

جمهورية العراق  
وزارة التربية  
المديرية العامة للتعليم المهني

**الرسم الصناعي**  
**تكيف الهواء والتثليج**  
**الصف الثالث**

تأليف

أ.م.د. إحسان كاظم النجمي

أ.د. محمد المادي زعمة خليفة

أ.م.د. إبراهيم وسمي مايد

2025 م – 1447 هـ

الطبعة الثامنة

استناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### مقدمة

استكمالاً لمنهج مادة الرسم الصناعي للصفين الأول والثاني أعدَ 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). أما الفصل الثاني فقد تناول موضوع رسم وصلات ربط مجاري الهواء فضلاً عن تعلم رسم ناشرات الهواء وشبائكه 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 وإسقاطها على الصفائح للإفادة 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، وإذا 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 السُلَمي 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 الإفادة 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 وليّ التوفيق

**لجنة التأليف**

**بغداد – 2010**

## المحتويات

79	وحدات تكييف الهواء
80	مقدمة
80	رسم وحدات تكييف الهواء
80	رسم مكيف الهواء الجداري
81	رسم وحدة تكييف خارجية
84	رسم وحدة تكييف مجمعة
85	مثلج ماء مبرد بالهواء
86	رسم وحدة مناولة الهواء
88	رسم أبراج التبريد
89	تمارين الفصل

### الفصل الخامس

90	رسم الدوائر الكهربائية
91	مقدمة
91	المصطلحات الفنية المعتمدة
92	الرموز الكهربائية المستخدمة
95	رسم الدوائر الكهربائية
100	تمارين الفصل

### الفصل السادس

102	الرسم بمساعدة الحاسوب
103	مقدمة
104	رسم مخطط بنائية
111	رسم وصلات ربط مجاري الهواء
120	رسم مأخذ هواء دائري
123	إسقاط مجاري الهواء
127	تمارين الفصل

### الفصل السابع

7	الرسم المعماري
8	مقدمة
9	مكونات الرسم المعماري
13	خطوات رسم مخطط لبنائية

### الفصل الأول

19	وصلات ربط مجاري الهواء
20	مقدمة
20	وصلات مجاري الهواء
20	الانحناءات
22	مأخذ الهواء
28	تفرع مجرى الهواء
32	معدات توزيع الهواء
41	مجاري الهواء المستقيمة
46	تمارين الفصل

### الفصل الثاني

47	تسقيط مجاري الهواء
48	شبكات مجاري الهواء
48	تسقيط مجاري الهواء
58	تسمية الرموز والمصطلحات
60	تمارين الفصل

### الفصل الثالث

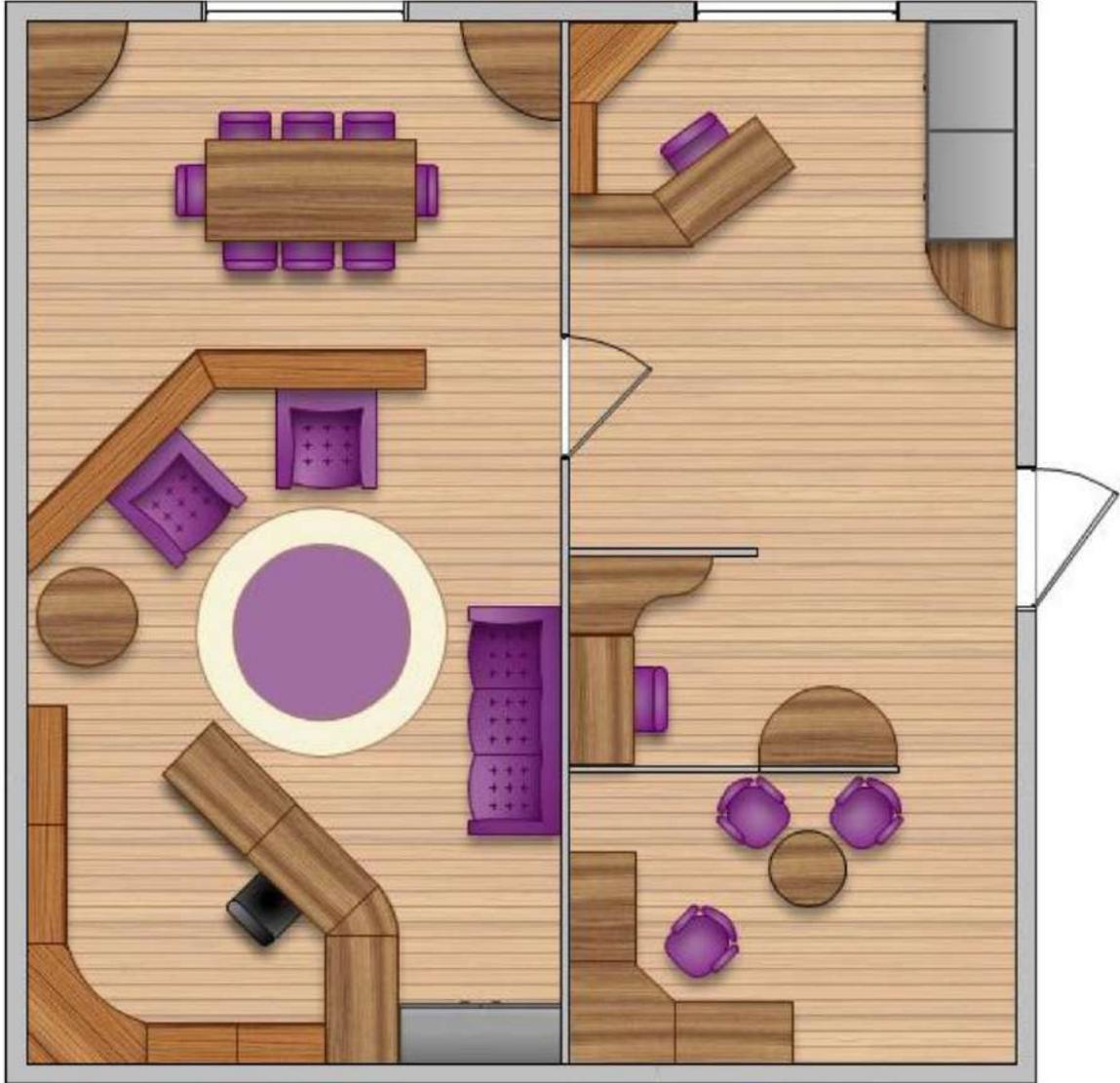
64	انفراد الأشكال الهندسية
65	مقدمة
65	انفراد مجارى الهواء المستطيلة
65	انفراد مجرى هواء دائري
65	انفراد مصغرة هواء مربعة المقطع
68	انفراد مصغرة دائرية المقطع
69	انفراد مصغرة دائرية بنهاية مائلة
70	انفراد مجرى هواء دائري مائل
70	انفراد انحناء دائري المقطع
71	انفراد انحناء دائري من (4) قطع
72	انفراد وصلة تحويل
75	انفراد تقسيم
77	تمارين الفصل

### الفصل الرابع



# الفصل الأول

## الرسم المعماري



## الرسم المعماري Architectural Drawing

### Introduction

### 1-1 مقدمة

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، وهناك عدد من الخطوط المتبعة في الرسم المعماري، كما مبين في الجدول رقم (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 للبناء (Plan)، وهو عبارة عن مخطط يبين مقطعاً أفقياً ماراً بكتلة البناء 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 التكيف 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. ويُبين الجدول رقم (2-1) بعض مقاييس الرسم الشائعة في الرسوم المعمارية.

جدول 2-1 مقياس الرسم لبعض أنواع الرسومات المعمارية

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

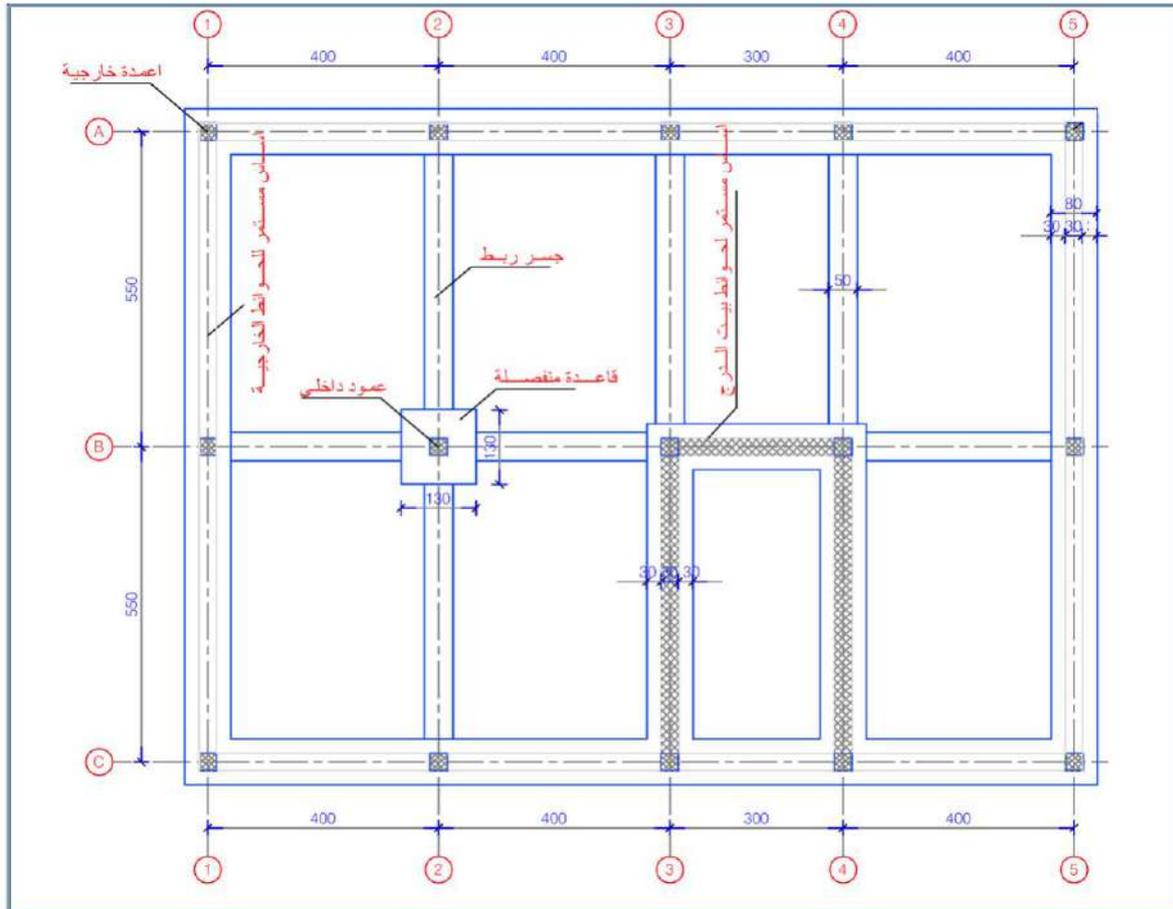
## 2-1 مكونات الرسم المعماري Architectural Drawing Components

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 (E - D - C - B - A) 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 رقم (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- السلم:** يُعتمد مخطط البناية أيضاً لتعيين موقع السلم، عرضه، اتجاه الصعود، أبعاد السلالم، ومستوياتها.

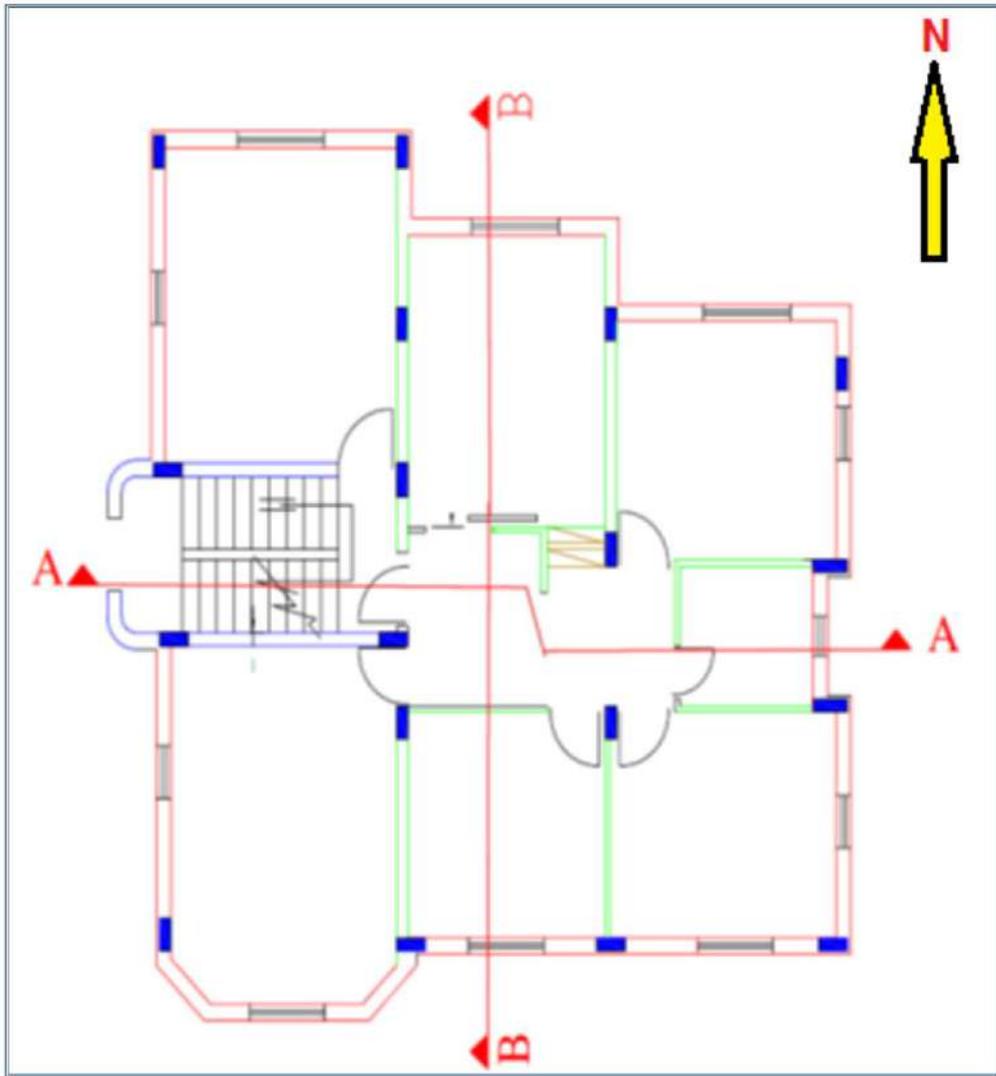


شكل 1-1 تعيين المحاور على المخطط (للاطلاع)

**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 القطع ونهايته رمز القطع واتجاه النظر، ويجب أن يحتوي المخطط في الأقل على خطي القطع (طولي أو عرضي) على أن يمر أحدهما طولياً في موقع السلم.

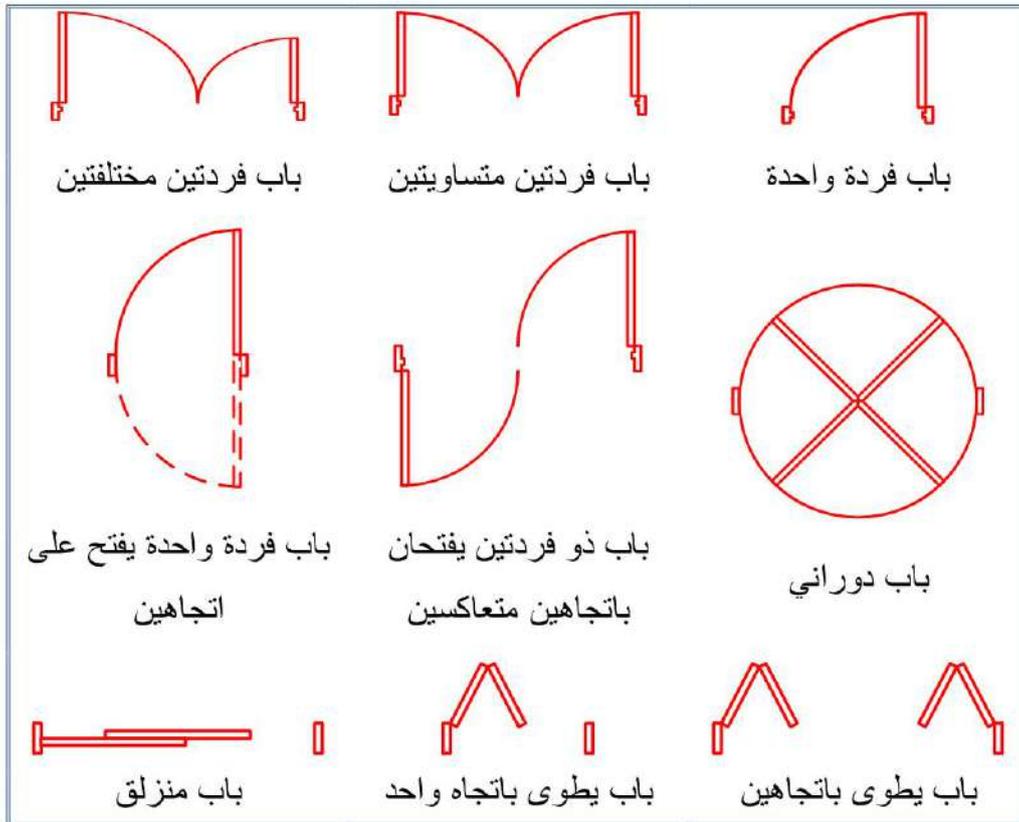
**ملاحظة:** الفقرات المذكورة أعلاه موضحة في الشكل رقم (2-1).



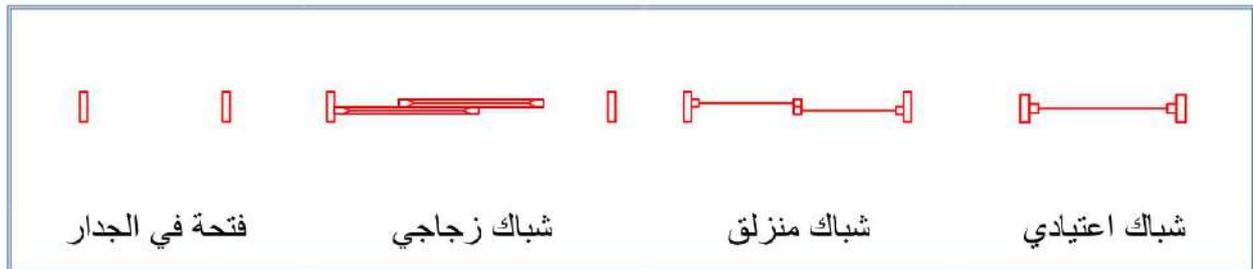
شكل 1-2 تعيين الجدران والأبواب والشبابيك والسلالم واتجاه الشمال وخط القطع على المخطط (للاطلاع)

**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 الموضوعه على الأبواب بجدول خاصة تمثل مواصفات الأبواب وأبعادها، ويبيّن الشكل رقم (3-1) رموز الأبواب المُعتمدة في الرسم المعماري.

**خ- الشبابيك:** يمثل الشباك بفتحة في الجدار ويبيّن 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 رقم (4-1) بعض أنواع رموز الشبابيك المُعتمدة في الرسم المعماري.



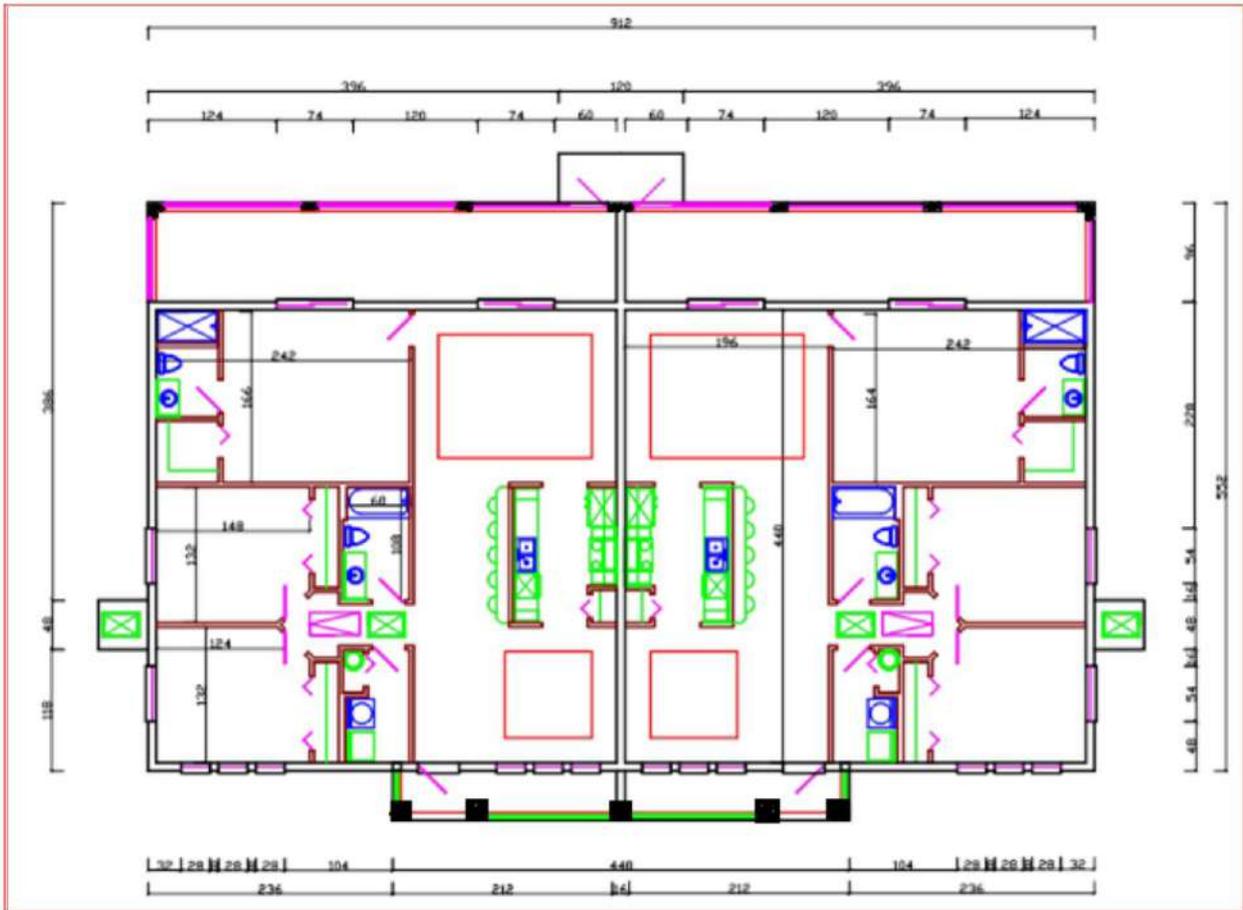
شكل 1-3 رموز الأبواب المُعتمدة في الرسم المعماري



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

**د- خطوط القياس:** وهي خطوط خارجية تحيط بالمخطط من جهاته الأربع يبين فيها أبعاد جميع عناصر البناية وأجزائها مثل الطول، والعرض، وعرض الفتحات والبروزات، وتسمى بخطوط الأبعاد الخارجية. وهناك 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 التكيف، 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. يبين الشكل رقم (1- 5) كيفية وضع الأبعاد على المسقط الأفقي ومواقع الأعمدة.



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

## Plan Drawing Procedures

## 2-1 خطوات رسم مخطط لبنانية

لرسم أي مخطط لبنانية ما نتبع الخطوات الآتية:

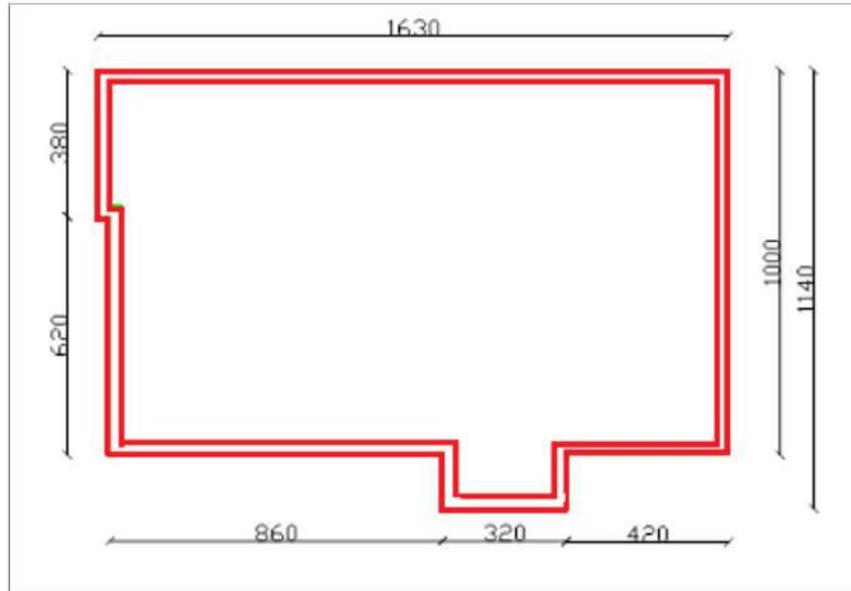
- أ- تحضير لوحة الرسم المطلوبة بحيث تتناسب أبعادها مع مقياس الرسم المُعتمد، وتثبت على منضدة الرسم، كما مرّ سابقاً.

**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  $(29.7 \times 42)$  cm، وكانت الأبعاد الحقيقية للبناء هي  $(1140 \times 1680)$  cm، عندها نختار مقياس رسم 1:100، أي إن أبعاد البناء على لوحة الرسم ستكون  $(11.4 \times 16.8)$  cm. وبهذا يجب ترك المسافات الآتية على اليمين واليسار كما يأتي:

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

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

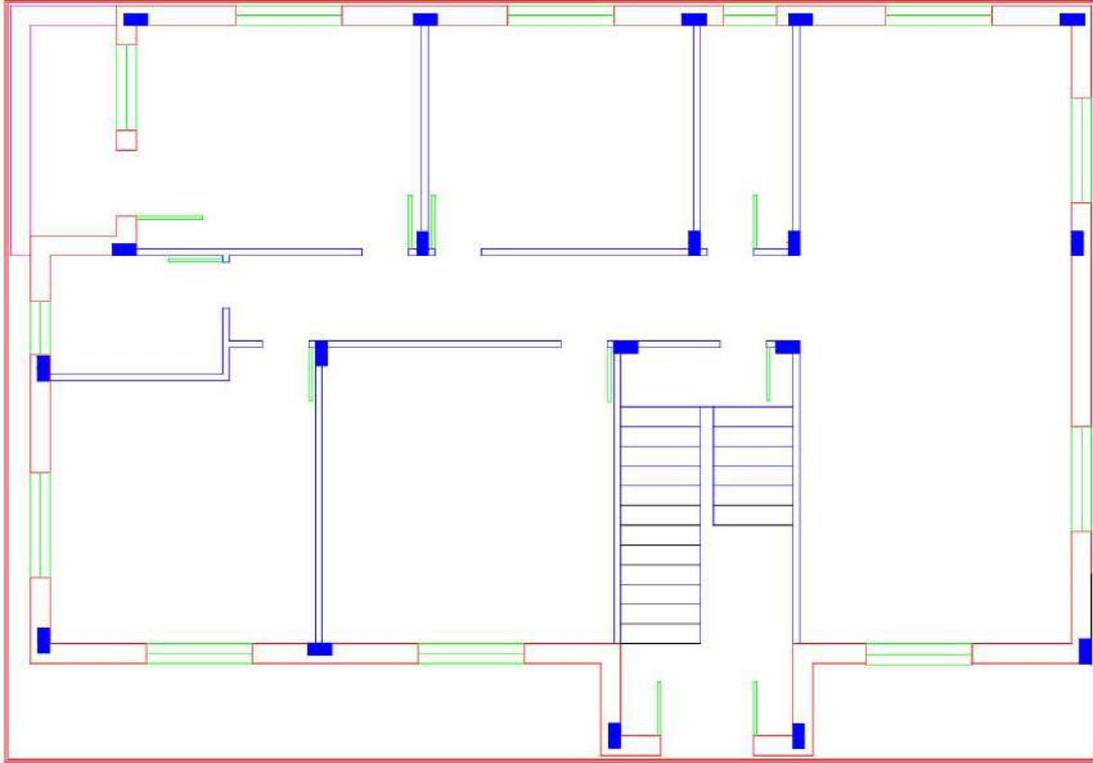
**ت-** رسم الإطار الخارجي للبناء بخط خفيف والتأكد من الأبعاد بصورة دقيقة، إذ إن هذه المرحلة تحدد دقة القياسات، كما مبين في الشكل رقم (6-1).



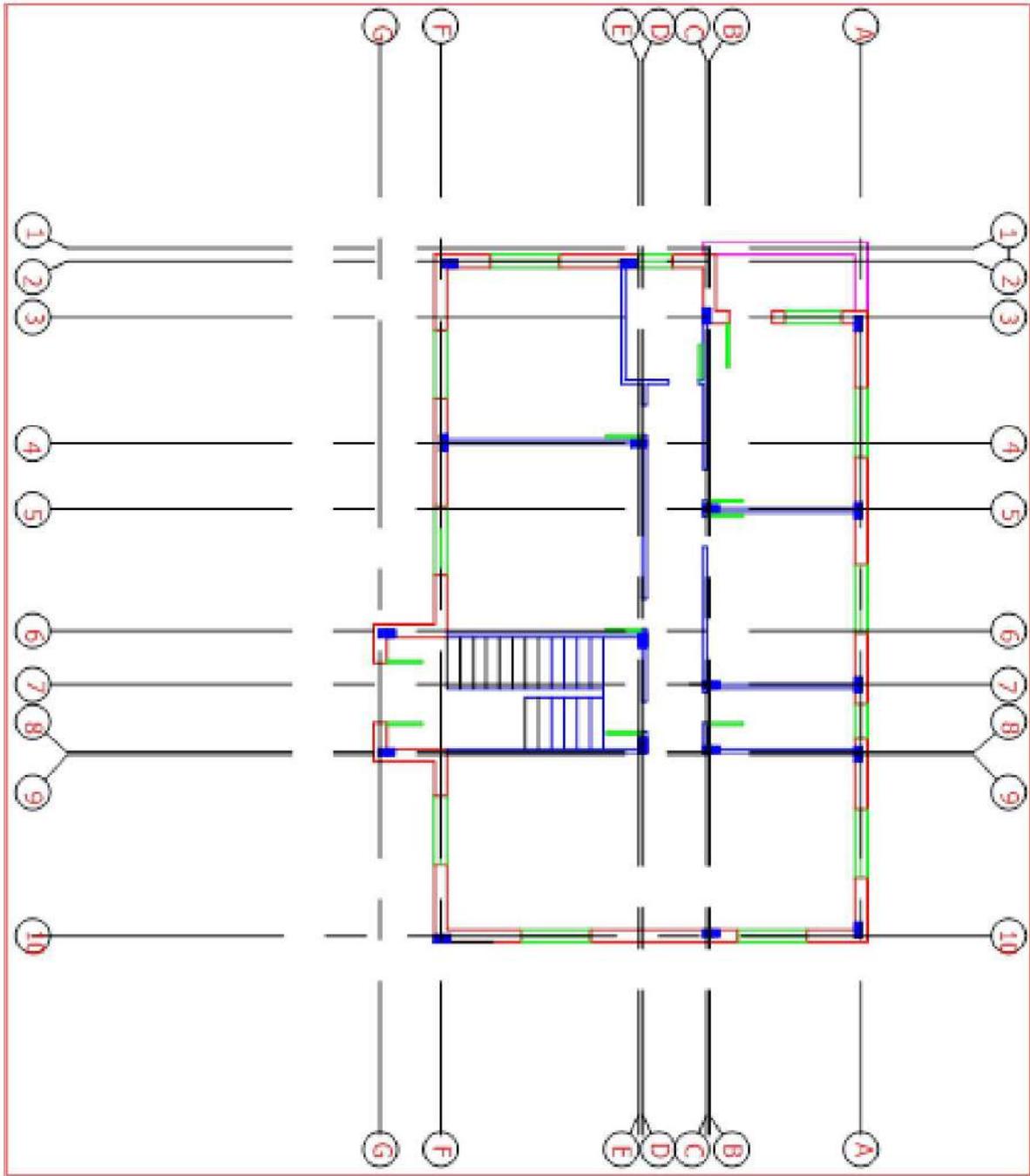
شكل 6-1 رسم الإطار الخارجي للبناء بخط خفيف

- ث-** رسم جميع الجدران الداخلية والخارجية والشبابيك والأبواب والأعمدة والسلالم بأبعادها الفعلية، بحسب مقياس الرسم، ويكون الرسم بخطوط خفيفة، كما مبين في الشكل رقم (7-1).
- ج-** تسقط محاور البناء الطولية والعرضية وترقم، كما مبين في الشكل رقم (8-1).
- ح-** رسم تفصيلات البناء وتثبيت أرقام الأبواب والشبابيك، كما مبين في الشكل رقم (9-1).
- خ-** وضع الأبعاد الخارجية والداخلية للبناء بصورة تفصيلية، كما مبين في الشكل رقم (10-1).
- ذ-** بعد الانتهاء والتأكد من رسم البناء يتم زيادة سمك الخطوط بما يتلاءم مع أجزاء البناء كما مر في أنواع الخطوط في مقدمة الفصل، تُكتب أسماء الفضاءات ويُثبت اتجاه الشمال.

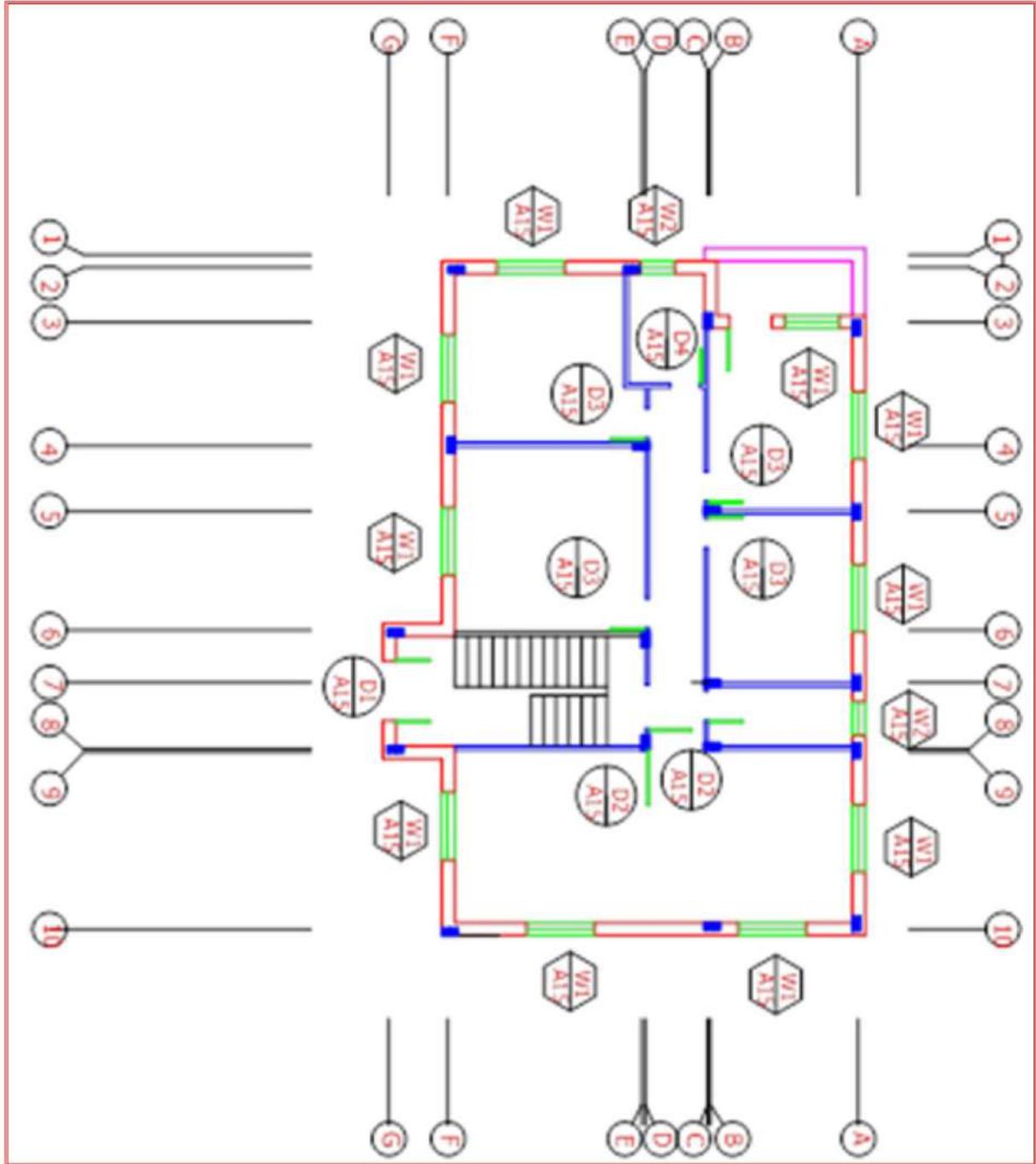
**تمرين:** ارسم مخطط البناية الموضَّح في الشكل رقم (7-1) أعلاه بمقياس رسم مناسب وتؤخذ الأبعاد بالقياس من الشكل، علماً أن سمك الجدار الخارجي (30 cm) والجدار الداخلي (20 cm)



شكل 7-1 رسم جميع الجدران الداخلية والخارجية والأعمدة

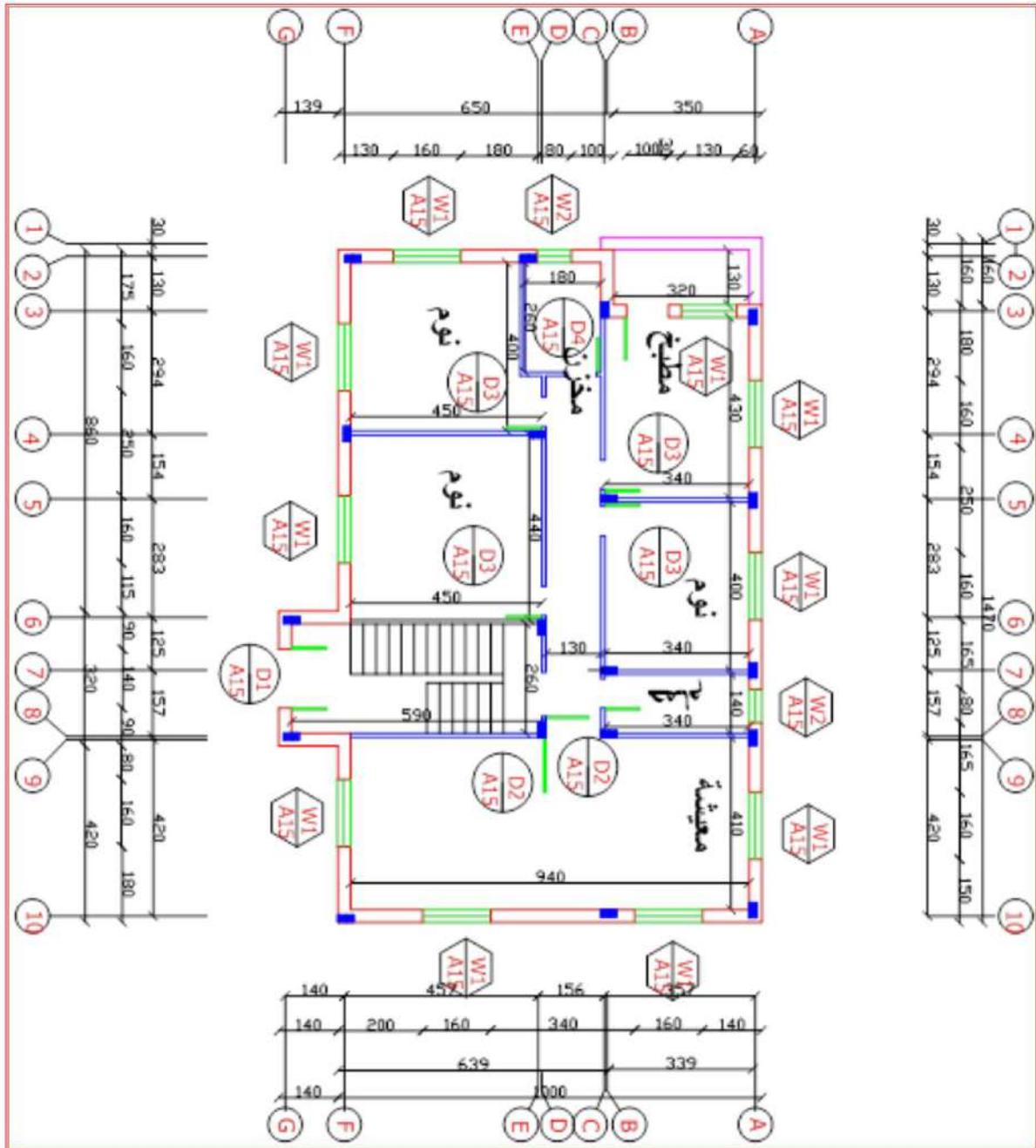


شكل 8-1 إسقاط محاور البناية الطولية والعرضية وترقيمها (للاطلاع)



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 10-1 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

#### Introduction

#### 1-2 المقدمة

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.

#### Air-Ducting Fittings

#### 1-2 وصلات مجاري الهواء

تتكون وصلات مجاري الهواء مما يأتي:

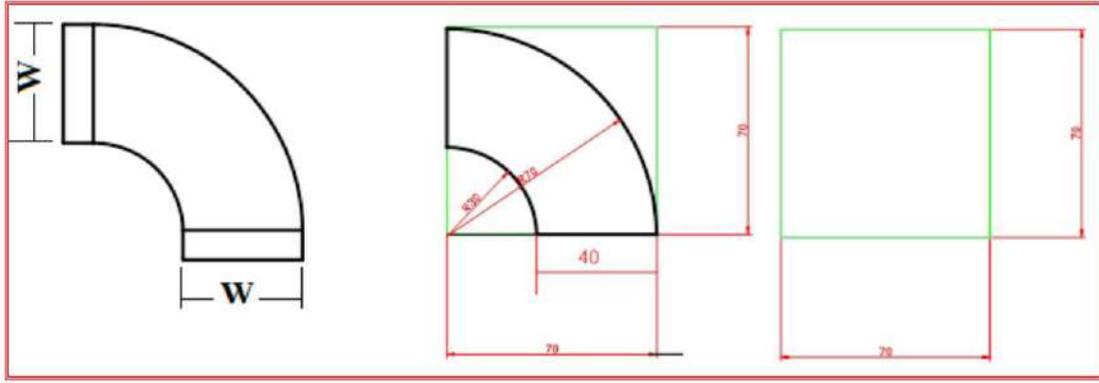
#### 1-1-2 الانحناءات Bends

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

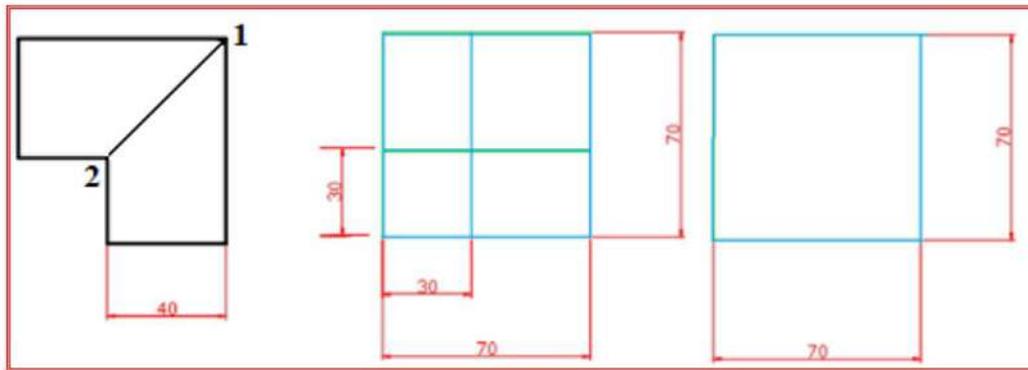
أ- انحناء مقوس بزاوية  $90^\circ$ : إذا فرضنا أن مقطع الانحناء لمجرى الهواء عبارة عن مربع (طول ضلعه) (W) يساوي 40 cm، ولرسم هذا الانحناء المقوس المنحني بـ 90 درجة يرسم مربعاً طول ضلعه ( $L_{sq}$ ) يمثل طول ضلع المربع الذي يرسم بداخله الانحناء، ويستخرج هذا الطول من المعادلة الآتية:

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

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 مبين في الشكل رقم (1-2).

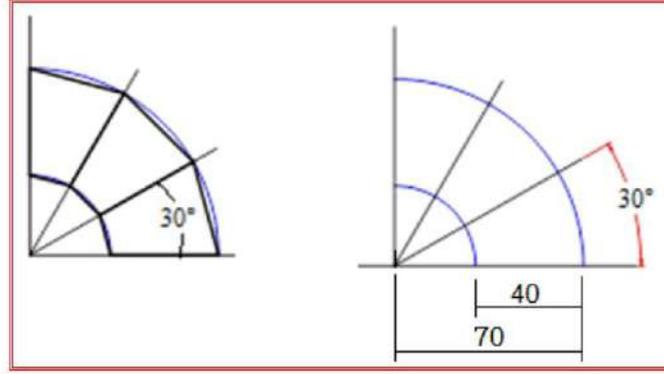
شكل 1-2 رسم انحناء مقوس قائم ( $90^\circ$ ) لمجرى هواء ذو مقطع مربع الشكل

ب- انحناء قائم بزاوية  $90^\circ$  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  $60$  cm. بعد 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 تسمح 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 مبين في الشكل رقم (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

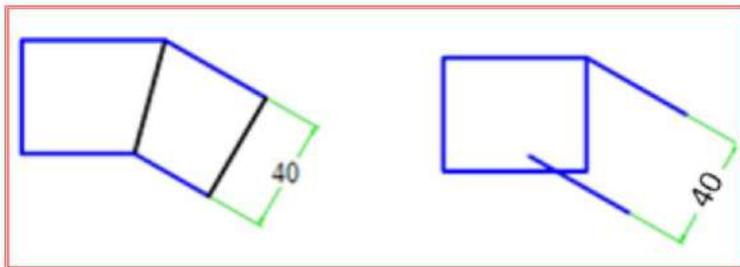
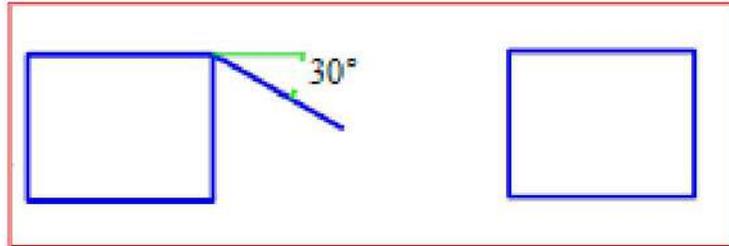
ج- انحناء بزاوية  $90^\circ$  من ثلاثة قطع: لرسم انحناء مجرى هواء مكون من ثلاث قطع ذو مقطع دائري مثلاً يرسم بنفس الخطوات المتبعة في الفقرة (أ) ثم تقسم الزاوية القائمة إلى ثلاثة قطع وكما هو موضح بالشكل رقم (3-2).



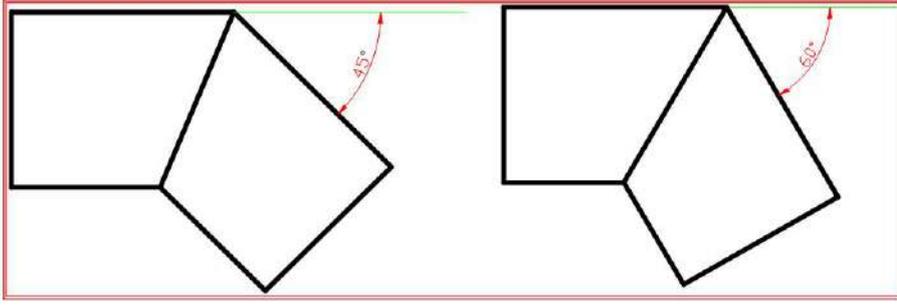
شكل 2-3 انحناء بزاوية 90 درجة من ثلاث قطع

د- انحناء بزوايا مختلفة: لرسم انحناء بزوايا 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، ويبين الشكل رقم (2-4) أسلوب رسم مجرى الانحناء بزوايا 30 درجة وانحناءين آخرين بزوايا مقدارها ( $45^\circ$  و  $60^\circ$ ).



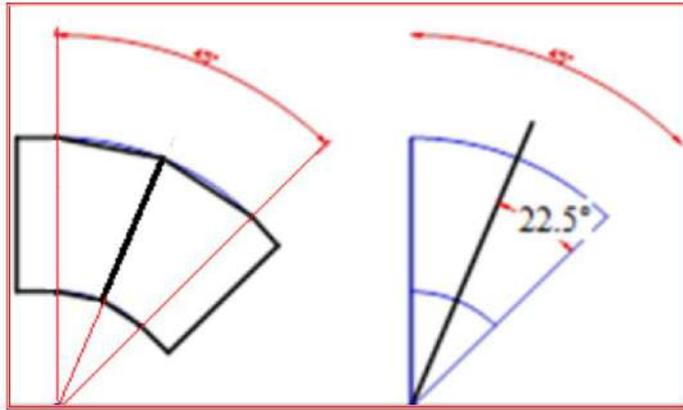
أ- أسلوب رسم انحناء لمجرى هواء مستطيل بزوايا 30 درجة.



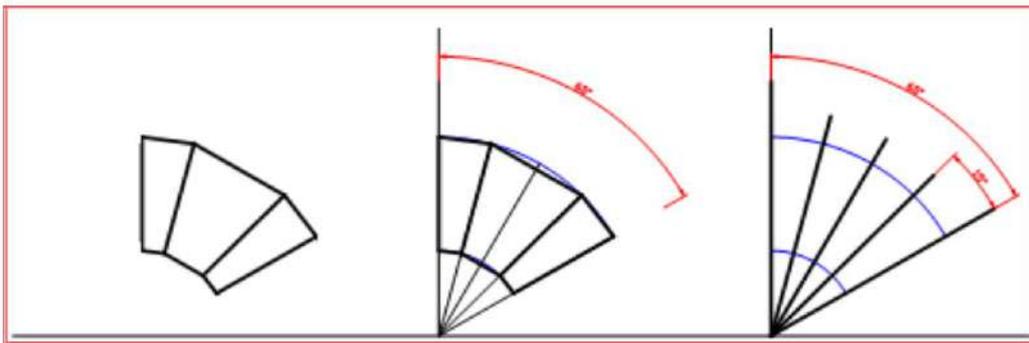
ب- انحناء بزواويتي 60 و 45 درجة

شكل 4-2 رسم انحناء بزواوية معينة لمجرى هواء مستطيل

في حين يبين الشكل رقم (5-2) انحناءات لمجرى هواء وبزاويا مختلفة ( $45^\circ$  و  $60^\circ$ ) متكونة من قطعتين ومن ثلاث قطع وذو مقطع دائري.



أ- انحناء بزواوية 45 درجة من قطعتين



ب- انحناء بزواوية 60 درجة من ثلاث قطع

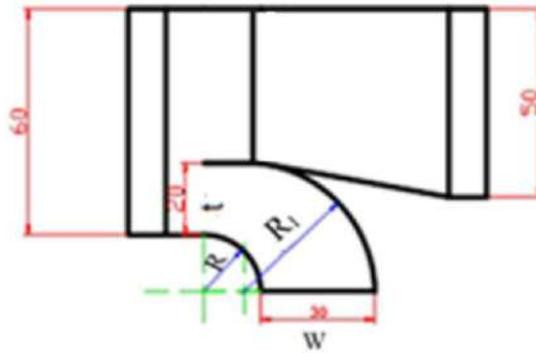
شكل 5-2 انحناء بعدة زوايا لمجرى هواء دائري

## 2-1-2 مأخذ الهواء Air Takeoff

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

أ- مأخذ هواء منحنى لمجرى هواء مستطيل المقطع:

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



شكل 6-2 مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل المقطع

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

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

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

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

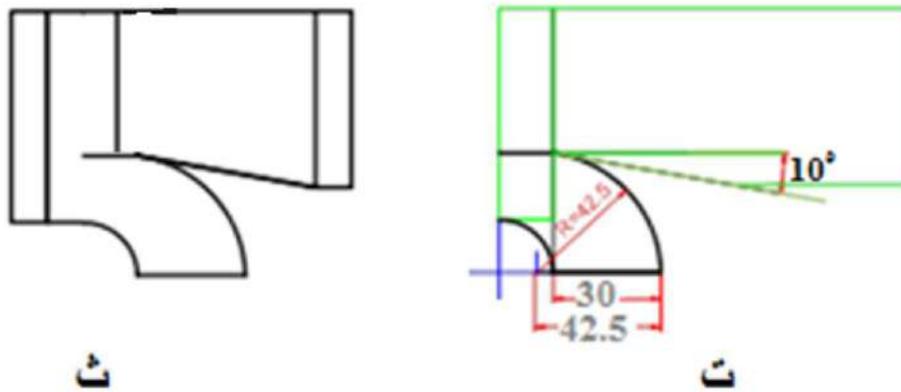
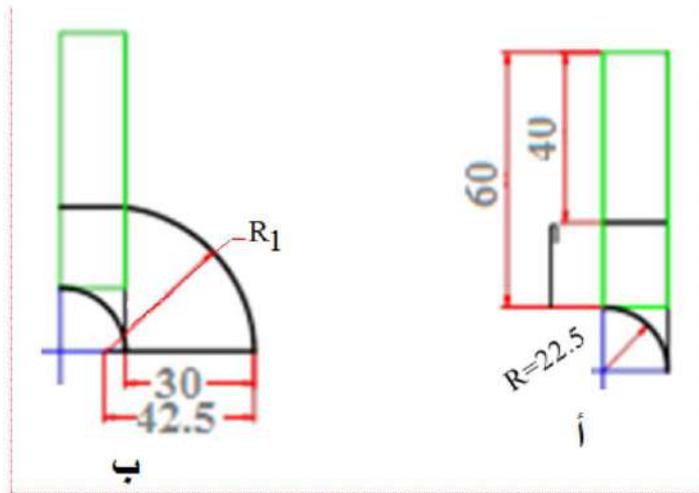
- بعد ذلك يحدد نصف القطر  $R_1$  كما يأتي:

$$R_1 = t + R$$

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

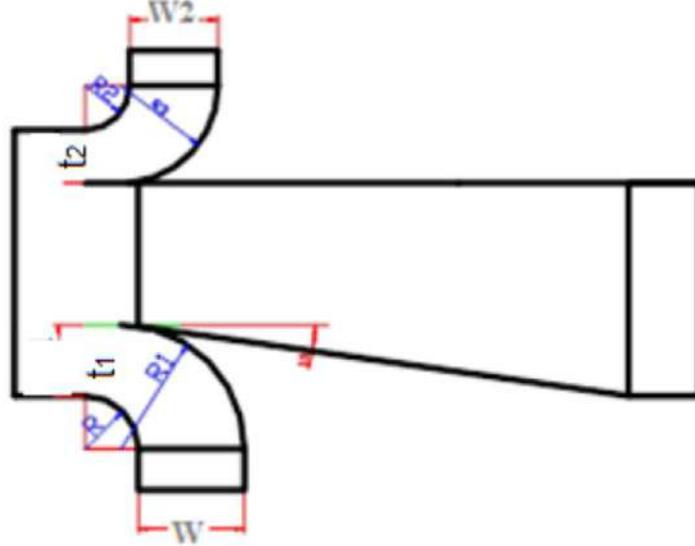
$$R_1 = 20 + 22.5 = 42.5 \text{ cm}$$

- يرسم جزء مجرى الهواء الذي عرضه 60 cm، ثم يحدد عرض المأخذ الذي يساوي 20 cm، من نهاية مجرى الهواء يُوْشِرُ إلى الأسفل مسافة بقدر R التي تساوي 22.5 cm، من نهاية الخط ترسم ربع دائرة نصف قطرها 22.5 cm، كما مبين في الشكل (7-2 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 مبين في الشكل رقم (7-2 ب).
- يرسم مماس للقوس الخارجي ومن ثم يرسم من نهاية المماس خط مائل بزاوية مقدارها 10 درجة (أو باستخدام الميل 1:7)، ويمد الخط العلوي لمجرى الهواء الرئيس، من نهاية الخط الأفقي تُؤشِرُ مسافة مقدارها يساوي الفرع الأفقي الآخر للمجرى (50 cm)، ومن نهاية الخط يرسم خطاً أفقياً إلى أن يتقاطع مع الخط المائل، كما هو مبين في الشكل رقم (7-2 ت).
- يرسم الشكل النهائي للمأخذ بخط سميك، ويتم مسح الخطوط المساعدة، كما مبين بالشكل (7-2 ث).



شكل 7-2 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 رقم (8-2) أسلوب رسم مجرى هواء بفرعين.

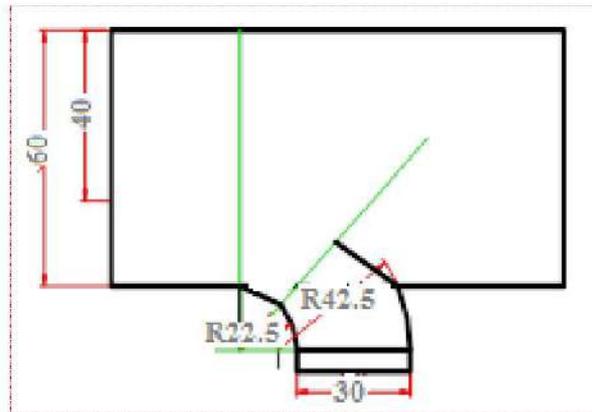


شكل 8-2 رسم مأخذ هواء مستطيل بفرعين

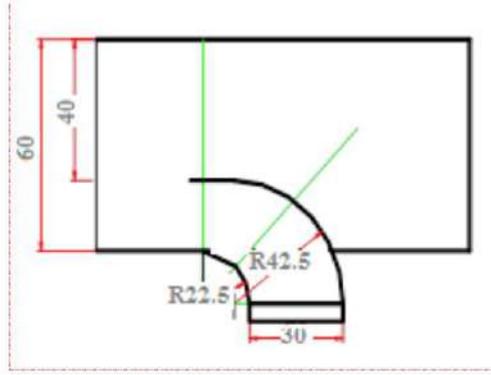
$$R = \frac{3}{4}W \quad R_2 = \frac{3}{4}W_2$$

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

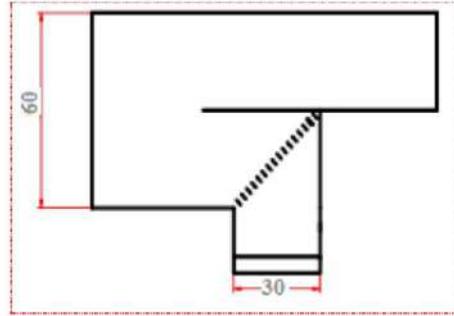
مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل المقطع لعدة أشكال: يبيّن الشكل رقم (9-2) أسلوب رسم بعض أنواع مأخذ الهواء.



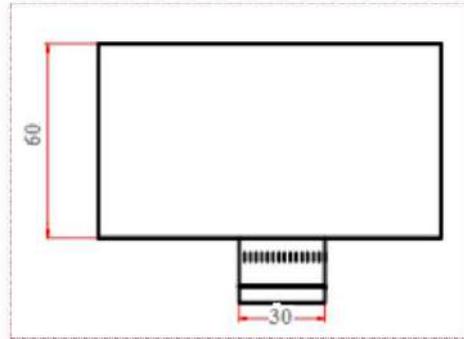
مأخذ هواء خارجي مع موجه للهواء



مأخذ هواء لمجرى هواء مستطيل



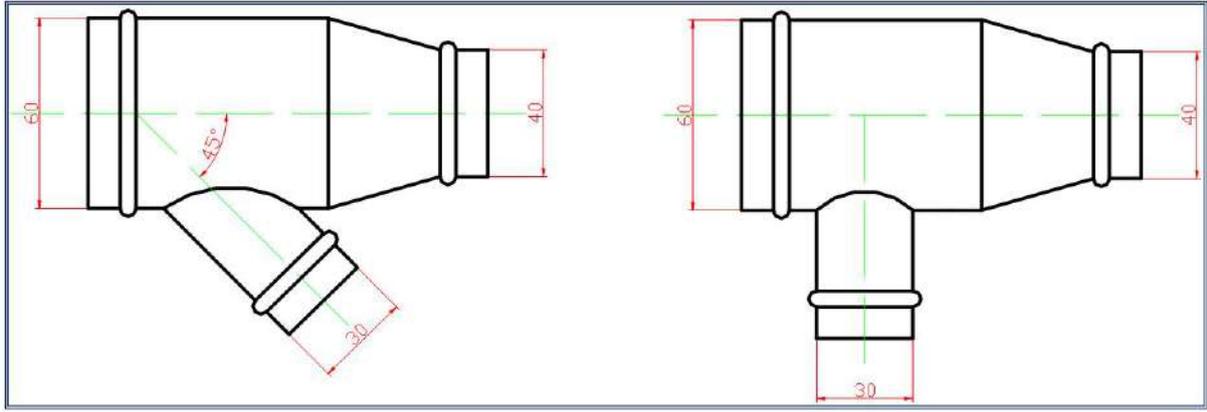
مأخذ هواء قائم مع موجّهات للهواء بزاوية 45 درجة



مأخذ هواء قائم خارجي

شكل 2-9 أنواع مأخذ 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 رقم (2-10) طريقة رسم مأخذ لمجرى هواء دائري عمودي على المجرى الرئيس وآخر يميل بزاوية مقدارها 45 درجة عن مجرى الهواء الرئيس.

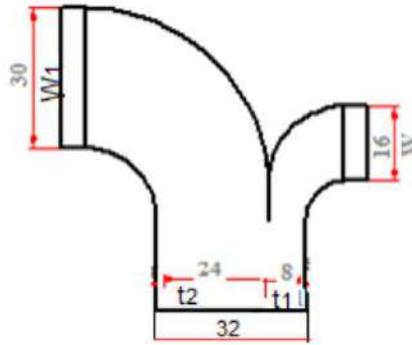


شكل 10-2 مأخذ هواء دائري لمجرى دائري المقطع (للاطلاع)

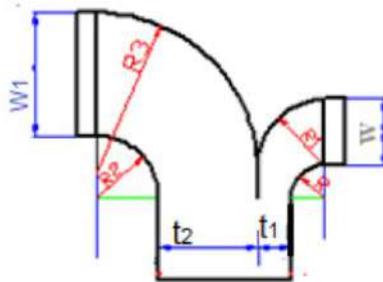
### 3-1-2 تفرع مجرى الهواء Air-Ducting Branches

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 المبين في الشكل رقم (11-2)



أ- تعريف التفرع بالقياس



ب- تعريف التفرع بالرموز

شكل 11-2 تفرع مجرى هواء مستطيل المقطع

يتبع ما يأتي:

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

$$R = \frac{3}{4}W = \frac{3}{4} \times 16 = 12$$

$$R_2 = \frac{3}{4}W_1 = \frac{3}{4} \times 30 = 22.5$$

$$R_1 = t_1 + R = 8 + 12 = 20$$

$$R_3 = t_2 + R_2 = 24 + 22.5 = 46.5$$

أي إن أبعاد أنصاف الأقطار ستكون كما يأتي:

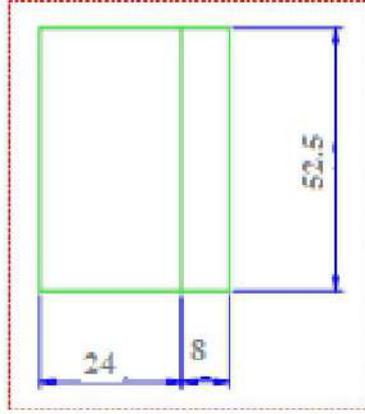
R <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R
46.5	22.5	20	12

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

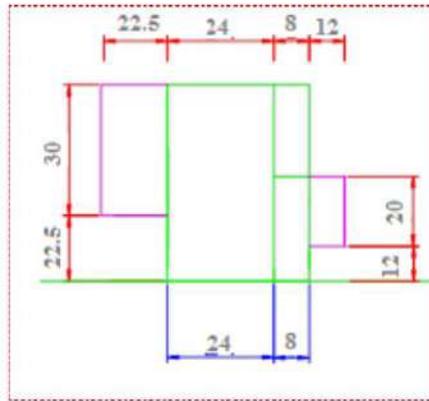
- ارسم مستطيلاً طول قاعدته يساوي العرض الذي يتم عليه التفرع، ويساوي ارتفاعه مجموع أكبر مجرى هواء أي الاختيار يكون بين W و W<sub>1</sub> ، وأكبر نصف قطر للقوس السفلي أي إن الاختيار يتم بين R و R<sub>2</sub> ( أي إن طول قاعدة المستطيل من الشكل (11-2 أ) تساوي (8+24= 32 cm) ، وارتفاعه يساوي (W<sub>1</sub> + R<sub>2</sub>). وبهذا يكون ارتفاع المستطيل يساوي (22.5+30= 52.5 cm) ، كما مبين في الشكل رقم (12-2 أ).

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

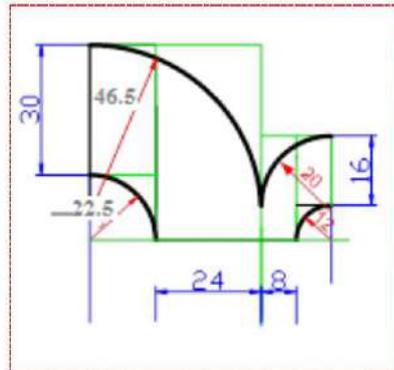
- ارسم الأقواس بحسب أنصاف الأقطار التي استخرجت، ثم نمسح الخطوط المساعدة للحصول على الشكل النهائي للتفرع، كما مبين في الشكل رقم (12-2).



12-2 أ

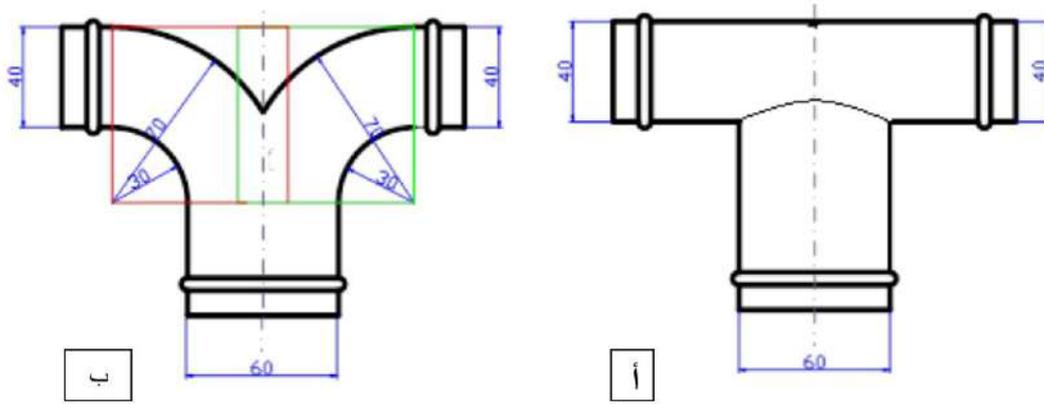


12-2 ب



شكل 12-2 طريقة رسم تفرع لمجرى هواء مستطيل

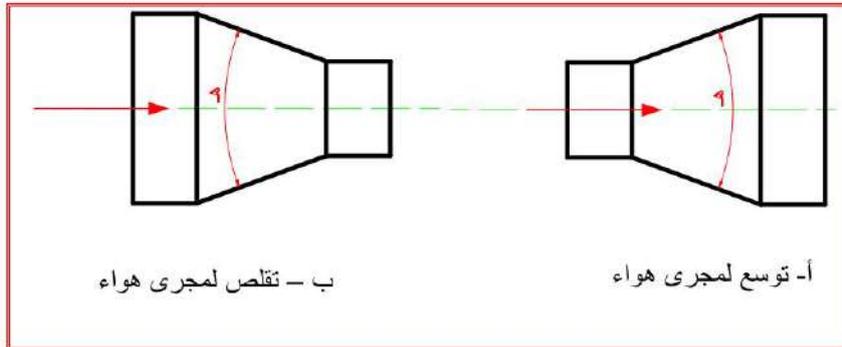
ب- تفرع لمجرى هواء دائري المقطع: يبين الشكل رقم (13-2) طريقة رسم تفرع لمجرى هواء دائري المقطع، ويوضح الشكل رقم (13-2 أ) تفرعاً قائماً، في حين إن الشكل رقم (13-2 ب) يوضح تفرعاً مقوساً لمجرى هواء دائري المقطع.



شكل 2-13 تفرع لمجرى هواء دائري المقطع.

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

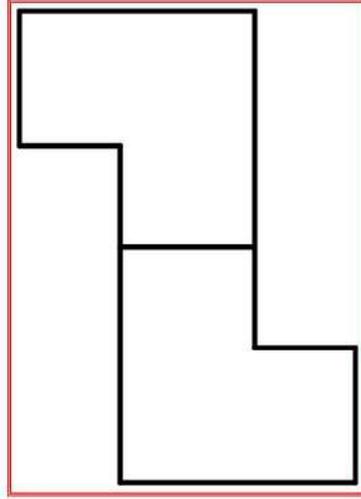
في بعض الأحيان يكون هنالك توسع أو تقلص تدريجي لمجرى الهواء لتقليل سرعة الهواء أو زيادة سرعته وفي بعض الأحيان يحدث التوسع لتثبيت شبابيك الهواء وناشراته، ويبيّن الشكل رقم (2-14) توسعاً وتقلصاً تدريجياً لمجرى الهواء.



شكل 2-14 توسع وتقلص لمجرى هواء

### 5-1-2 تغيير 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 رقم (2-15).



شكل 2-15 وصلة تغيير اتجاه مجرى الهواء

## 2-2 معدات توزيع الهواء Air Terminal Equipment's

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

### 1-2-2 مواقع معدات 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 و 8 m عرض)، كما في الشكل رقم (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:

$$\text{طول الغرفة} = (2X) \times \text{عدد ناشرات الهواء طولياً} = 6X = 3 \times (2X)$$

$$\text{عرض الغرفة} = (2Y) \times \text{عدد ناشرات الهواء عرضياً} = 6Y = 3 \times (2Y)$$

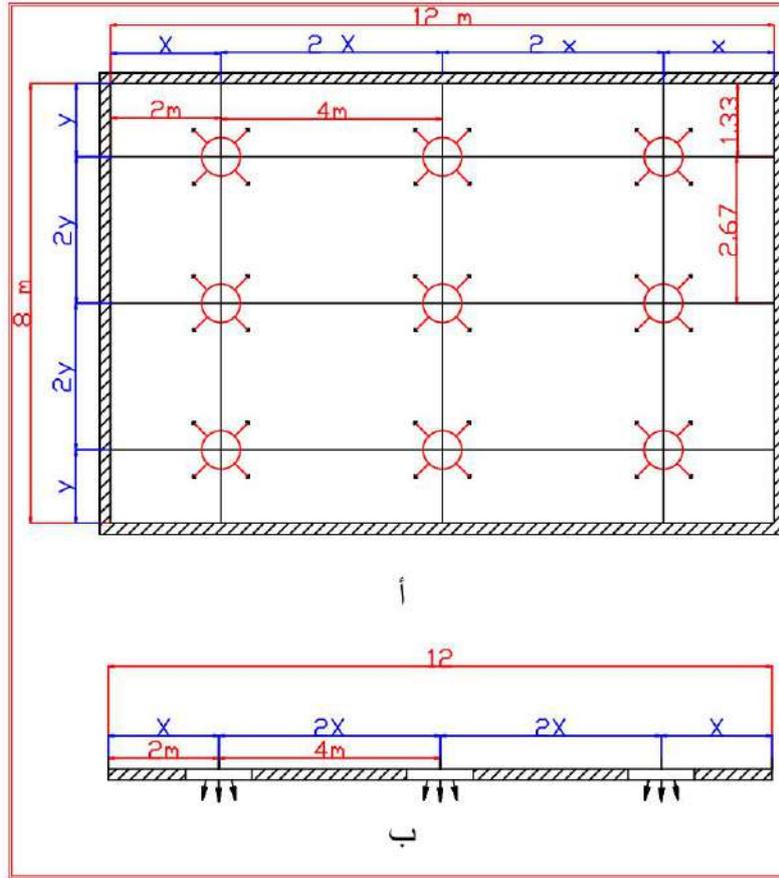
$$\frac{12}{6} = 2 \text{ m}$$

$$\text{إذاً قيمة } X = \frac{\text{الطول}}{\text{عدد}}$$

$$\frac{8}{6} = 1.33 \text{ m}$$

$$\text{و قيمة } Y = \frac{\text{العرض}}{\text{عدد}}$$

بحسب ما هو موضح 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 1.33 m، والمسافة العرضية بين ناشر وآخر تساوي (2Y) أي (2.67 m)، ويصح القول على شبابيك الهواء الموضحة في الشكل رقم (2-16 ب).

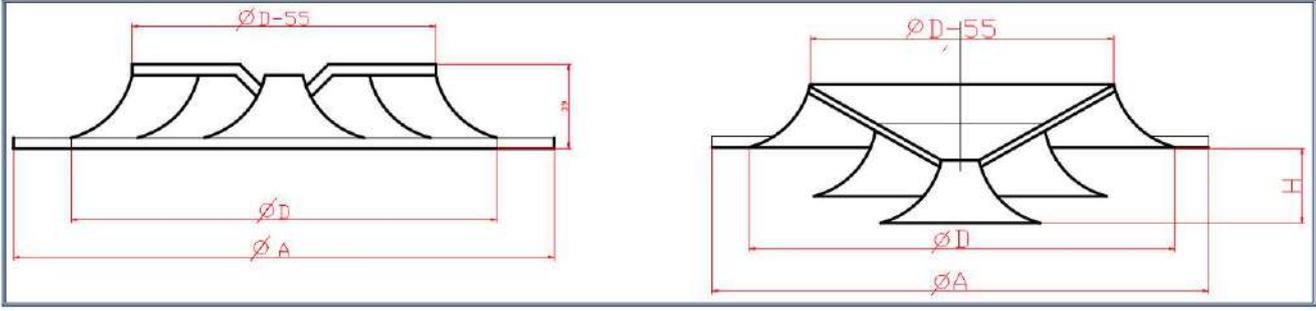


شكل 2-16 طريقة اختيار أماكن ناشرات الهواء وشبائكه

## 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 شبك 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 رقم (2-18) يبيّن بعض أنواع ناشرات الهواء السقفية، والشكل رقم (2-19) يبيّن طريقة تثبيت ناشرات الهواء بمجرى الهواء.

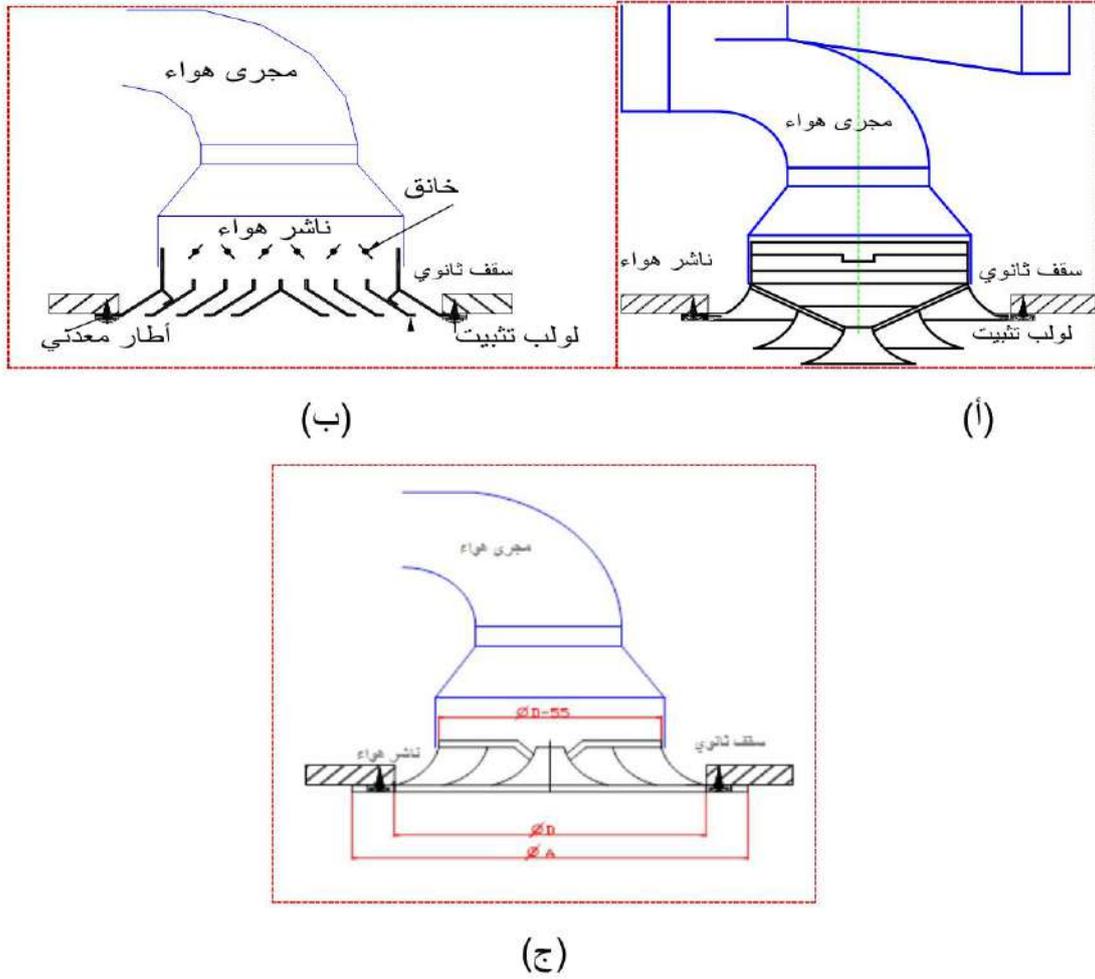


Size	D(mm)	A (mm)	H (mm)	CD-1	CD-2	Size	ΦD-52 (mm)	ΦD+24 (mm)	ΦD+11 (mm)
1	192	224	30	0,0085	0,0090	1	140	216	203
2	248	300	45	0,0157	0,0167	2	196	272	259
3	304	356	60	0,0257	0,0282	3	252	328	315
4	360	412	75	0,0381	0,0422	4	308	384	371
5	416	468	90	0,0536	0,0618	5	364	440	427
8	472	542	98	0,073	0,0812	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

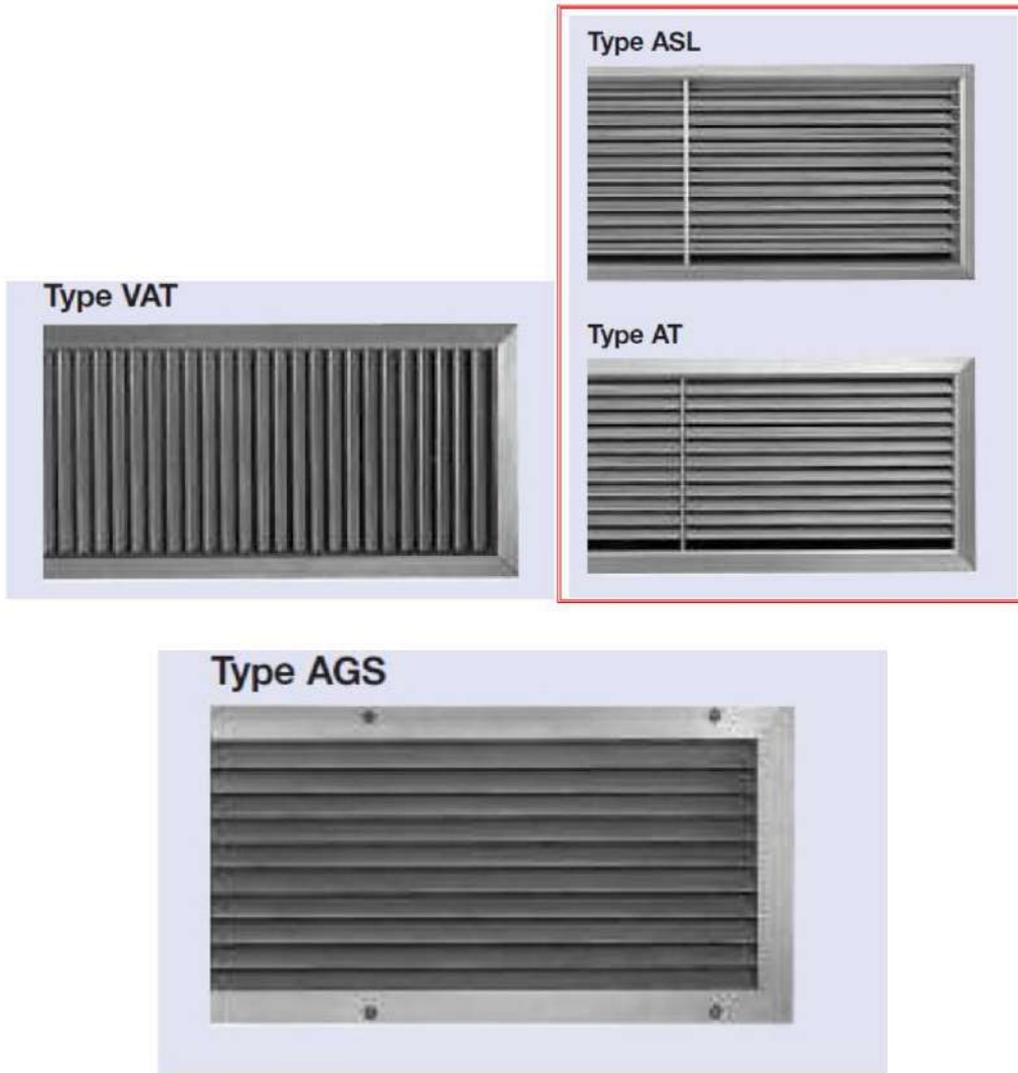


شكل 2-18 بعض أنواع ناشرات الهواء السقفية

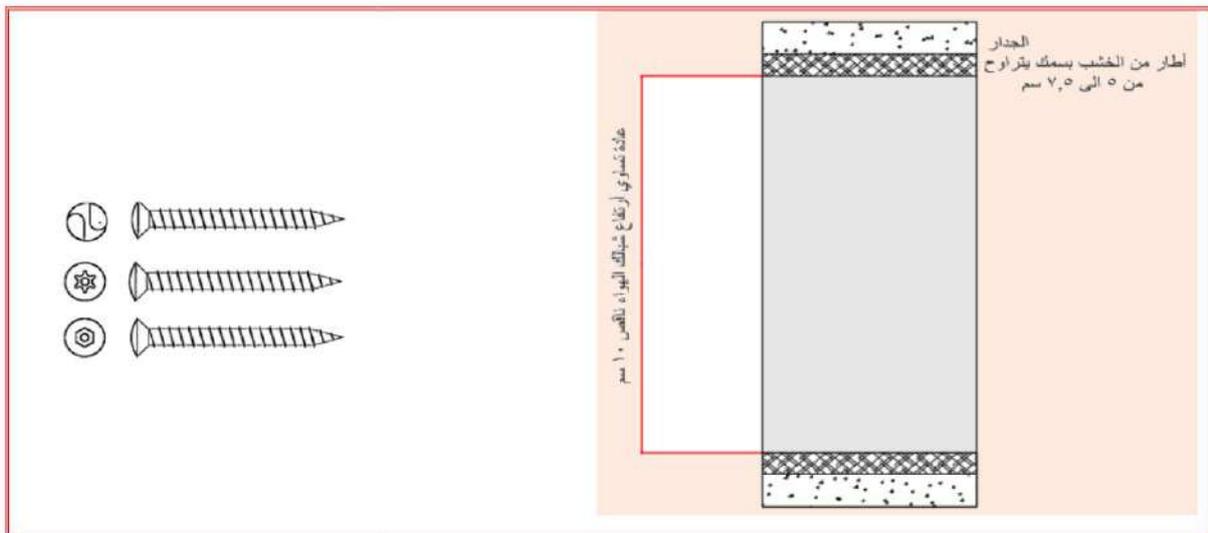


شكل 2-19 تثبيت ناشر الهواء في السقف الثانوي

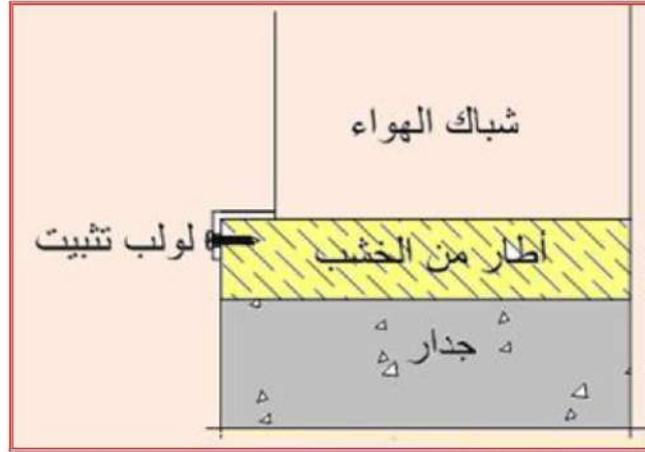
**ب- شبابيك الهواء Air Grills:** وتثبت عادة في الجدار، ويتم اختيار ارتفاعها وأبعادها اعتماداً على المصمم وكمية الهواء المجهزة للغرفة، وهناك عدة أنواع من شبابيك توزيع الهواء، تختلف بحسب أحجامها وألوانها، ويبيّن الشكل (20-2) مقاطع في بعض أنواع شبابيك الهواء في حين يبيّن الشكل رقم (21-2) متطلبات نصب شباك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



شكل 2-20 أنواع مختلفة من شبايك توزيع الهواء

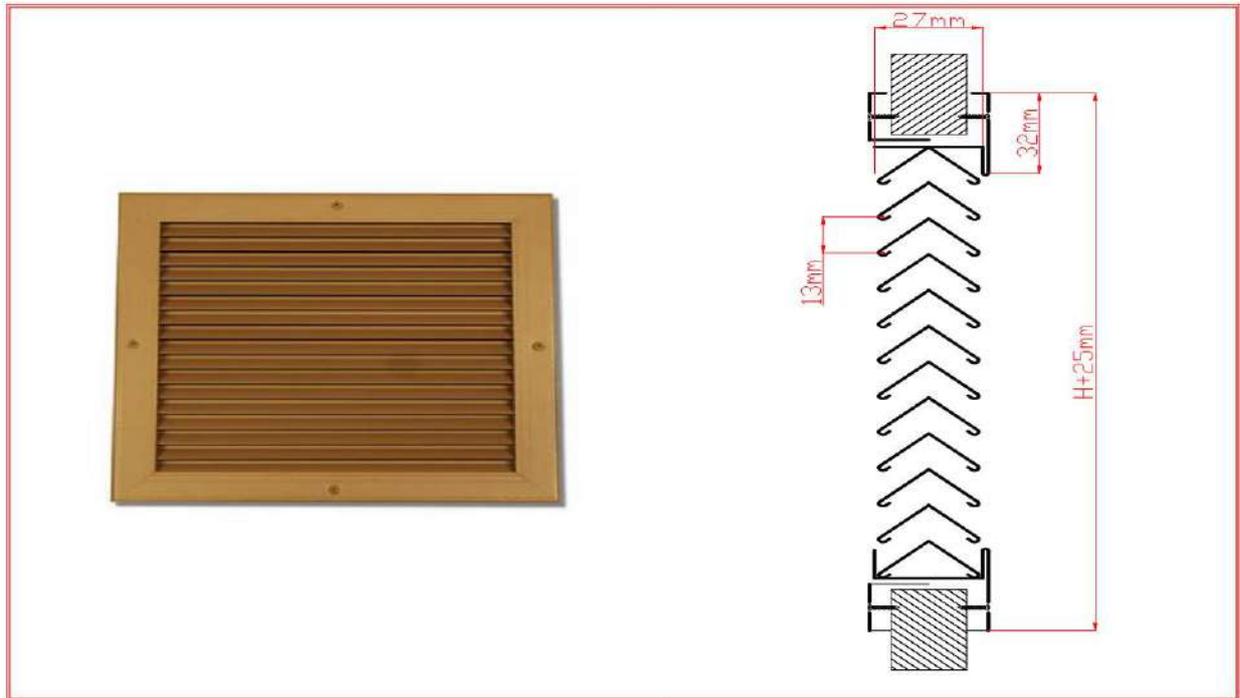


شكل 2-21 متطلبات تثبيت شباك توزيع الهواء في الجدار مع اللوالب المستعملة



شكل 22-2 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، ويبين الشكل رقم (23-2) بعض أنواع هذه الشبابيك مع طريقة تثبيتها في الأبواب. في حين أن الجدول رقم (1-2) يبين بعض مواصفات شبابيك التهوية.



شكل 32-2 طريقة تثبيت شباك التهوية في الباب

## جدول (1-2) بعض مواصفات شبابيك التهوية

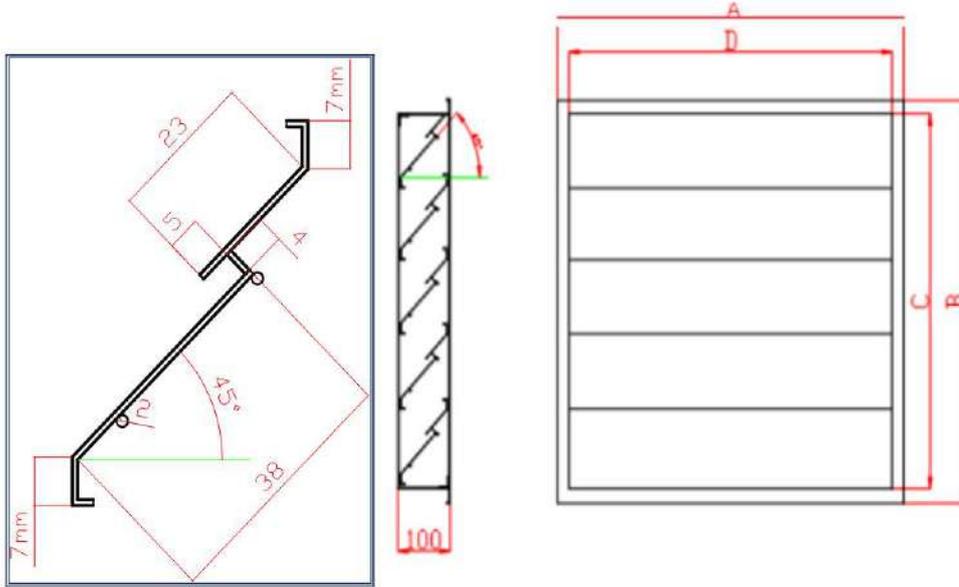
سرعة الهواء m/s									الأبعاد mm
1.7	1.6	1.5	1.4	6.3	0.3	5.2	0.2	5.1	
معدل سحب الهواء l/s									
4.13	4.11	4.9	7.7	7.6	7.5	7.4	7.3	9.2	254×102
1.16	7.13	3.11	2.9	0.8	8.6	6.5	5.4	5.3	305×102
8.20	7.17	9.14	8.11	4.10	0.9	3.7	9.5	5.4	254×152
1.25	5.21	9.17	4.14	5.12	8.10	0.9	1.7	4.5	305×152
8.29	5.25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

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

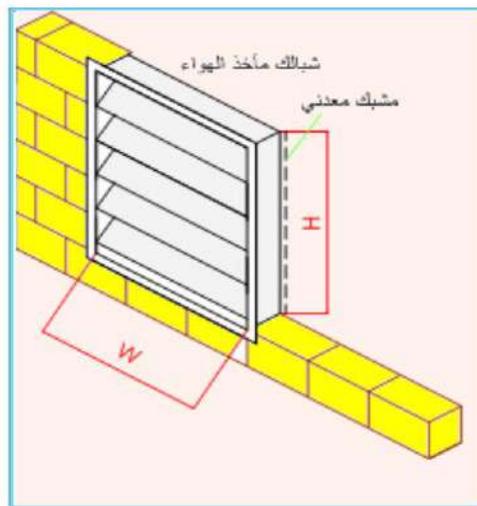


شكل 24-2 مخدم التحكم بكمية الهواء

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



شكل 2-25 تفصيلات رسم شبك مأخذ الهواء الخارجي

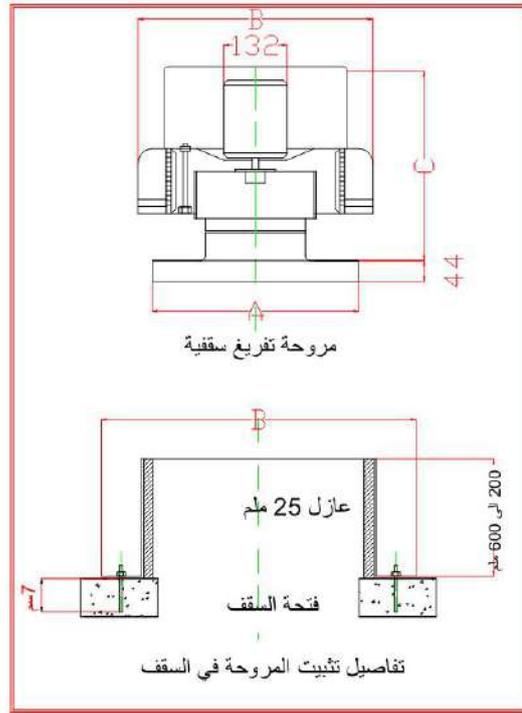


شكل 2-26 تفصيلات تثبيت شبك مأخذ الهواء الخارجي في الجدار

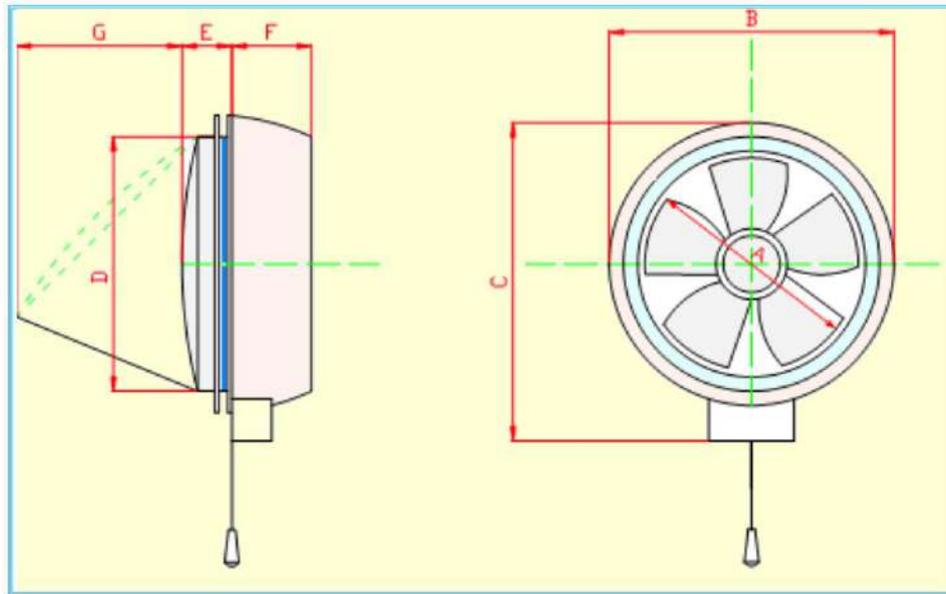
جدول 2-2 مواصفات بعض شبابيك مأخذ الهواء الخارجي

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

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



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



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

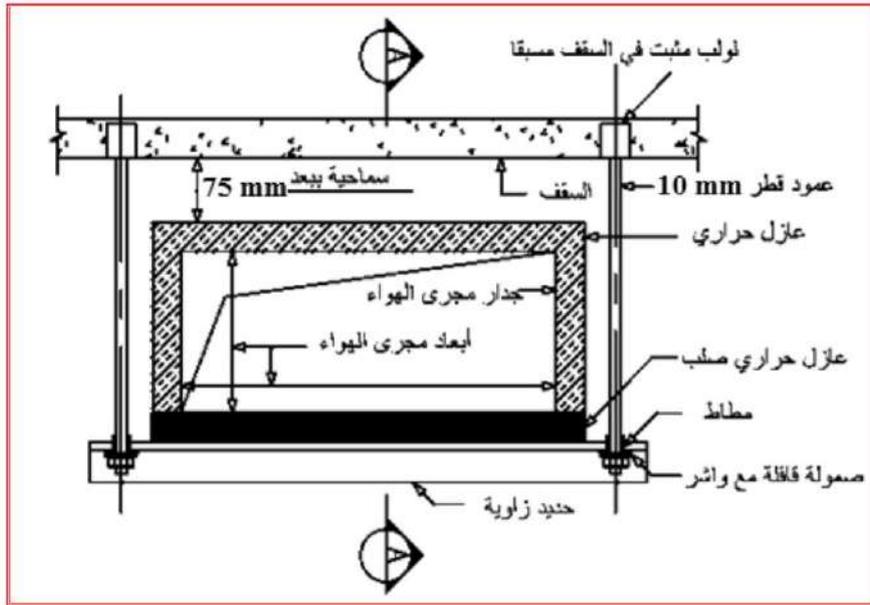
## Straight Air-Ducting

## 3-2 مجاري الهواء المستقيمة

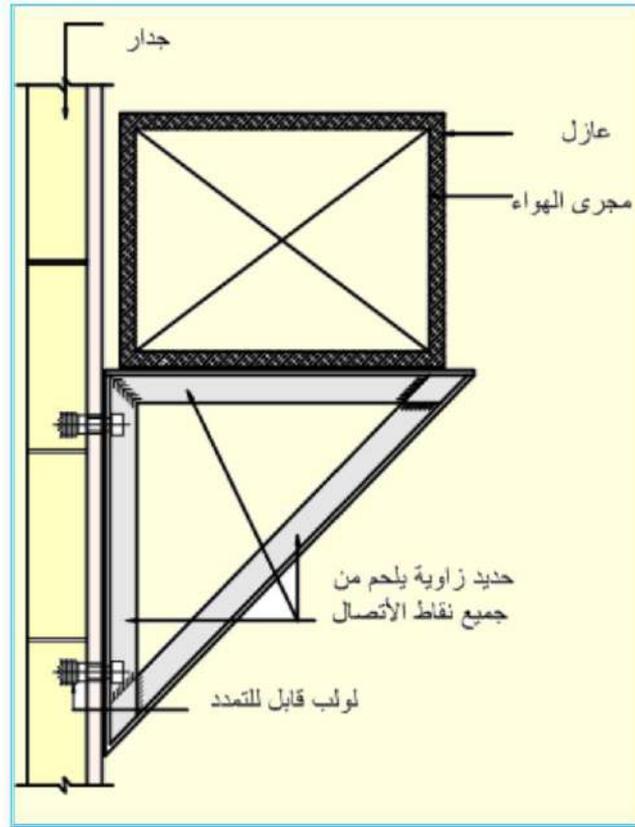
تصنع مجاري الهواء من الفولاذ المغلون أو من الألياف الزجاجية (الفايبركلاس) أو من المواد اللدنة في بعض الأحيان، والشائع استعمال الفولاذ المغلون في صناعة مجاري الهواء، ويعتمد سمك المعدن على مساحة مقطع مجرى الهواء، ويزداد سمك المعدن بزيادة أبعاد مجاري الهواء.

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

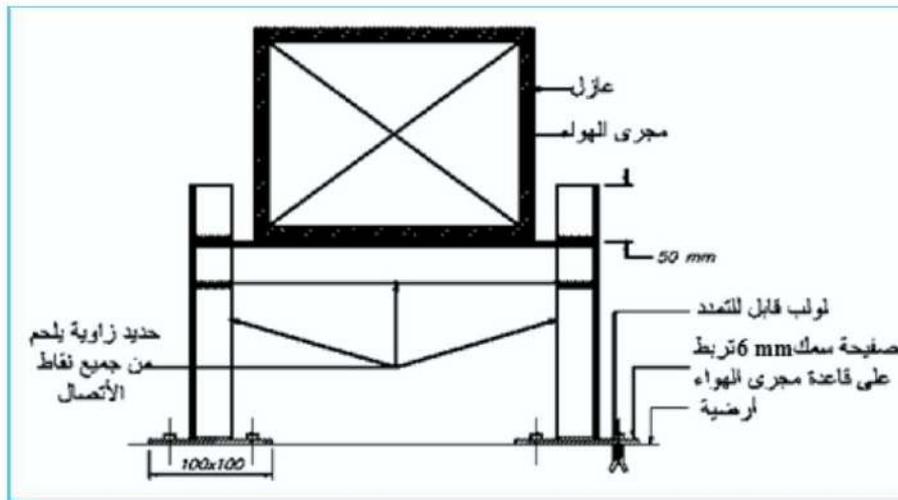
تنصب مجاري الهواء بحسب مرورها خارج البناية وداخلها، فعند مرورها داخل البناية يتم تعليقها في السقف بواسطة أعمدة من الفولاذ بقطر 10 mm مع ترك مسافة سماح بين أعلى نقطة لمجرى الهواء والسقف بحدود 75 mm، ويبيّن الشكل رقم (29-2) طريقة تعليق مجرى الهواء بالسقف. وفي التطبيقات الصناعية يمكن تعليق مجرى الهواء بمحاذاة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



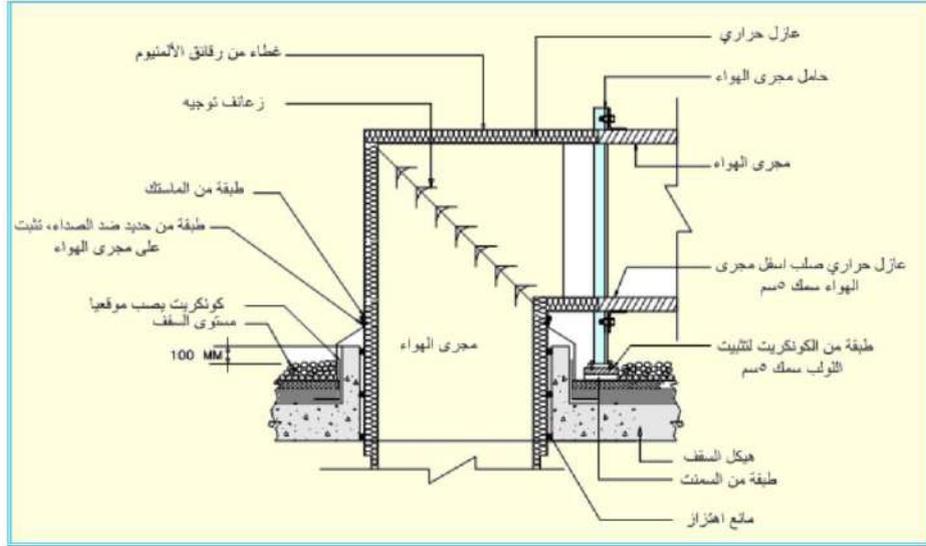
شكل 29-2 تعليق مجرى الهواء في السقف



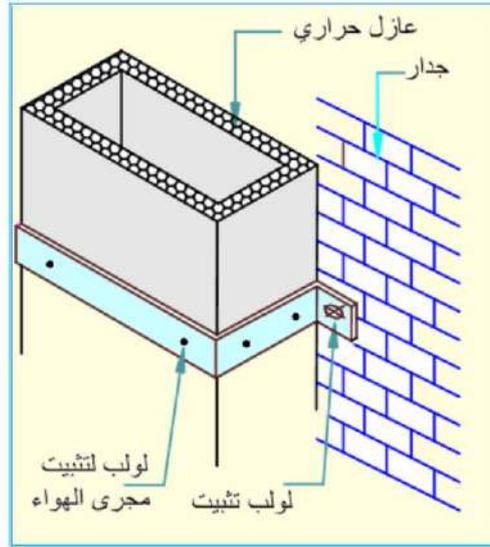
شكل 2-30 تعليق مجرى الهواء بمحاذاة الجدار



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



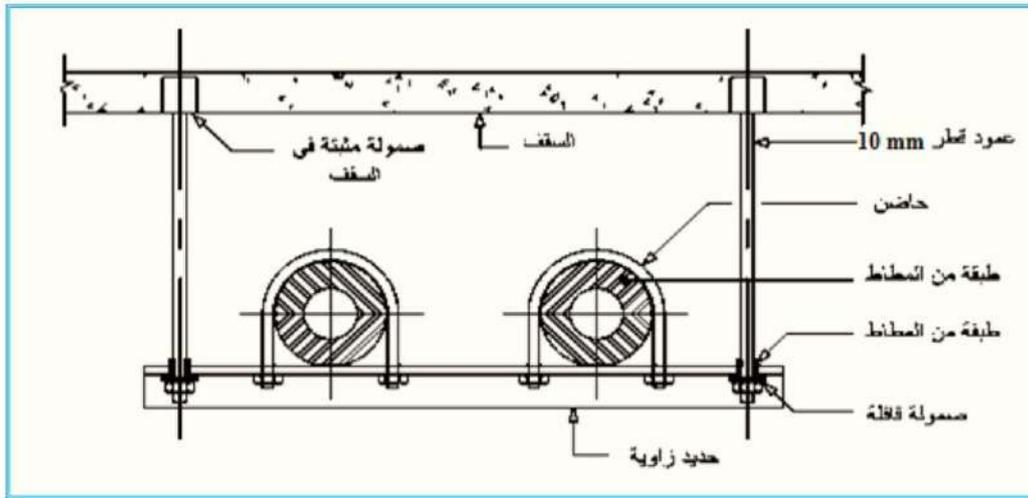
شكل 2-32 مرور مجرى الهواء الرئيس في سقف البناية



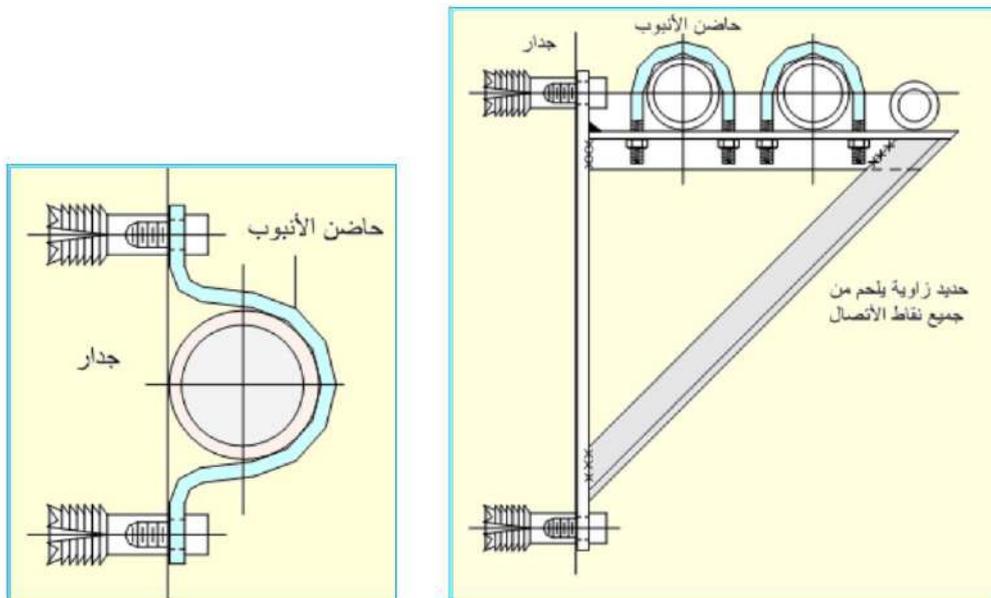
شكل 2-33 طريقة تثبيت مجرى الهواء الصاعد

### 2-3-2 نصب الأنابيب الخدمية لوحدة التكيف

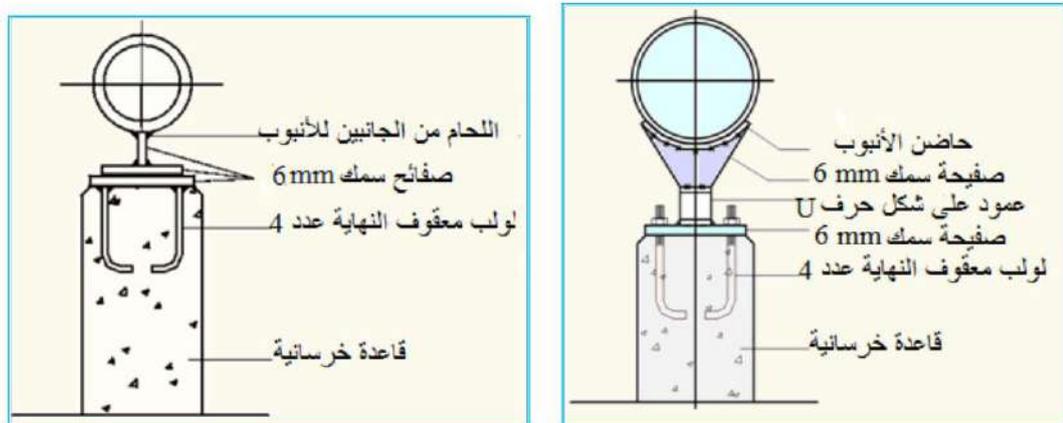
تستعمل الأنابيب في منظومات التكيف إما لنقل الماء المثلج من مثلجات الماء وإما لنقل الماء الساخن إذا كان نظام التدفئة يعمل بالماء الساخن، وكذلك تستعمل لنقل الماء المستعمل لتبريد المكثف من المكثف إلى برج التبريد، وهناك عدة طرائق لتثبيت الأنابيب اعتماداً على كيفية مرورها، ويبيّن الشكل رقم (2-34) طريقة تثبيت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



شكل 2-34 طريقة تثبيت الأنابيب في سقف البناية



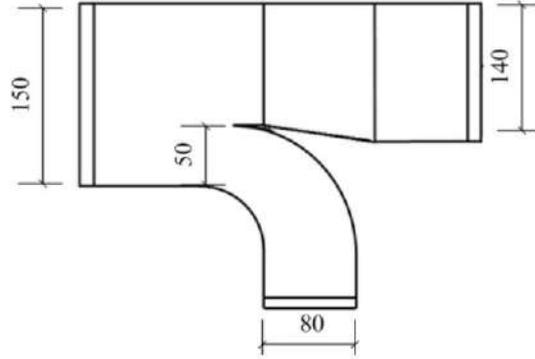
شكل 2-35 طريقتين لتثبيت الأنابيب بمحاذاة الجدار



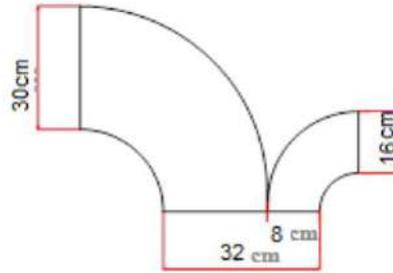
شكل 2-36 طريقتين لتثبيت الأنابيب على الأرض

تمارين الفصل الثاني

- 1- ارسم انحناء مقوس بزاوية  $90^0$  لمجرى هواء مستطيل المقطع عرضه 50 cm وارتفاعه 30 cm
- 2- ارسم انحناء بزاوية  $90^0$  متكون من ثلاثة قطع لمجرى هواء دائري المقطع قطره 30 cm
- 3- ارسم انحناء مجرى هواء ذو مقطع دائري بقطر 40 cm يميل بزاوية 60 درجة عن الأفق متكون من ثلاث قطع.
- 4- ارسم وبمقياس رسم مناسب مأخذ الهواء القياسي المبين في الشكل أدناه:



- 5- ارسم التفرع المبين في الشكل أدناه:

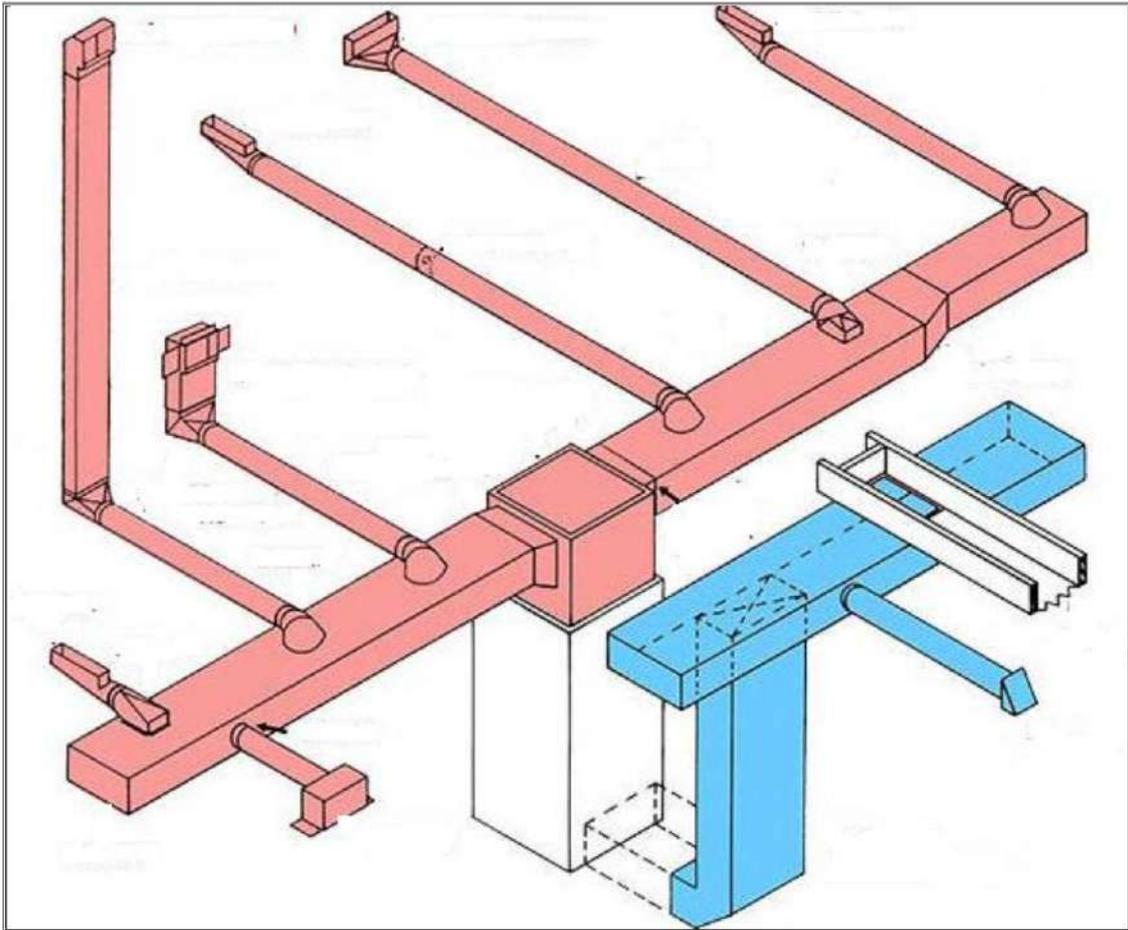


- 6- مجرى هواء مستطيل أبعاده 150 cm عرضاً و 100 cm ارتفاعاً، ارسم طريقة تثبيت هذا المجرى،  
أ- في السقف ب- بمحاذاة الجدار ج- على الأرض د- مجرى صاعد.
- 7- مجرى هواء بأبعاد 1 m × 1 m يخترق السقف إلى داخل البناية، ارسم تفاصيل تثبيت مجرى الهواء أعلاه.
- 8- ارسم طريقة تثبيت أنبوب خدمة لوحدة تكيف قطره 25 cm، إذا كان:  
أ- معلقاً في السقف ب- بمحاذاة الجدار ج- على الأرض
- 9- ارسم بمقياس رسم 1:100 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

### Ducting Network

### 1-3 شبكات مجاري الهواء

بعد أن تم التعريف بكيفية رسم عناصر شبكات مجاري الهواء وملحقاتها، سيتم في هذا الفصل كيفية إسقاط مجاري الهواء في البناية، ولتسهيل الرسم سيذكر الجدول رقم (1-3) الذي يوضح رموز مجاري الهواء التي يتم تداولها. إذ يرسم المسقط الأفقي لمجرى الهواء عادة، ليبين بواسطته أبعاد مجرى الهواء، إذ يرمز لارتفاع مجرى الهواء بالحرف **H**، وعادة لا يبين هذا البعد في المسقط الأفقي، ويرمز لعرض مجرى الهواء بالحرف **W** الذي يبين 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.

ويبين الشكل رقم (1-3) مخططاً لبنانية، وضع المصمم عليه مسار مجاري الهواء وأبعاد مقاطع المجرى، ويوضح 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.

### Ducting Layout

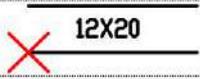
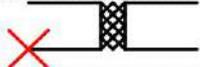
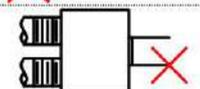
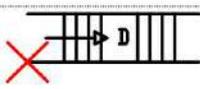
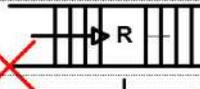
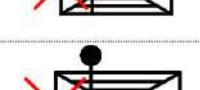
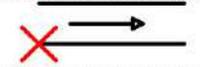
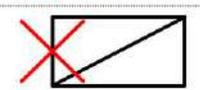
### 2-3 تسقيط مجاري الهواء

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

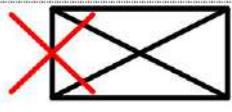
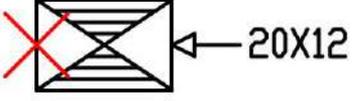
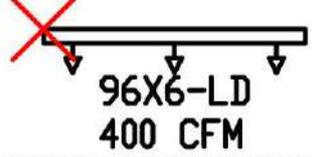
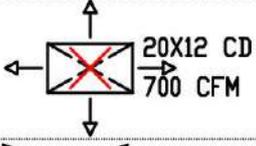
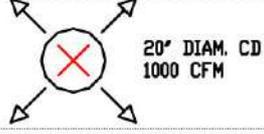
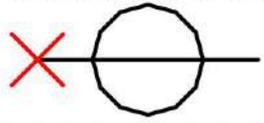
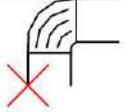
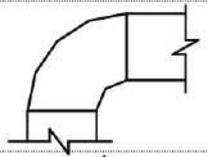
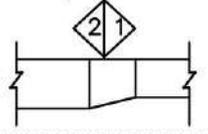
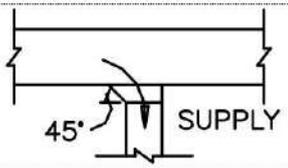
- يكون توزيع الأبعاد بحيث أن الرقم الأول من اليسار يمثل عرض مجرى الهواء، والرقم الثاني يمثل ارتفاع مجرى الهواء، أي عندما يكتب البعد **700×500**، فهذا يعني أن **عرض مجرى الهواء هو 700 mm وارتفاعه 500 mm**.
- ويلاحظ في الرسم الرمز **T** الذي يمثل عرض عنق مأخذ الهواء.
- أبعاد مجاري الهواء بوحدات المليمتر،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

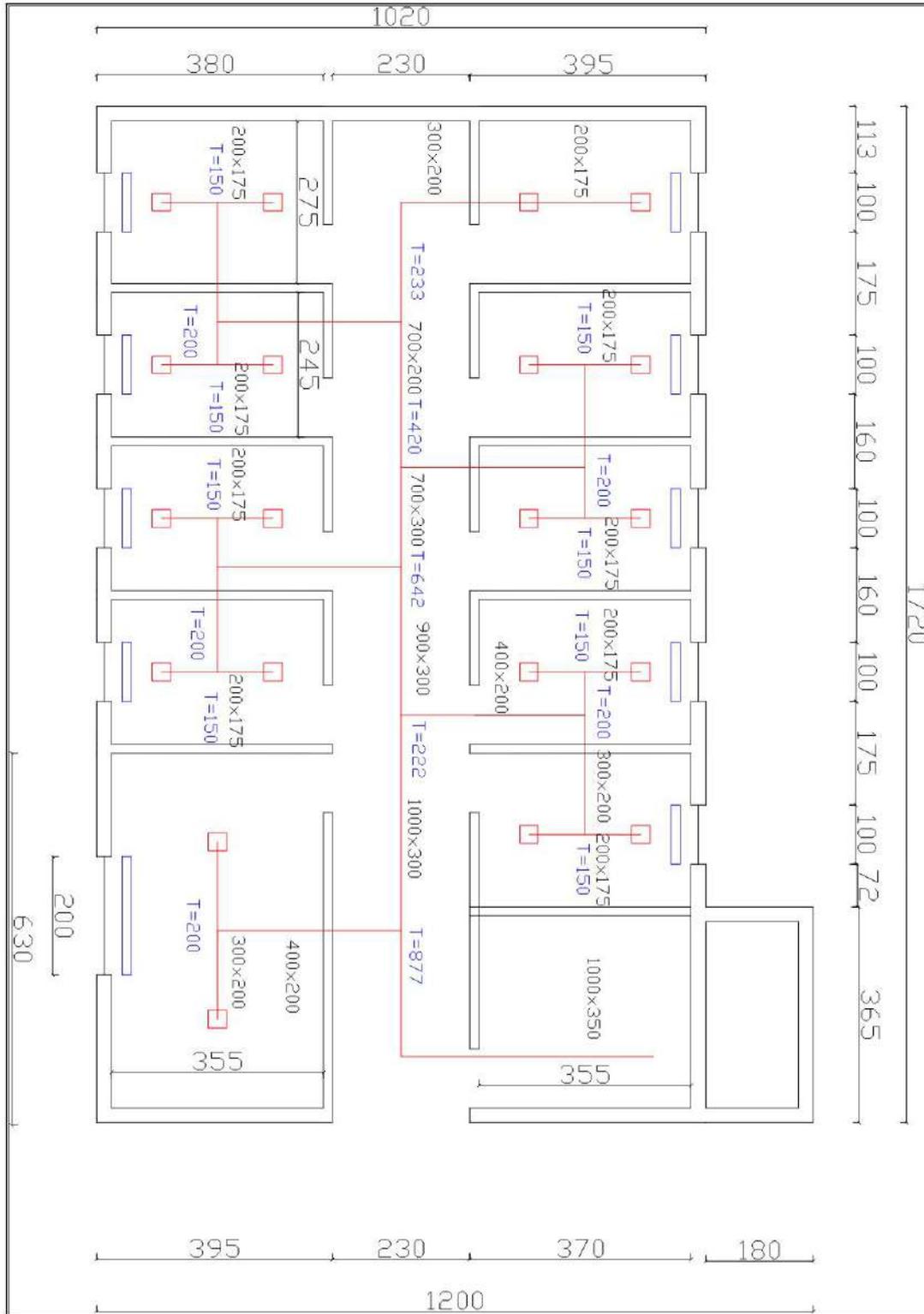
وبين الشكل رقم (2-3) طريقة رسم مجرى هواء بخطين باستعمال مأخذ هواء مثالي لجزء من بناية، ولكي يكتمل الرسم يجب وضع جميع التفاصيل المطلوبة في لوحة الرسم، في حين يبين الشكل رقم (3-3) أنواع التفاصيل الواجب إضافتها إلى الرسم. أما الشكل رقم (4-3) فهو مسقط لشبكة الهواء المبينة بالشكل رقم (1-3) بخطين لمجرى هواء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

جدول 1-3 رموز وصلات مجاري الهواء

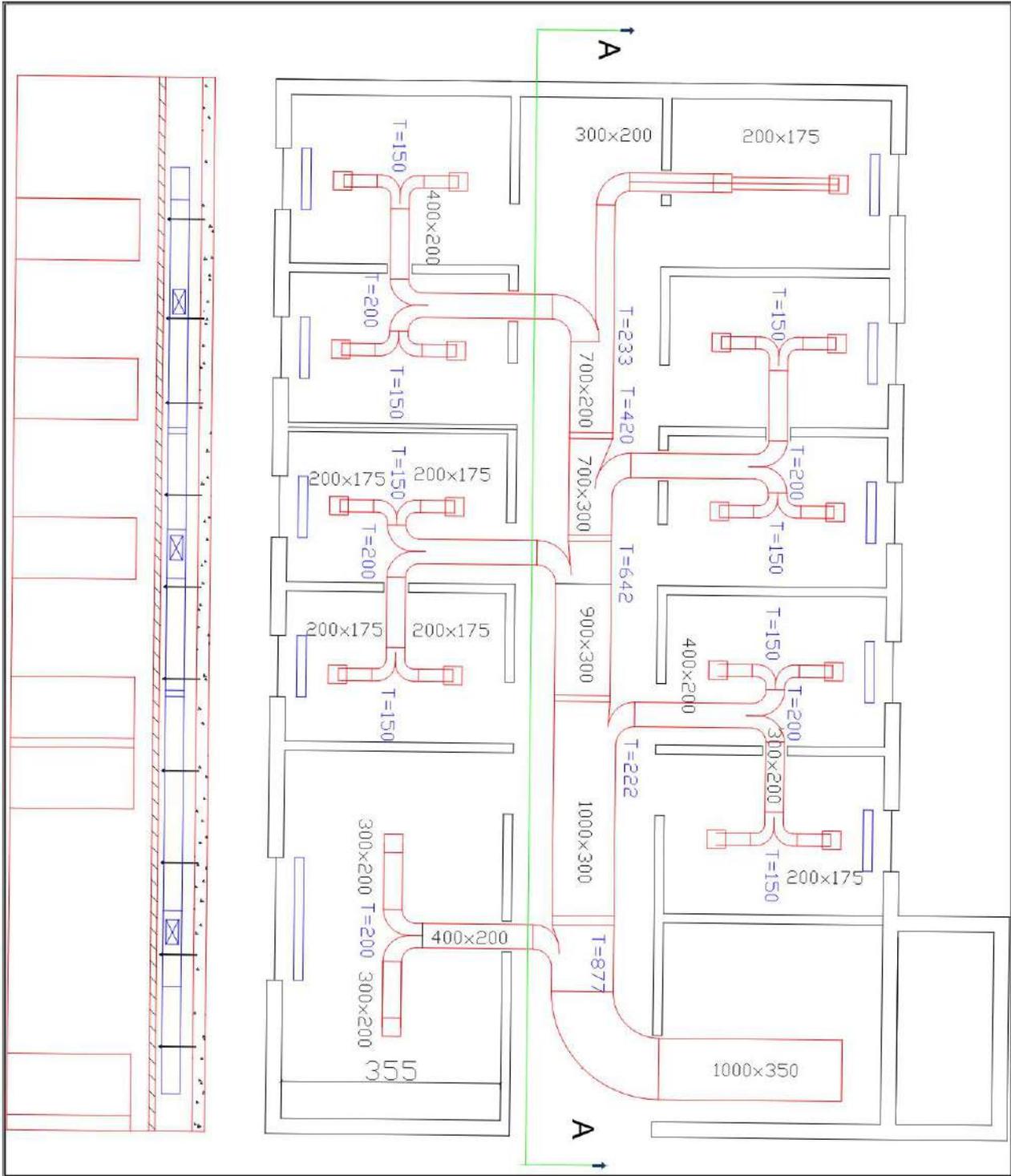
شكل الوصلة	الاسم
	مجرى هواء
	وصلة مرنة
	صندوق خط
	هبوط مجرى الهواء
	صعود مجرى الهواء
	مخمد مانع لانتقال النار
	محول لاتجاه الهواء
	محول سفلي لاتجاه الهواء
	محول علوي لاتجاه الهواء
	اتجاه الجريان
	مجرى هواء راجع
	مقطع مجرى الهواء الراجع

## ملحق جدول 1-3 رموز وصلات مجاري الهواء

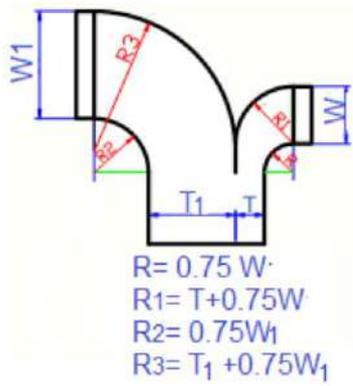
شكل الوصلة	الاسم
	مجرى تجهيز الهواء
	مقطع مجرى تجهيز الهواء
	مجرى هواء مرن
	مأخذ هواء
	ناشر هواء شريطي
	ناشر هواء مربع سقفي
	ناشر هواء دائري سقفي
	مجرى هواء دائري
	انحناء مزعنف
	انحناء اعتيادي
	توسع في مجرى الهواء
	مأخذ هواء عمودي



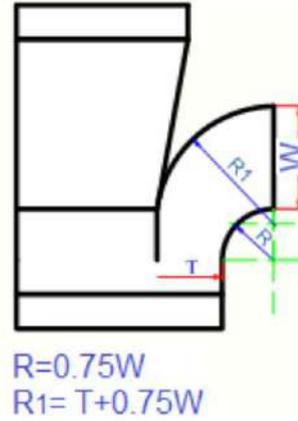
شكل 3-1 المسقط الأفقي لمجرى هواء ضمن بناية بسيطة



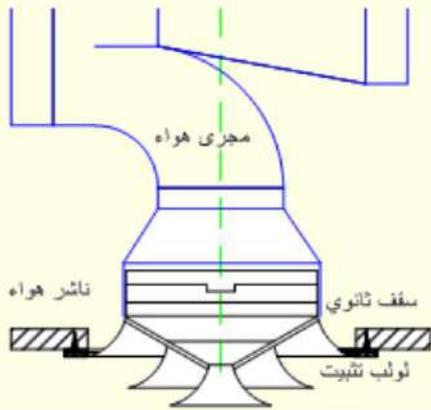
شكل 2-3 المسقط الأفقي مع مقطع أمامي لمجرى هواء بخطين مع مأخذ هواء مثالي ضمن بناية بسيطة



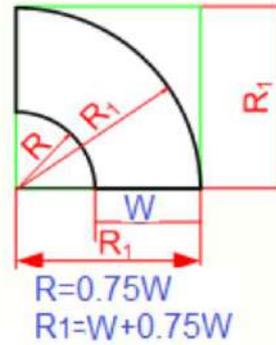
تفصيل 2 تفرع مجرى الهواء



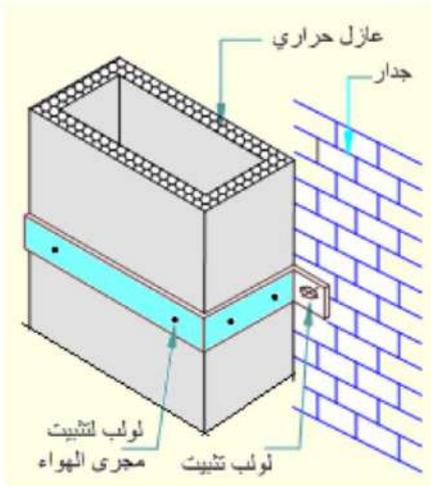
تفصيل 1 مأخذ الهواء



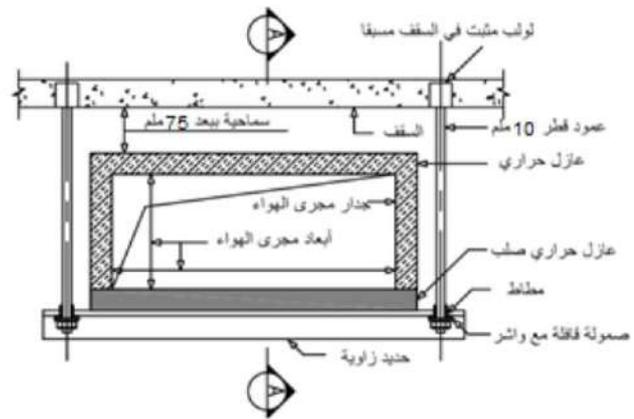
تفصيل 4 تثبيت ناشر الهواء السقي



تفصيل 3 انحناء مجرى الهواء



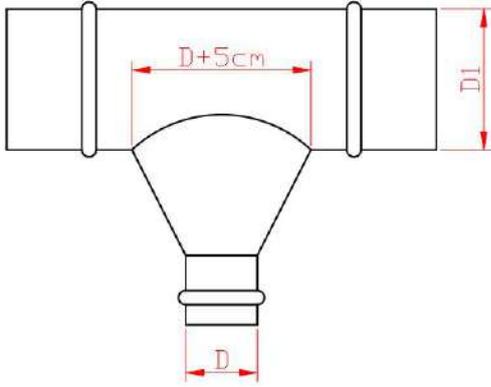
تفصيل 6 تثبيت مجرى الهواء في الجدار



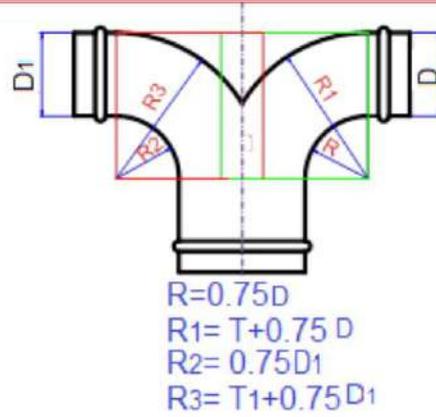
تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف

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

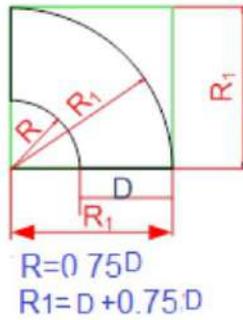




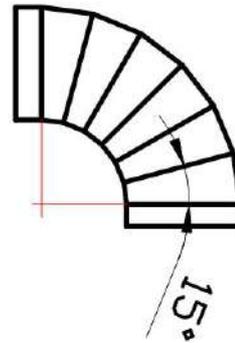
تفصيل 2 مأخذ الهواء



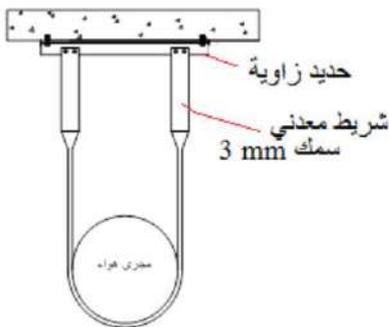
تفصيل 1 تفرع مجرى الهواء



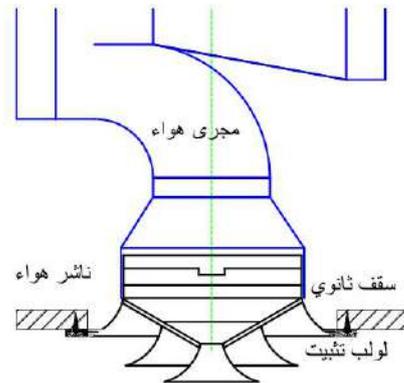
تفصيل 4 انحناء قطر صغير



تفصيل 3 انحناء قطر كبير

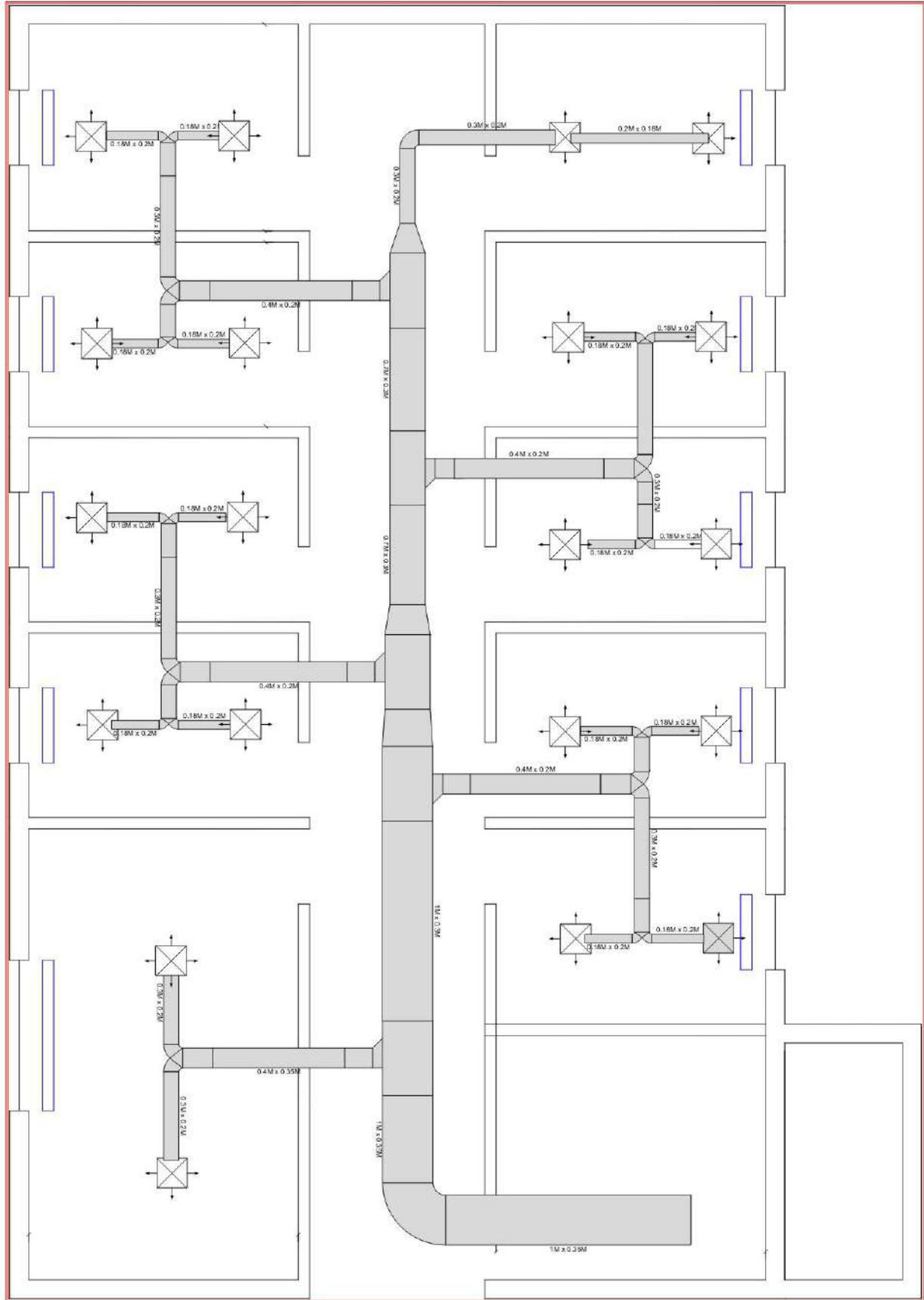


تفصيل 6 تعليق مجرى الهواء في السقف

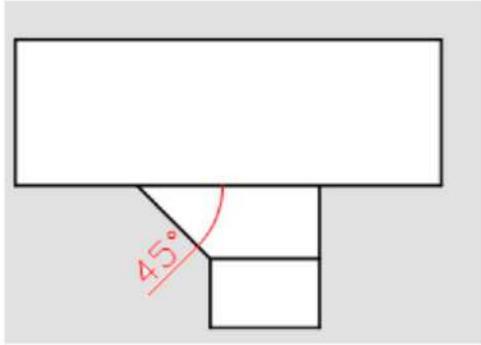


تفصيل 5 تثبيت ناشر الهواء

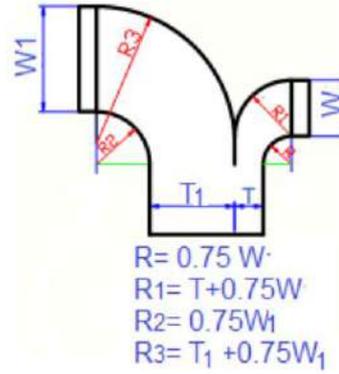
شكل 3-5 تفاصيل نصب شبكة الهواء في الشكل (3-4)



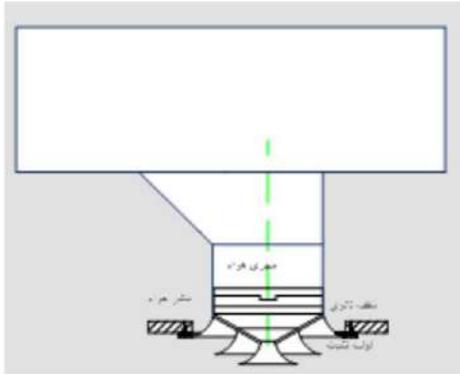
شكل 3-6 مسقط لشبكة هواء مستطيل المقطع ذو مأخذ اعتيادي (عمودي)



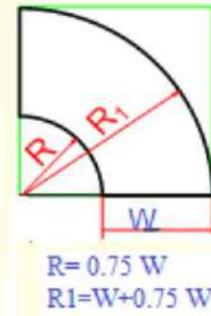
تفصيل 2 مأخذ الهواء



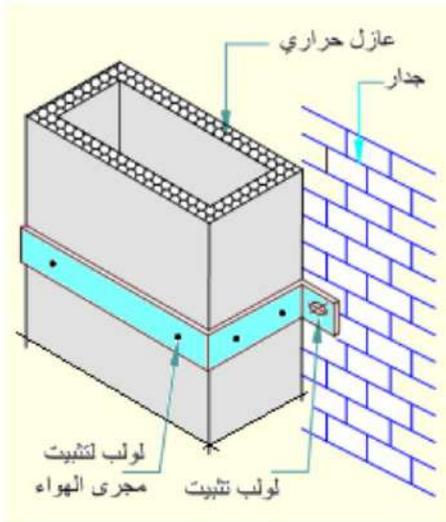
تفصيل 1 تفرع مجرى الهواء



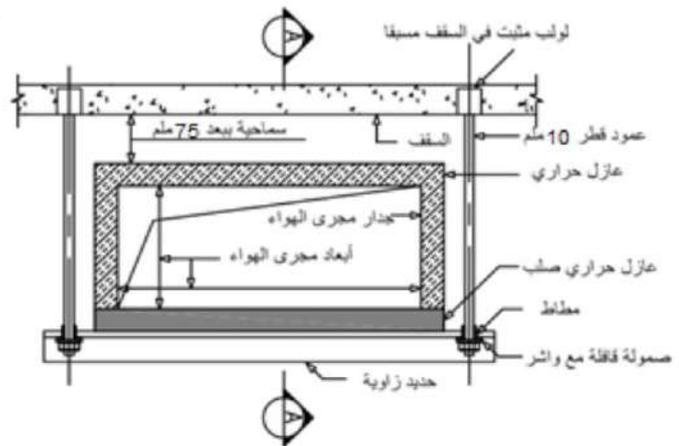
تفصيل 4 تثبيت ناشر الهواء السقفي



تفصيل 3 انحناء مجرى الهواء



تفصيل 6 تثبيت مجرى الهواء في الجدار



تفصيل 5 تعليق مجرى الهواء في السقف

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

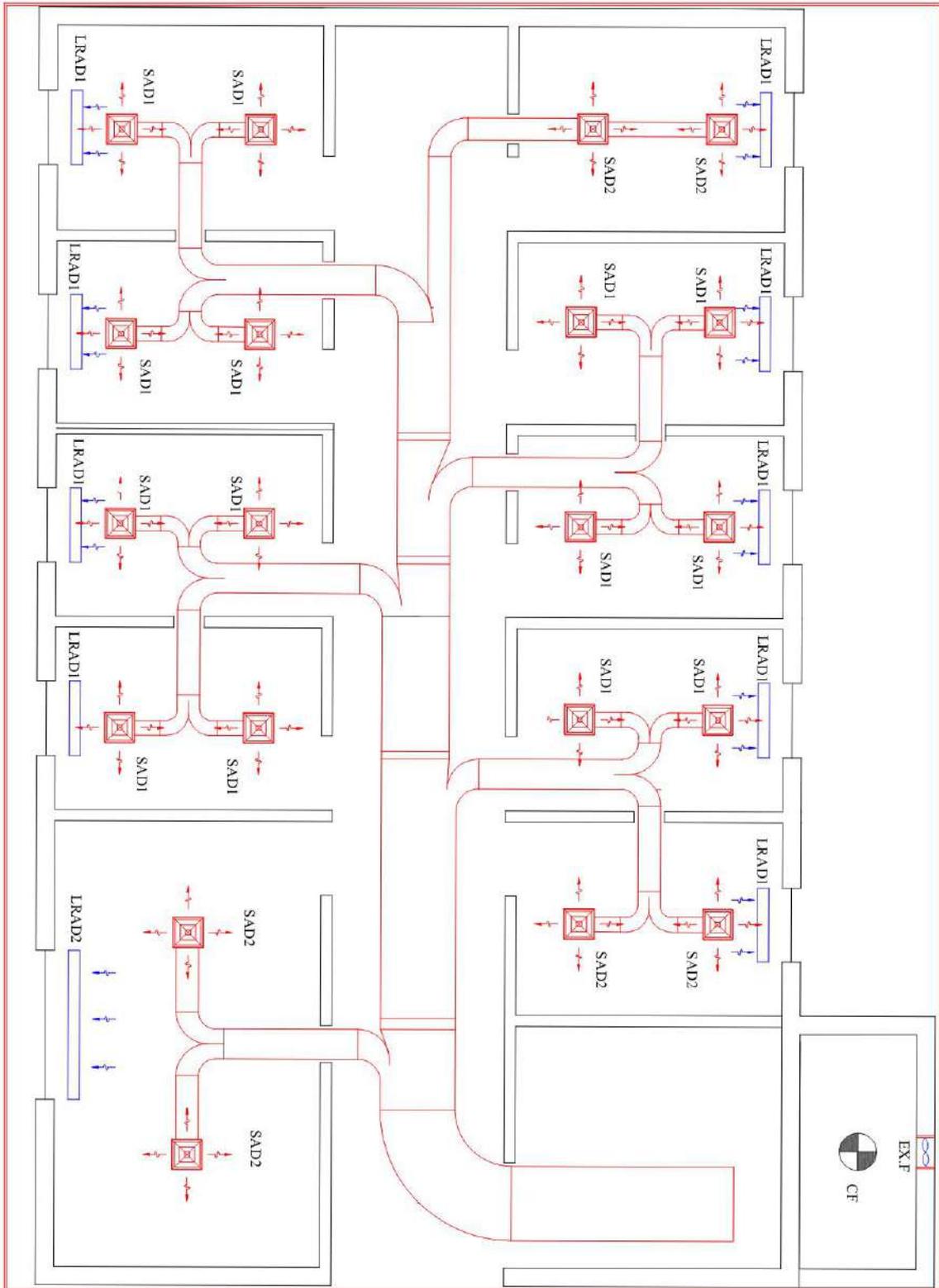
## Terms &amp; Symbols Naming

## 3-3 تسمية الرموز والمصطلحات

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 رقم (2-3) الرموز المعتمدة في رسم شبكات الهواء. في حين يبيّن الشكل رقم (3-8) مخططاً لشبكة هواء في بناية باستخدام الرموز، ويجب الإشارة إلى أن الرموز والأبعاد توضع على المخطط النهائي للوحة الرسم، ويوضّح الجدول رقم (3-3) تفاصيل تلك الرموز.

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

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



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

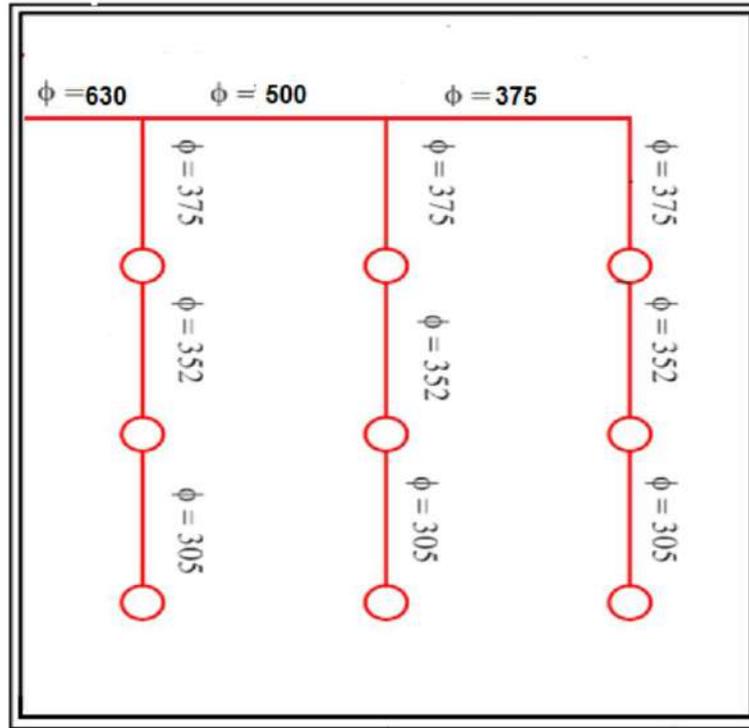
جدول 3-3 تفصيلات مكونات شبكة الهواء المبينة في الشكل (8-3) (للاطلاع)

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 Diffuser 1	(110mm × 1000mm) (5×3.4)"	9
LRAD2	Linear Return Air Diffuser 2	(125mm × 2000mm) (5×6)"	1
EF	Exhaust Fan	(300mm) (12)"	1
CF	Ceiling Fan	(1250mm) (50)"	1

### تمارين الفصل الثالث

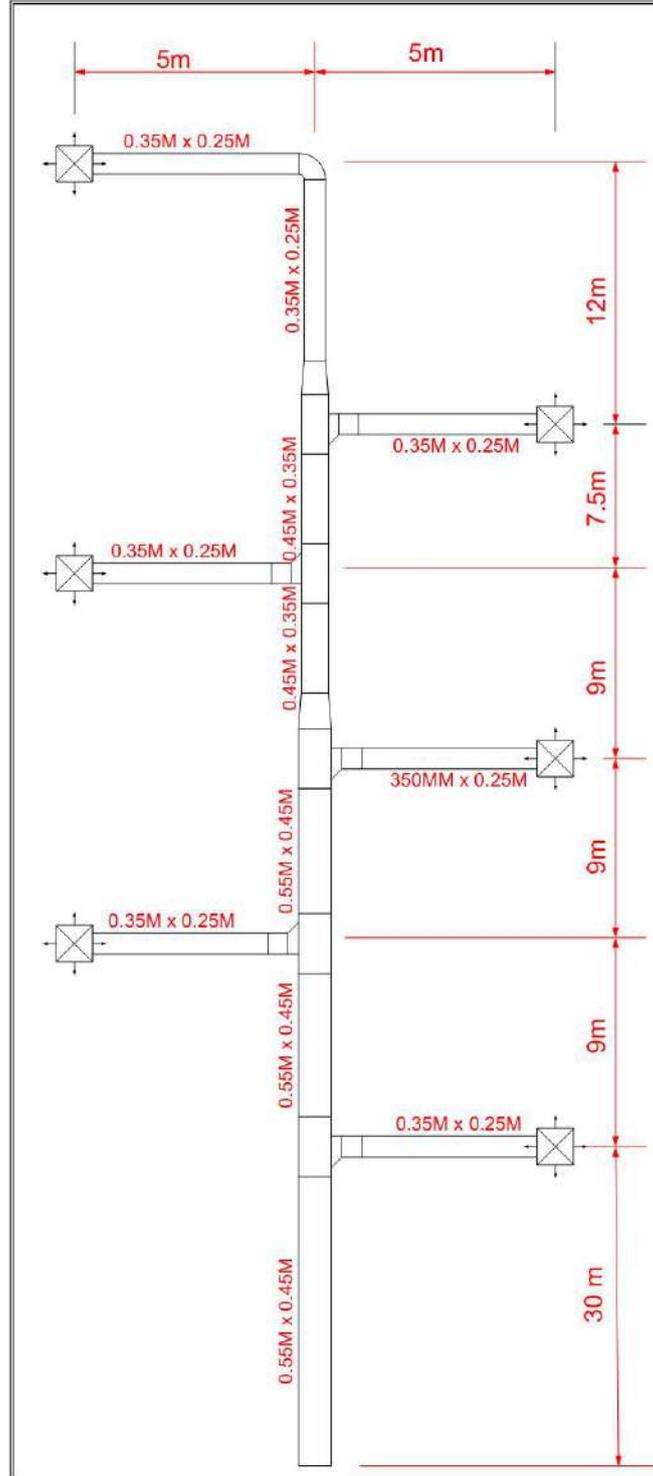
#### التمرين الأول

ارسم بمقياس رسم 1:100 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



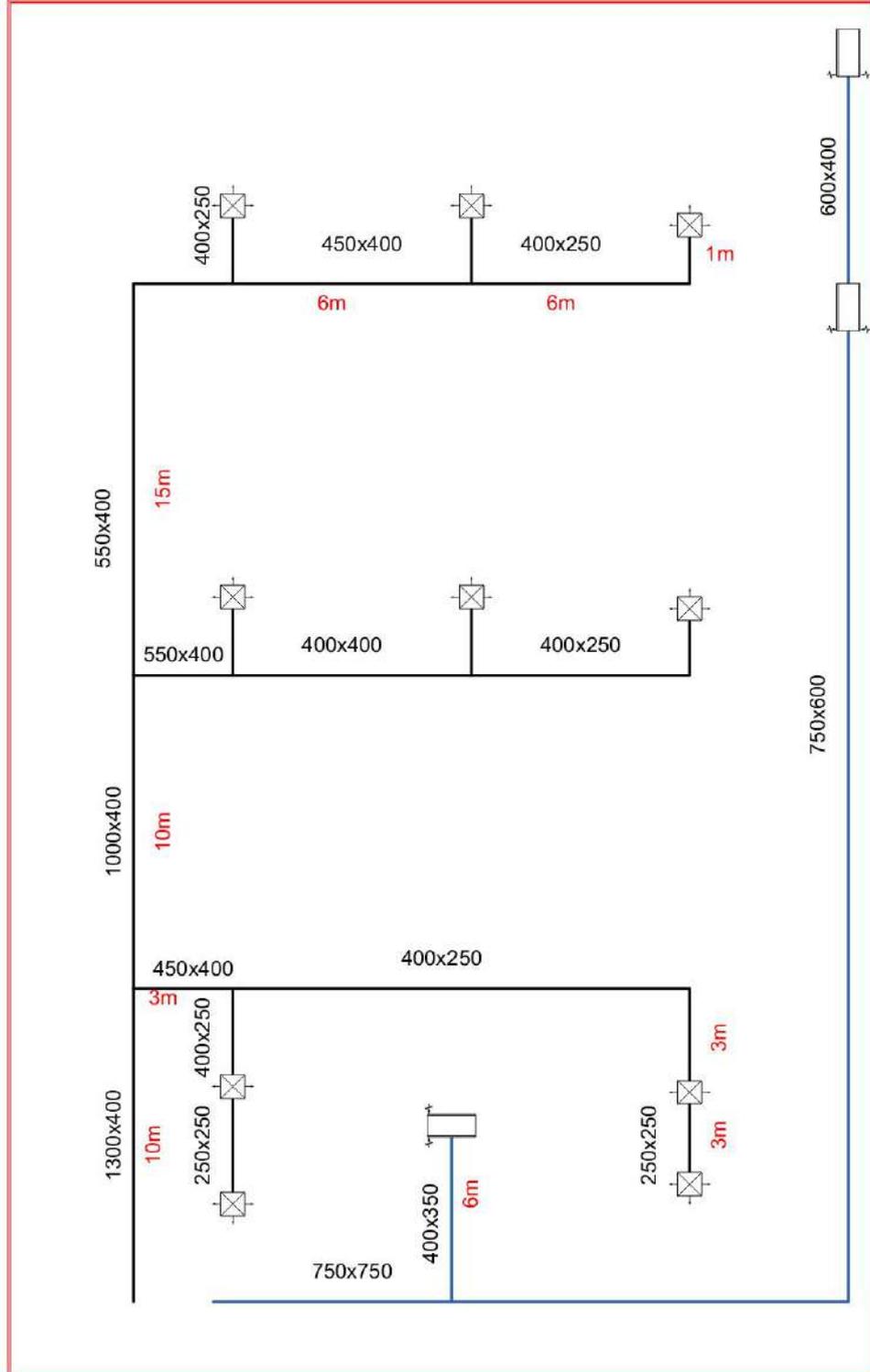
## التمرين الثاني

ارسم شبكة الهواء المبينة في الشكل أدناه ذات مأخذ هواء اعتيادي.



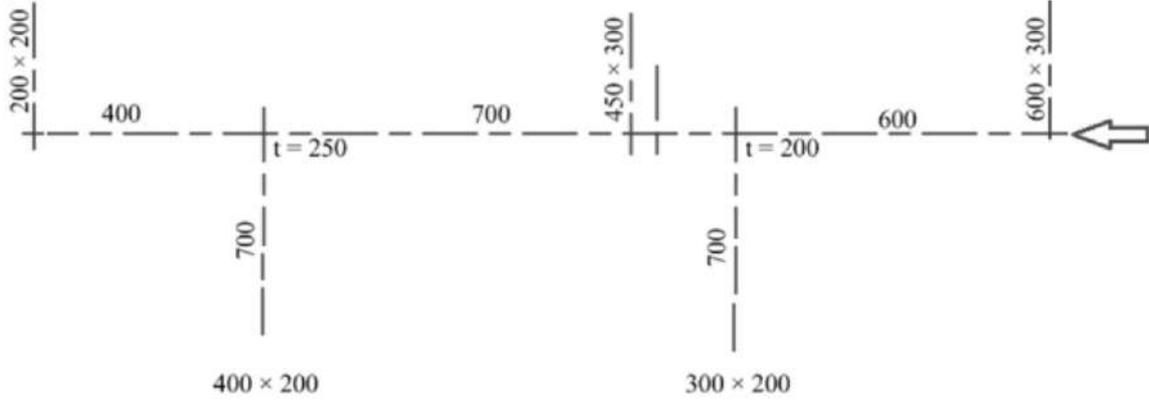
## التمرين الثالث

ارسم الشكل أدناه والذي يمثل شبكة مجرى هواء باستعمال مأخذ هواء اعتيادي بمقياس رسم مناسب مع بيان التفصيلات الضرورية كافة.



## 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

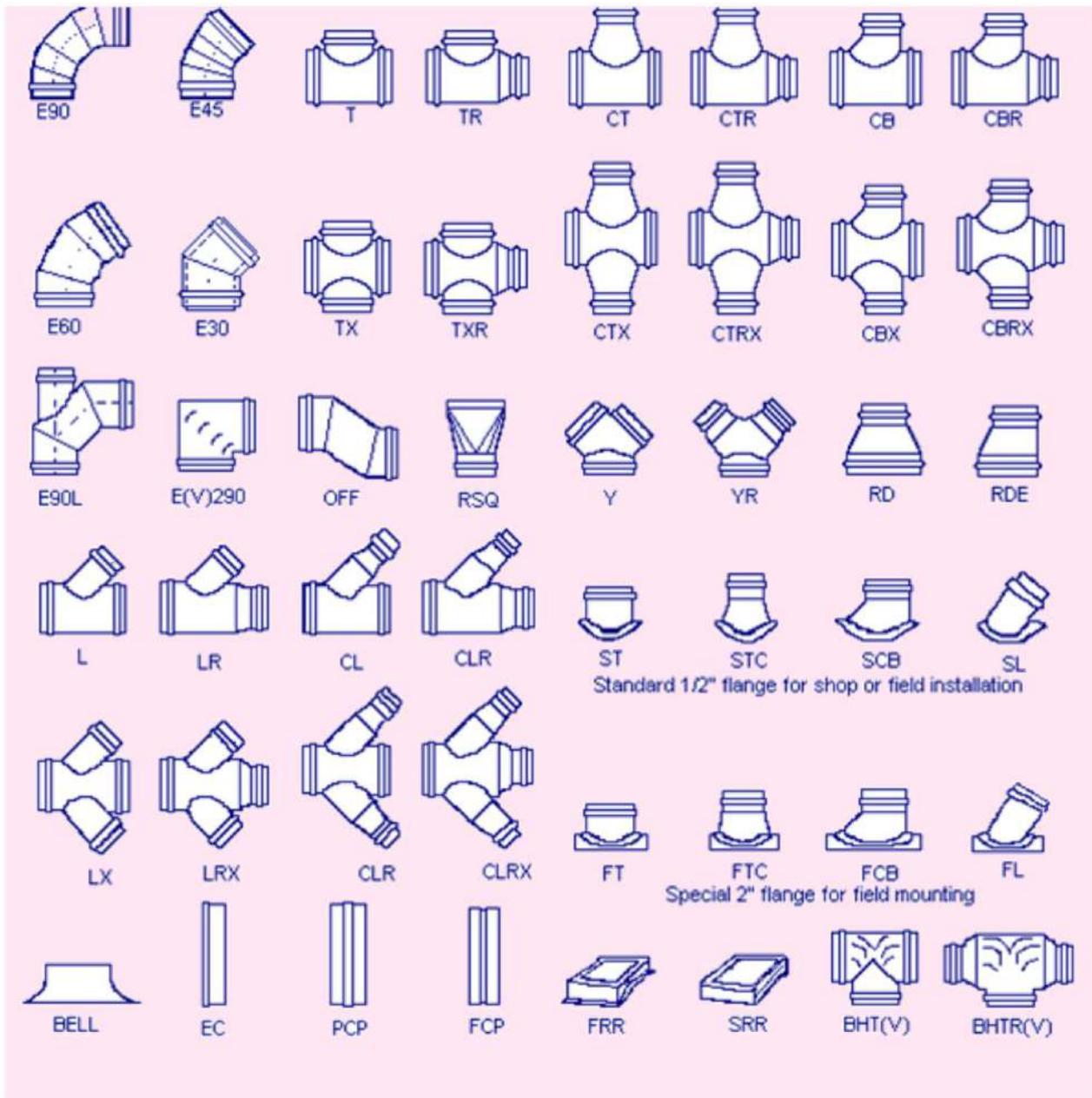
ارسم بمقياس رسم مناسب ما يأتي:

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

### Introduction

### 1-4 المقدمة

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 نستطيع 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 رقم (1-4) انفراد أحد أنواع مجاري الهواء، إذ تبيين العلامات باللون الأحمر طريقة حني الصفائح الفولاذية المغلونة واتجاهه وترك طول مجرى الهواء من دون تحديد أنه يعتمد على أبعاد المصمم، وهناك عدة طرائق لربط مقطع مجرى الهواء، كما مبين في الشكل رقم (2-4).

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

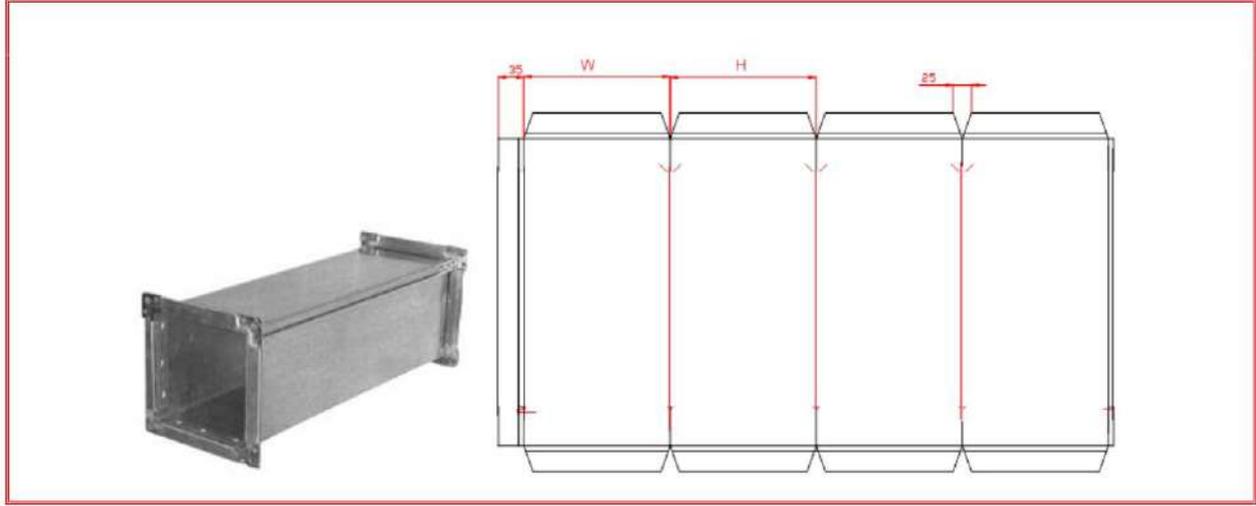
تستعمل صفيحة عرضها يساوي محيط مجرى الهواء  $(2 R \times \pi)$  مضافاً إليها وصلات ربط مجرى الهواء الموضح في الشكل رقم (2-4)، وطولها يساوي طول مجرى الهواء، ويبين الشكل رقم (3-4) طريقة انفراد مجرى هواء دائري.

### 4-4 انفراد مصغرة هواء مربعة المقطع

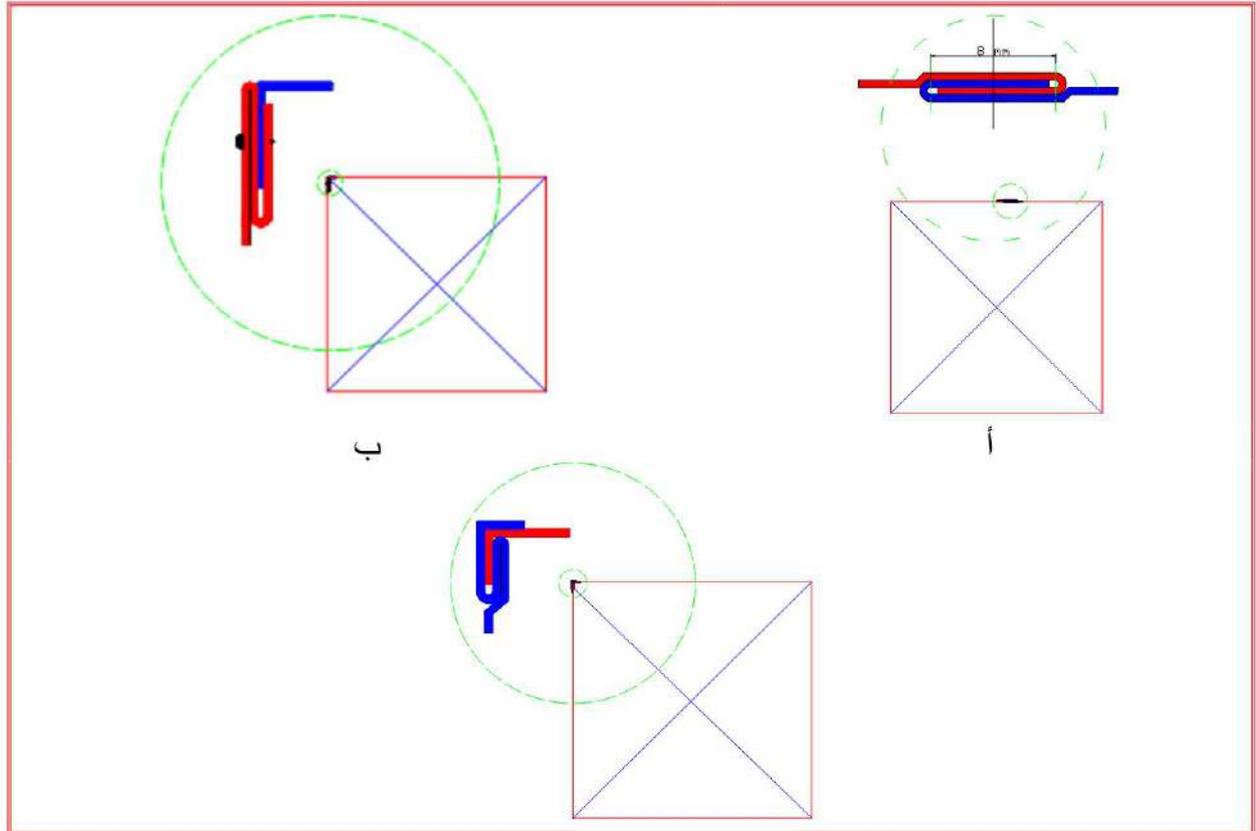
### Square Reducer Air-Ducting Development

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

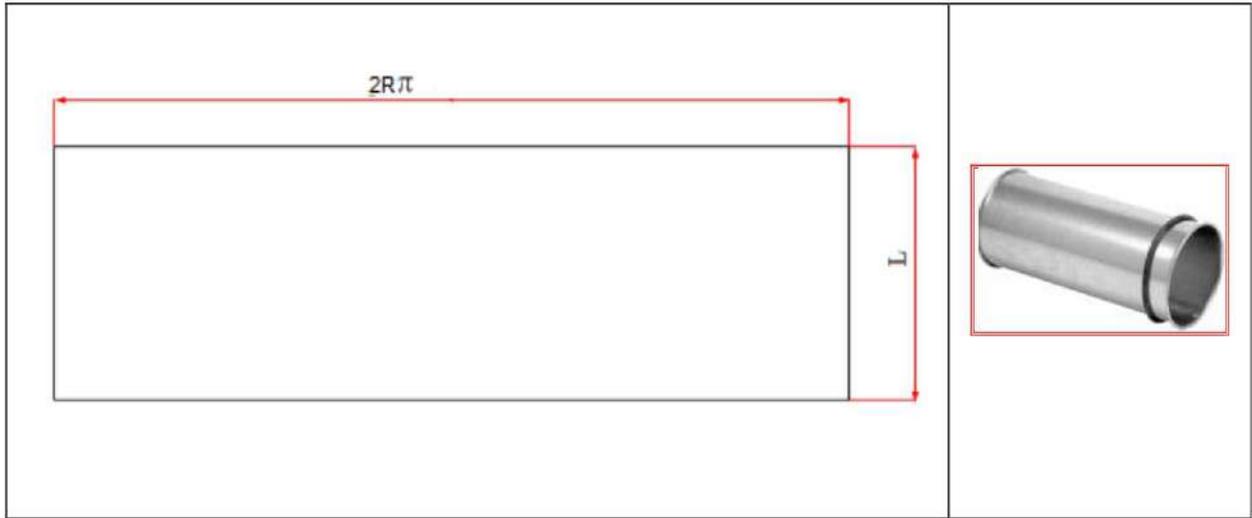
يتحدد الضلع المائل للمصغرة  $A'D'$ ، وبعد ذلك يرسم قوس من نقطة  $A$  بنصف قطر طوله بمقدار الضلع  $AB$  ليتحدد هذا الضلع على القوس الكبير. وبنفس الطريقة يتم رسم الضلع العلوي على القوس الصغير. وبإعادة العمليات المذكورة يمكن تحديد الوجوه الثلاثة الباقية للمصغرة، بعدها تضاف أبعاد مناسبة اعتماداً على الشكل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



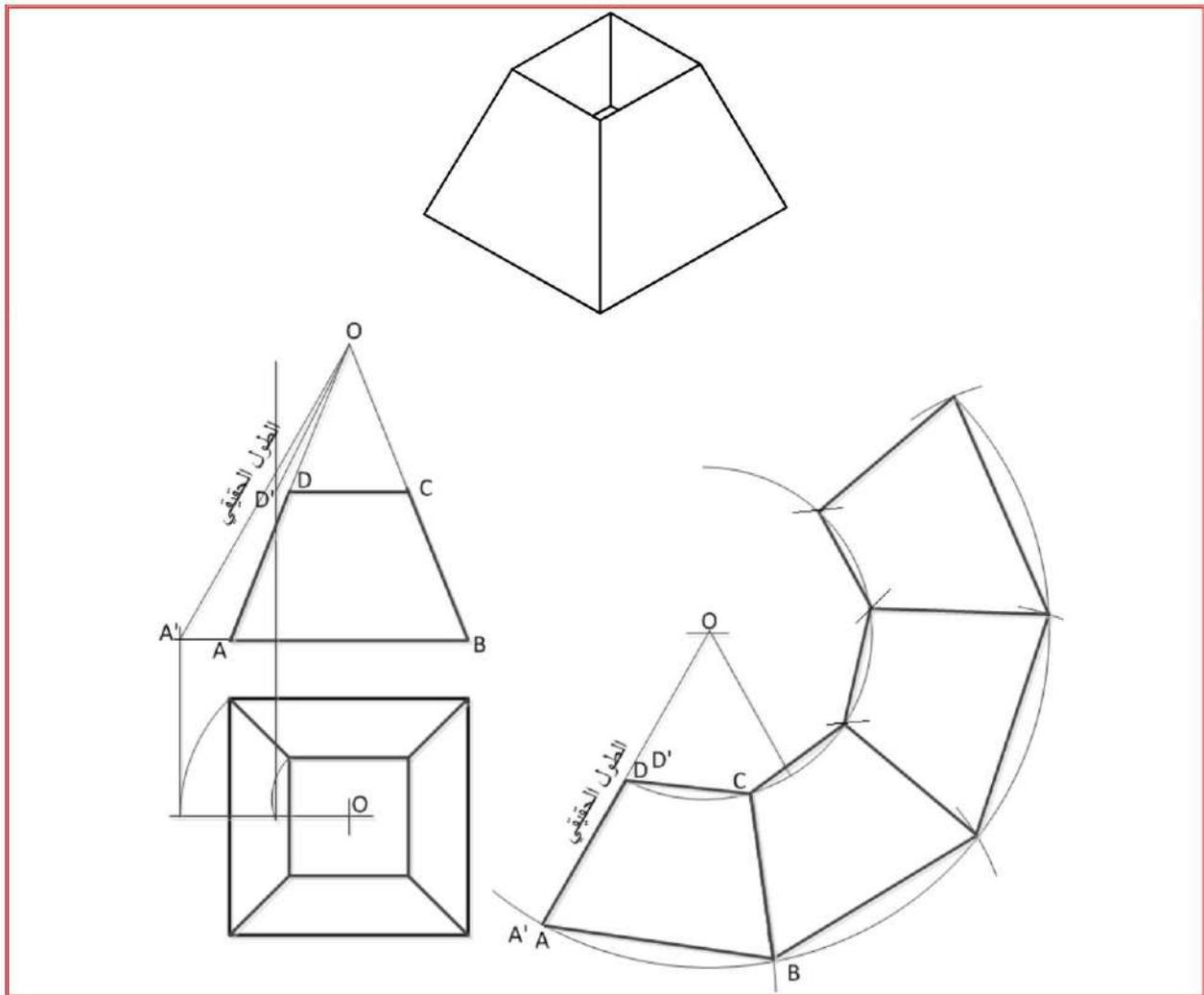
شكل 1-4 انفراد مجرى هواء مستطيل



شكل 2-4 طريقة ربط مقطع مجاري الهواء



شكل 3-4 انفراد مجرى هواء دائري

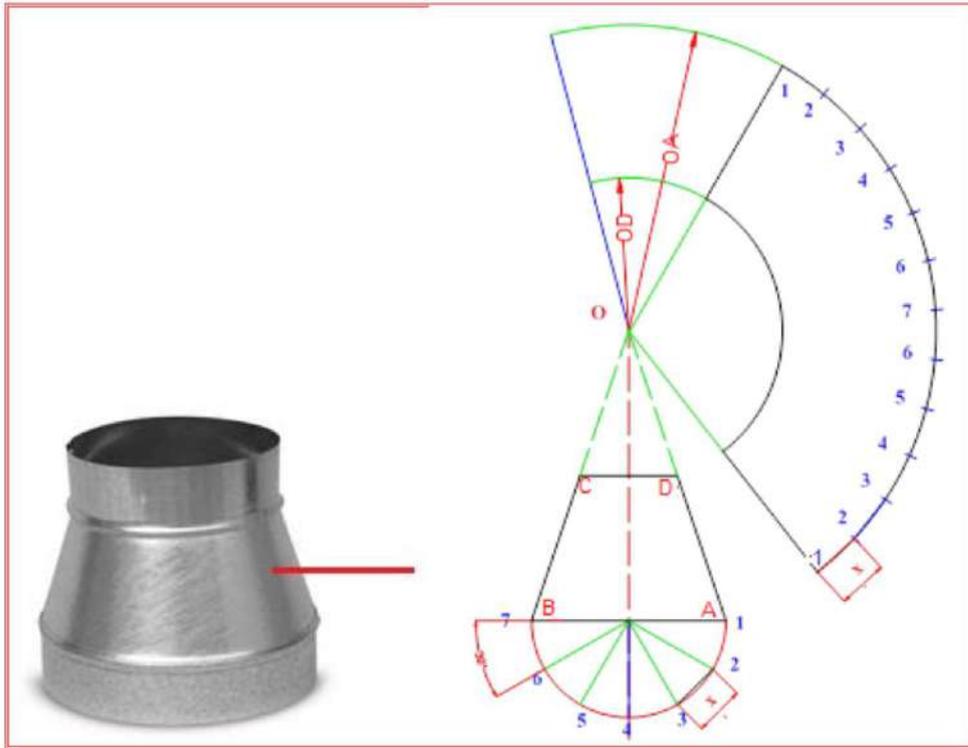


شكل 4-4 انفراد مصغرة مربعة المقطع

#### 5-4 انفراد مصغرة دائرية المقطع

### Circular Reducer Air-Ducting Development

يرسم المسقط الأفقي للمصغرة، كما مبين في الشكل رقم (5-4)، 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 بتقسيم 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.

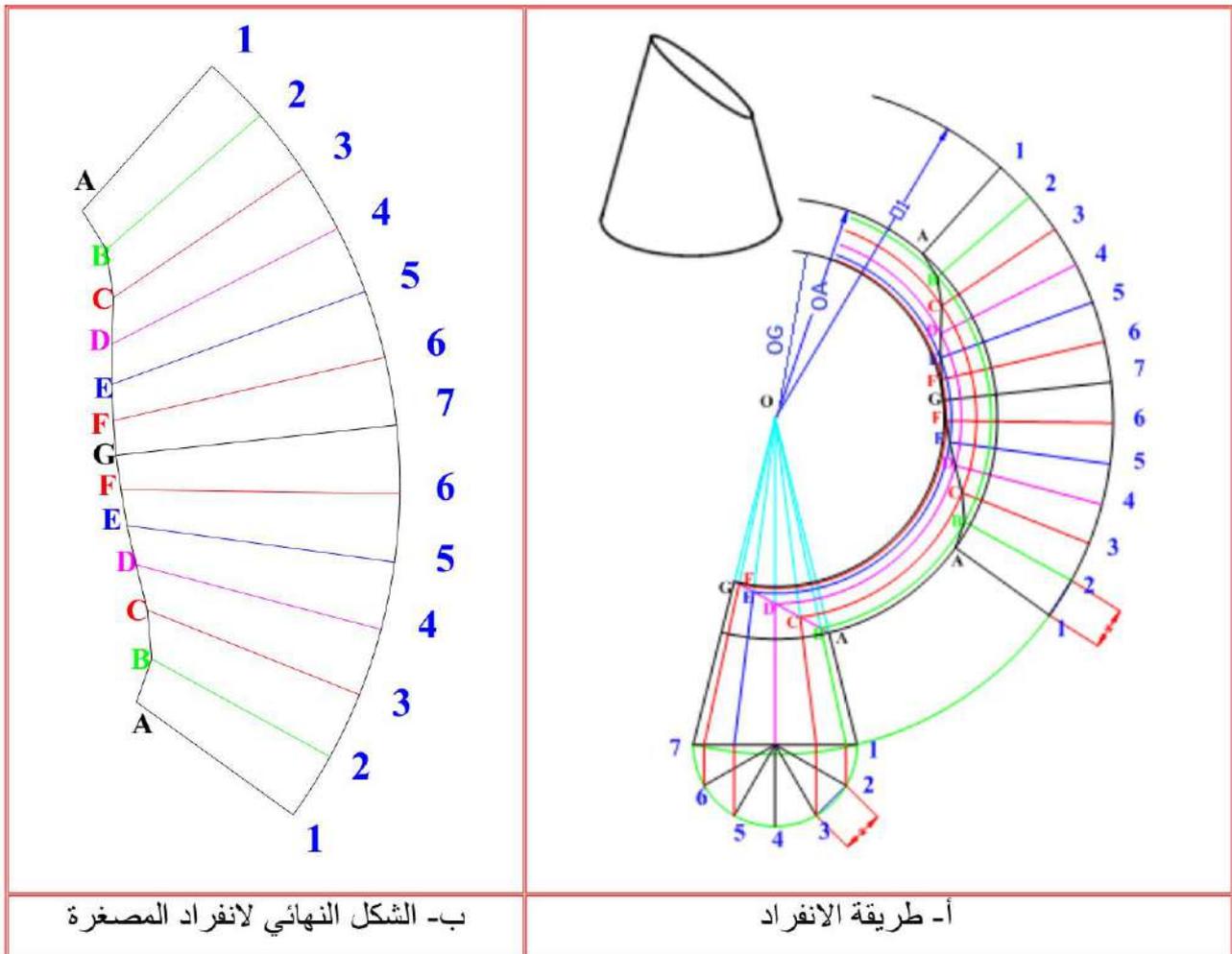


شكل 5-4 انفراد مصغرة دائرية المقطع

### 6-4 انفراد مصغرة دائرية بنهاية مائلة

#### Circular Reducer with Inclined End Development

يبين الشكل رقم (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 المرسومة ويتم الحصول على المخطط في الشكل رقم (6-4 ب).



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

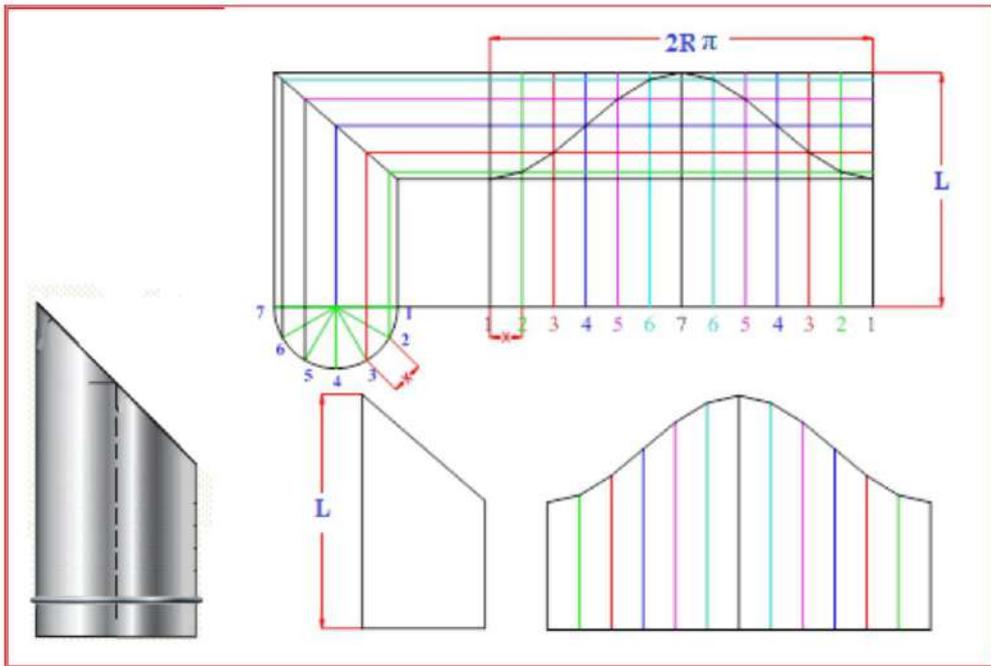
#### 7-4 انفراد مجرى هواء دائري مائل من إحدى نهايتيه

### One End Inclined Circular Air-Ducting Development

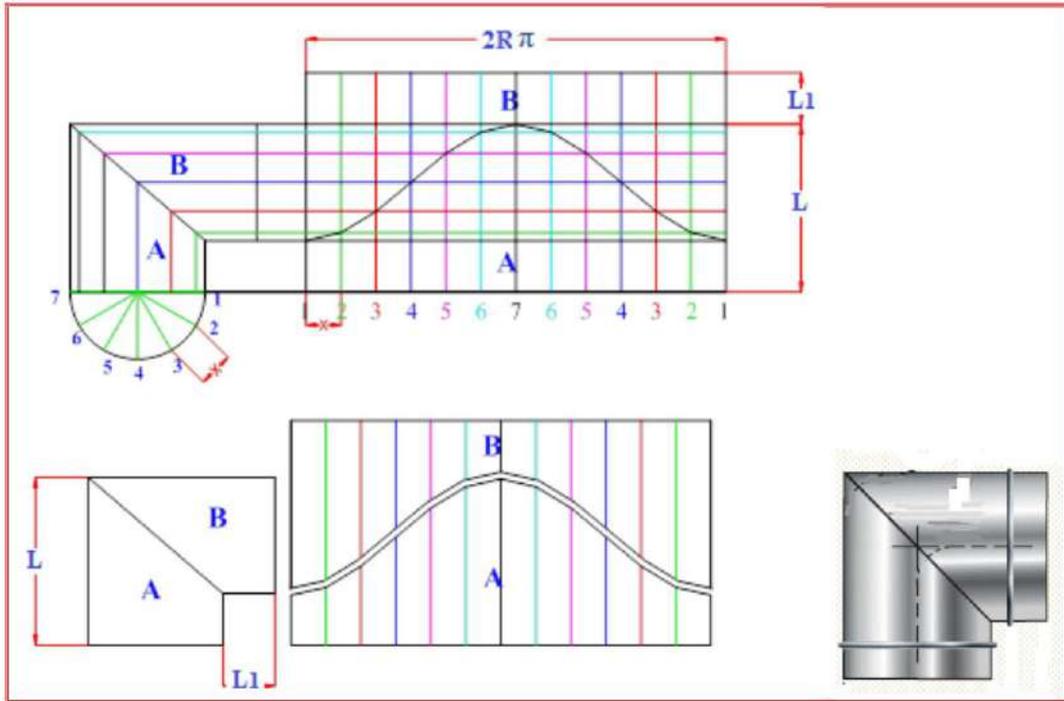
يرسم المسقط الجