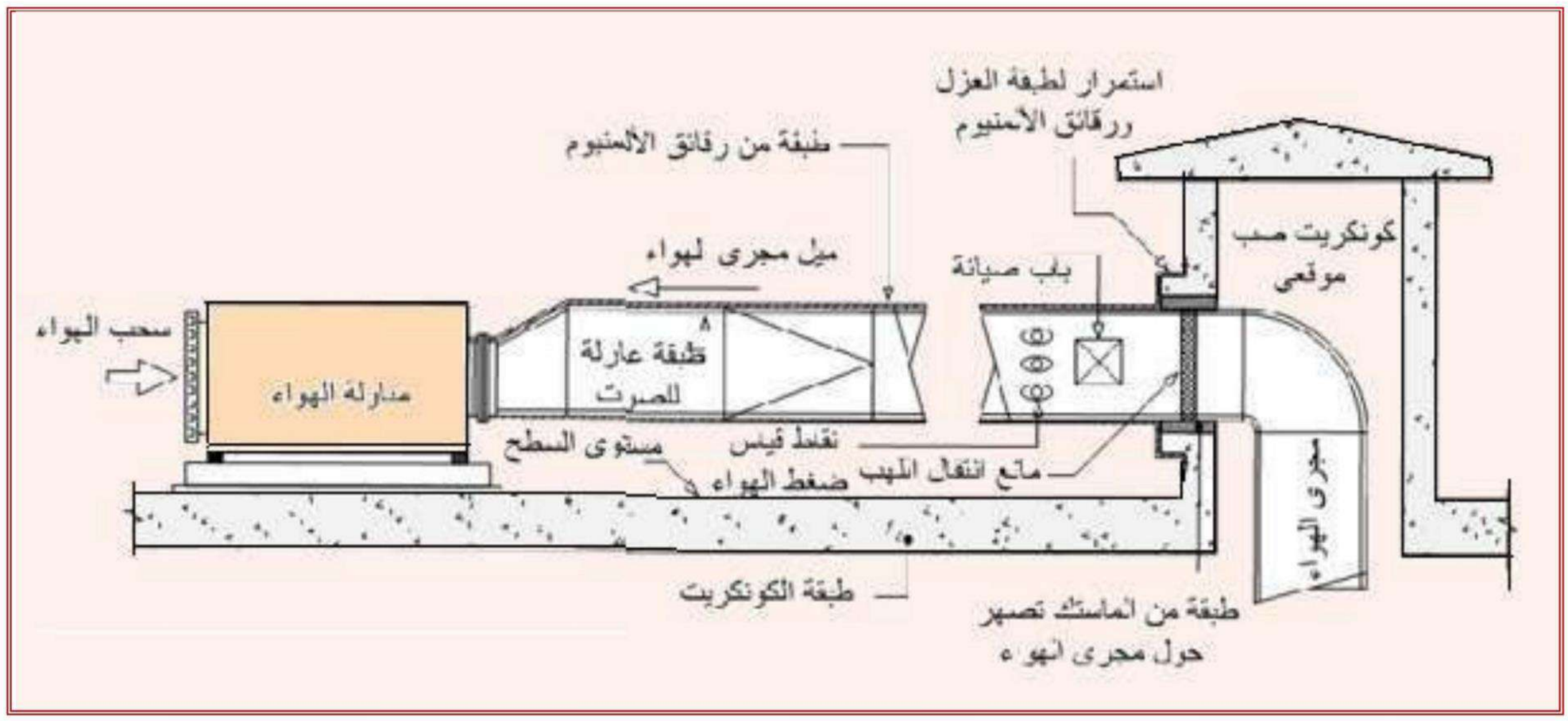
١- أكبر ميل مسموح به يساوي ٢٥ ملم ارتفاع لكل ١٧٥ملم طول

٢-يمكن استبدال الزعانف المؤشرة بالرسم باخرى مزدوجة السمك

٣- لا تنصب مجرى الهواء بحيث يكون أتجاه الهواء فيه عكس اتجاه دوران المروحة، وأذا كان لا بد منه أعكس اتجاه دوران المروحة

٤-يجب عدم تسليط اي ثقل على وصلة الربط المرنة

شكل 5-8 طريقة ربط وحدات مناولة الهواء مع بعضها البعض **(للاطلاع)**

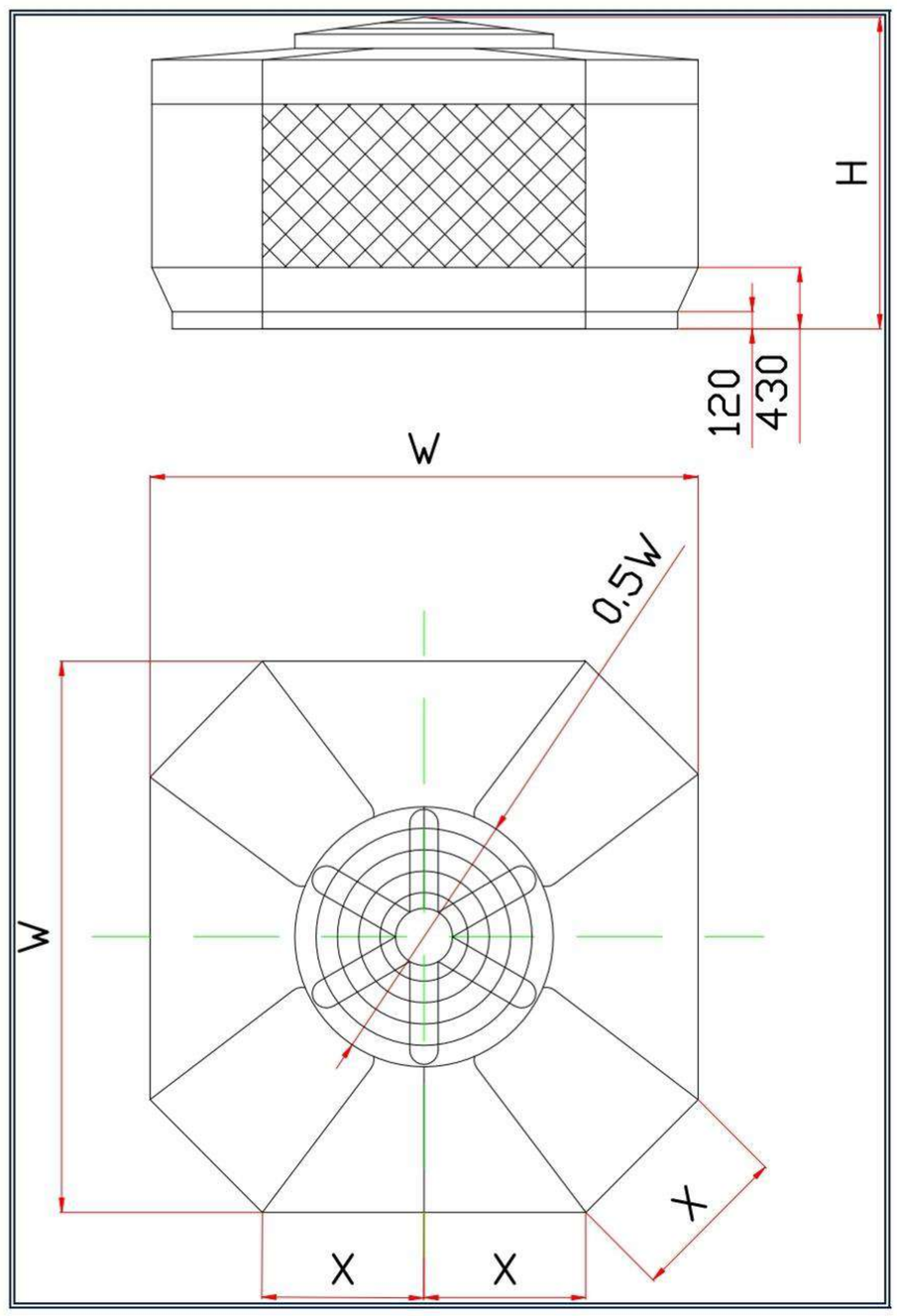


شكل 5-9 طريقة نصب وحدة مناولة الهواء على السطح

5-2-7 أبراج التبريد (للاطلاع) Cooling Towers

تستعمل أبراج التبريد لتبريد الماء الخارج من المكثف لإعادة استعماله مرة ثانية في تبريد المكثف، ويبين الشكل (5-10) مساقط برج تبريد مع المواصفات الخاصة بالبرج.

H	W	طراز
2184	3861	120
2565	3861	220
2972	3861	320
2591	4293	120A
3023	4293	220A
3023	5080	120B
3429	5080	220B



شكل 5-10 المسقطين الأمامي والأفقي لبرج تبريد.

تمارين الفصل الخامس

في التمارين أدناه، اختر مقياس رسم مناسباً للوحة الرسم، وضع الأبعاد بعناية على الأشكال، وتقدّر الأبعاد الناقصة من قبل الطالب.

التمرين الأول: ارسم المسقط الأفقي لوحدة التكثيف الخارجية من النوع 30-CDD اعتماداً على الجدول (5-1).

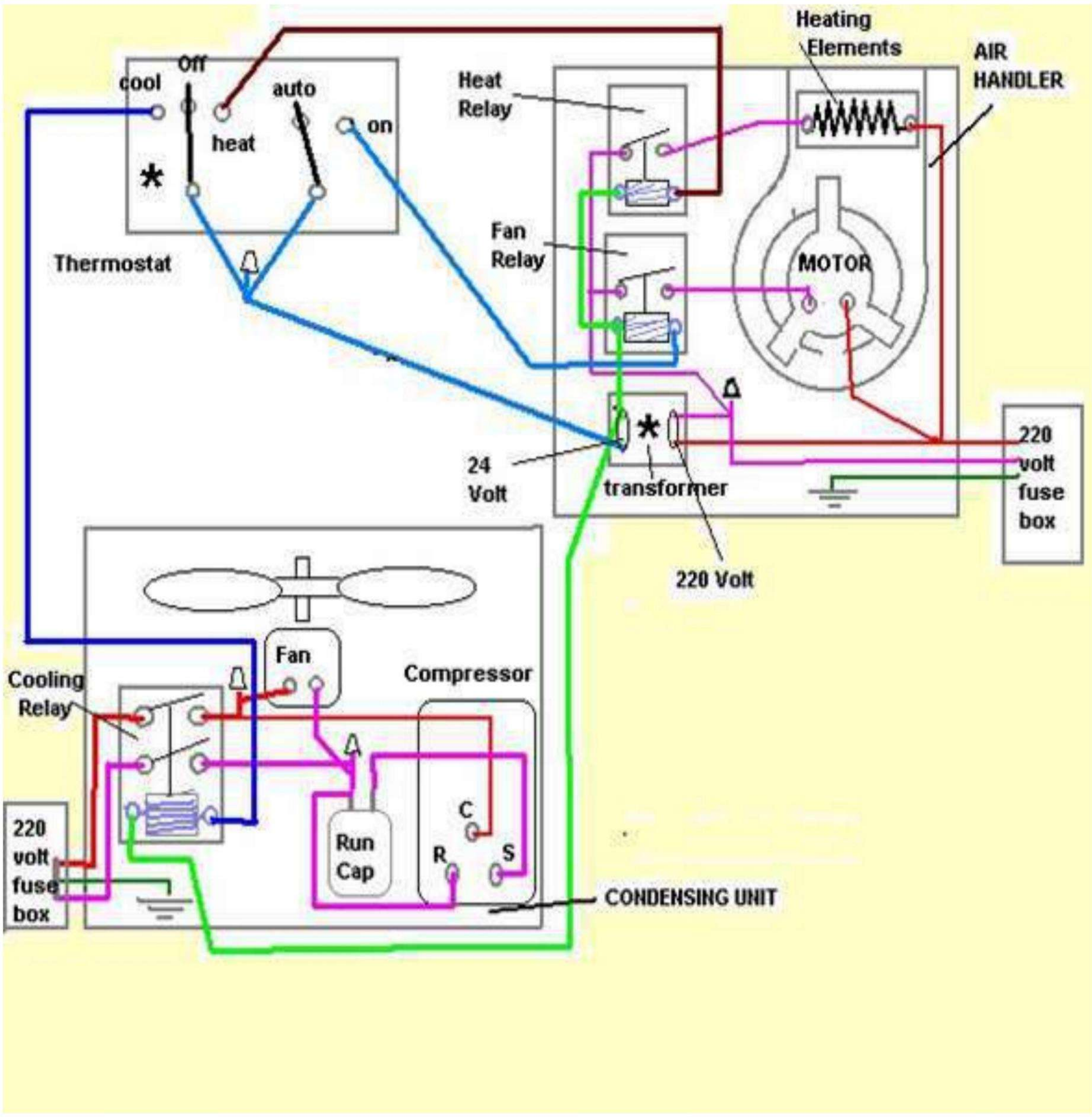
التمرين الثاني: ارسم المسقط الأمامي لوحدة مناولة الهواء طراز 25 المبينة في الجدول (5-6).

التمرين الثالث: ارسم المساقط الثلاثة لبرج تبريد طراز 220A.

الفصل السادس

رسم الدوائر الكهربائية

Electrical Circuits Drawing



رسم الدوائر الكهربائية Electrical Circuits Drawing

1-6 المقدمة Introduction

لا تقتصر الدوائر الكهربائية لأنظمة التكييف والتثليج على العناصر الميكانيكية والعناصر الكهربائية التي ذُكرت في كتاب الرسم للمرحلة الثانية فحسب، وإنما تحتوي على عددٍ من العناصر الكهربائية الأخرى وعناصر السيطرة، وتتكون أنظمة التكييف دائماً من دائرة كهربائية موازية للدائرة الميكانيكية فضلاً عن دائرة سيطرة، إذ تزود الدائرة الكهربائية عناصر الدائرة الميكانيكية بالطاقة الكهربائية اللازمة في حين أن دائرة السيطرة تقوم بالتحكم بعمل العناصر الميكانيكية والكهربائية.

2-6 المصطلحات المعتمدة في دوائر تكييف الهواء والتثليج

Electrical Components Terms

يبين الجدول (6-1) بعض المصطلحات المعتمدة في الدوائر الكهربائية، إذ يُشار إلى العناصر بمصطلحات مختصرة تعبر عن اسم العنصر أو لون الأسلاك المستعملة، ويجب على الفني معرفة هذه المصطلحات لغرض التعرف على الدائرة الكهربائية.

جدول 6-1 بعض المصطلحات المعتمدة في رسم الدوائر الكهربائية

المصطلح	المعنى باللغة الإنكليزية	المعنى باللغة العربية
CAP	Capacitor	متسعة
COMP	Compressor Motor	محرك الضاغط
CPC	Circuit Plug Cap	غطاء مأخذ الدورة
CR	Compressor Relay	مرحل الضاغط
FCS	Fan Cycle Switch	مفتاح تشغيل المروحة
FGT	Freeze Guard Thermostat	مانع انجماد منظم درجة الحرارة
FM	Fan Motor	محرك المروحة
FR	Fan Relay	مرحل المروحة
GND	Ground	أرضي
HR1	Heater Relay 1	مرحل المسخن الأول
HR2	Heater Relay 2	مرحل المسخن الثاني
HTR	Heater	مسخن
IFT	Indoor Frost Thermistor	متحسس الانجماد الداخلي
IT	Indoor Thermostat	منظم درجة الحرارة

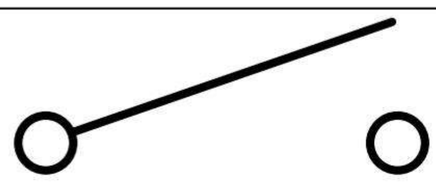
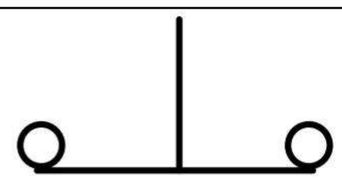
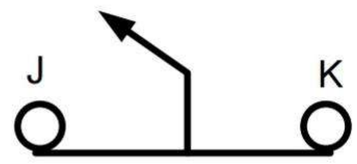
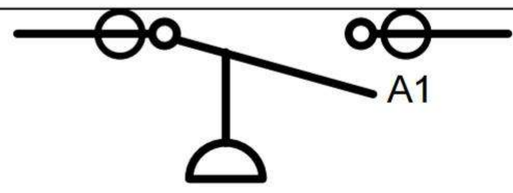
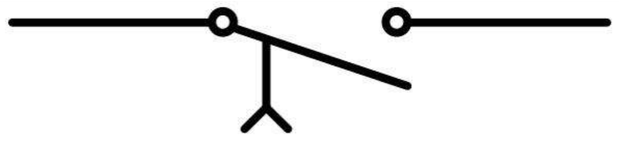
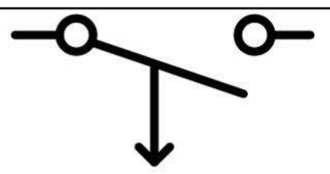
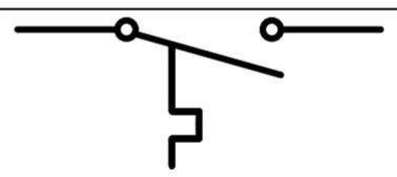
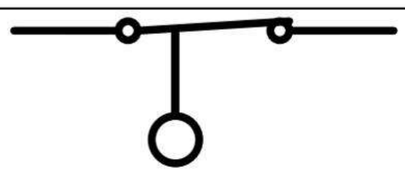
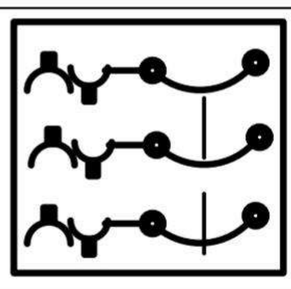
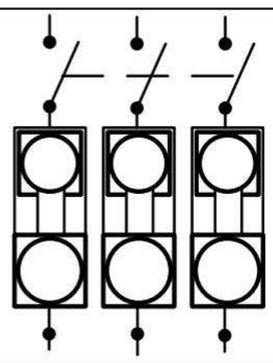
تابع جدول 6-1 بعض المصطلحات المعتمدة في رسم الدوائر الكهربائية

المصطلح	المعنى باللغة الإنكليزية	المعنى باللغة العربية
NEC	National Electrical Code	مصطلح الكهرباء العامي
OFT	Outdoor Frost Thermostat	متحسس الانجماد الخارجي
OL	Overload	زيادة الحمل
MC	Magnetic Contactor	مفتاح توصيل مغناطيسي
PCBD	Printed Circuit Board	لوحة دائرة كهربائية مطبوعة
PLS	Primary Limit Switch	مفتاح محدود رئيس
PRI	Primary	رئيس
PR	Primary Relay	مرحل رئيس
RVR	Reversing Valve Relay	مرحل الصمام العاكس
RVS	Reversing Valve Solenoid	مرحل الصمام ذو الملف اللولبي
NO	Normally open	مفتوح اعتيادياً
NC	Normally closed	مغلق اعتيادياً
BLK	Black	اسود
BRN	Brown	بني
GRN	Green	أخضر
GRY	Gray	رصاصي
ORN	Orange	برتقالي
RED	Red	احمر
WHT	Whit	ابيض
YEL	Yellow	اصفر

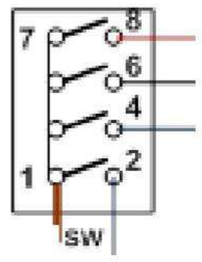
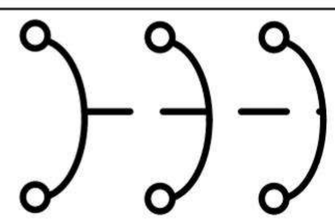
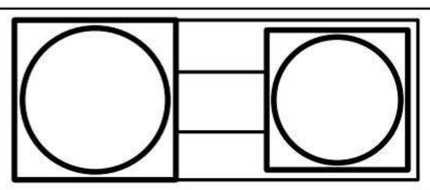
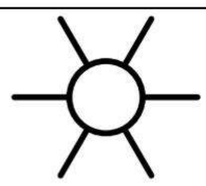
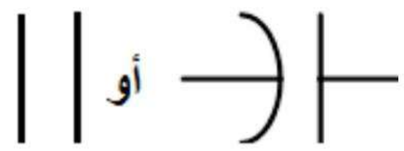
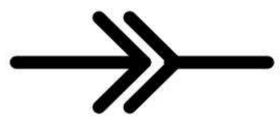
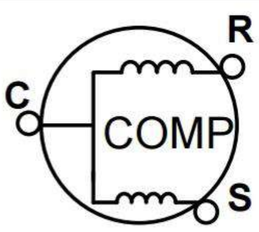
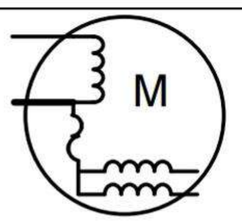
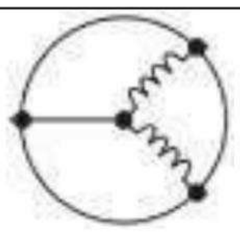
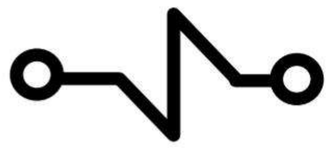
3-6 الرموز المعتمدة في دوائر التكييف والتثليج Electrical Symbols

يبين الجدول (6-2) بعض الرموز المعتمدة في بناء الدوائر الكهربائية في تكييف الهواء والتثليج، كُتب اسم الرمز باللغتين الإنكليزية والعربية، إذ إن جميع الدوائر الكهربائية المصاحبة لأنظمة التكييف والتثليج، يُشار إليها باللغة الإنكليزية، لذا وجب الإشارة إليها بهذه الطريقة.

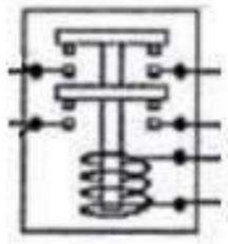
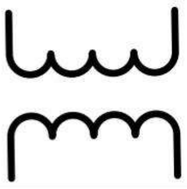
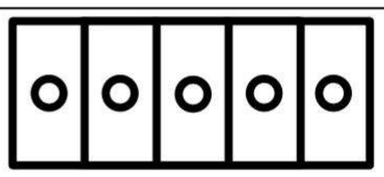
جدول 6-2 بعض الرموز المعتمدة في الدوائر الكهربائية لمنظومات تكييف الهواء والتثليج

الرمز	الاسم باللغة الإنكليزية	الاسم باللغة العربية
	Single Break Switch	قاطع دورة أحادي الطور
	Momentary Contact Single Circuit N-C	مفتاح طرد مركزي مغلق اعتيادياً
	Two Position Contact Switch	مفتاح تلامس مزدوج
	Pressure Actuated Switch	مفتاح يعمل بتحسس الضغط
	Timed Switch Energized	مفتاح زمني في حال اشتغال
	Timed Switched Energized	مفتاح زمني في حال توقف
	Temperature Actuated Switch	مفتاح يعمل بتحسس درجة الحرارة
	Liquid Level Switch	مفتاح يعمل بتحسس مستوى السائل
	Double Breaker Switch	قاطع دورة مزوج
	Pole Draw Out Type -3 Circuit Breaker with Magnetic Over Load	مفتاح ثلاثي الطور مع وسيلة زيادة الحمل المغناطيسي
	Pole, 1 Throw Fused -3 Switch	مفتاح ثلاثي الطور مع منصهر

تابع جدول 6-2 بعض الرموز المعتمدة في الدوائر الكهربائية لأنظمة التكييف والتثليج

الرمز	الاسم باللغة الإنكليزية	الاسم باللغة العربية
	Selector Switch	مفتاح اختياري متعدد
	Thermostat	منظم درجة الحرارة
	Circuit Breaker	قاطع دورة ثلاثي الطور
	Fuse	منصهر
	Pilot Light	مصباح إشارة
	Capacitor	متسعة
	Connector	نقطة توصيل
	Compressor	ضاغط منظومة تثليج
	Electrical Motor	محرك كهربائي
	Fan	مروحة
	Thermal Overload Heater	قاطع وقاية من زيادة الحمل من النوع الحراري
	Blowout Overload Heater	قاطع وقاية من زيادة الحمل من النوع الإتلافي

تابع جدول 6-2 بعض الرموز المعتمدة في الدوائر الكهربائية لأنظمة التكييف والتثليج

الرمز	الاسم باللغة الإنكليزية	الاسم باللغة العربية
	Magnetic Contactor	مفتاح توصيل مغناطيسي
	Transformer	محولة
	Multi Cells Battery	بطارية متعددة الخلايا
	Earth	أرضي
	Electrical Heater	مسخن كهربائي
	Connection Point	نقطة توصيل
	Connection Board	لوحة من نقاط التوصيل

4-6 الدوائر الكهربائية لمنظومات تكييف الهواء والتثليج

Refrigeration & A/C Systems Electrical Circuits

تزود أنظمة التكييف والتثليج أجمعها بمخطط كهربائي يبين طريقة ربط العناصر الكهربائية للدائرة، ولكي يستطيع الفني أن يصلح أعطال الدائرة الكهربائية للمنظومة يجب عليه التعرف على كل عنصر من عناصرها ومكان ربطه وعمله وطريقتهما، وسنبين في هذه الفقرة بعض الدوائر الكهربائية لأنظمة التكييف والتثليج، ويعتمد تعقيد الدائرة على طريقة عمل نظام التكييف، فالمنظومات البسيطة مثل مكيف الهواء الجداري ووحدة المروحة والملف وساحبات الهواء تحتوي على دوائر بسيطة، في حين تحتوي الأنظمة الكبيرة التي تتطلب سيطرة دقيقة على عملها على دوائر كهربائية معقدة تتناسب مع طريقة عملها. وسيقتصر هذا الفصل على بيان بعض الدوائر الكهربائية لمنظومات تكييف الهواء والتثليج الشائعة، وتمت الاستعانة بكراس عمل هذه الأجهزة في رسم الدوائر الكهربائية. وسيتم استعراضها بحسب التسلسل وكما يأتي:

شكل (6-1) الدائرة الكهربائية لمفرغة هواء بسيطة.

شكل (6-2) الدائرة الكهربائية لمكيف هواء جداري تبريد فقط.

شكل (6-3) الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة- تبريد فقط.

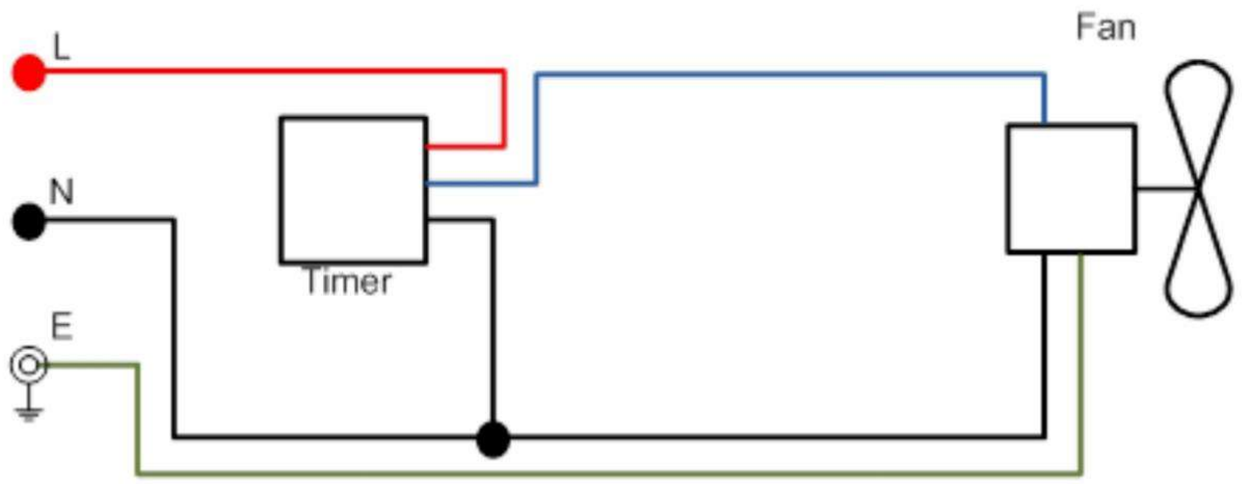
شكل (6-4) الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة تدفئة وتبريد (للاطلاع).

شكل (6-5) مخطط الدائرة الكهربائية تشغيل محرك كهربائي عن طريق مفتاحين تشغيل وإطفاء يدويين ومفتاح مغناطيسي.

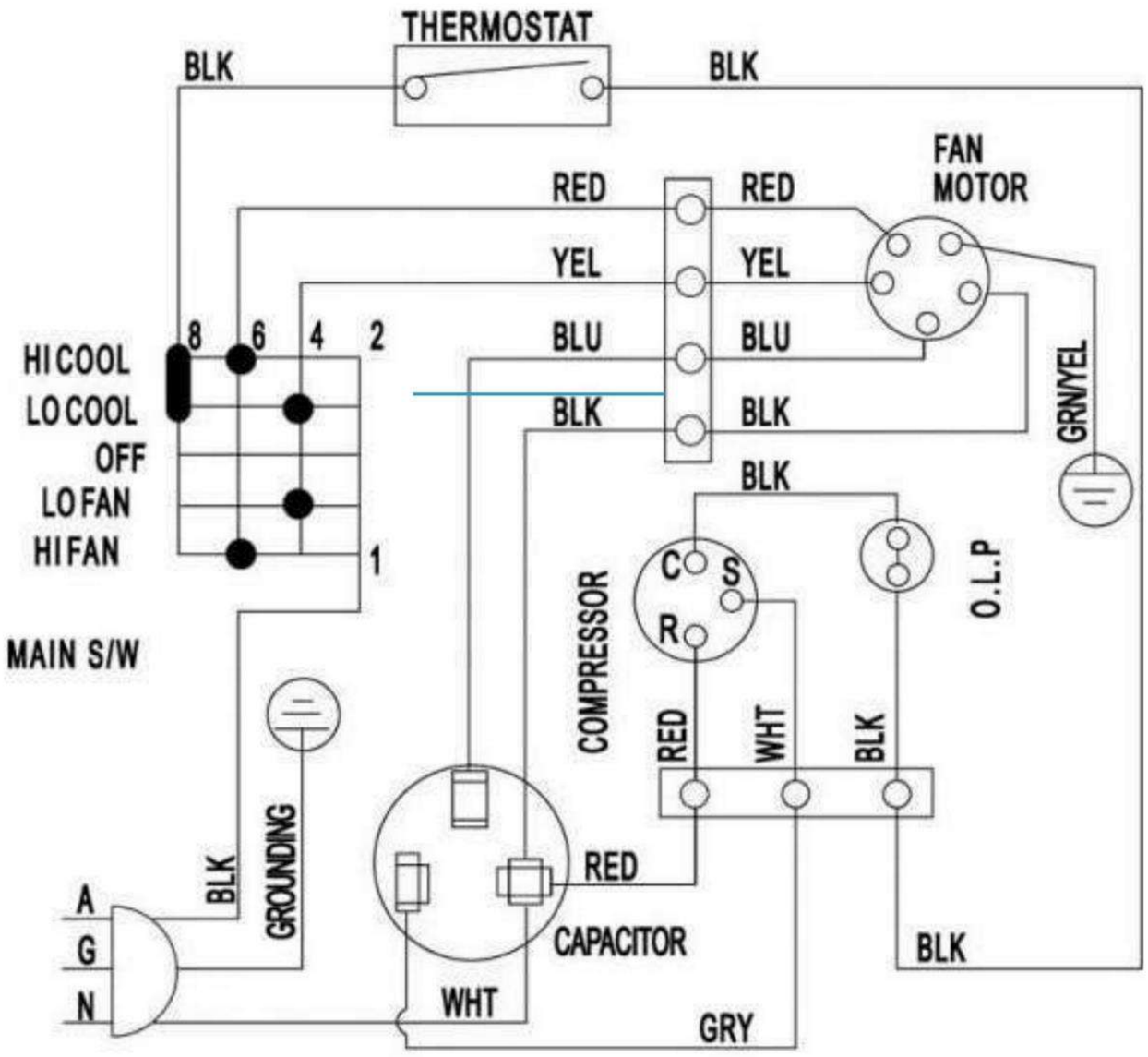
شكل (6-6) الدائرة الكهربائية لمكيف هواء منفصل تدفئة وتبريد باستخدام صمام عاكس، الشكل يبين كيفية ربط الوحدة الداخلية بالوحدة الخارجية.

شكل (6-7) الدائرة الكهربائية للوحدة الداخلية والخارجية لمكيف هواء نوع منفصل.

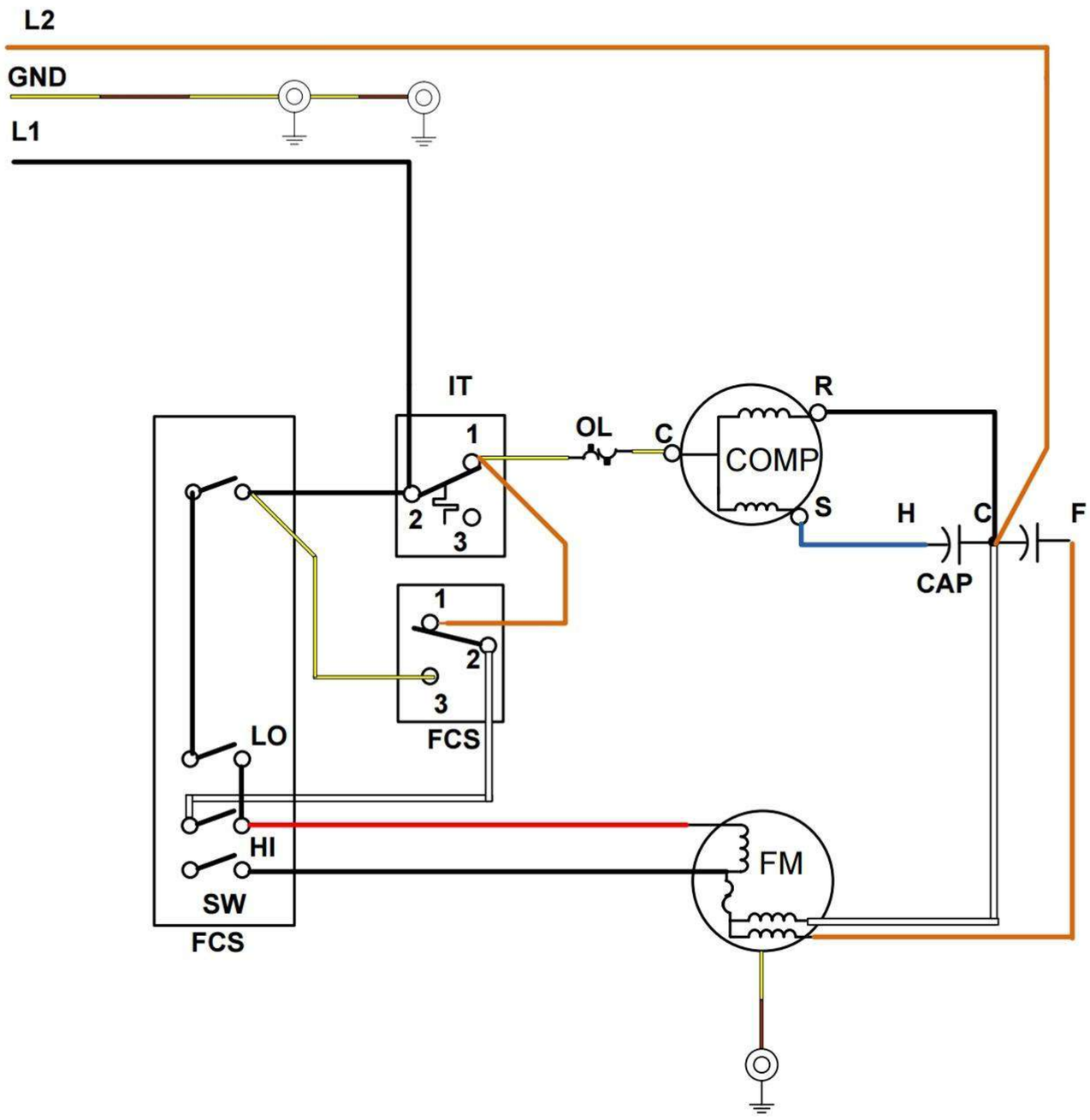
شكل (6-8) الدائرة الكهربائية لتشغيل محرك مضخة سائل عن طريق مفتاحي مستوى السائل.



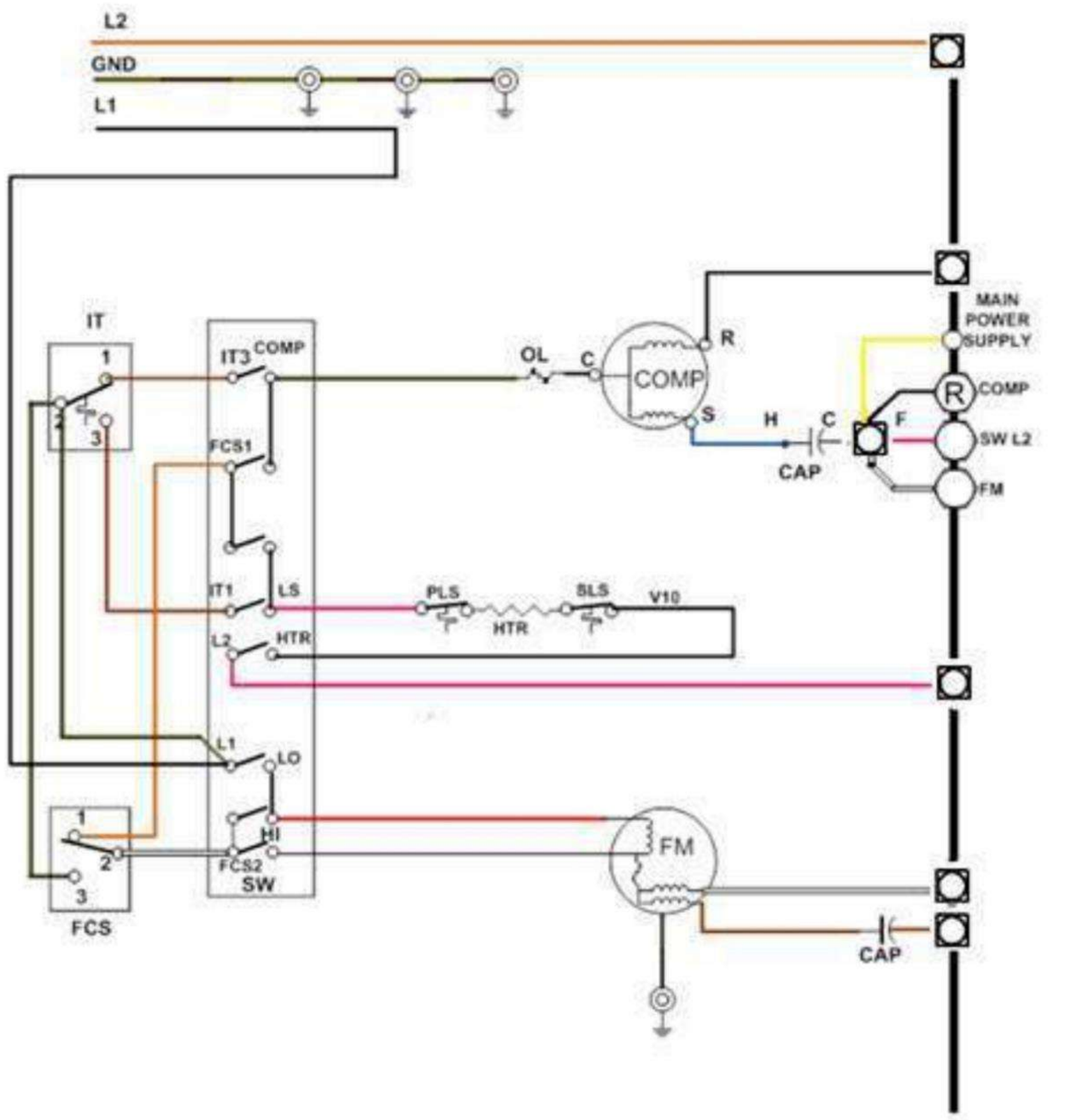
شكل 6-1 الدائرة الكهربائية لمفرغة هواء



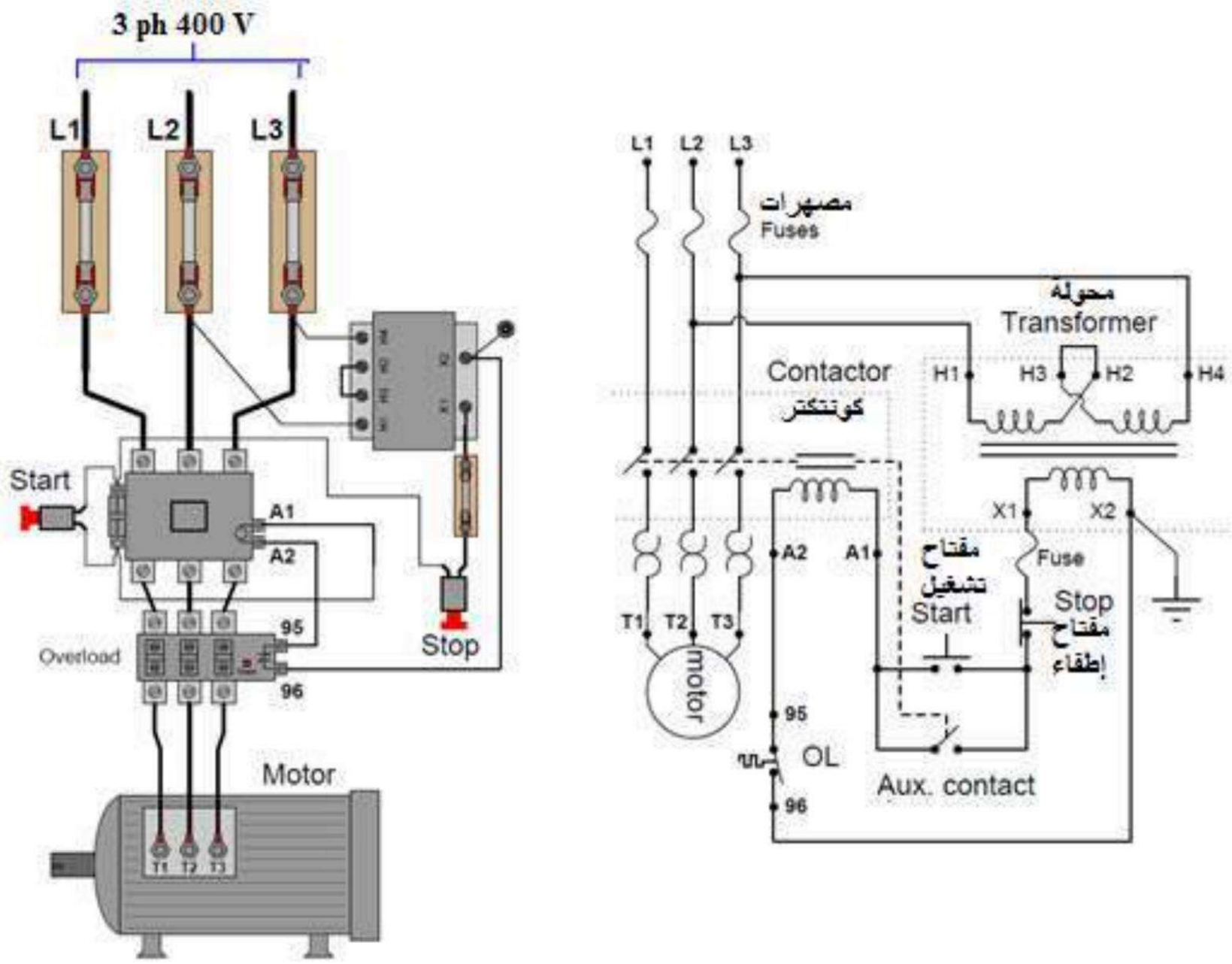
شكل 6-2 الدائرة الكهربائية لمكيف هواء جداري تبريد فقط



شكل 6-3 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة تبريد فقط

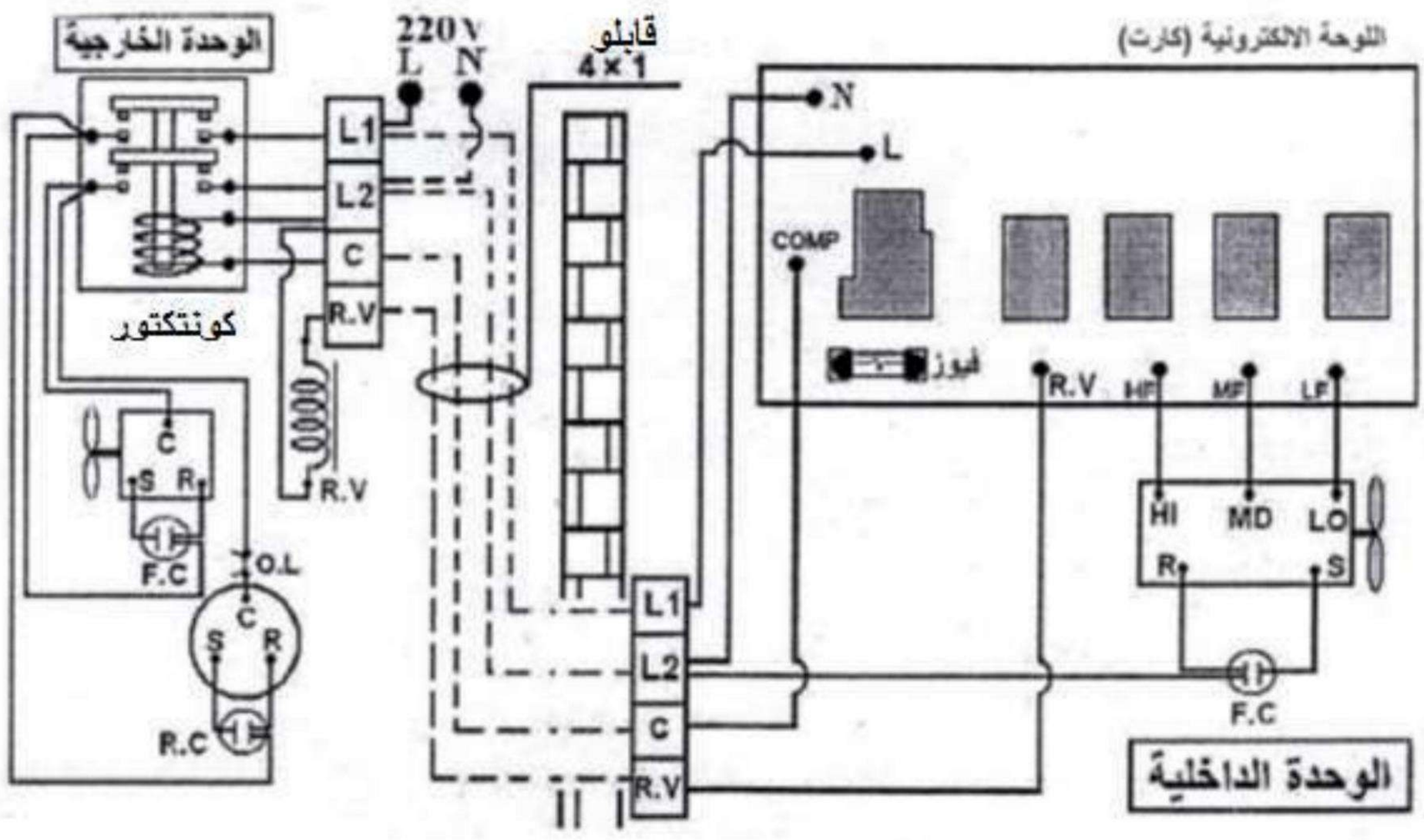


شكل 6-4 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة تدفئة وتبريد (**للاطلاع**)

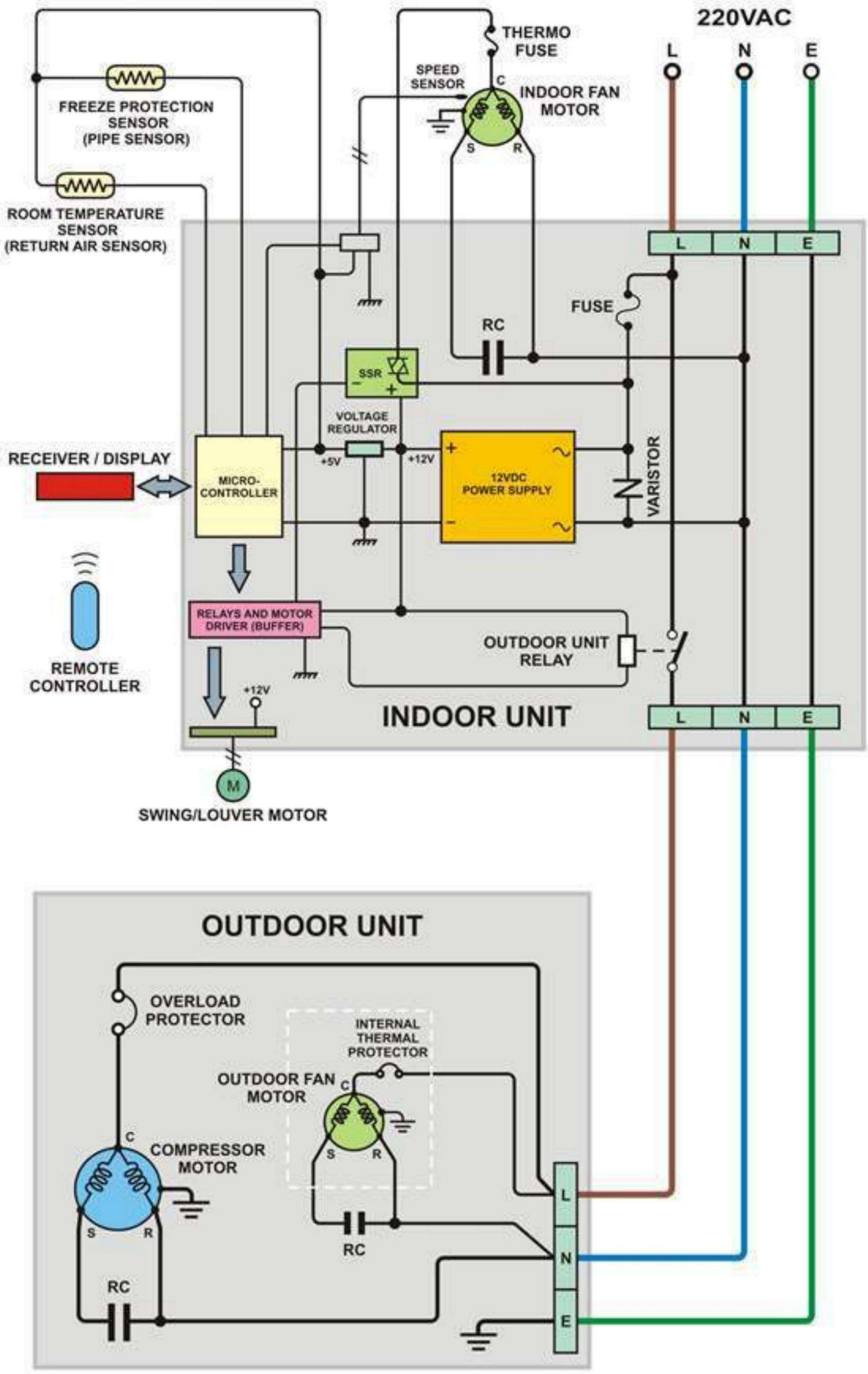


(للاطلاع)

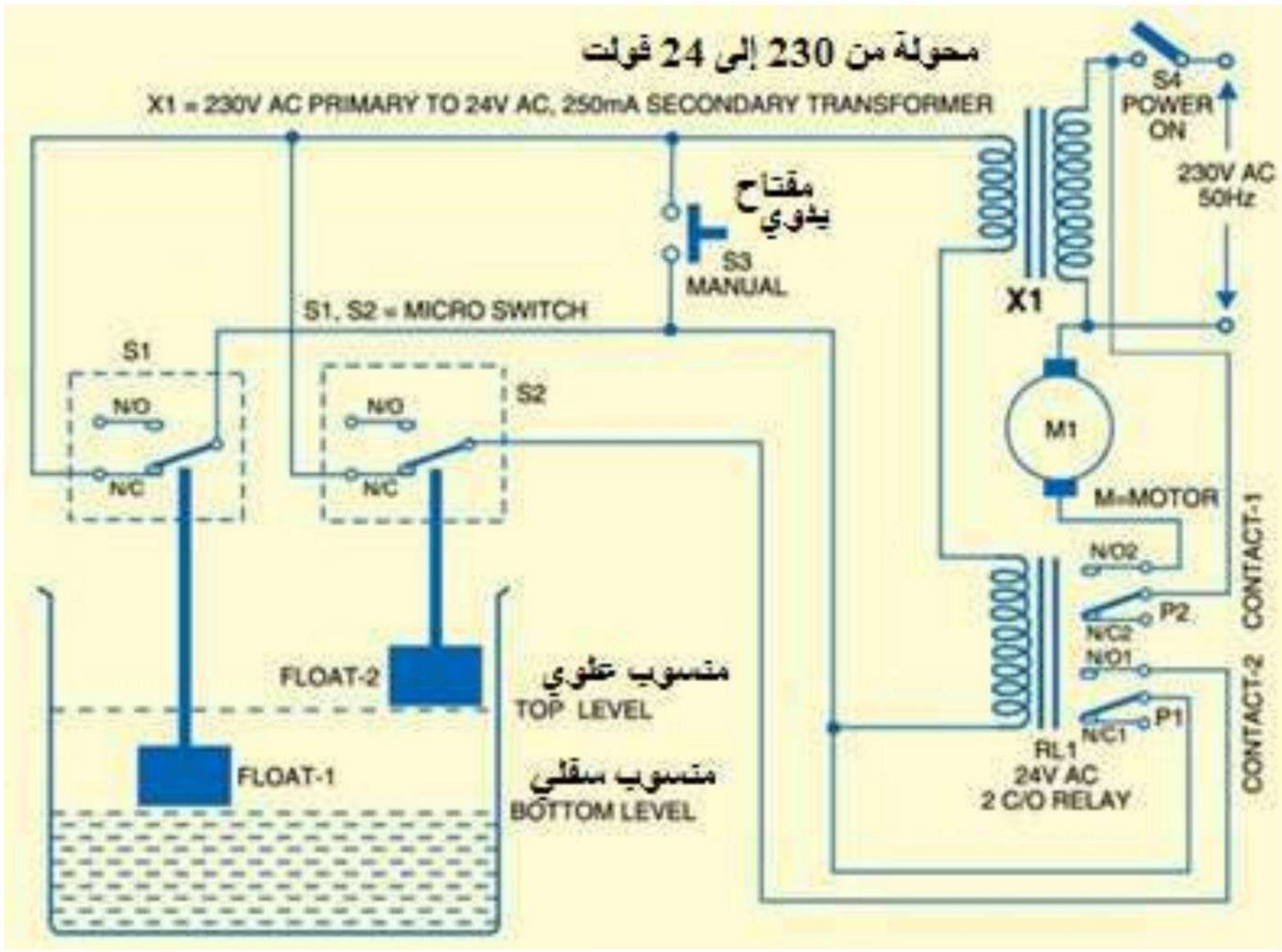
شكل 6-5 مخطط الدائرة الكهربائية تشغيل محرك كهربائي عن طريق مفتاحين تشغيل وإطفاء يدويين ومفتاح مغناطيسي



شكل (6-6) الدائرة الكهربائية لمكيف هواء منفصل تدفئة وتبريد باستخدام صمام عاكس



شكل 6-7 الدائرة الكهربائية للوحدة الداخلية والخارجية لمكيف هواء نوع منفصل (**للاطلاع**)



شكل 6-8 الدائرة الكهربائية لتشغيل محرك مضخة سائل عن طريق مفتاحي مستوى السائل

تمارين الفصل السادس

التمرين الأول: ارسم بمقياس رسم مناسب ما يأتي:

1- قاطع دورة أحادي الطور 2- مفتاح طرد مركزي مغلق اعتيادياً 3- مفتاح زمني في حال اشتغال 4- مفتاح زمني في حال توقف 5 - قاطع دورة مزدوج 6- مصباح إشارة 7- ضاغط منظومة تثليج 8- قاطع وقاية من زيادة الحمل من النوع الحراري 9- قاطع وقاية من زيادة الحمل من النوع الإتلافي

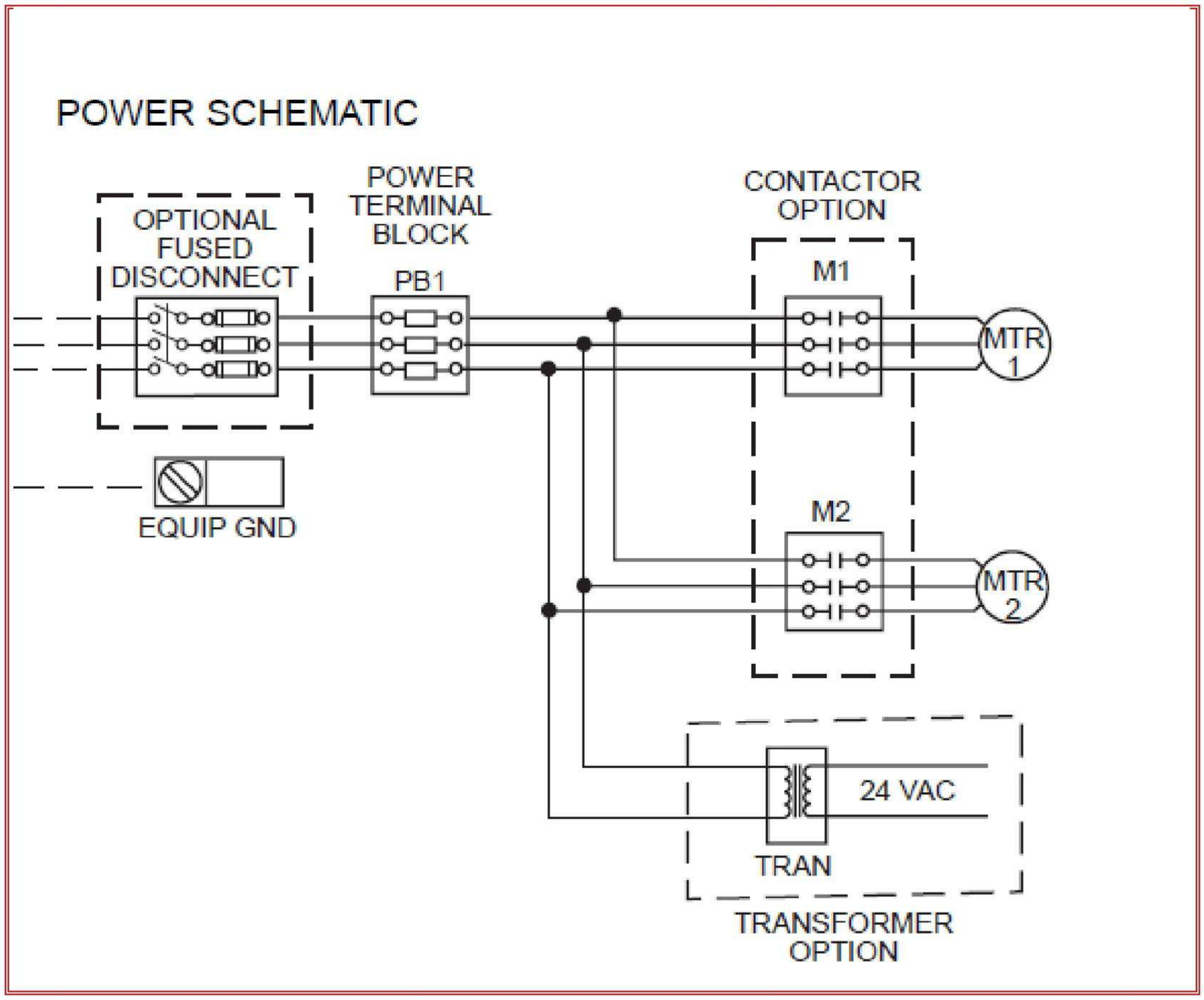
التمرين الثاني: ارسم الدائرة الكهربائية لمفرغة هواء والمبيّنة بالشكل (6-1) بالرموز.

التمرين الثالث: اعد رسم الشكل (6-7) مع تعريب الرموز الكهربائية الواردة فيه.

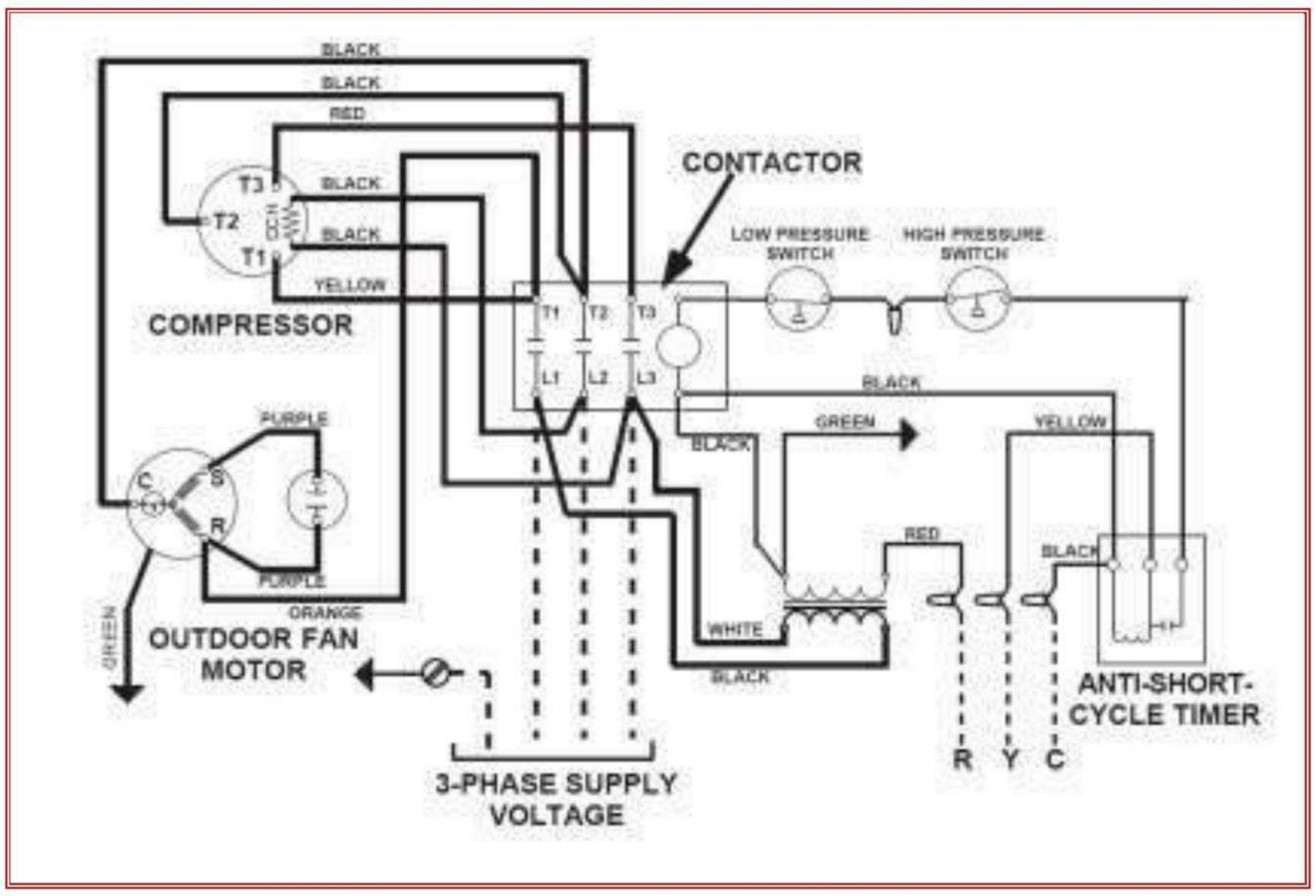
التمرين الرابع: اكتب معنى المصطلحات الآتية:

BRN	**NEC**	**FM**	**CAP**
GRN	**OFT**	**FR**	**COMP**
GRY	**OL**	**GND**	**CON**
ORN	**NO**	**HTR**	**CR**
RED	**NC**	**IFT**	**FCS**
WHT	**BLK**	**IT**	**FGT**

التمرين الخامس: ارسم مخطط الدائرة الكهربائية لتشغيل محركين كهربائيين عبر مفتاحين مغناطيسيين يتم تشغيلهما بدائرة سيطرة تعمل بـ 24 فولت والمبينة في الشكل أدناه مع تعريب الرموز الكهربائية.



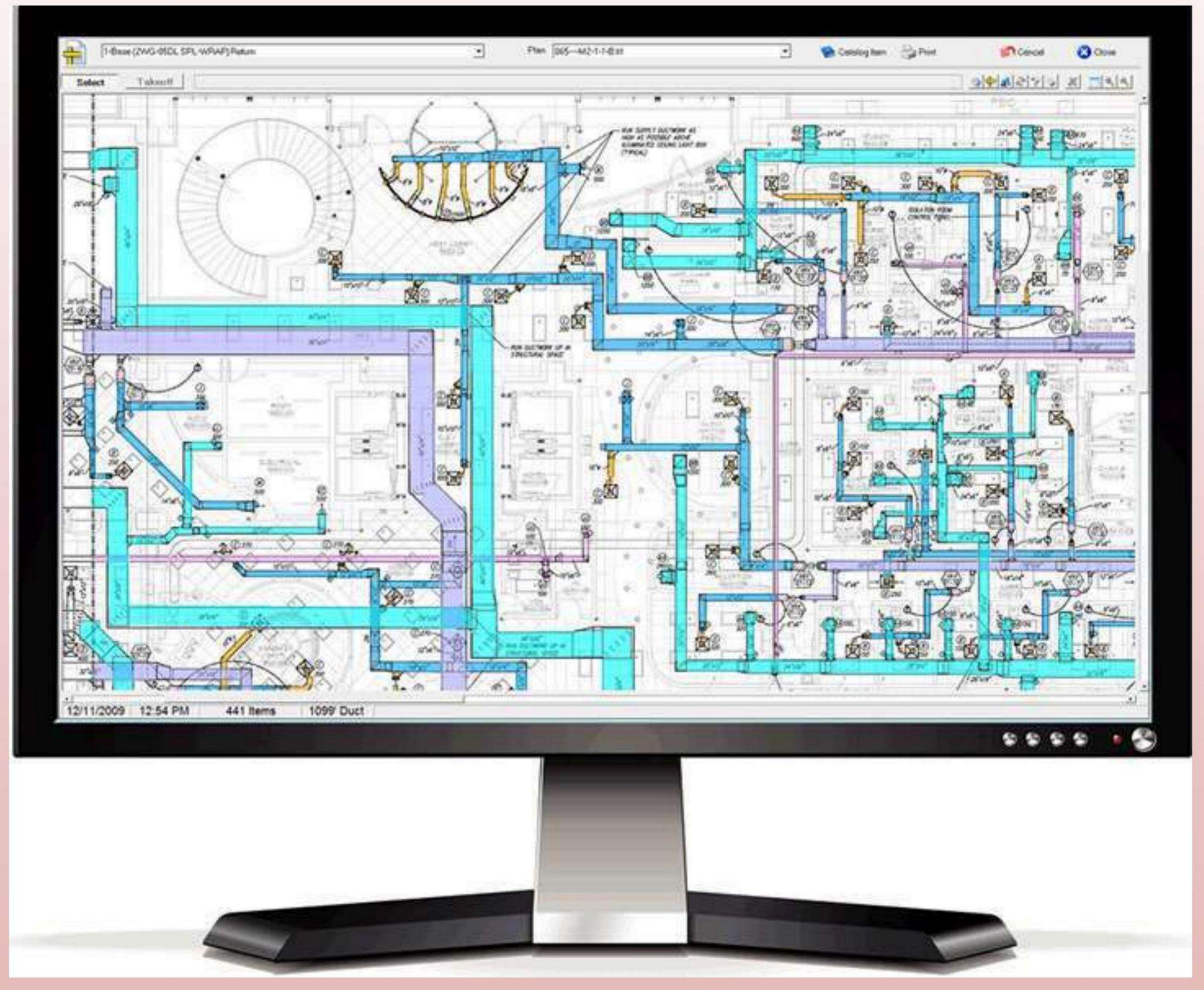
التمرين السادس: ارسم الدائرة الكهربائية للوحدة الخارجية لوحدة تكييف منفصل المبينة في الشكل أدناه مع تعريب الرموز الكهربائية المستخدمة:



الفصل السابع

الرسم بمساعدة الحاسوب

Auto Cad

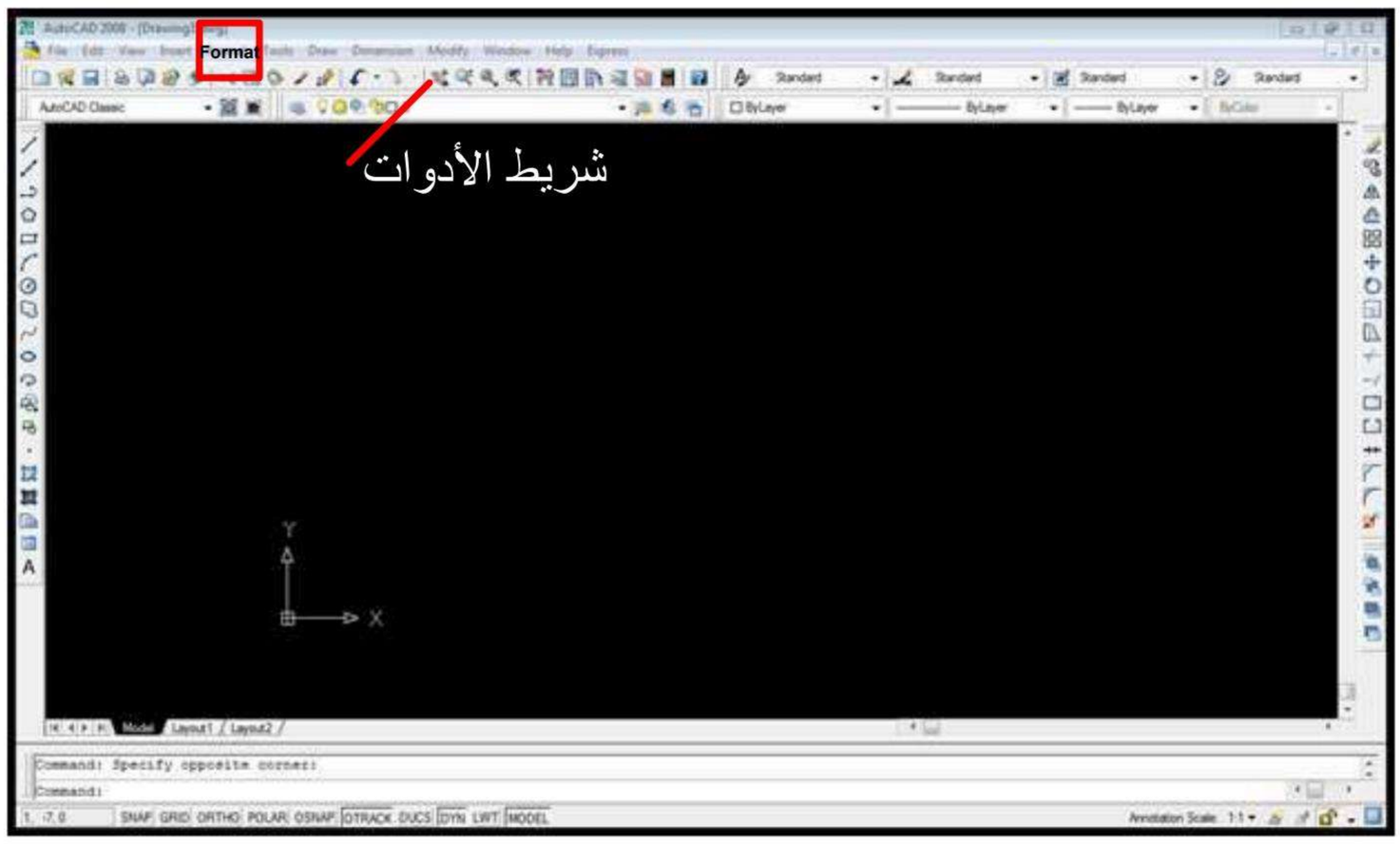


الرسم بمساعدة الحاسوب Auto Cad

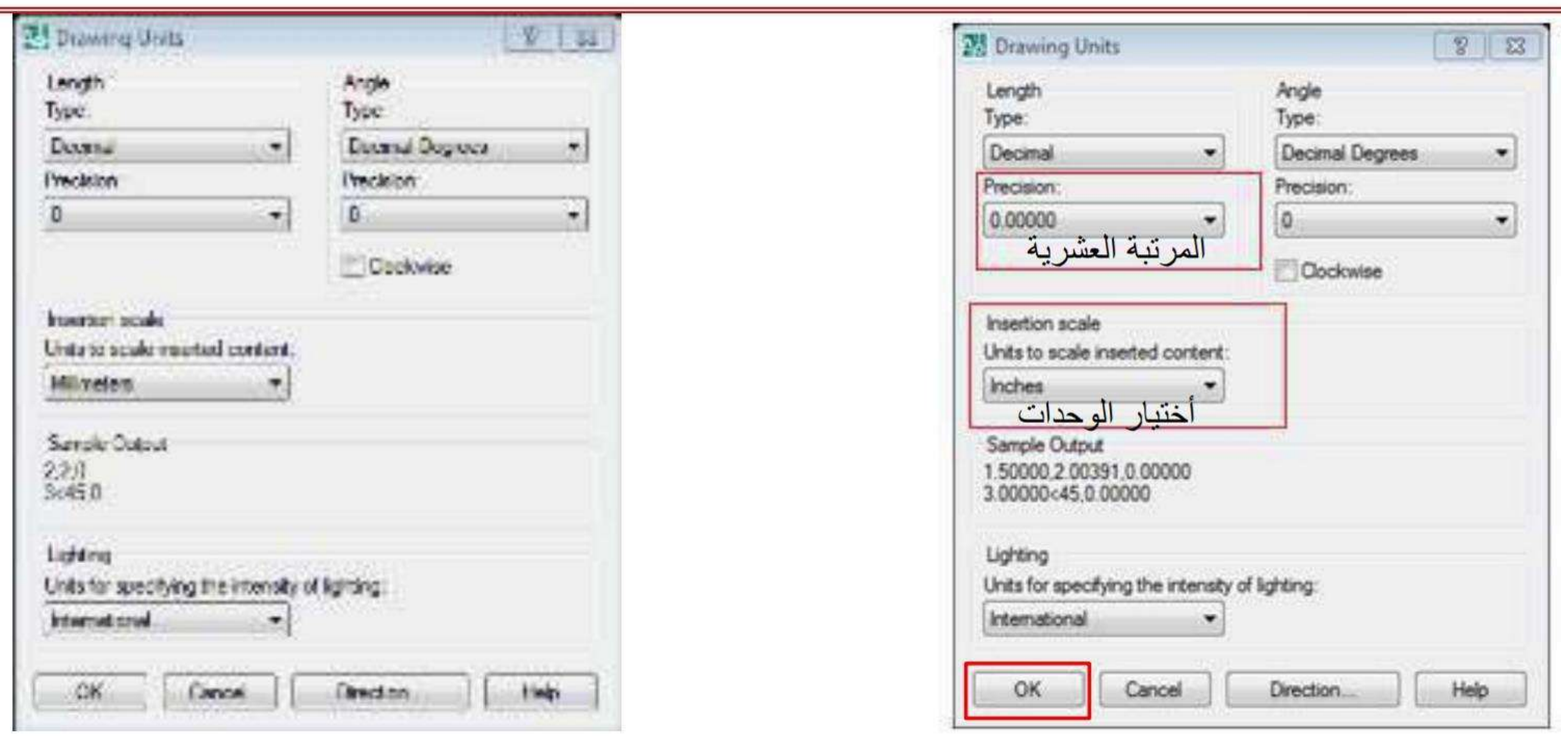
1-7 مقدمة Introduction

عند المباشرة في الرسم يجب اتباع الخطوات الآتية:

1. افتح برنامج الأوتوكاد وستظهر لك شاشة البرنامج، كما مبيّن في الشكل (7-1).
2. تحديد وحدات الرسم، ويتم ذلك عن طريق اختيار كلمة Format من شريط الأدوات العلوي واختيار كلمة Units، عندها ستظهر لك الشاشة المبيّنة في الشكل (7-2)، ويتم تبديل الوحدات من حقل اختيار الوحدات، إذ سنختار وحدات المليمتر (Millimeters) ونختار الرقم 0 في حقل المرتبة العشرية، ثم اضغط OK.



شكل 7-1 شاشة الأوتوكاد موضّح بها شريط الأدوات



أ- الشاشة التي ستظهر عند اختيار Units من Format من شريط الأدوات

ب- الشاشة بعد التبديل

شكل 7-2 شاشة اختيار الوحدات

3. اختيار مساحة الرسم، ويتم ذلك عن طريق تحديد نوع ورقة الرسم، فإذا اخترنا ورقة رسم من قياس A3 التي هي كما تعرف بقياس mm (420×297). يجب تحديد المساحات الفارغة التي تحيط بالرسم والتي تشمل الجدول والإطار الخارجي وهكذا، أي إن مساحة الرسم تحدد بحسب ما يحدده المدرس، وكمثال لتحديد مساحة رسم تساوي (360 mm) طولاً و (237 mm) عرضاً. ولتحديد أبعاد الورقة اعلاه نختار من شريط الأدوات Format ثم نختار منها Drawing Limits، سيطلب منك البرنامج تحديد الزاوية السفلى للوحة، عندها نكتب الرقم 0، ثم فارزة ثم 0، ثم نضغط ENTER، بعد ذلك سيطلب منك البرنامج تحديد الزوايا العليا لمساحة الرسم، عندها نكتب الرقم 360 الذي يمثل طول مساحة الرسم، ثم فارزة ثم ندخل الرقم الثاني 237 الذي يمثل ارتفاع اللوحة، نضغط ENTER، عندها سنحدد المساحة المسموح الرسم بها، كما مبيّن في الأوامر أدناه:

Regenerating model.

Command: '_limits

Reset Model space limits:

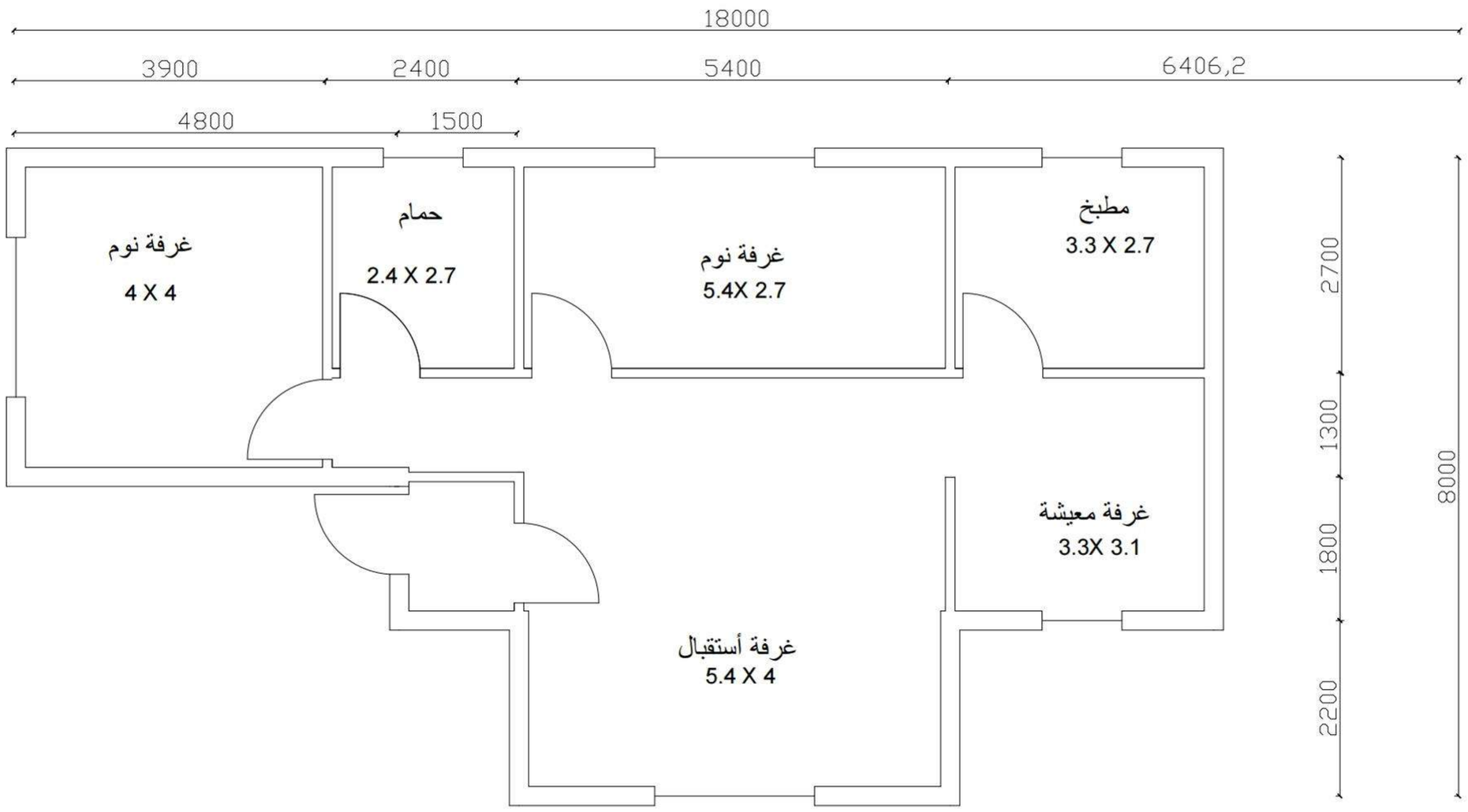
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0

Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 360,237

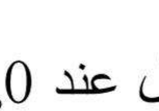
4. عندها ستكون لوحة الرسم جاهزة للرسم.

2-7 رسم مخطط بناية بسيطة بواسطة برنامج الأوتوكاد

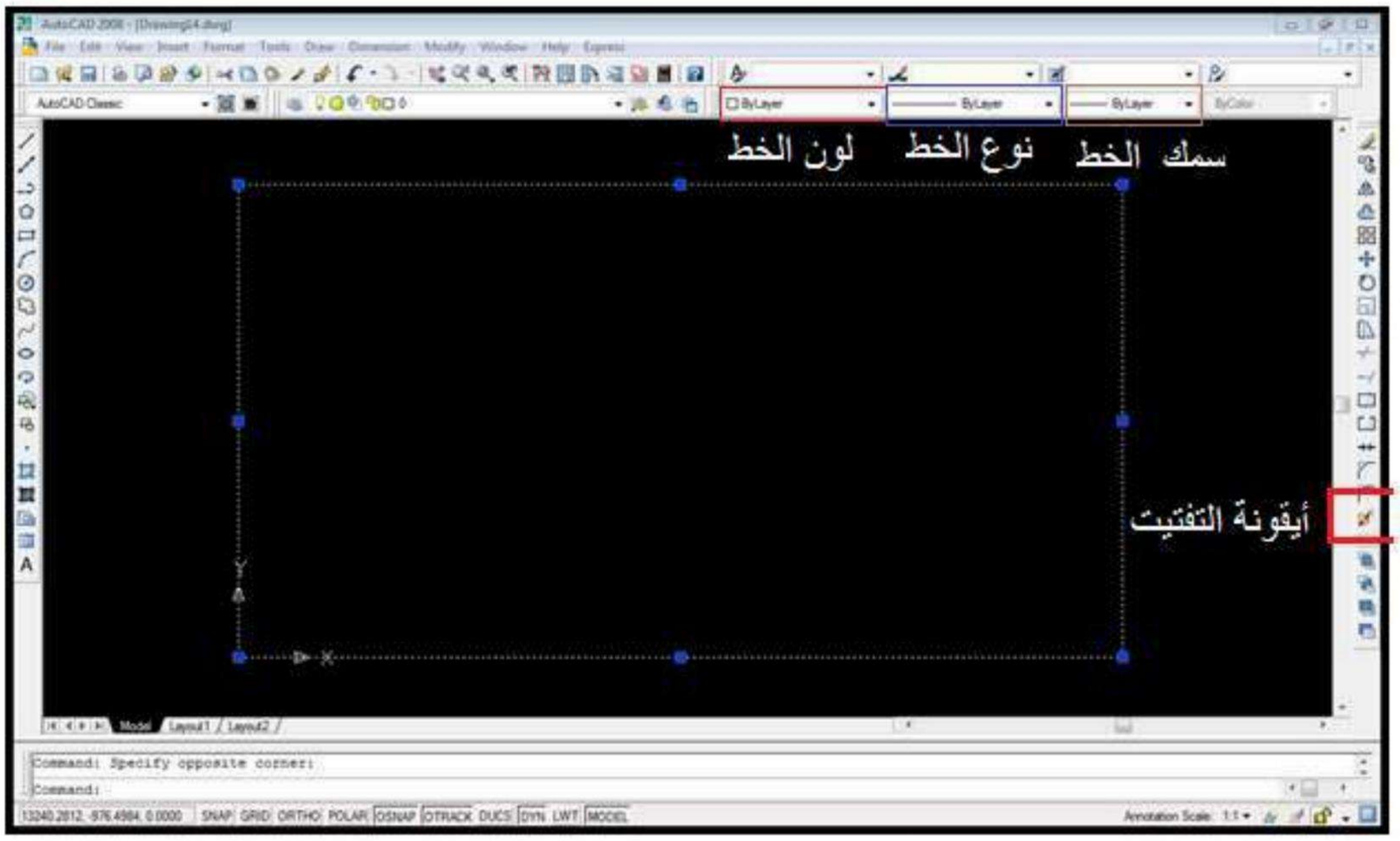
لرسم مخطط الدار المبيّن في الشكل (7-3) نتبع الخطوات الآتية بعد تحديد الأبعاد وحدود الرسم.



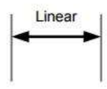
شكل 7-3 مخطط أفقي لدار من المفروض رسمه بواسطة برنامج الأوتوكاد

- بحسب الشكل (7-3) نلاحظ أن الدار يمكن تحديدها بمستطيل طوله 15000 mm وعرضه يساوي 8000 mm، لذا نرسم أولاً مستطيلاً أبعاده 15000 mm وعرض 8000 mm عن طريق الأيقونة  وبعدها نحدد بداية المستطيل عند 0,0 ونهايته عند 15000, 8000 ثم ENTER.

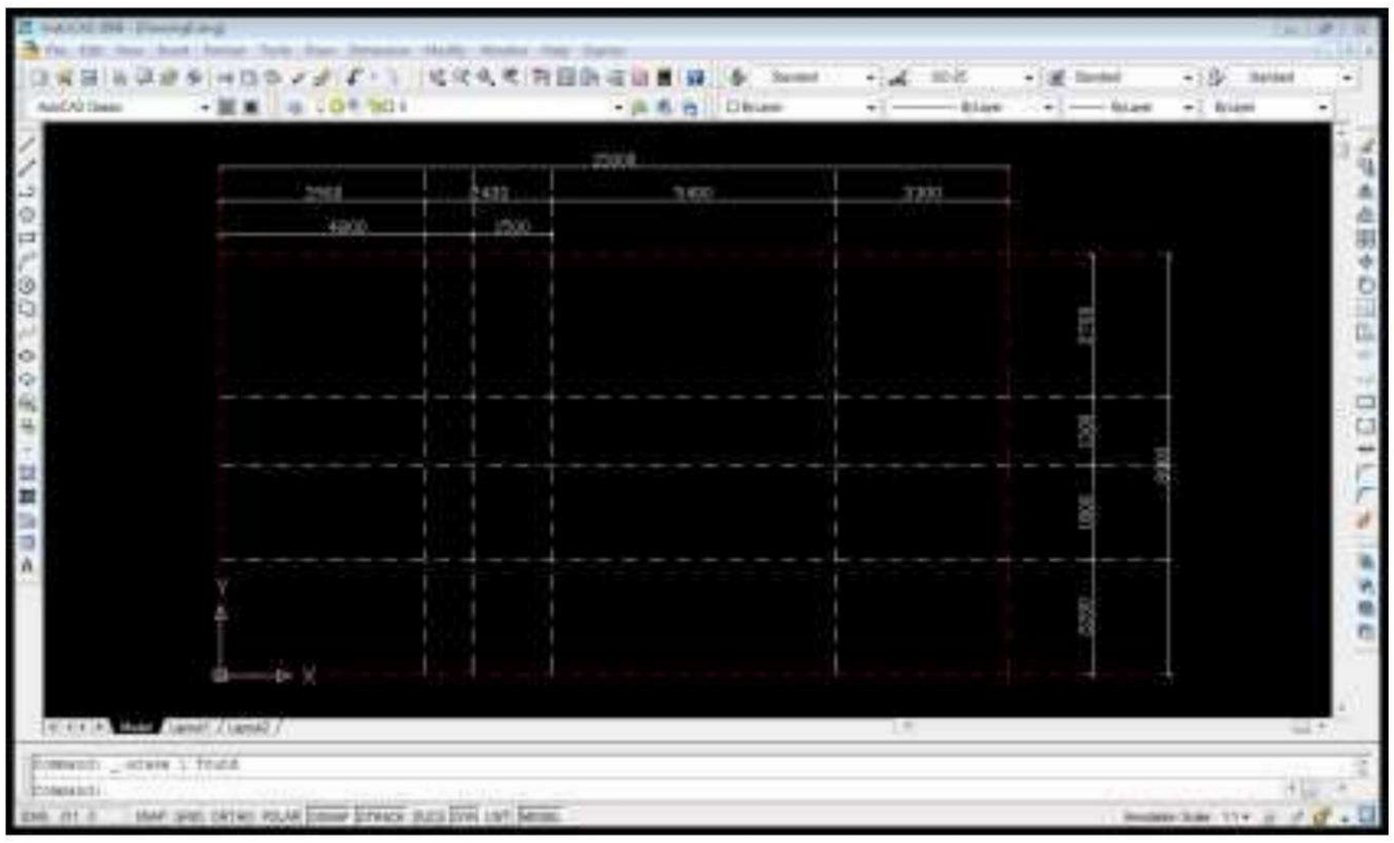
بعد ذلك نؤشر على المستطيل ونستعمل أيقونة التفتيت كما مبيّن في الشكل (7-4 أ).



شكل 7-4 أ رسم مستطيل بأبعاد (15000 × 8000) mm ومن ثم تفتيت المستطيل

- بعد ذلك نستعمل أيقونة الإزاحة ، ومنها نحدد المسافات الأفقية والعمودية المبيّنة في الشكل (7-3) التي يمكن عن طريقها تحديد تقاطعات الغرف، ثم نضع الأبعاد على المسافات المحددة باستخدام Dimensions من شريط الأدوات واختيار العبارة 

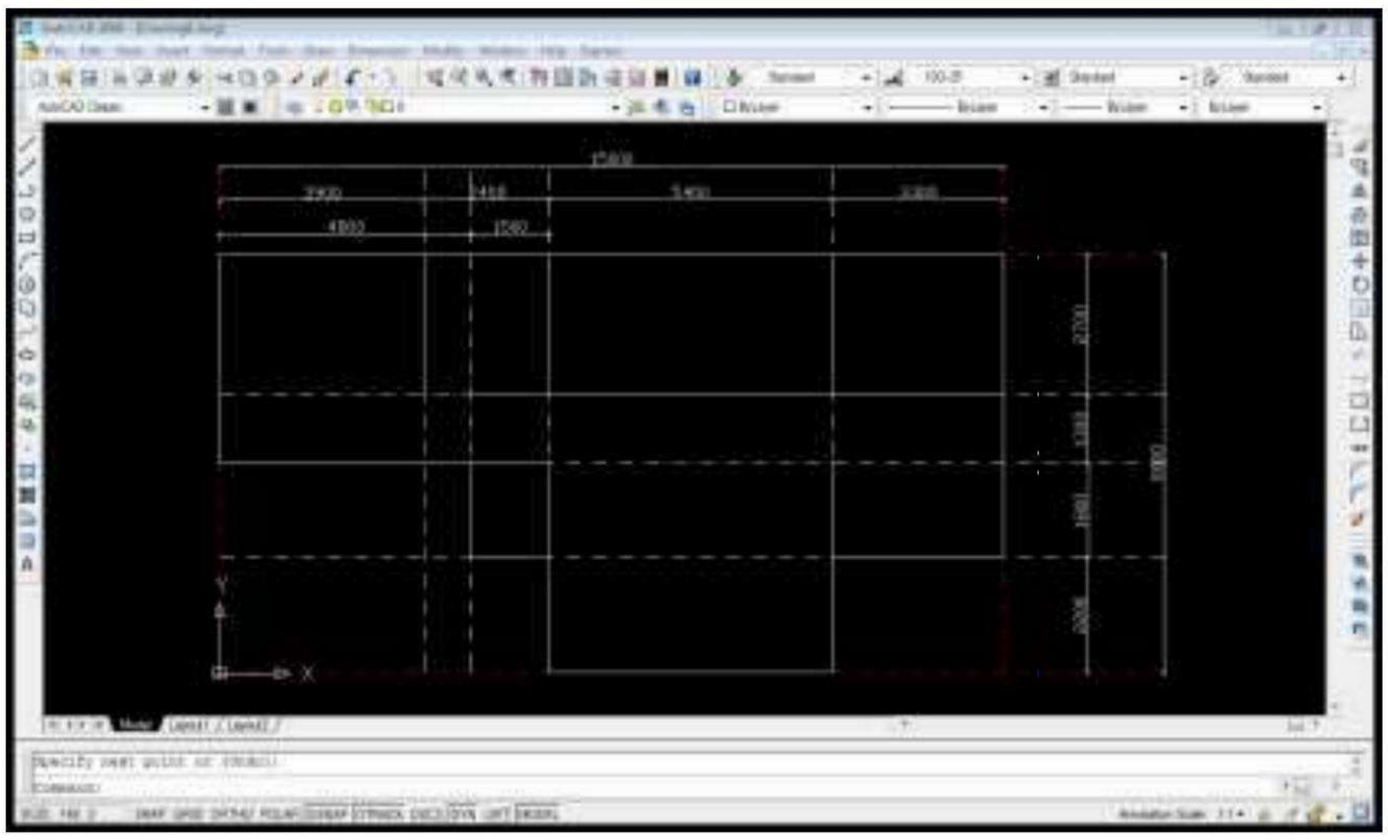
Linear، ونبدأ بوضع الأبعاد، كما مبيّن في الشكل (7-4 ب). بعد ذلك نؤشر على جميع الخطوط كي نبدل نوع الخط وذلك عن طريق اختيار نوع الخط كما مبيّن في الشكل (7-4 أ)، ونختار نوع الخط الذي يمثل خط المحور، بعد ذلك نؤشر على محيط المستطيل ونبدل لونه الى اللون الأحمر عن طريق منطقة تغيير لون الخط كما مبيّن في الشكل (7-4 أ)، عندها نحصل على الشكل المبيّن في الشكل (7-4 ب).



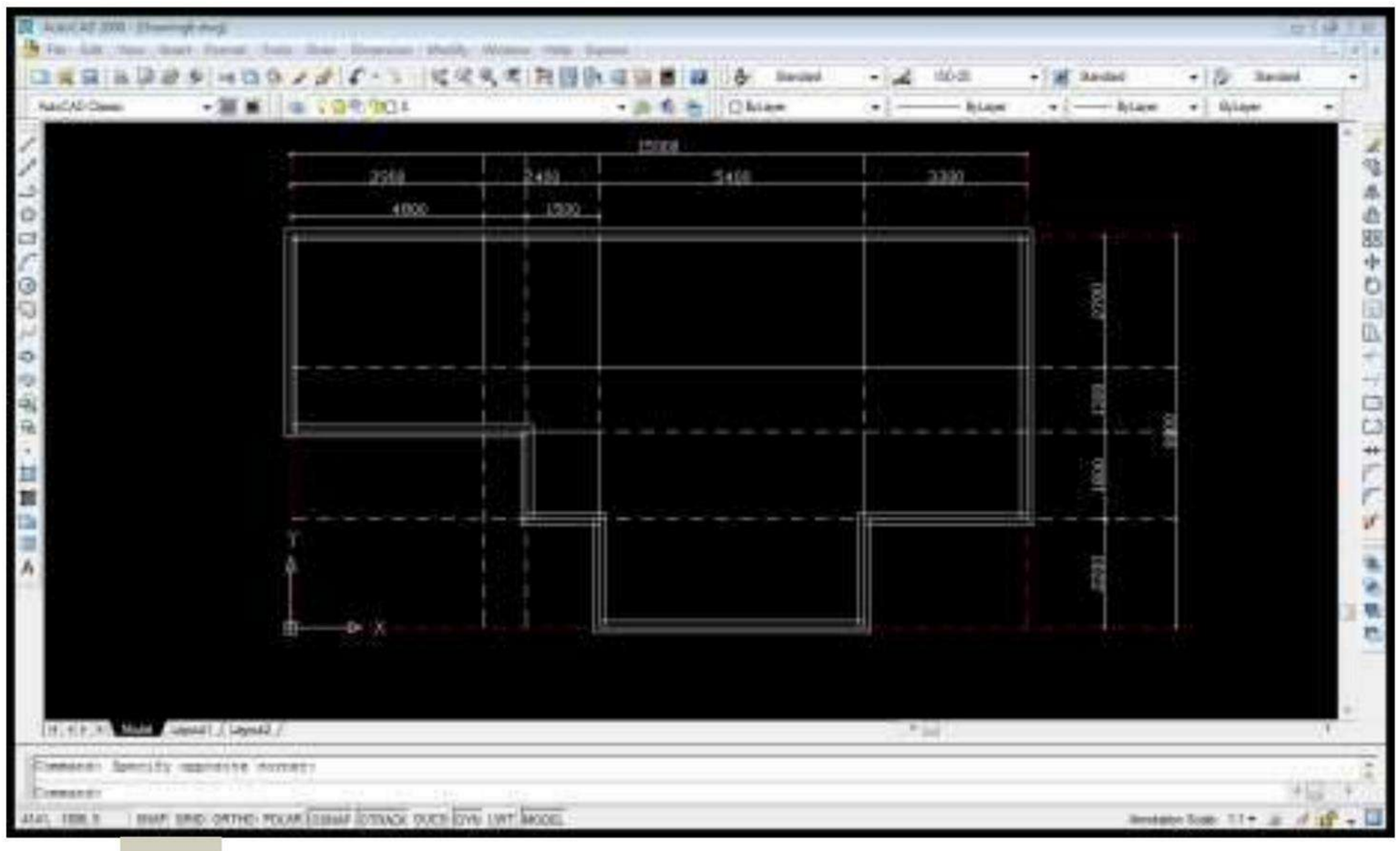
شكل 7-4 ب تحديد خطوط تقاطعات الغرف ووضع الأبعاد

- بعد الانتهاء من تحديد الشكل العام للدار، نبدأ بتحديد محيط الدار والخطوط الرئيسة فيه، عن طريق اختيار أيقونة رسم الخطوط المستقيمة ثم التأشير على بداية الخط الذي يمثل محيط الدار وسحب الفأرة الى أن نصل الى نهاية الخط، ونؤشر على النهاية وننقر الزر الأيسر للفأرة، حتى نكمل رسم جميع الخطوط المحيطة والرئيسة في الدار، كما مبيّن في الشكل (7-4 ت).
- نبدأ برسم الجدران الخارجية للدار التي تكون عادة بسمك 240 mm، وتكون طريقة الرسم كالآتي:

الضغط على أيقونة الإزاحة ثم نكتب نصف قياس سمك الجدار الذي يساوي 120 mm، ثم نؤشر على الخط المستمر الذي يمثل محيط الدار، ونحرك الفأرة أعلى المستقيم ونضغط الزر الأيسر للفأرة، سنلاحظ تكوّن مستقيم موازٍ للمستقيم الذي تم التأشير عليه، ثم نؤشر مرة أخرى على المستقيم الذي يمثل محيط الدار، ونحرك الفأرة أسفل الخط ونضغط الزر الأيسر للفأرة، يتكون مستقيم آخر أسفل الخط الرئيس، وهكذا حتى نرسم جميع الجدران الخارجية، كما بالشكل (7-4 ث).

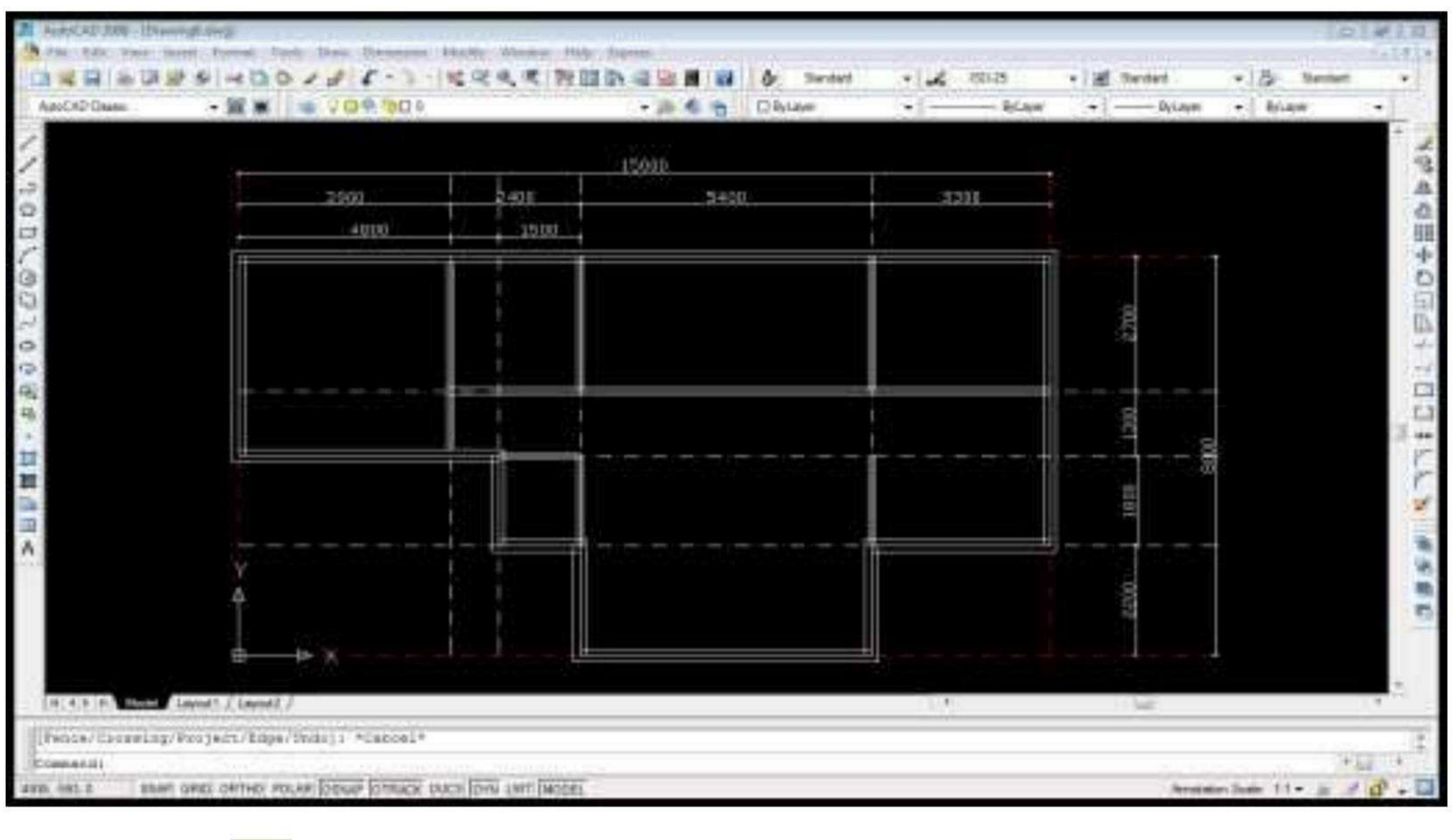


شكل 7-4 ت رسم الخطوط المحيطة والرئيسة للدار باستخدام الفأرة.



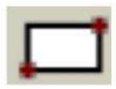
شكل 7-4 ث رسم الجدران الخارجية بواسطة أيقونة الإزاحة

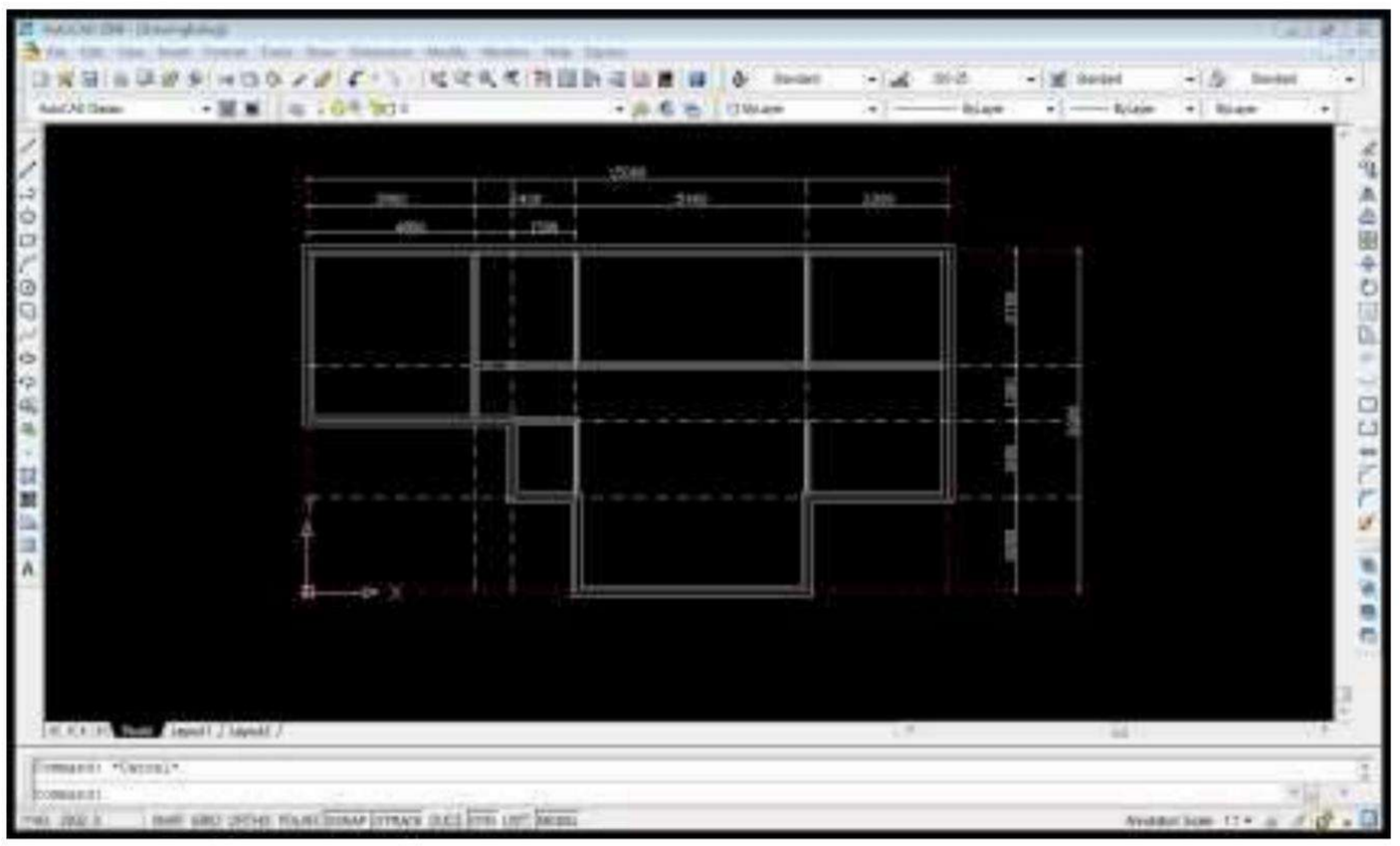
- نعيد عملية رسم الجدران الخارجية كي ترسم الجدران الداخلية التي تكون عادة بسمك 120 mm، إذ نبدأ بضغط الأيقونة ونحدد البعد بمقدار نصف سمك الجدران الداخلية التي تساوي 60 mm، ونعيد العملية السابقة، عندها نحدد الجدران الداخلية كما في الشكل (7-4 ج).



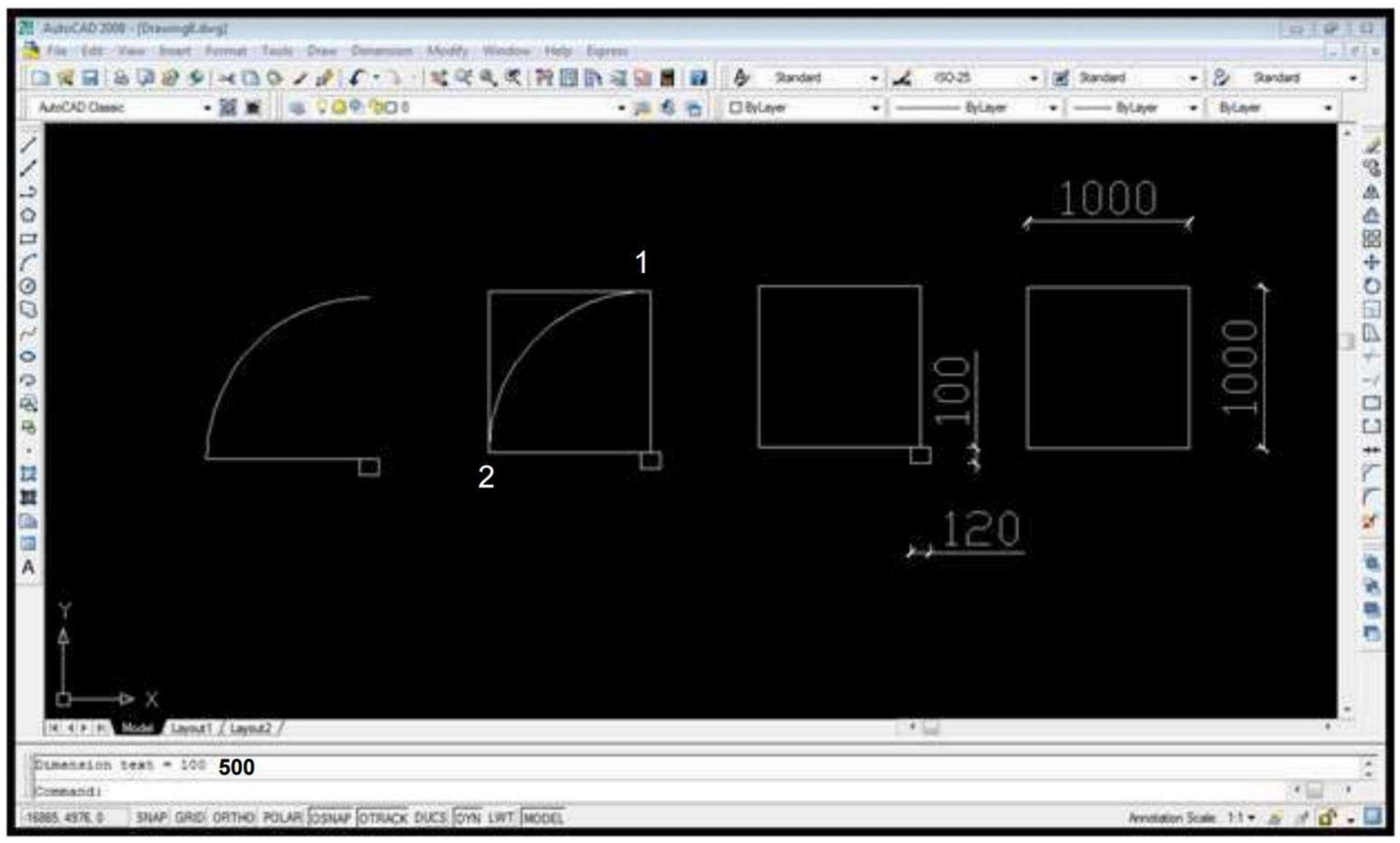
شكل 7-4 ج رسم الجدران الداخلية للدار بواسطة الأيقونة

- بعد ذلك نستعمل أيقونة القطع للتخلص من تقاطعات الخطوط كما في الشكل (7-4 ح).
- في هذه المرحلة نرسم الأبواب الخاصة بالدار، ويبيّن الشكل (7-4 خ) كيفية رسم الباب، ويمكن أن نعتمد طريقة يسيرة لرسم الباب، إذ إن من المعروف أن عرض الباب هو 1000 mm، ونبدأ برسم

مربع طول ضلعه 1000 mm بواسطة أيقونة رسم المستطيل  ، ثم نحدد نقطة بداية المربع ثم نهاية المربع ونفتت المربع كما تعلمنا سابقاً، وبعد ذلك نختار رسم القوس من Draw من شريط الأدوات ثم Arc ثم Start, End, Radius أي من هذا الاختيار نحتاج الى تحديد بداية القوس ونهايته ونصف قطره، وبعد اختيار طريقة رسم القوس نؤشر بالفأرة على النقطة 1 في الشكل (7-4)، ثم نضغط الزر الأيسر ثم نؤشر على النقطة 2، ونضغط زر الفأرة الأيسر وأخيراً ندخل نصف قطر القوس وهو نصف عرض الباب التي تساوي 500 mm، كما مبيّن في الشكل (7-4 خ).



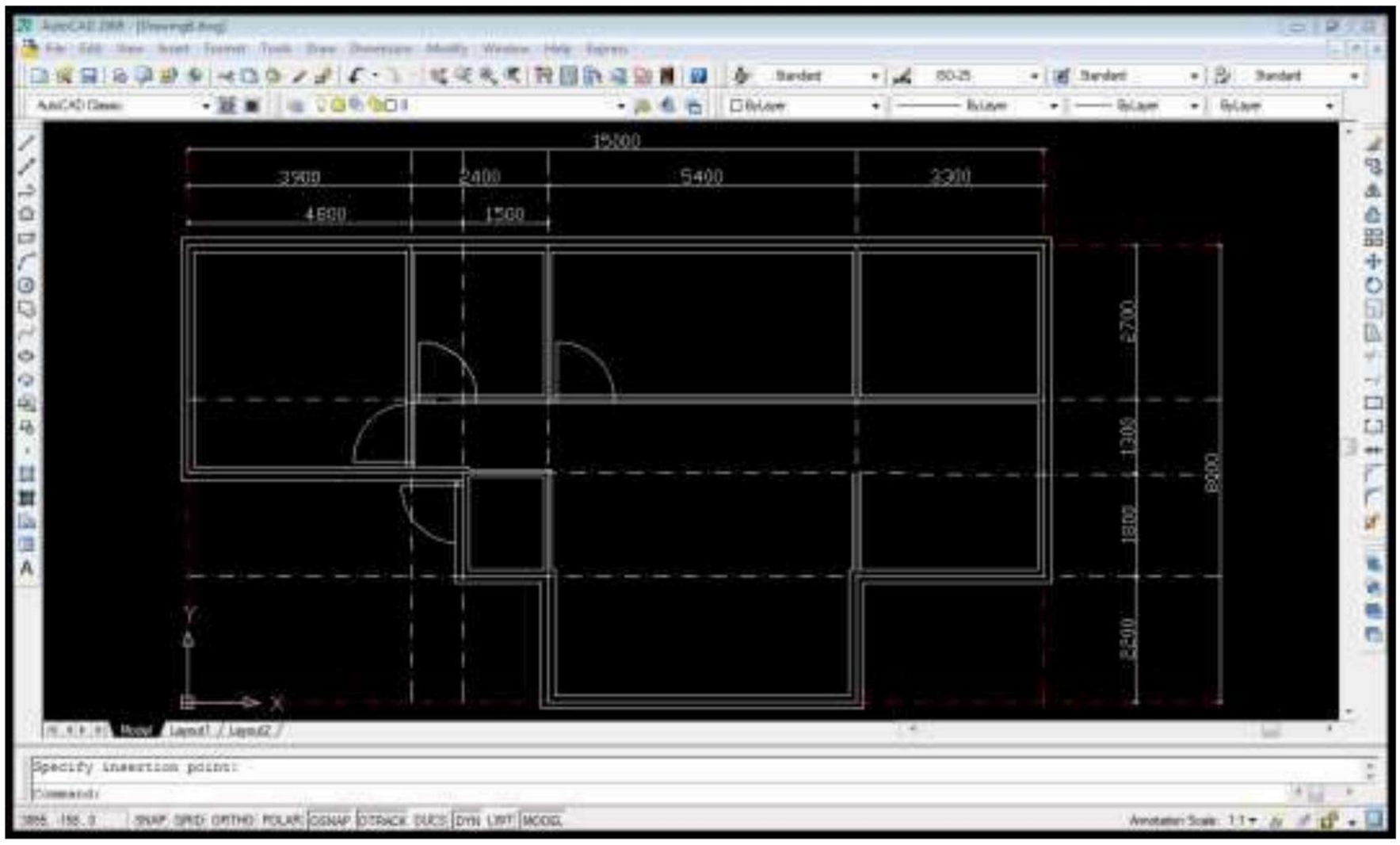
شكل 7-4 ح التخلص من الخطوط الزائدة والتقاطعات بواسطة أيقونة القطع



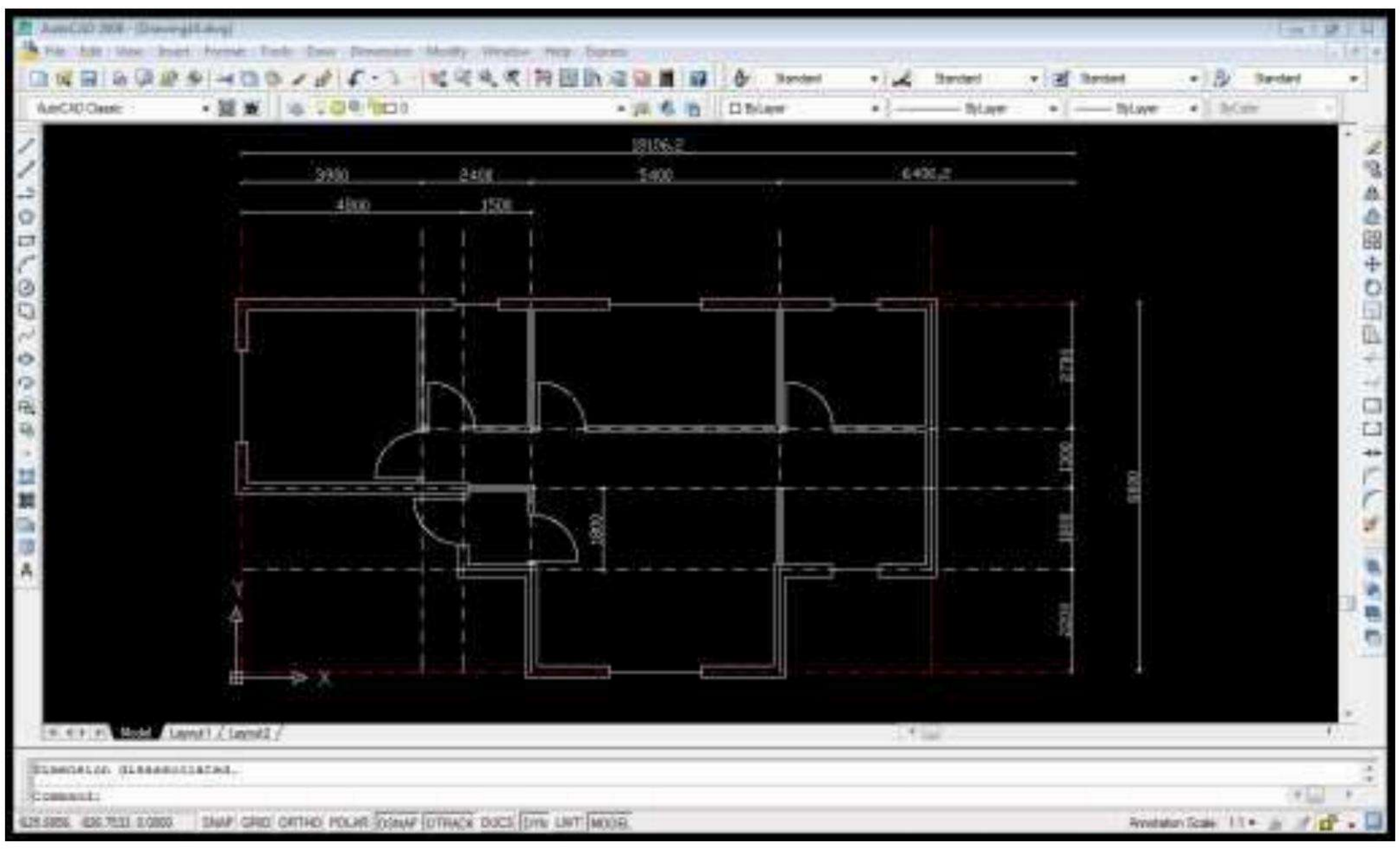
شكل 7-4 خ طريقة رسم باب الدار

- نستمر بتسقيط الأبواب على المخطط كما مبيّن في الشكل (7-4 د).

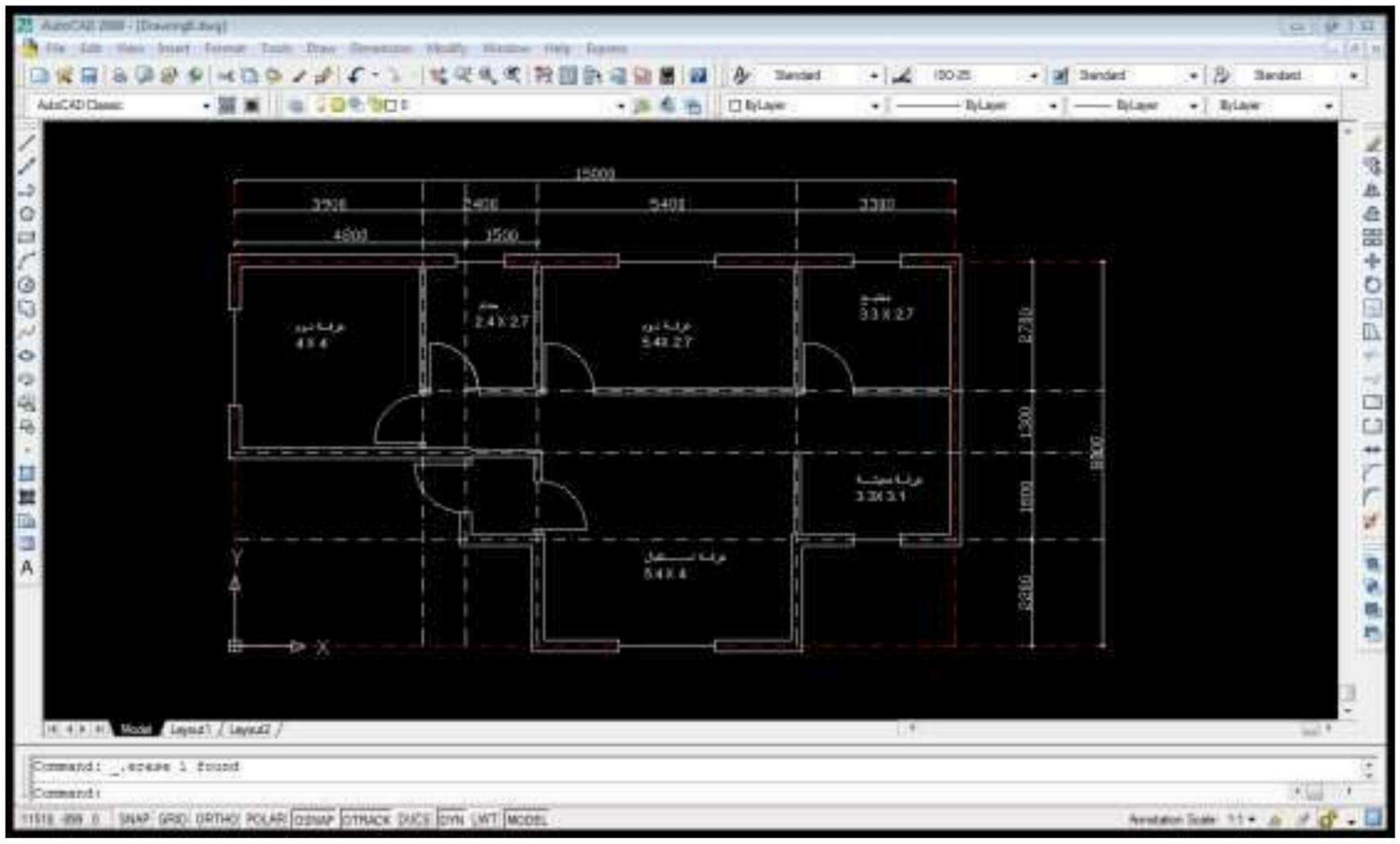
- بعد ذلك نقوم بتسقيط الشبابيك على البناية، وبقطع الخطوط الزائدة من الأبواب والشبابيك بواسطة أيقونة القطع، كما مبين في الشكل (7-4 ذ).
- بعد الانتهاء من إسقاط الأبواب والشبابيك نبدأ بوضع تسميات الفضاءات وأبعادها وأخيراً اقتطاع المستقيمات المساعدة إما عن طريق حذف المستقيم بواسطة التأشير على المستقيم وضغط زر الفأرة الأيسر ثم حذف DEL في لوحة المفاتيح وإما عن طريق أيقونة القطع كما في الشكل (7-4 ز).



شكل 7-4 د تسقيط الأبواب على مخطط البناية



شكل 7-4 ذ تسقيط الشبابيك وحذف الخطوط الزائدة.



شكل 7-4 ز وضع تسميات الفضاءات وابعادها

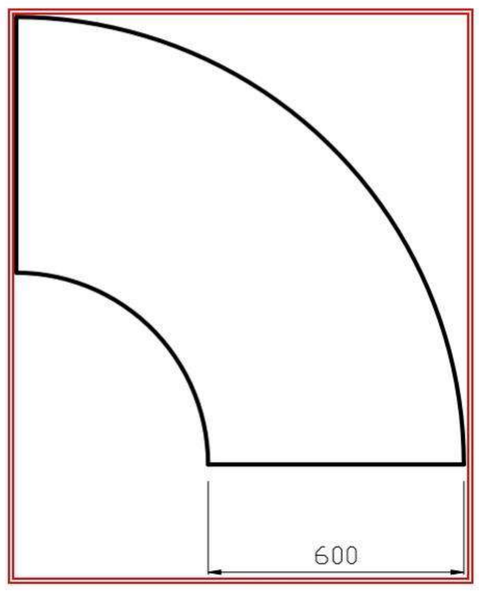
شكل 7-4 ز الشكل النهائي لمسقط الدار

3-7 رسم وصلات ربط مجاري الهواء

ترسم وصلات الربط في مجاري الهواء بواسطة برنامج الأوتوكاد، وسنتعلم هنا رسم بعض هذه الوصلات.

1-3-7 رسم انحناء لمجرى هواء

لرسم الانحناء الذي عرضه 600 mm وارتفاعه 300 mm المبيّن في الشكل (7-5) نتبع الخطوات الآتية:



الشكل 7- 5 انحناء قائم لمجرى هواء مستطيل المقطع

- نحدد أبعاد المربع المساعد لرسم الانحناء بواسطة المعادلات المذكورة في الفصل الثاني وكالآتي:

طول ضلع المربع الخارجي يساوي L يحسب من المعادلة (7-1) وكما يأتي:

$$\boldsymbol{L = W + \frac{3}{4}W} \quad \text{.....(7-1)}$$

إذ إن:

L	طول ضلع المربع المساعد، وكذلك نصف قطر القوس الخارجي (الكبير) للانحناء	mm
W	عرض مجرى الهواء الذي يتم عليه الانحناء	mm

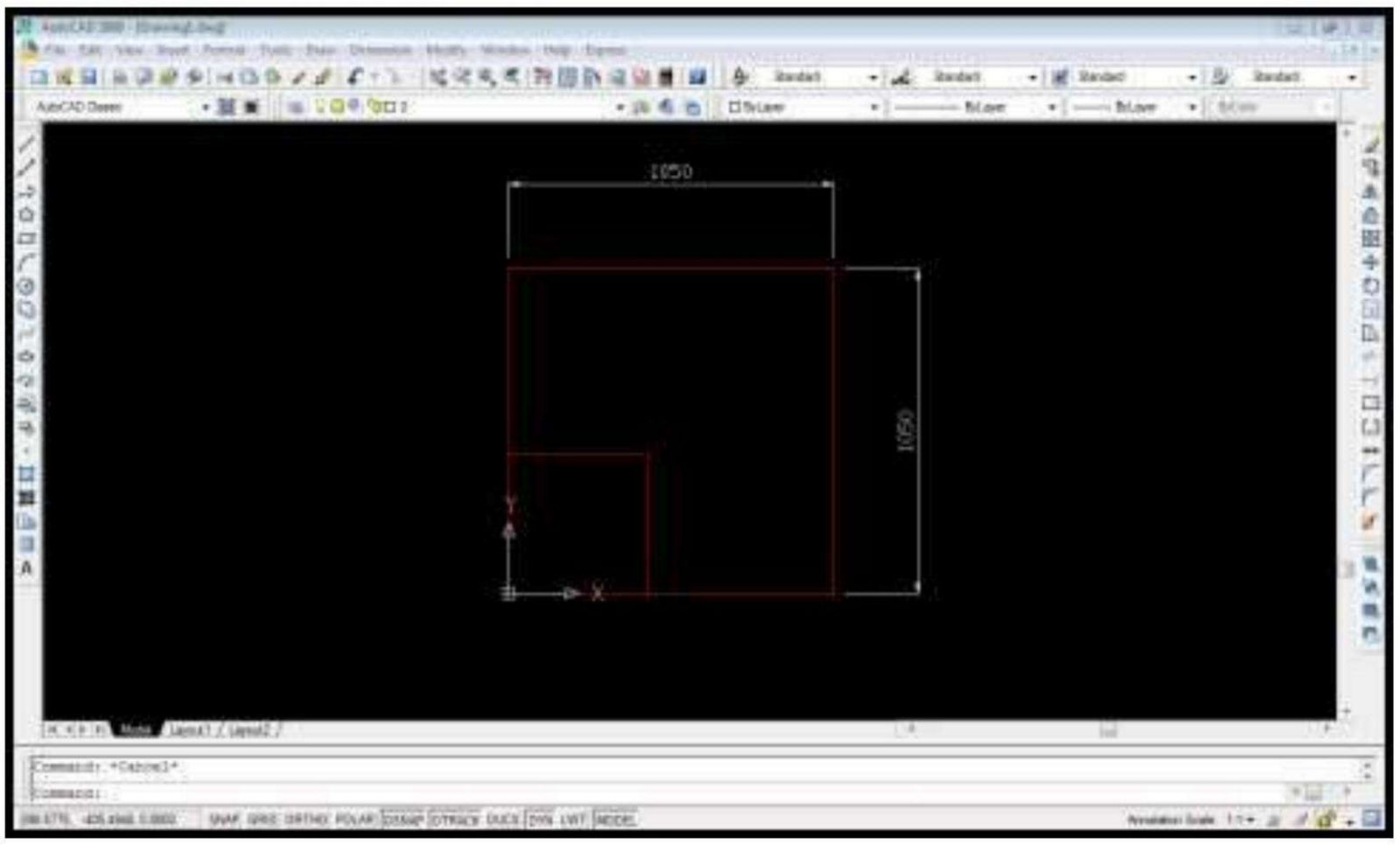
$$\boldsymbol{L = 600 + \frac{3}{4}600 = 1050 = R_1}$$

أما طول ضلع المربع المساعد الداخلي الذي يساوي نصف قطر القوس الداخلي فيحسب من المعادلة

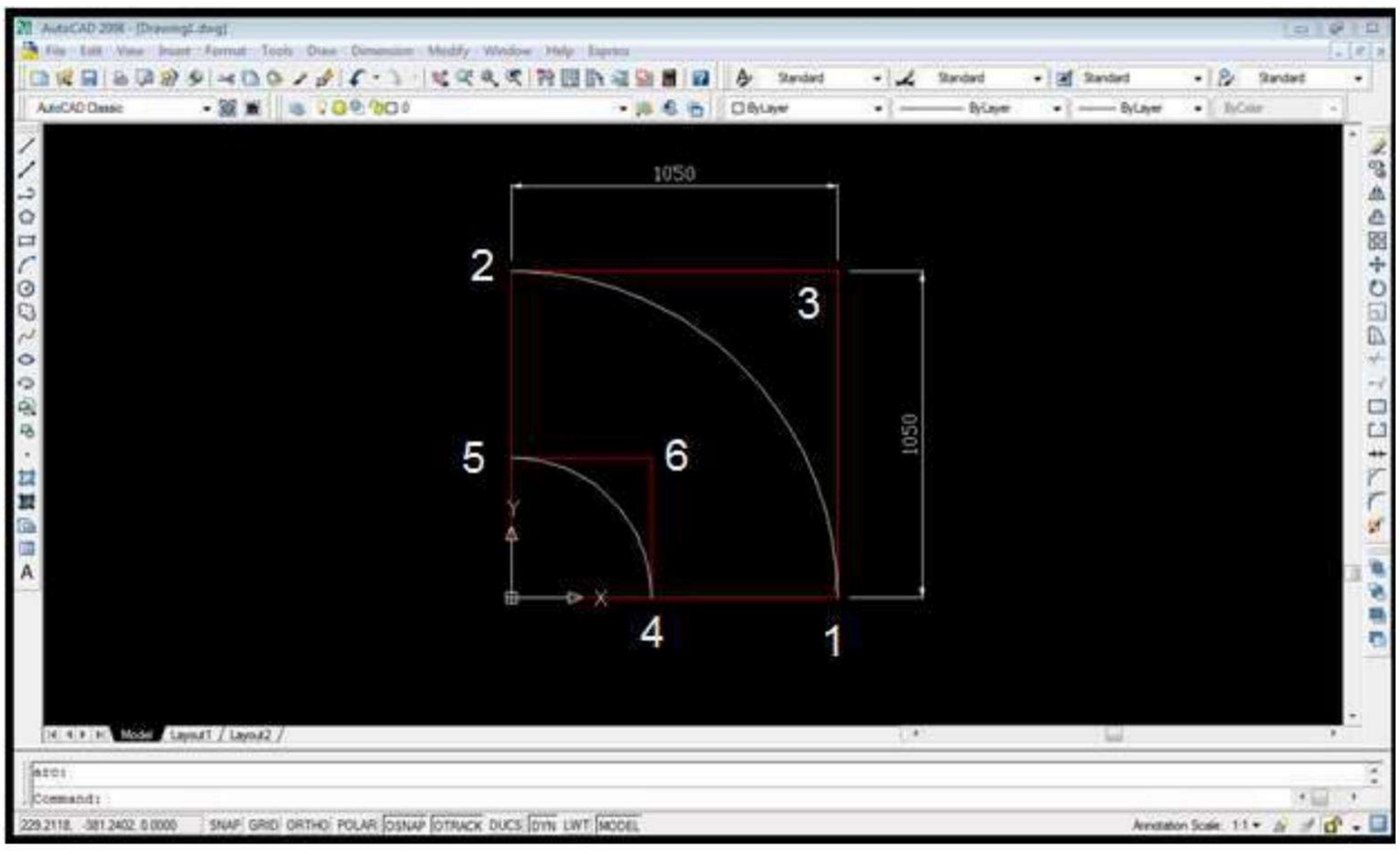
$$\boldsymbol{R_2 = \frac{3}{4}W} \quad \text{.....(7-2)}$$

$$\boldsymbol{R_2 = \frac{3}{4}600 = 150\ mm}$$

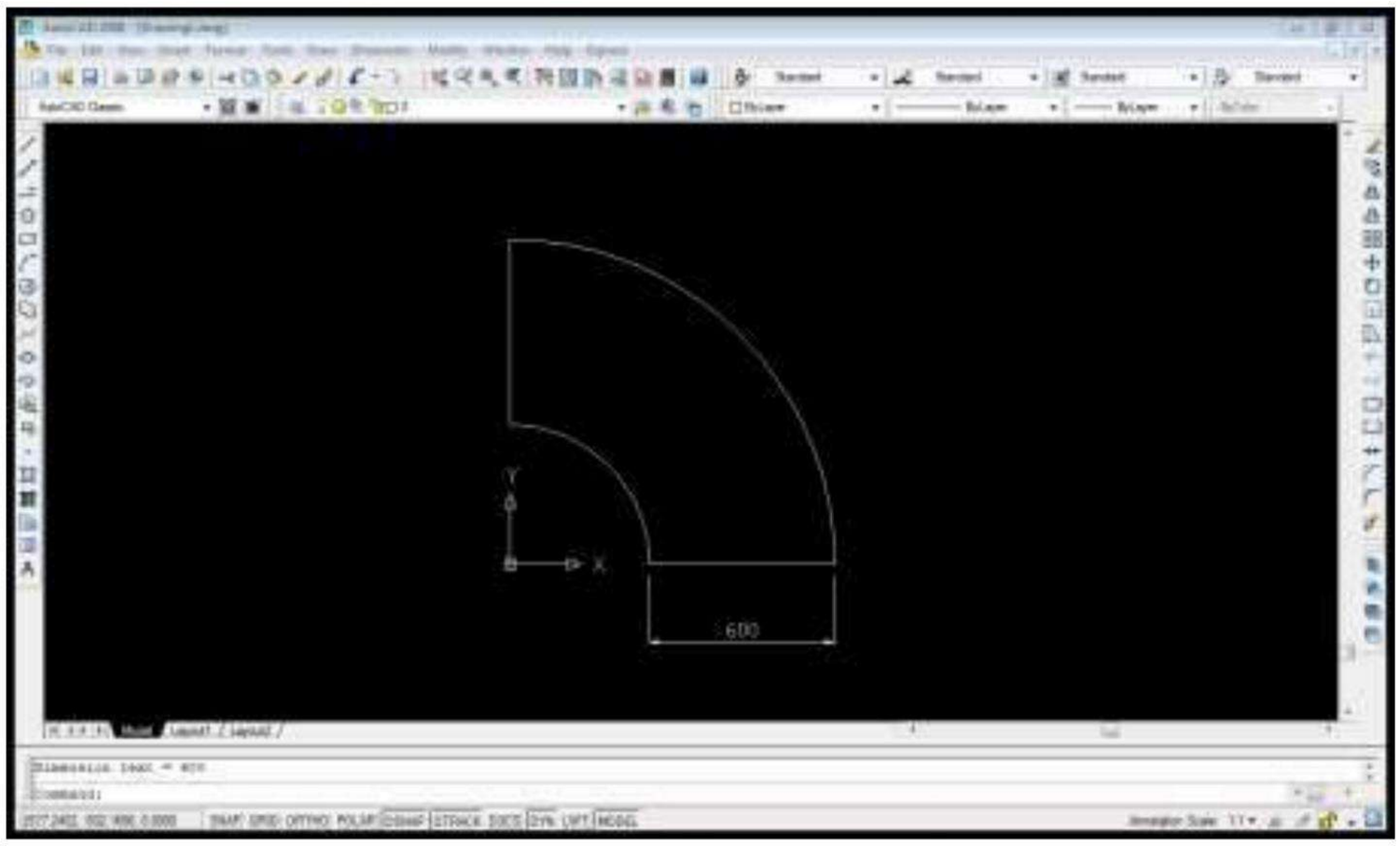
نبدأ برسم الأقواس التي تمثل الانحناء، ونختار رسم القوس من Draw من شريط الأدوات ثم Arc ثم Start, End, Radius أي من هذا الاختيار نحتاج إلى تحديد بداية القوس ونهايته ونصف قطره، وبعد اختيار طريقة رسم القوس نؤشر بالفأرة على النقطة 1 في الشكل (7-6 أ)، ثم نضغط الزر الأيسر ثم نؤشر على النقطة 2 ونضغط زر الفأرة الأيسر، ثم نؤشر على النقطة 3، ونضغط زر الفأرة الأيسر ثم ENTER، وبهذا يكتمل رسم القوس الخارجي للانحناء، نعيد عملية اختيار القوس ثم نؤشر على النقطة 4 ونضغط زر الفأرة الأيسر ثم النقطة 5 ونضغط على زر الفأرة، وأخيراً نحدد النقطة، ونضغط على زر الفأرة الأيسر ثم ENTER، كما مبيّن في الشكل (7-6 ب)، ثم نحذف المربعات المساعدة، كما مبيّن في الشكل (7-6 ت).



شكل 7-6 أ رسم المربعات المساعدة



شكل 7-6 ب رسم القوسين الداخلي والخارجي للانحناء

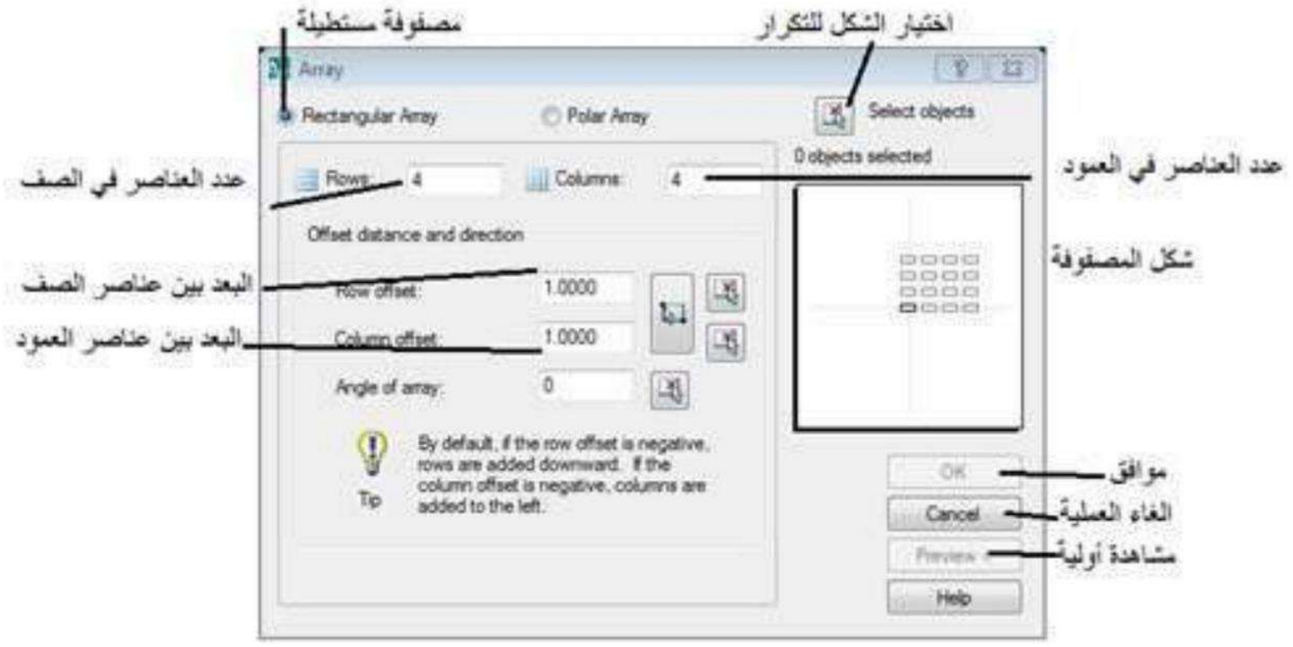


شكل 7-6 ت حذف المربعات المساعدة وتوصيل نهايات الأقواس بخطوط مستقيمة

7-3-2 رسم انحناء لمجرى هواء دائري المقطع يتكون من عدة قطع

لرسم مجرى هواء دائري قطره 600 mm نتبع الخطوات المعتمدة في رسم مجرى هواء قائم حتى نصل إلى الخطوة المبيّنة في الشكل (7-6 ب). ولرسم انحناء مجرى هواء دائري مكون من ست قطع نتبع الخطوات الآتية:

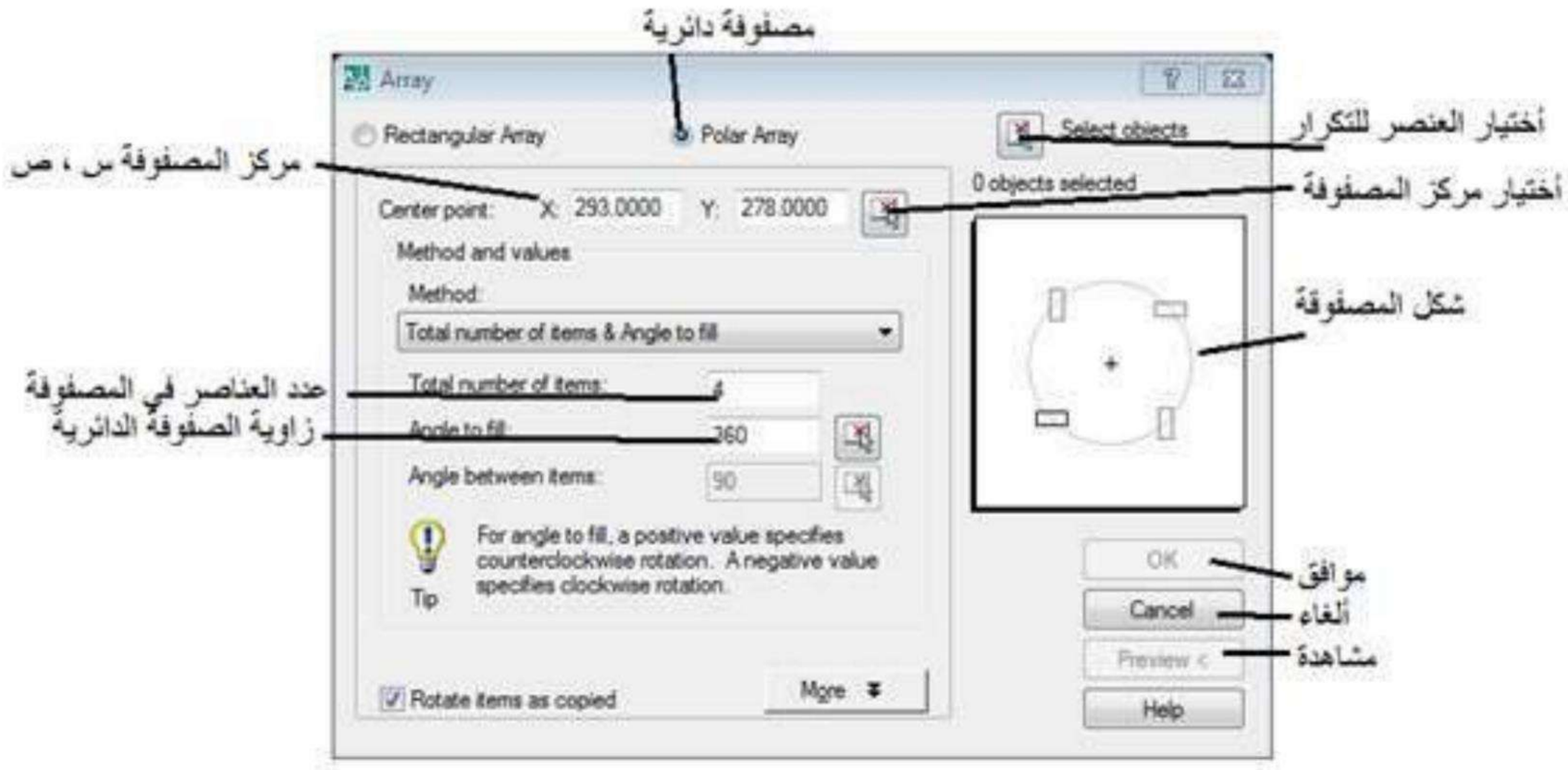
- نختار أيقونة مصفوفة العناصر عندها ستظهر النافذة المبيّنة في الشكل (7-7 أ). وتختص هذه النافذة على رسم مصفوفة مستطيلة تتكون من عدد من الصفوف Rows ومجموعة من الأعمدة Columns، ويظهر من الشكل أن المصفوفة تتكون من أربعة صفوف وأربعة أعمدة، ويمكن من نافذة المصفوفة المستطيلة أن نحدد البعد بين الصفوف والأعمدة، وبعد ذلك يمكن اختيار العنصر الذي نرغب في تكراره من أيقونة اختيار الشكل للتكرار، وبعد الانتهاء من تحديد ما هو مطلوب يمكننا مشاهدة العملية قبل التنفيذ من أيقونة المشاهدة الأولية، وإذا كانت عملية إنشاء المصفوفة المستطيلة صحيحة نضغط على موافق، وإلا نعيد تصحيح العملية مرة أخرى.



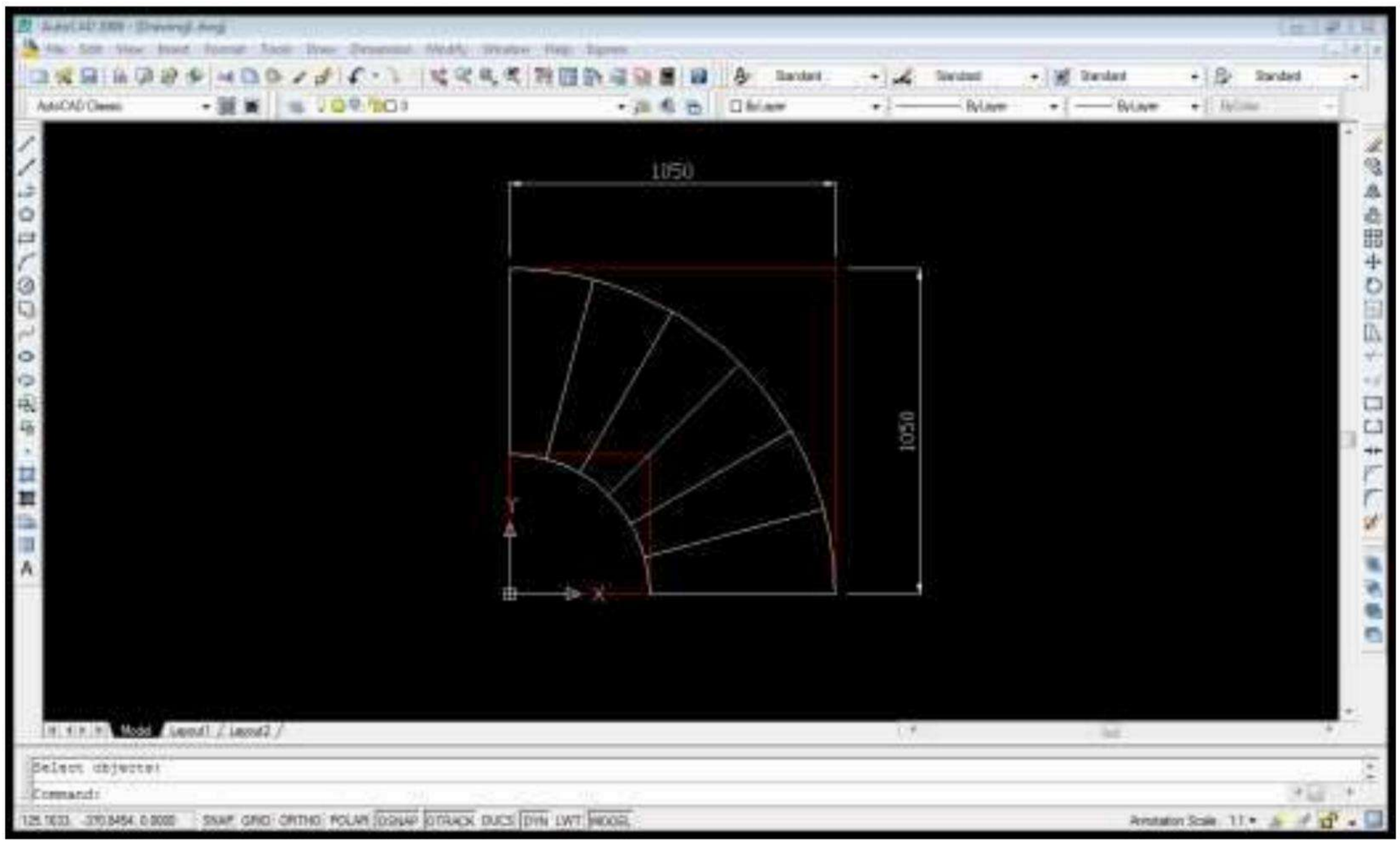
شكل 7-7 أ النافذة الخاصة بأيقونة مصفوفة العناصر التي تمثل المصفوفة المستطيلة

وبالإمكان أيضاً إنشاء مصفوفة دائرية عن طريق التأشير على نقطة المصفوفة الدائرية المبيّنة في الشكل (7-7 ب)، ويتطلب إنشاء مصفوفة دائرية ما يأتي: أ- اختيار مركز المصفوفة Center points، ويتم ذلك إما عن طريق كتابة الإحداثيات مباشرة وإما عن طريق اختيار الأيقونة المجاورة لنقطتي الإحداثيات والتأشير عليها في لوحة الرسم وضغط الزر الأيسر للفأرة، ب- اختيار زاوية المصفوفة Angle to Fill وتتراوح من أكبر من صفر إلى أصغر أو تساوي 360 درجة، ت- عدد العناصر في المصفوفة الدائرية Total Number of Items ويمكن الاستعاضة عن عدد العناصر بالزاوية المحصورة بين كل عنصر Angle Between Items ث- اختيار العنصر الذي نرغب في تكراره وذلك عن طريق الضغط على الأيقونة المجاورة لكلمة Select Object، بعد الانتهاء من العمليات أعلاه يمكننا مشاهدة شكل المصفوفة قبل التنفيذ كما ذكرنا سابقاً.

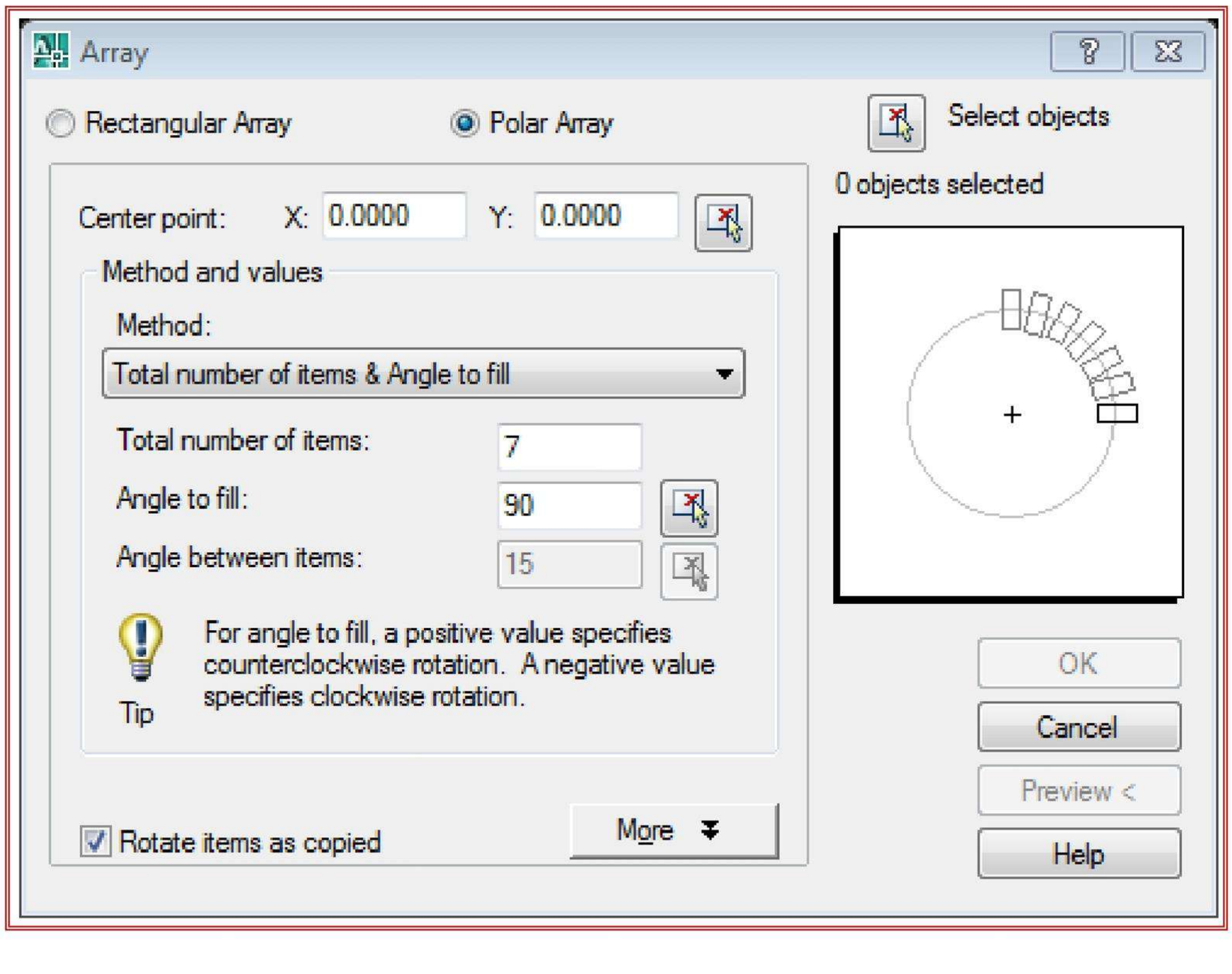
ولتطبيق ما ذكر اعلاه على الرسم المطلوب نتبع ما يأتي: أ- نضغط على أيقونة اختيار مركز المصفوفة ، ثم نؤشر بالفأرة على النقطة 1 كما في الشكل (7-7 ت)، ونضغط الزر الأيسر، عندها سيتحدد مركز المصفوفة، ب- نختار زاوية المصفوفة وبما أن الانحناء قائم نؤشر على النافذة ونكتب الرقم 90، ت- نختار عدد عناصر المصفوفة التي تساوي عدد قطع مجرى الهواء بإضافة واحد، أي بما أن عدد قطع الانحناء تساوي 6 فالعدد الذي سوف نكتبه في شاشة عدد عناصر المجموعة سيكون 6+1 =7، أو يمكن كتابة قيمة الزاوية بين عناصر المصفوفة وتساوي زاوية المصفوفة 90 مقسومة على عدد العناصر 6، ويكون الناتج 15 درجة. ويبيّن الشكل (7-7 ث) نافذة مصفوفة العناصر بعد إجراء العمليات السابقة.



شكل 7-7 ب نافذة المصفوفة الدائرية

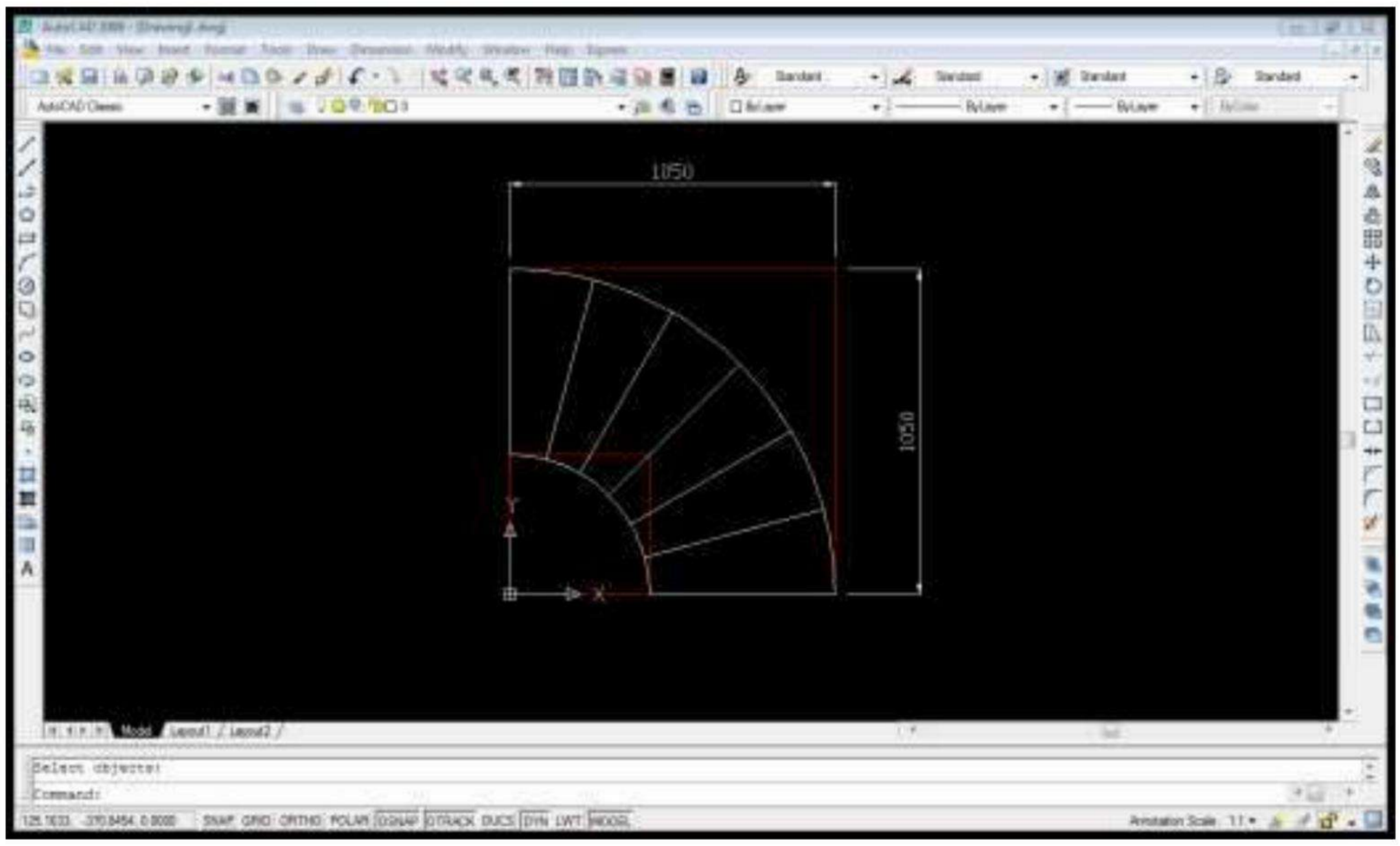


شكل 7-7 ت مركز المصفوفة



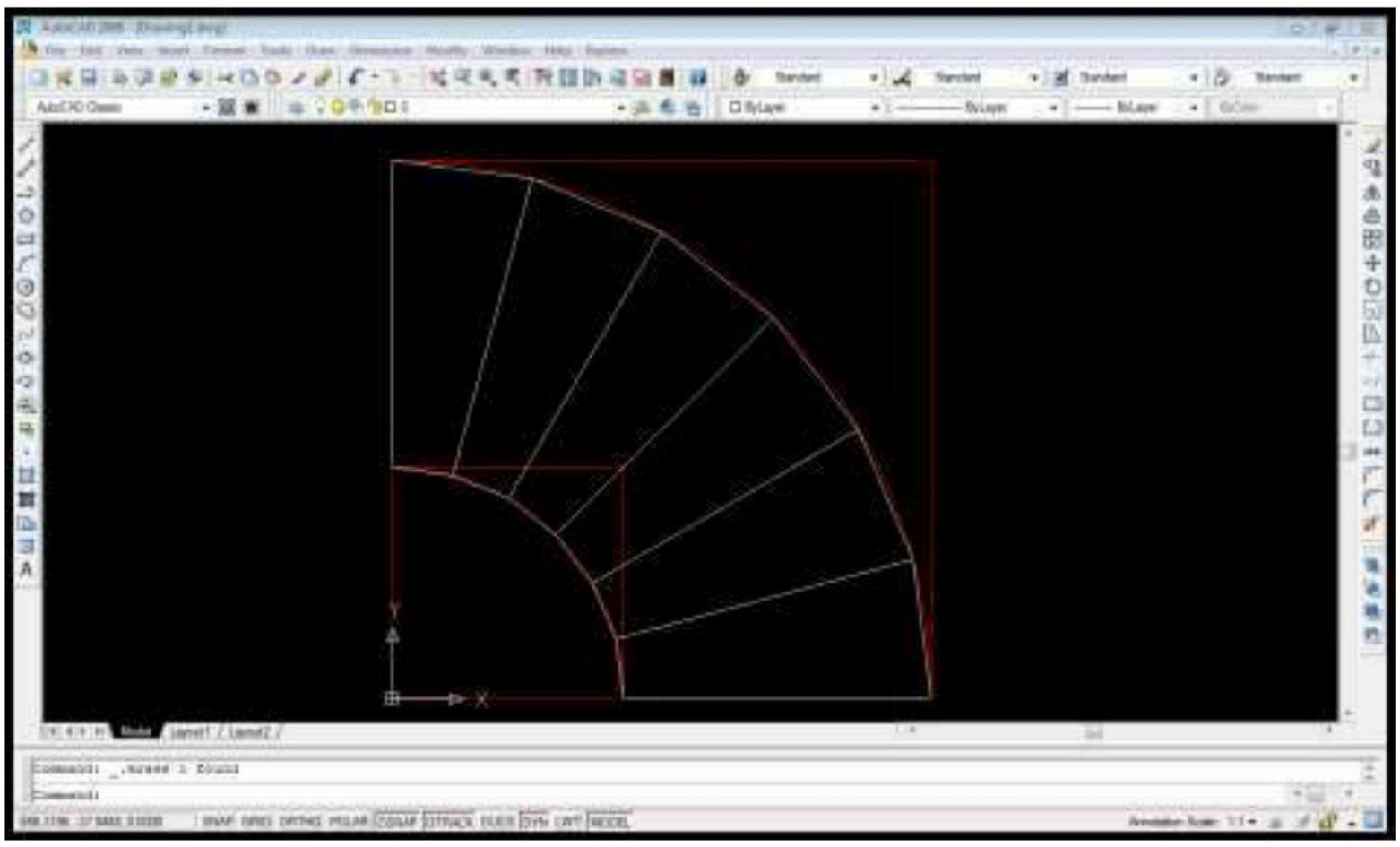
شكل 7-7 ث نافذة عناصر المصفوفة بعد تحديد المطلوب

بعد الانتهاء من المشاهدة الأولية للمصفوفة نضغط على أيقونة موافق ونحصل على الشكل (7-7 ج) الذي عن طريقه تم تقسيم المنحني القائم الى 6 قطع.

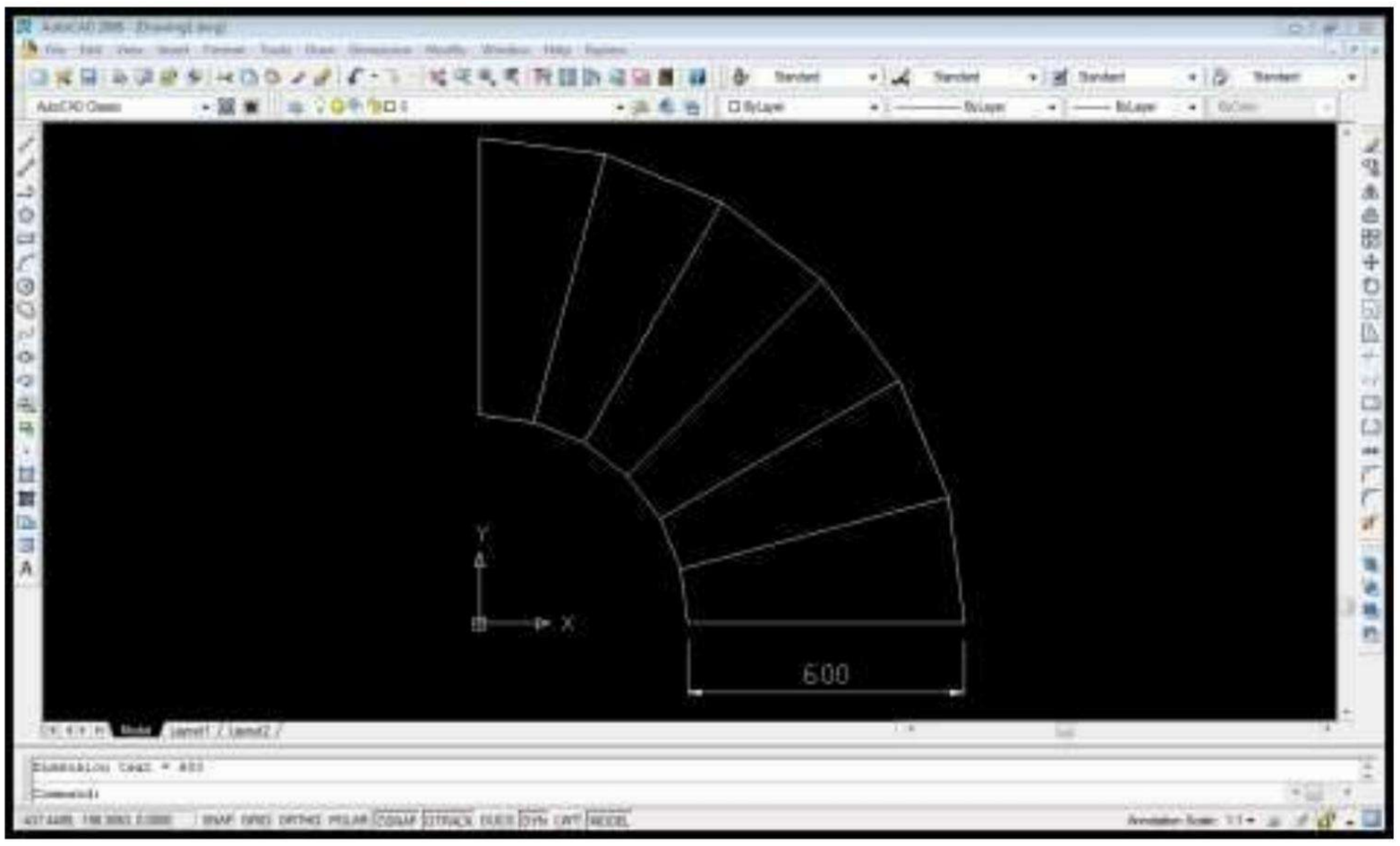


شكل 7-7 ج تقسيم المنحني القائم الدائري على ست قطع

لإتمام الرسم نضغط على أيقونة رسم الخط المستقيم، نصل بين الأطراف العليا للمستقيمات المقسمة للانحناء، ثم نعيد العملية على الأطراف السفلى للمستقيمات المقسمة للانحناء، كما مبيّن في الشكل (7-7 ح). بعد ذلك نحذف الأقواس والخطوط المساعدة لنحصل على الشكل النهائي للانحناء الدائري القائم المكون من ست قطع، كما مبيّن في الشكل (7-7 خ).



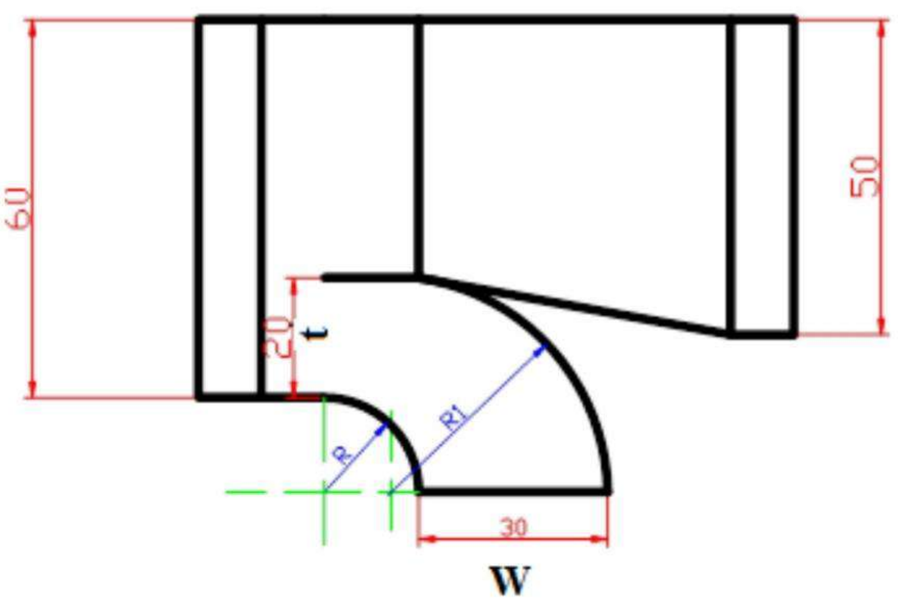
شكل 7-7 ح توصيل الأطراف العليا والسفلى للمستقيمات المقسمة للانحناء



شكل 7-7 خ الشكل النهائي للانحناء الدائري القائم المكون من ست قطع

7-3-3 رسم مأخذ هواء لمجرى مستطيل المقطع

لرسم مأخذ الهواء المبيّن في الشكل (7-8) نتبع الخطوات الآتية:



شكل 7-8 مأخذ هواء لمجرى مستطيل المقطع (الأبعاد بالسنتيمتر)

من المعادلة الآتية يمكننا حساب نصف قطر القوس الصغير **R**

$$R = \frac{3}{4}W$$

$$R = \frac{3}{4} \times 30 = 22.5$$

في حين نعتمد المعادلة في أدناه لحساب نصف قطر القوس الكبير $\mathbf{R_1}$.

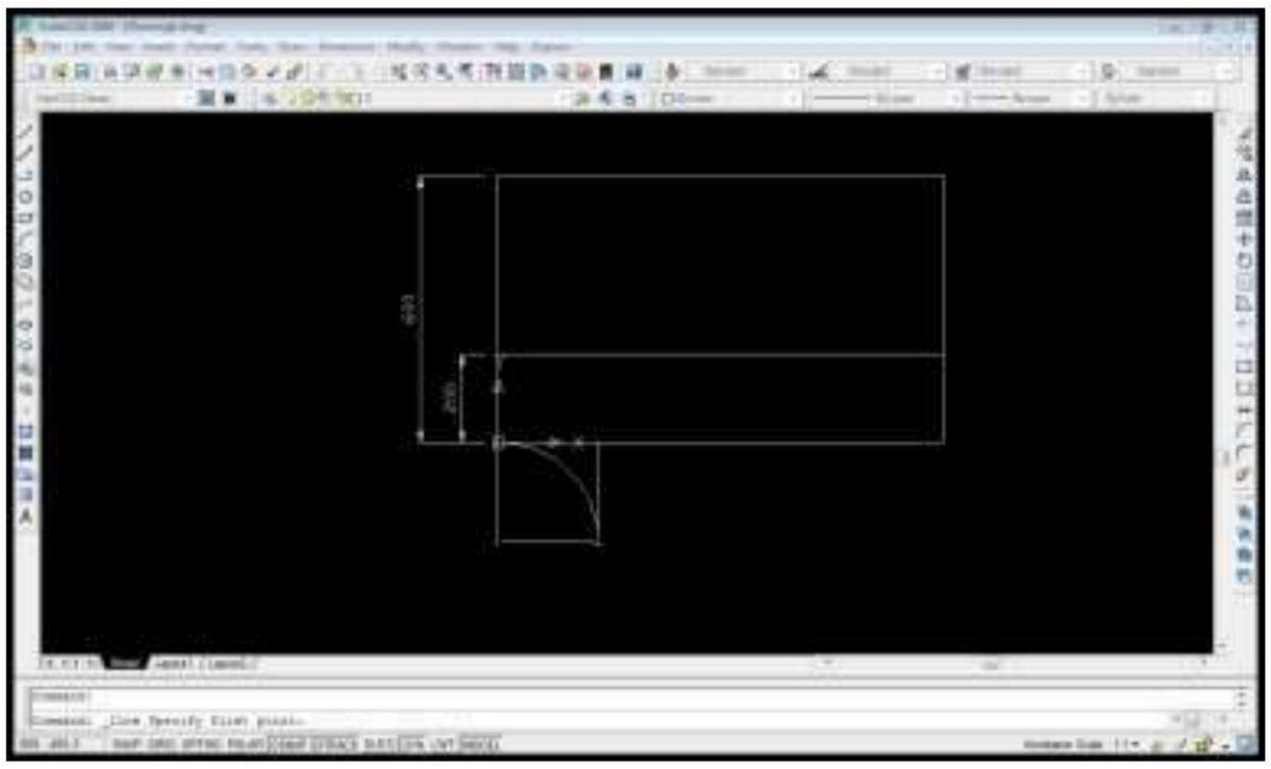
$$R1 = t + \frac{3}{4}W$$

$$R1 = 20 + \frac{3}{4} \times 30 = 42.5$$

نبدأ برسم مستطيل طوله (ارتفاع مجرى الهواء) يســـاوي عرض مجرى الهواء الذي يساوي 600 mm، وعرضه يساوي مرة ونصف بقدر ارتفاعه، أي إن: طول المستطيل يساوي

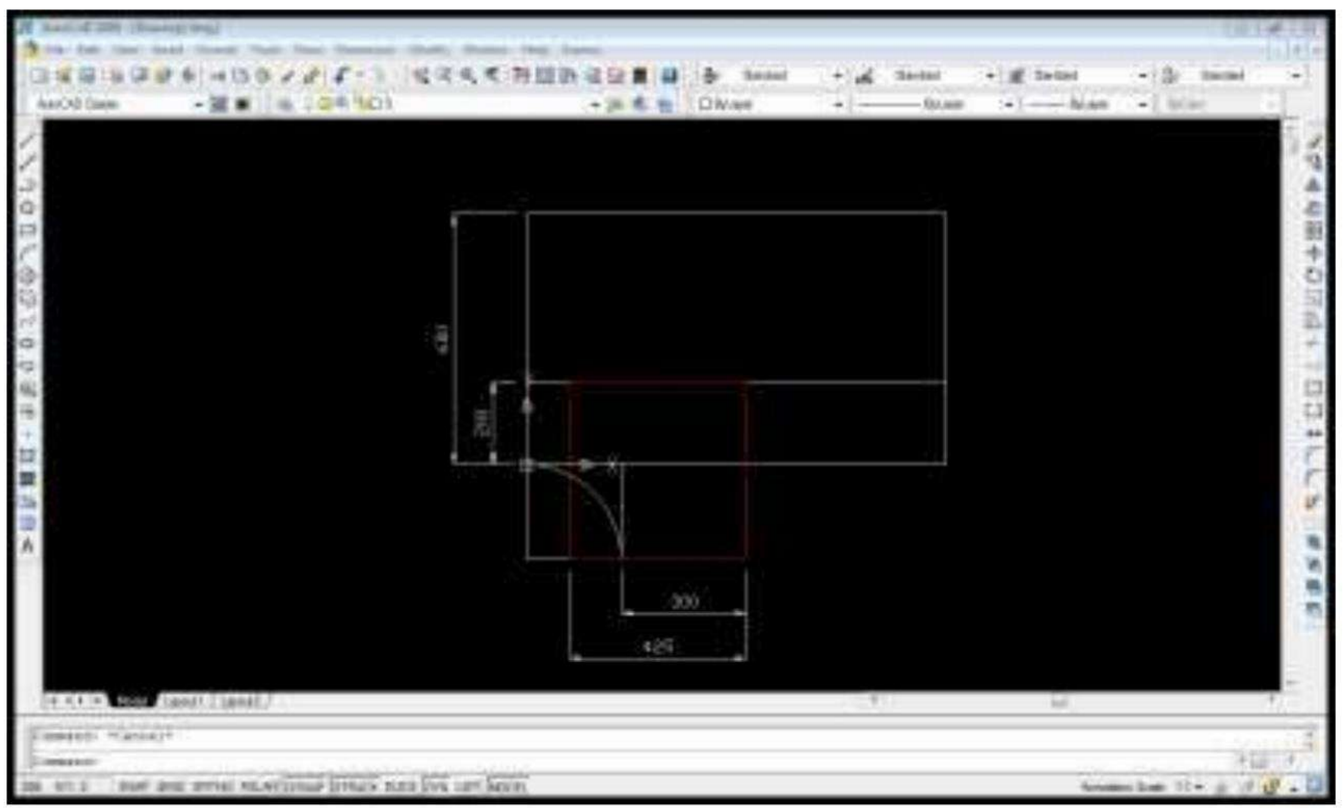
$1.5 \times 600 = 900$ mm

نفتت المستطيل كما تعلمنا سابقاً، ثم نستعمل أيقونة الإزاحة ونكتب عرض المأخذ الداخلي t الذي يساوي 200 mm، كما مبيّن في الشكل (7-9 أ)، بعد ذلك نرسم مربعاً مساعداً أسفل المستطيل الرئيس طول ضلعه يساوي نصف قطر القوس الصغير R، ثم نرسم القوس كما مرَ (بداية، ونهاية ، ونصف قطر)، كما مبيّن في الشكل (7-9 أ).



شكل 7-9 أ رسم المستطيل الرئيس والمربع المساعد والقوس الصغير

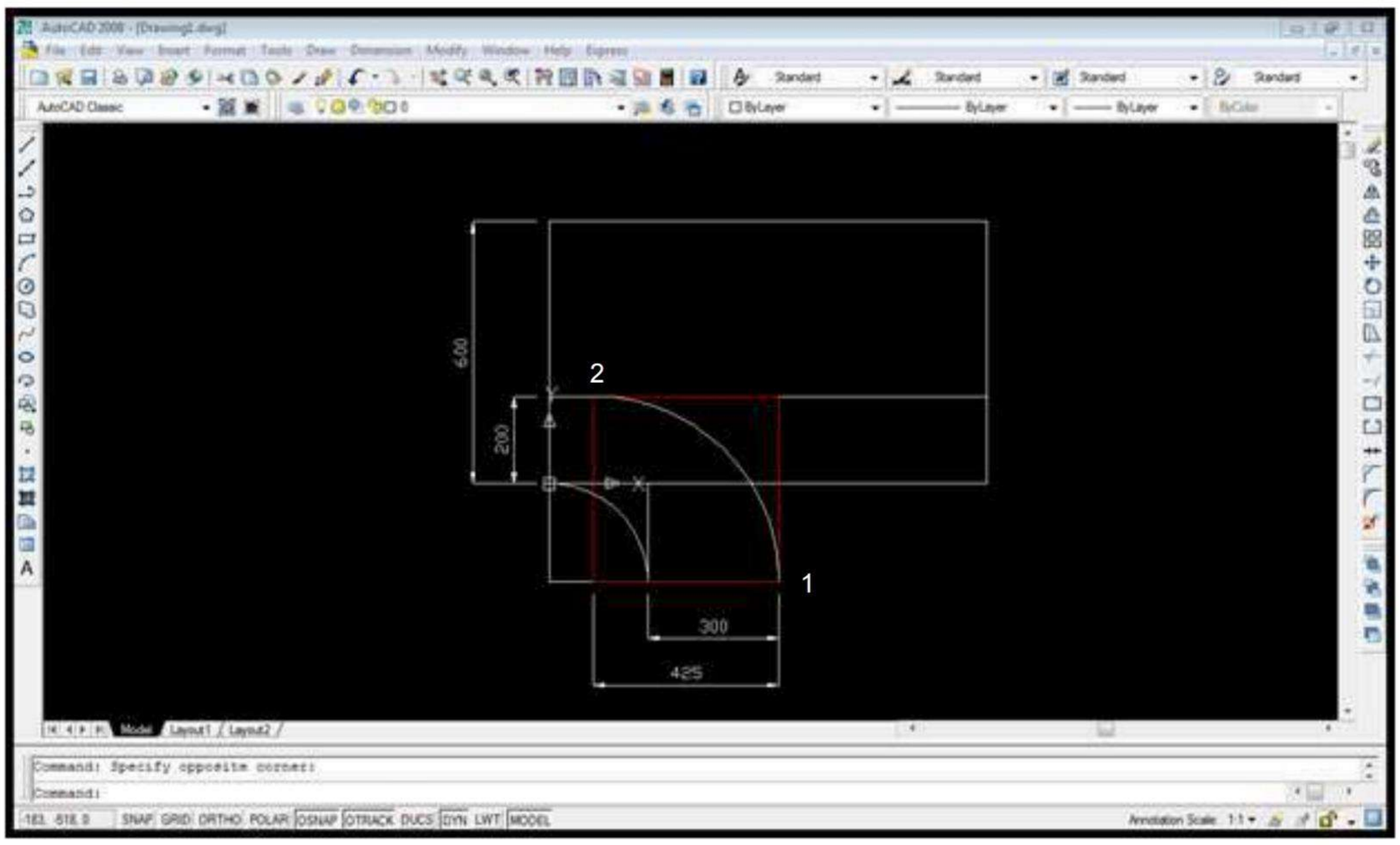
بعد الانتهاء من رسم القوس الصغير، نبدأ برسم مستقيم طوله (300 mm +) (الذي يمثل عرض تفرع مجرى الهواء W) يبدأ من نهاية القوس الصغير ويتجه نحو اليمين، ومن نهاية المستقيم نبدأ برسم خط طوله يساوي (425 mm -) (يتجه نحو اليسار) الذي يساوي طول نصف قطر القوس الكبير R_1، نهاية المستقيم يمثل مركز القوس الكبير، كما مبيّن في الشكل (7-9 ب).



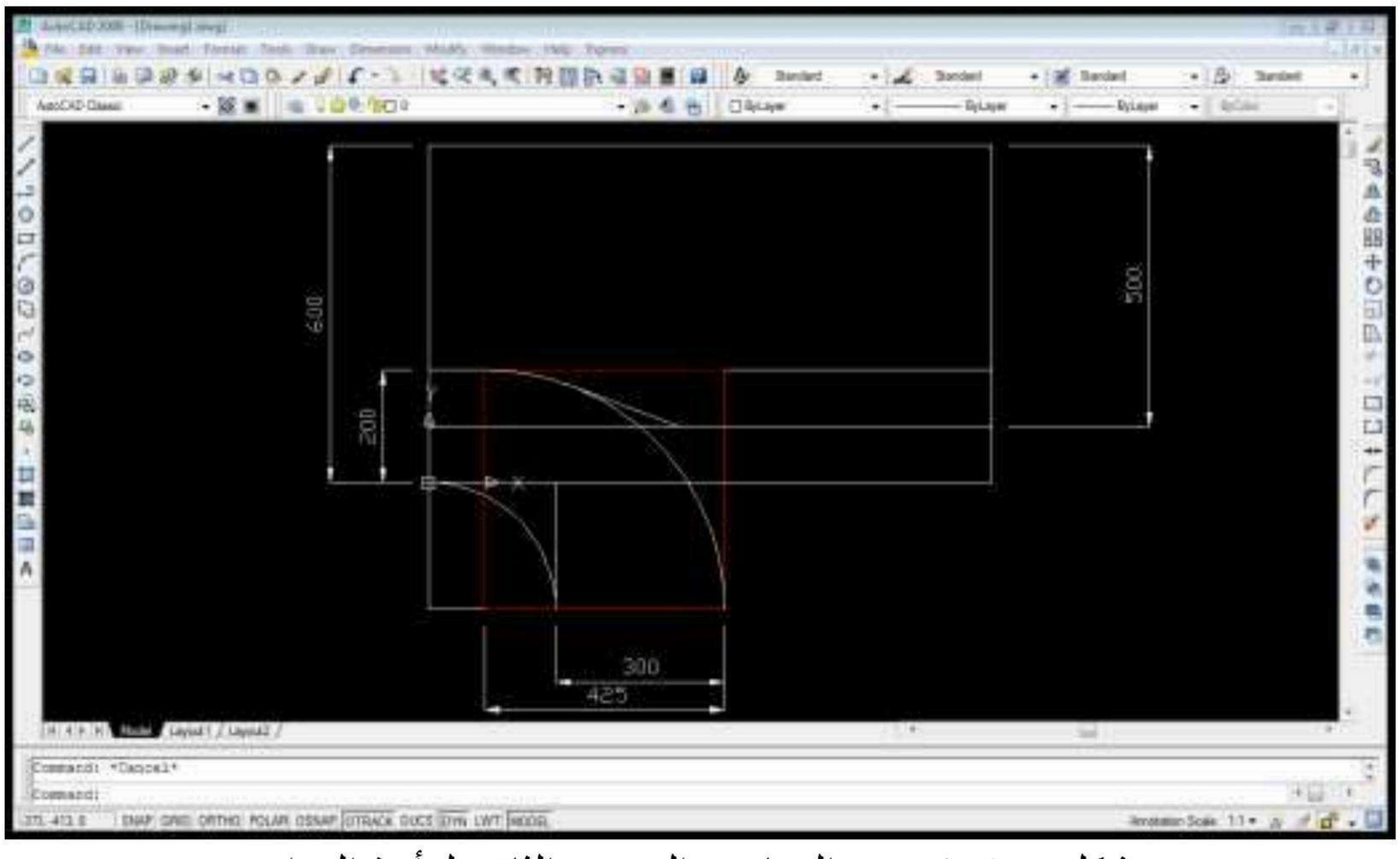
شكل 7-9 ب طريقة تحديد مركز القوس الكبير R_1

بعد تحديد مركز القوس الكبير نرسم مربعاً مساعداً طول ضلعه يساوي 425 mm، أي بقدر نصف قطر القوس الكبير R_1، نبدأ برسم القوس كما تعلمنا، وتكون بداية القوس عند النقطة 1 (الركن الأيمن السفلي للمربع)، ونهايته النقطة 2 (الركن العلوي الأيمن للمربع المساعد)، ونصف قطره يساوي 425 mm الذي يساوي R_1. كما مبيّن في الشكل (7-9 ت).

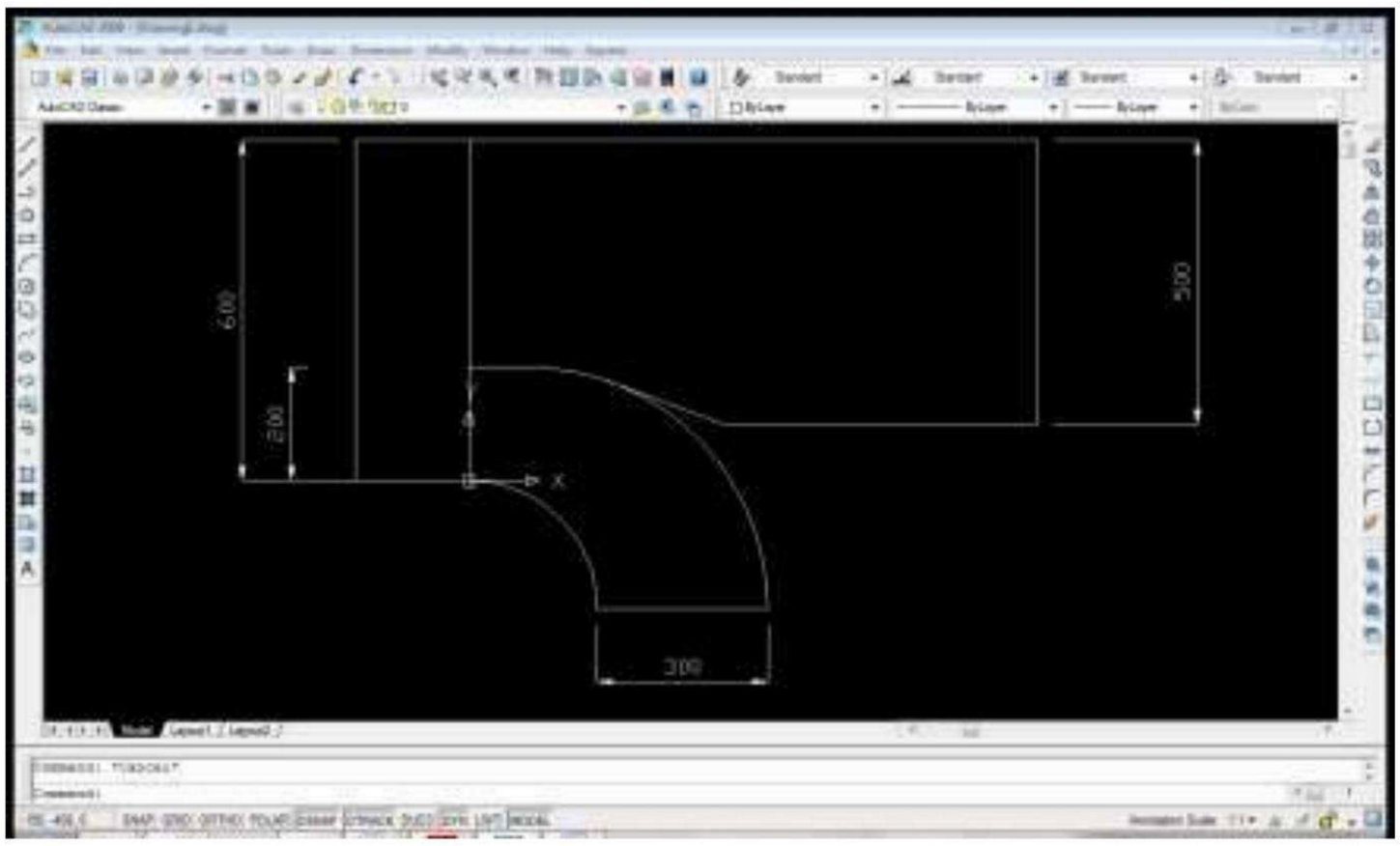
وبعد رسم القوس الكبير نستعمل أيقونة الإزاحة لرسم الطرف الثاني من مأخذ الهواء الذي عرضه يساوي 500 mm، ثم نرسم مماساً للقوس الكبير بزاوية مقدارها 10 درجة، كما في الشكل (7-9 ث)، وأخيراً نمسح الخطوط والمربعات المساعدة لنحصل على الشكل النهائي للتفرع، كما بالشكل (7-9 ج).



شكل 7-9 ت رسم المربع المساعد والقوس الكبير



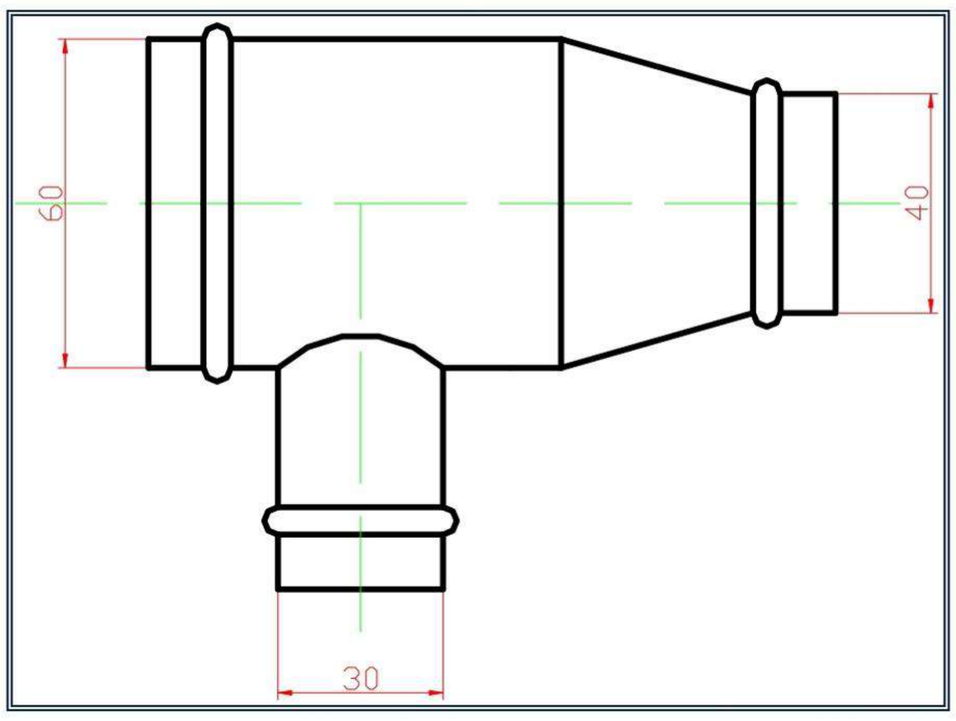
شكل 7-9 ث رسم المماس والعرض الثاني لمأخذ الهواء



شكل 7-9 ج الشكل النهائي لمأخذ الهواء

7-3-4 رسم مأخذ هواء دائري قائم

يبيّن الشكل (7-10) مأخذ هواء دائرياً قائماً، المطلوب رسم الشكل بواسطة برنامج الأوتوكاد.

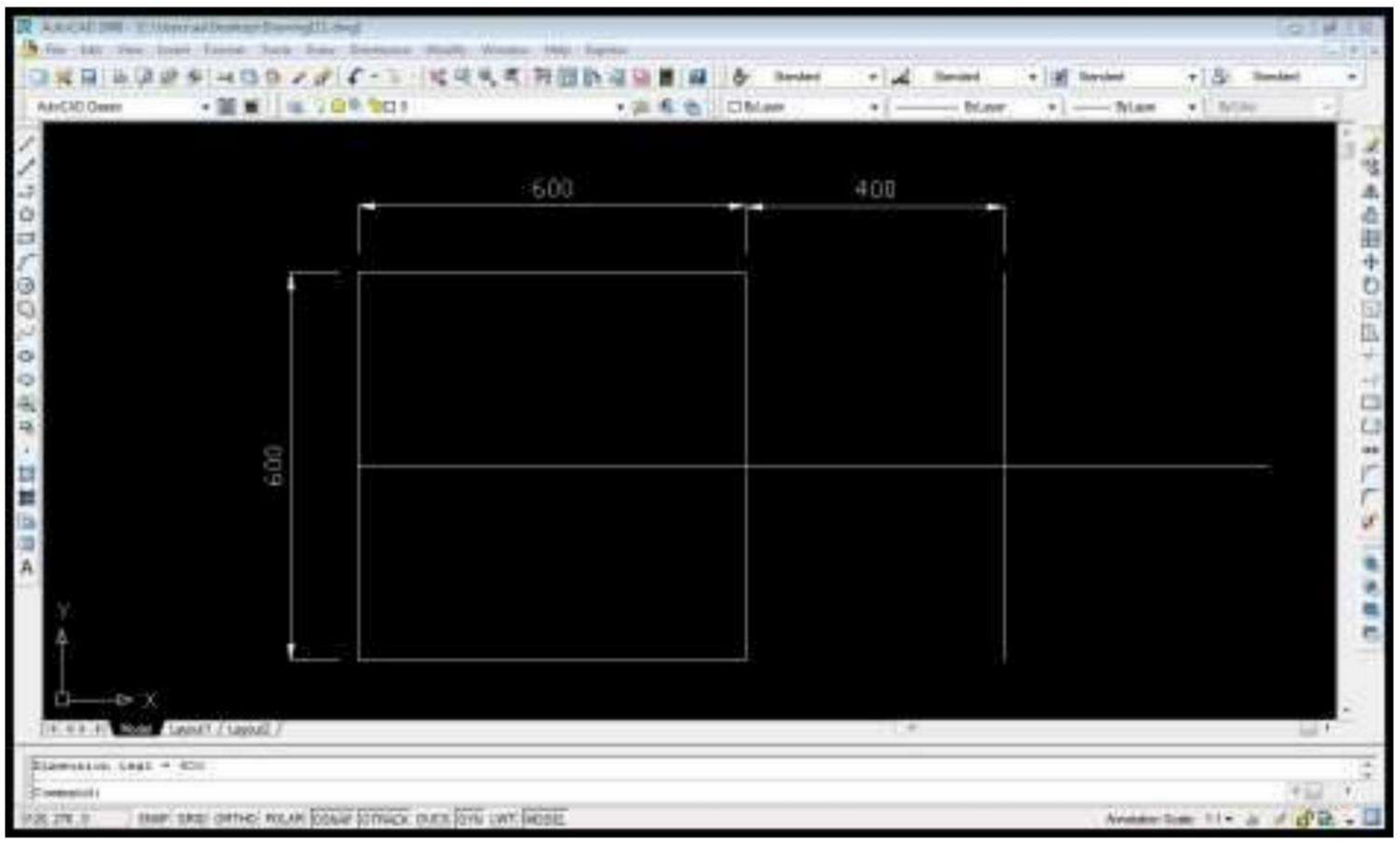


شكل 7-10 مأخذ هواء دائري قائم

نتبع الخطوات الآتية: نرسم مربعاً طول ضلعه يساوي قطر مجرى الهواء الرئيس، ثم نفتت المربع ونرسم محور المربع، كما مبيّن في الشكل (7-11 أ)، بعد ذلك نرسم البعد الأفقي للمصغرة L التي تحسب من المعادلة التالية وتساوي بعد الحساب 400 mm :

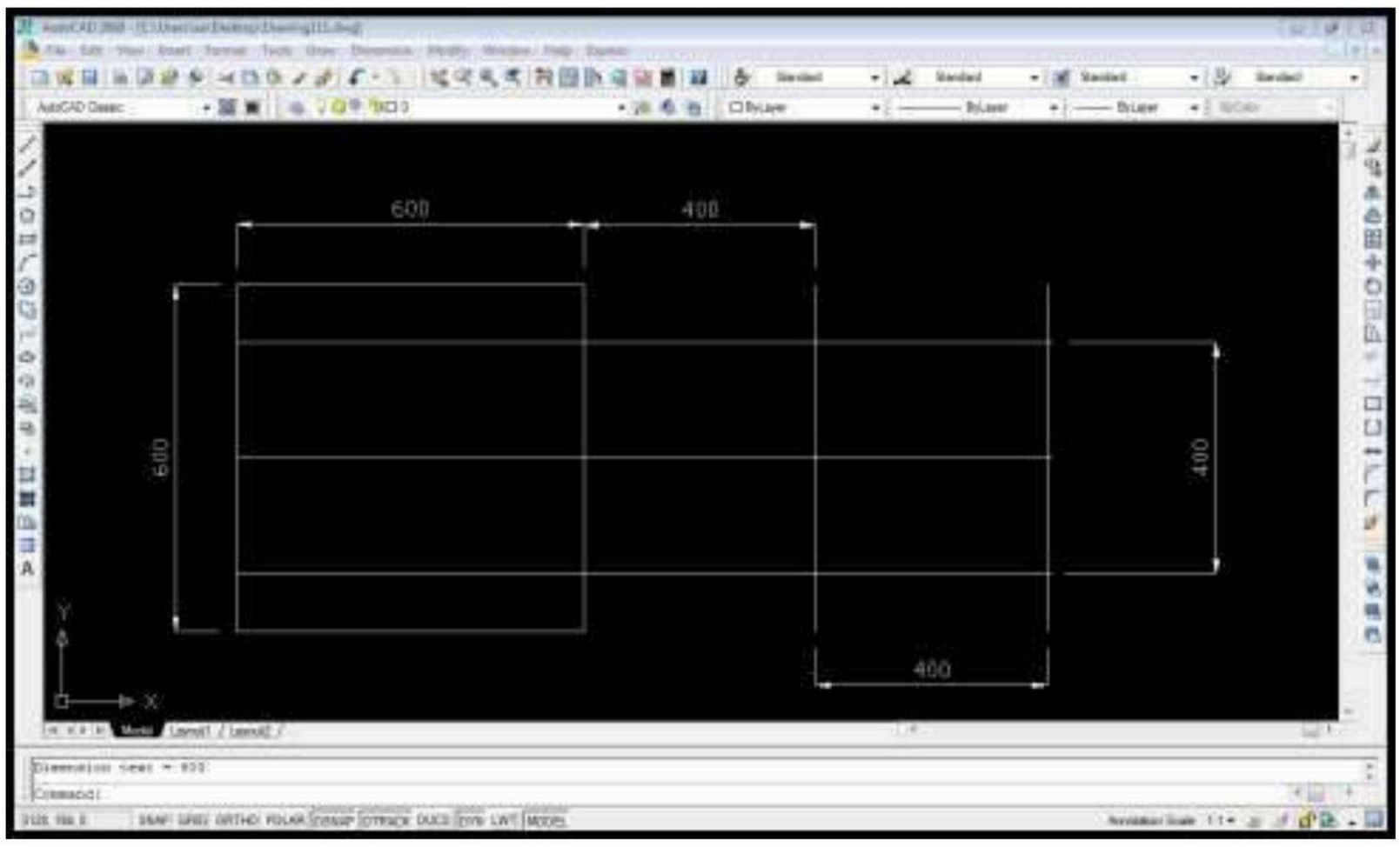
$$L = 2 \times (D - D_1).$$

$$L = 2 \times (600 - 400) = 400$$

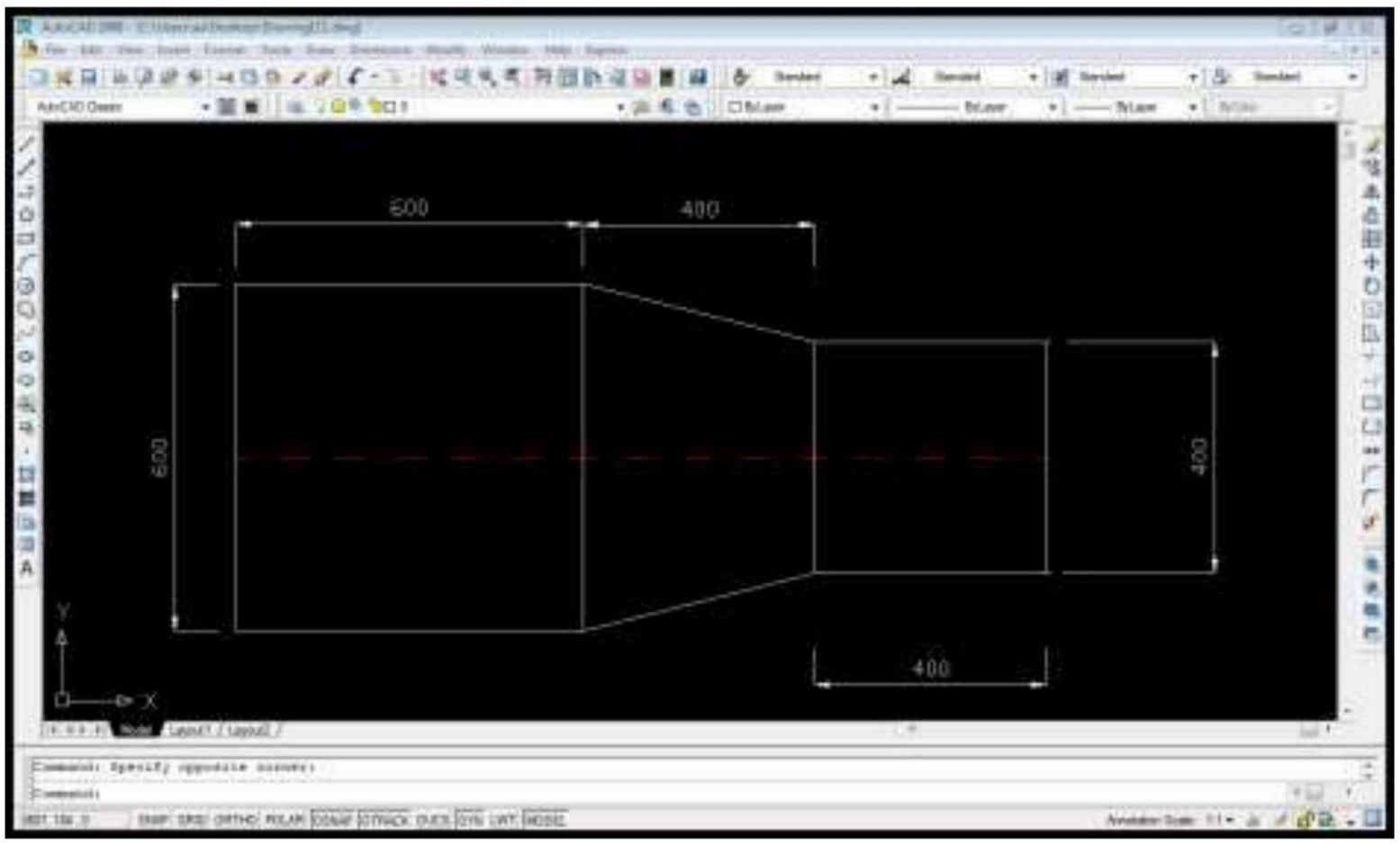


شكل 7-11 أ رسم مجرى الهواء الرئيس والبعد الأفقي للمصغرة

نختار أيقونة الإزاحة ونضغط عليها ونكتب نصف قطر المجرى الثاني للمأخذ D_1 الذي يساوي 400 mm ، ثم نؤشر على خط المحور، ونضغط زر الفأرة الأيسر ونعين خطين أفقيين أعلى المحور وأسفله، ثم نضغط مرة ثانية على أيقونة الإزاحة ونكتب قطر المجرى D_1 والذي يساوي 400 mm لنحدد طول المجرى الأيمن للتفرع كما مبين في الشكل (7-11 ب). بعد ذلك نصل النقطة 1 بالنقطة 2 بواسطة الفأرة، والنقطة 3 بالنقط 4، ثم نمسح الخطوط الزائدة والمساعدة، كما في الشكل (7-11 ت).

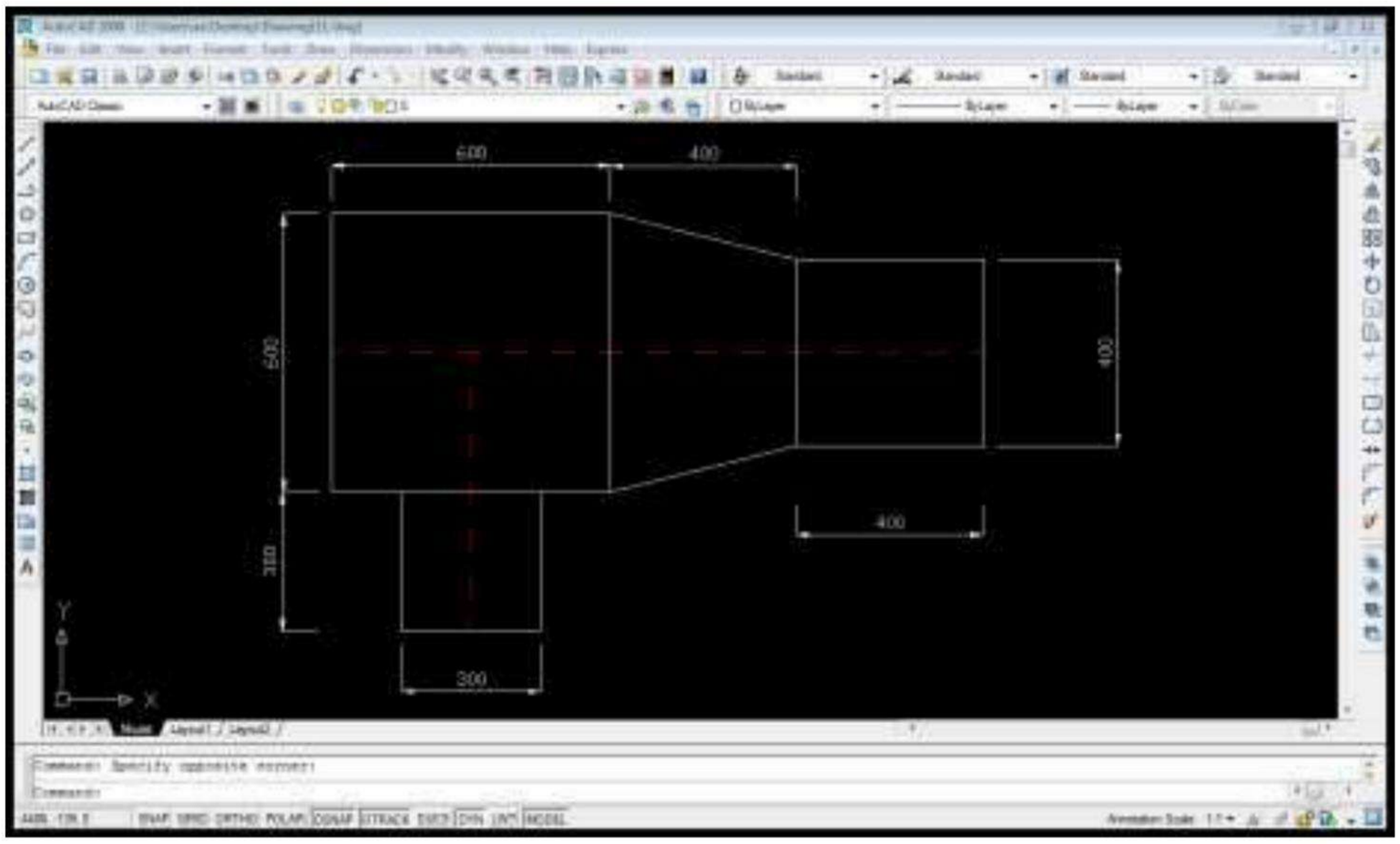


شكل 7-11 ب رسم أبعاد مجرى الهواء الأيمن للتفرع



شكل 7-11 ت رسم الخطوط المائلة ومسح الخطوط الزائدة والمساعدة

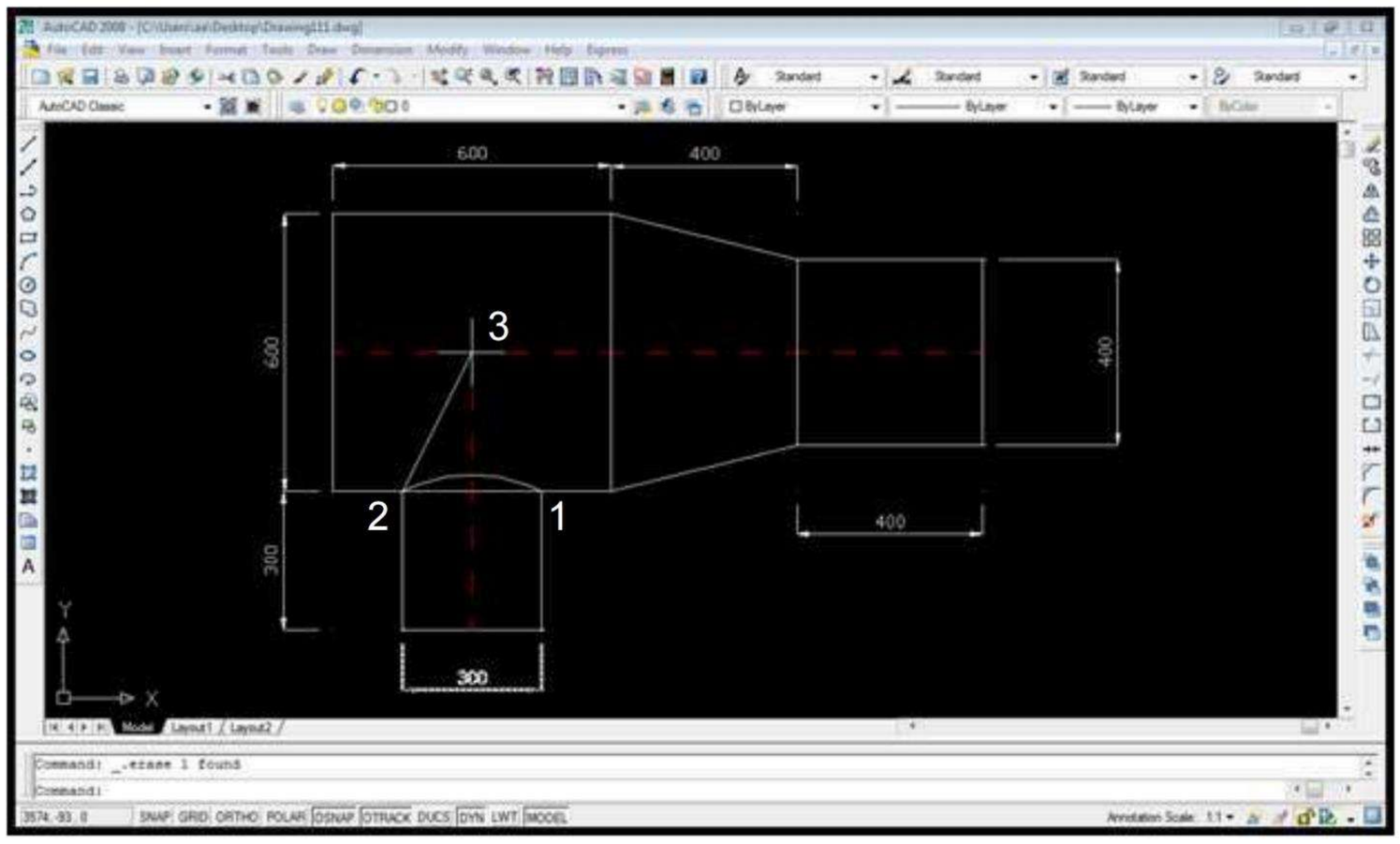
لرسم التفرع ننصف المسافة الأفقية للمجرى الرئيس بواسطة أيقونة الإزاحة، ونرسم خطاً عمودياً يمثل منتصف المجرى الرئيس، ثم نرسم بواسطة أيقونة الإزاحة مجرى الهواء الفرعي الذي يساوي قطره 300 mm ، كما مبيّن في الشكل (7-11 ث)، ثم نحذف الخطوط المساعدة والزائدة.



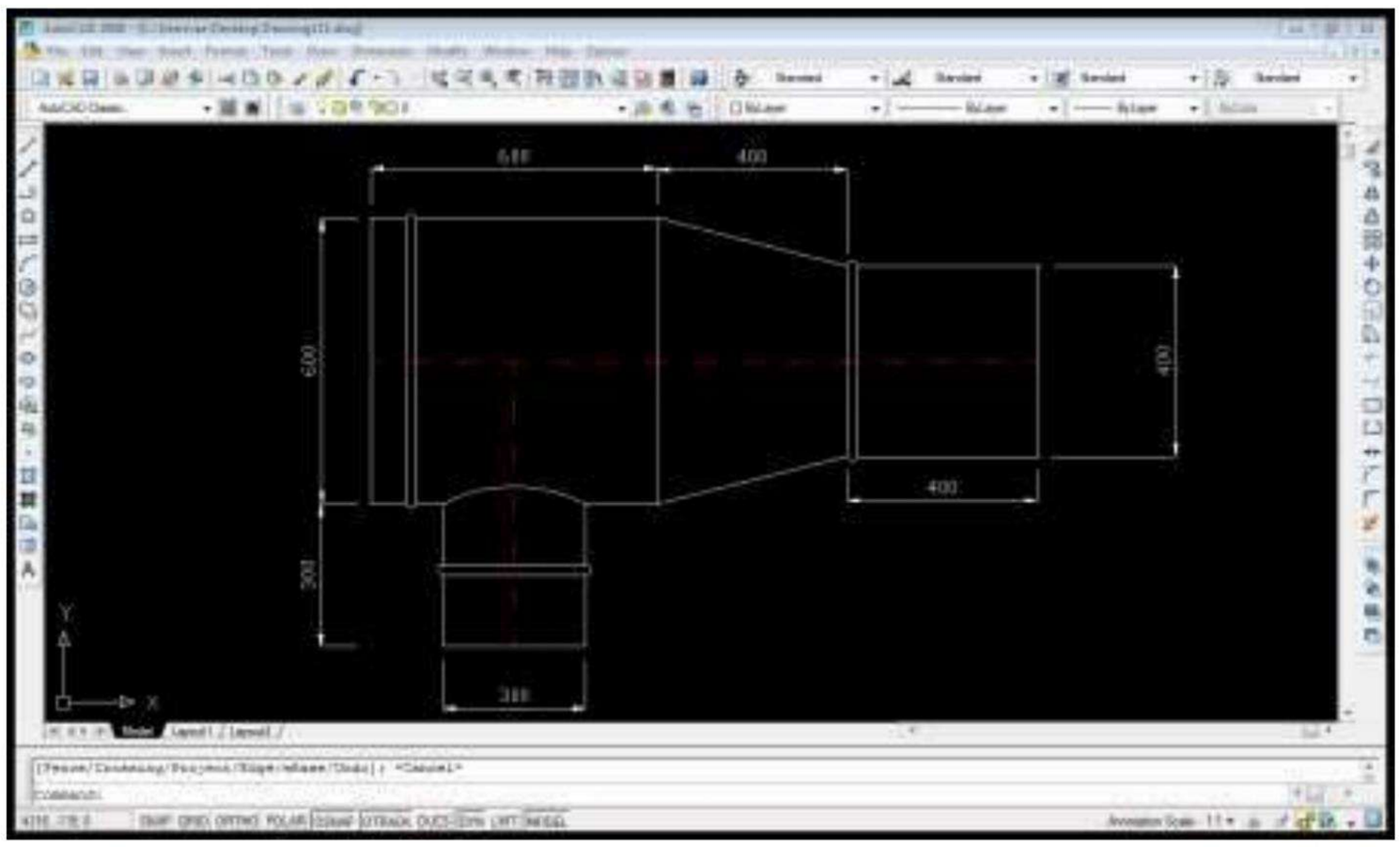
شكل 7-11 ث رسم مجرى الهواء الفرعي

وأخيراً لرسم القوس الذي يمثل منطقة اتصال مجرى الهواء الفرعي بمجرى الهواء الرئيس، نختار من شريط الأدوات DRAW ثم نختار كلمة قوس Arc ثم نختار رسم قوس ونختار Arc ثم Start, End, Radius، أي من هذا الاختيار نحتاج إلى تحديد بداية القوس ونهايته ونصف قطره، بعد اختيار طريقة رسم القوس نؤشر بالفأرة على النقطة 1 في الشكل (7-11 ج)، ثم نضغط الزر الأيسر ثم نؤشر على النقطة 2، ونضغط زر الفأرة الأيسر، وأخيراً نؤشر على النقطة 3 ونضغط زر الفأرة

الأيسر، ثم نمسح الخط الواصل بين النقطتين 1 و 2 كما مبيّن بالشكل (7-11 ج). ثم نرسم محددات دخول مجرى الهواء، وغالباً ما تكون المسافة بين الخطين اللذين يمثلان المصدر تساوي 20 mm، ثم نختار أيقونة التدوير لتقويس نهايات الخطوط كما مبين في الشكل (7-12 ح)، وبهذا يكون الرسم قد أنجز.



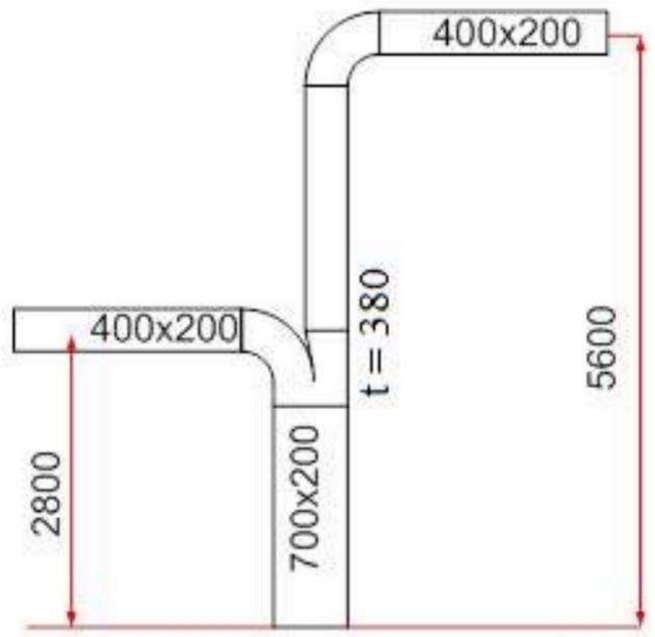
شكل 7-11 ج رسم الأقواس الذي يمثل منطقة اتصال المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس



شكل 7-11 ح رسم محددات دخول مجرى الهواء وتقويس نهايات الخطوط

7-3-5 إسقاط مجاري الهواء

لرسم مجرى الهواء البسيط المبيّن في الشكل (7-12) نتبع الخطوات الآتية:



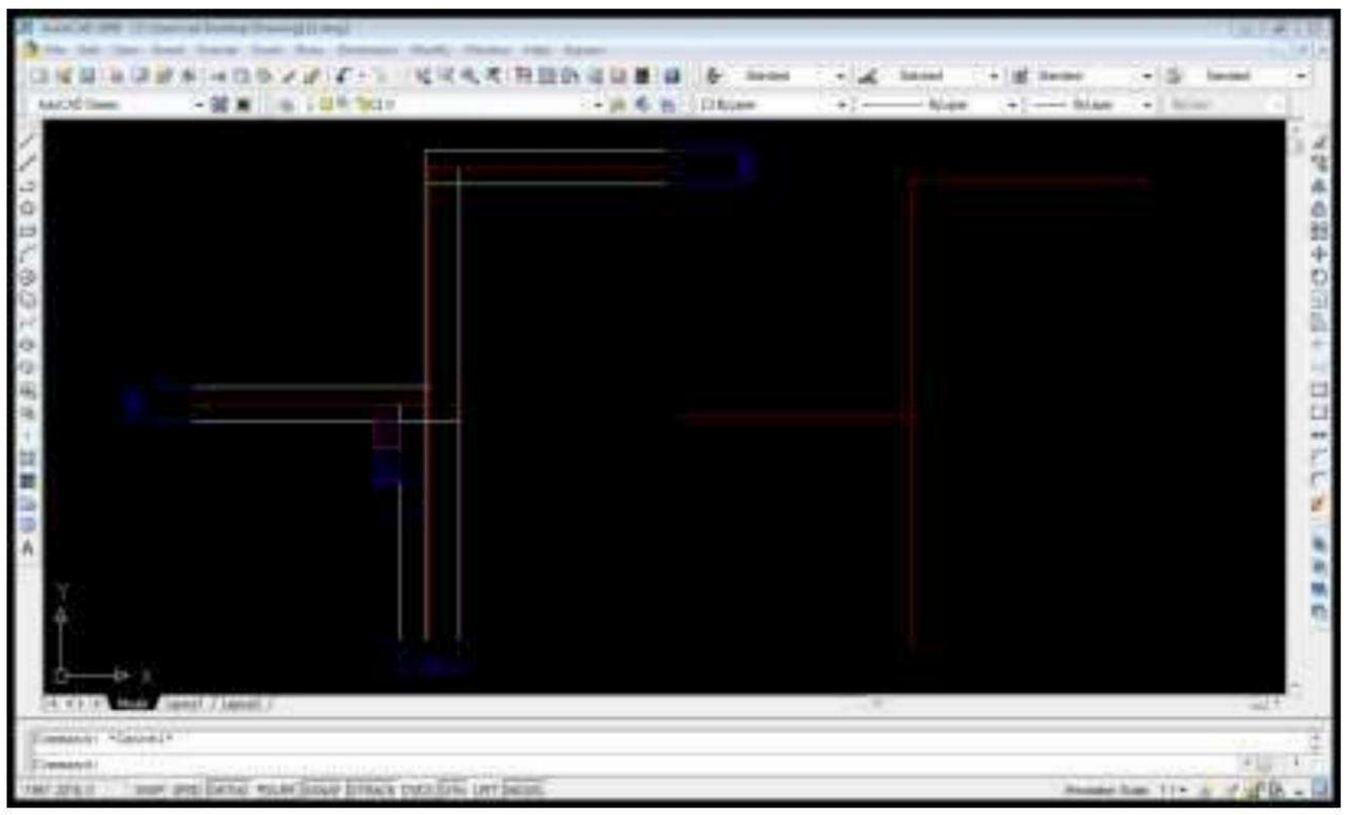
شكل 7-12 مجرى هواء بسيط

نرسم مجرى الهواء بخط مفرد ثم نحدد أبعاد مجرى الهواء كما تعلمنا بواسطة أيقونة الإزاحة، كما مبين في الشكل (7-13 أ). ثم نرسم أولاً مأخذ الهواء، ونتبع الخطوات الآتية، أ- حساب القوس الصغير R القوس الكبير R_1 هنا W يساوي عرض مجرى الهواء ويساوي 400 mm

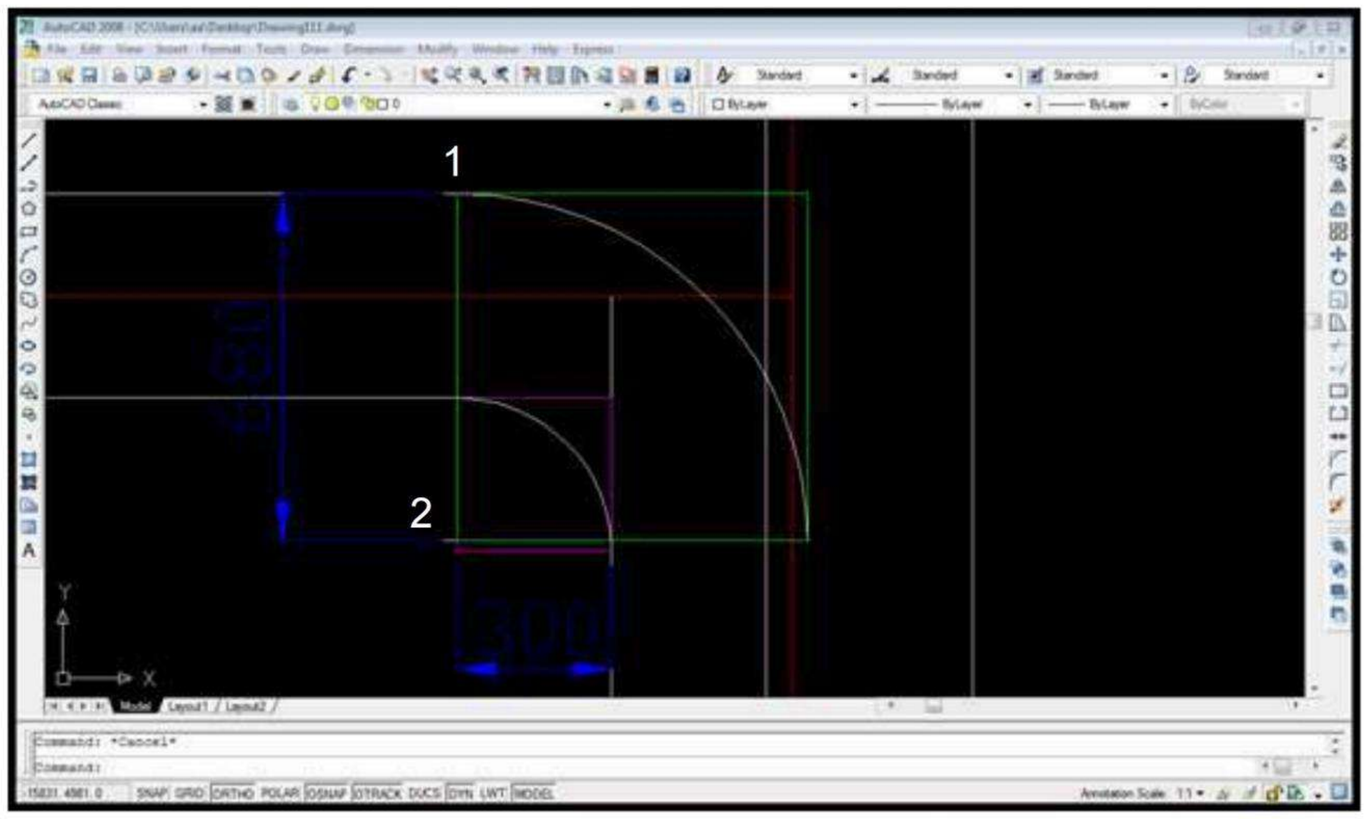
$$\boldsymbol{R = \frac{3}{4}400 = 300}$$

$$\boldsymbol{R1 = 380 + \frac{3}{4}400 = 680}$$

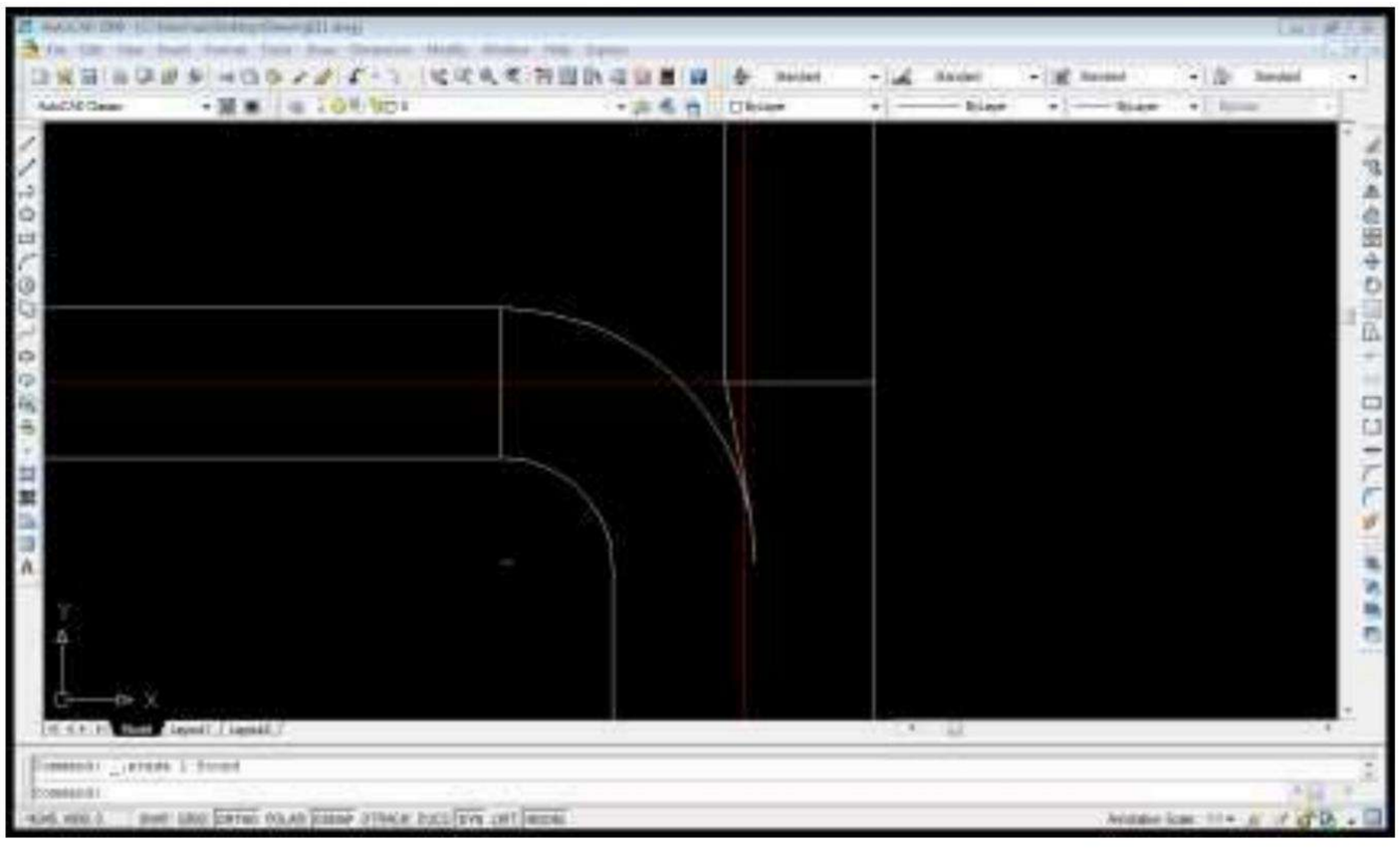
نرسم المربع المساعد الصغير الذي طول ضلعه يساوي 300 كما مبيّن في الشكل (7-13 أ)، بعد ذلك نرسم القوس الصغير كما تعلمنا سابقاً، من نهاية القوس نرسم عموداً على النقطة 1 كما في الشكل (7-13 ب)، ومن النقطة 1 ننزل الى الأسفل مسافة مقدارها 680 mm التي تساوي R_1، عندها تقع النقطة 2 التي تمثل مركز القوس الكبير R_1، من هذه النقطة نرسم المربع المساعد الكبير، ثم نرسم القوس الكبير كما تعلمنا وكما موضّح في الشكل (7-13 ب). وبعد حذف المربعات والمستقيمات المساعدة نحصل على رسم المأخذ كما مبيّن في الشكل (7-13 ت).



شكل 7-13 أ رسم مجرى الهواء بصورة مفردة ثم رسم المجرى بخطوط مزدوجة



شكل 7- 13 ب تحديد المربعين المساعدين



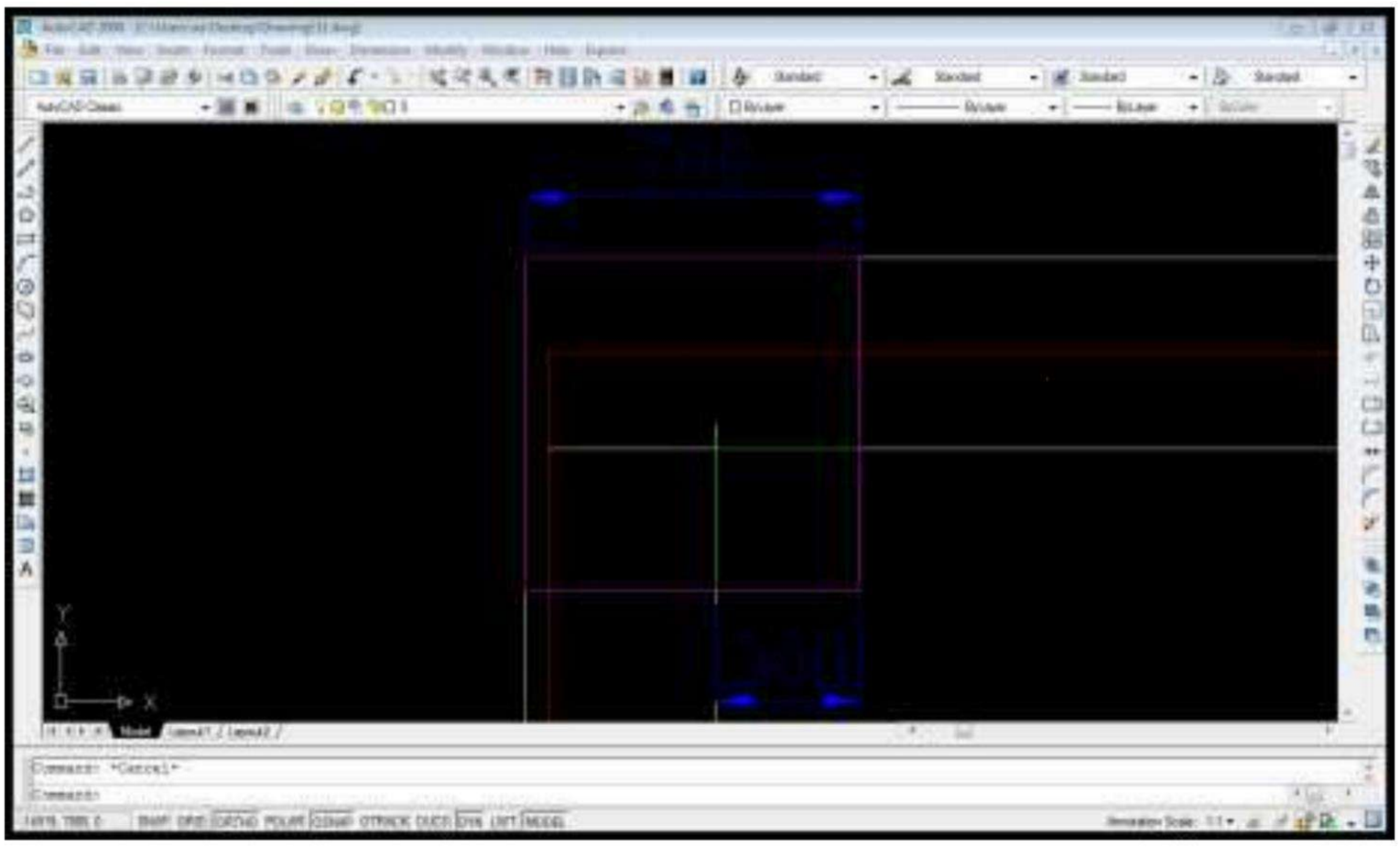
شكل 7-13 ت مأخذ الهواء بعد حذف الخطوط المساعدة

بعد ذلك نرسم الانحناء المقوس ذو 90 درجة، ويجب رسم مربعين مساعدين أيضاً، ويمكن حساب أبعاد المربع المساعد الصغير للانحناء القائم كما يأتي:

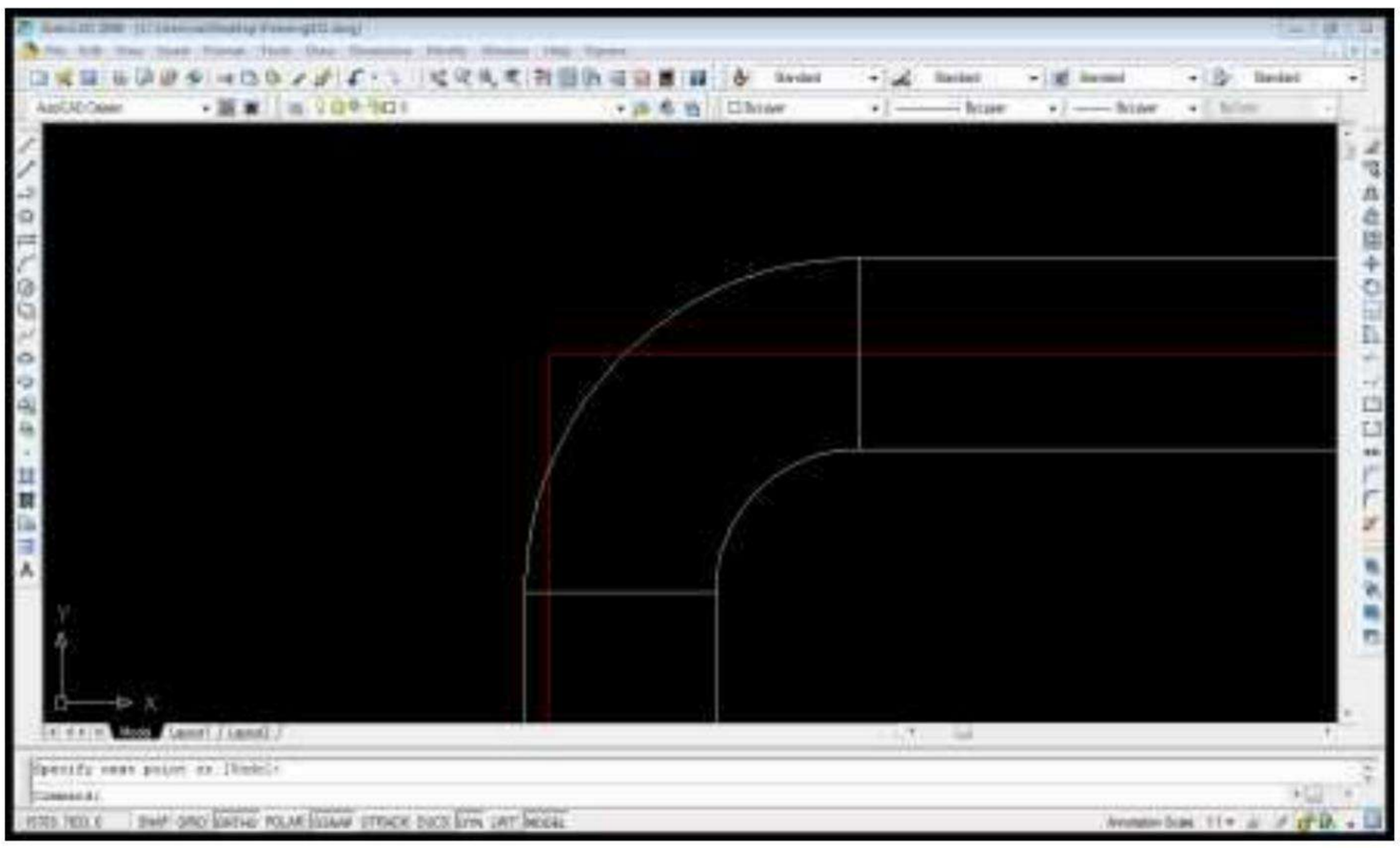
$$\boldsymbol{R = \frac{3}{4}400 = 300}$$

$$\boldsymbol{R1 = \ 400 + \frac{3}{4}400 = 700}$$

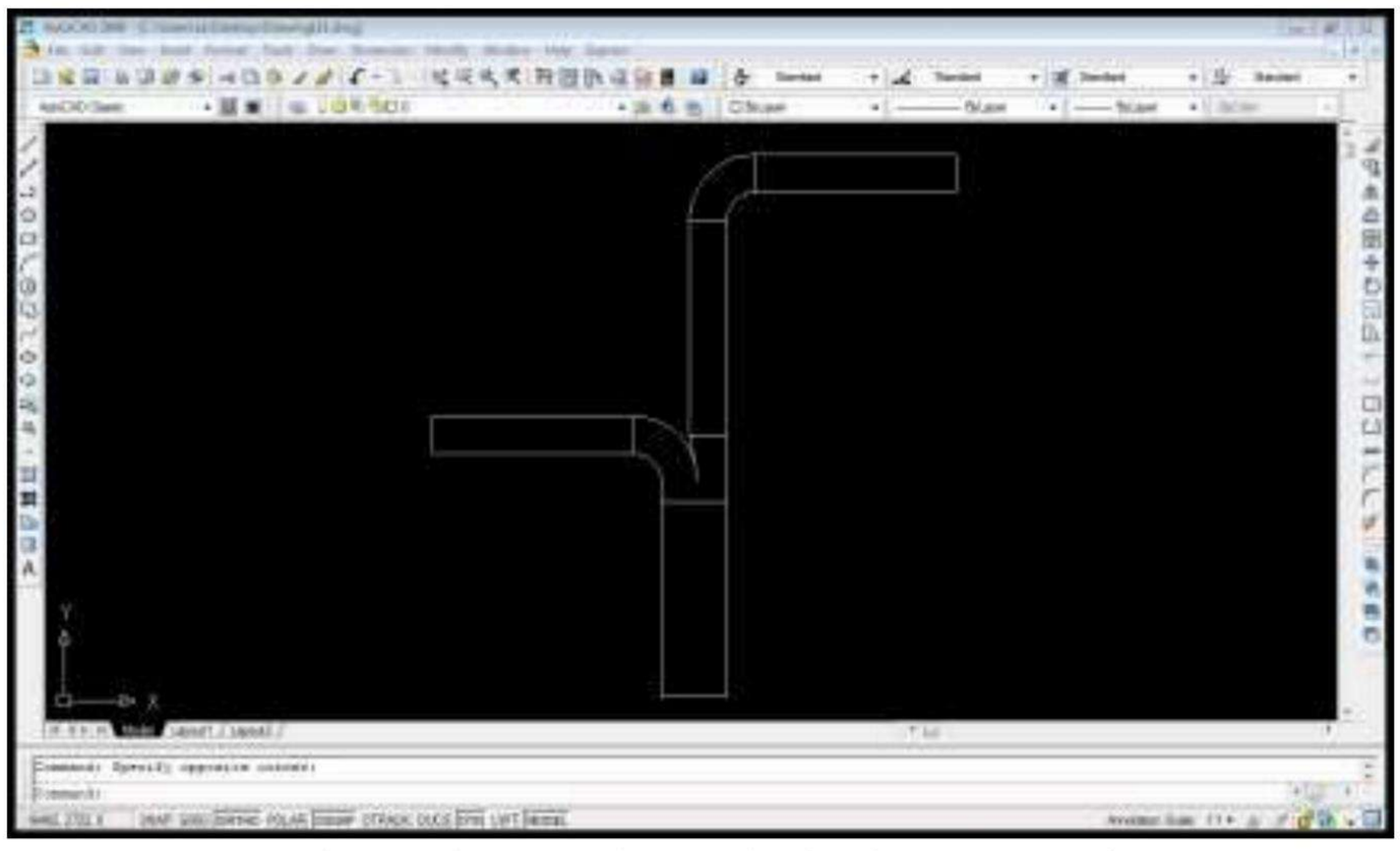
بعد ذلك نرسم المربعين المساعدين، كما موضّح في الشكل (7-13 ث)، ثم نرسم القوس الصغير والقوس الكبير ونزيل الخطوط والمربعات المساعدة، ونحصل على الانحناء المطلوب، كما مبيّن في الشكل (7-13 ج)، وأخيراً نحصل على مجرى الهواء البسيط المبيّن في الشكل (7-13 ح).



شكل 7-13 ث رسم المربع المساعد الصغير والمربع المساعد الكبير



شكل 7-13 ج الانحناء القائم بعد حذف الخطوط والمربعات المساعدة

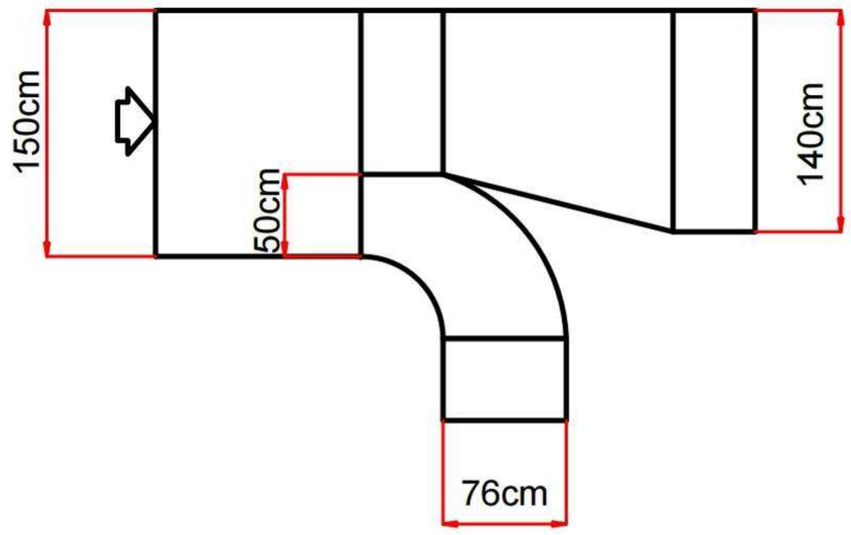


شكل 7-13 ح الشكل النهائي لمجرى الهواء البسيط

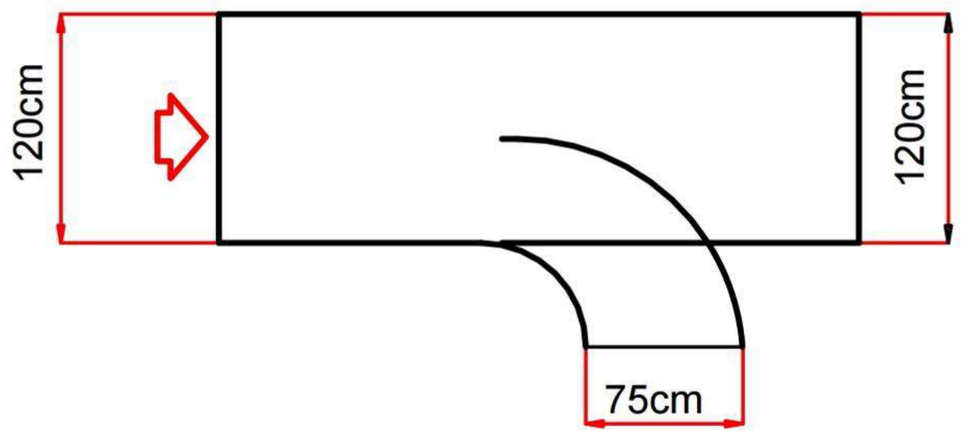
تمارين الفصل السابع

إرسم بواسطة برنامج الأوتوكاد التمارين الآتية:

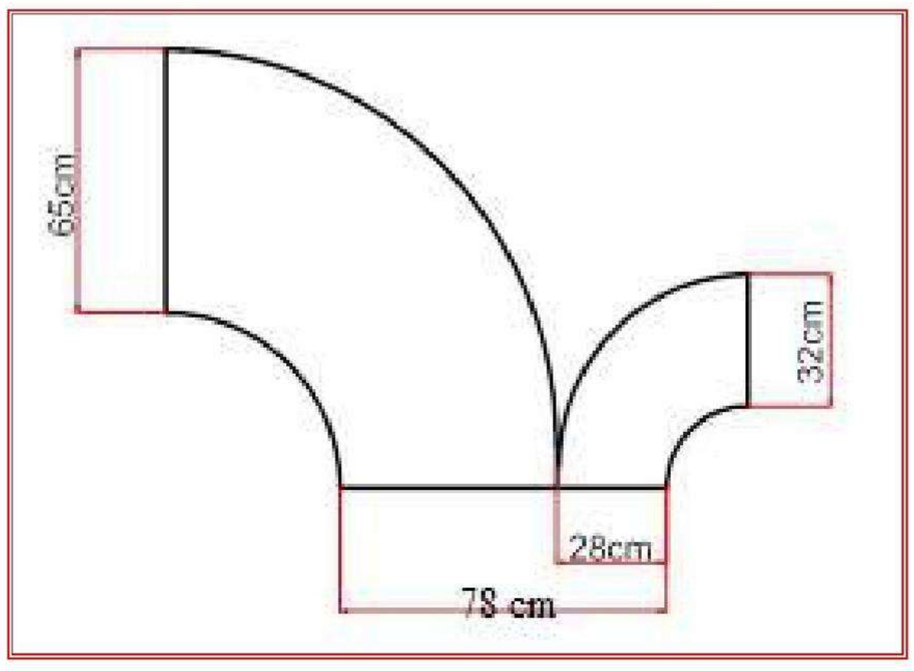
1- مأخذ الهواء القياسي المبيّن في الشكل أدناه:



2- ارسم التفرع (مأخذ الهواء) المبيّن في الشكل أدناه:



3- ارسم التفرع المبيّن في الشكل أدناه:



4- ارسم مسقط مجاري الهواء المبيّن في الشكل أدناه: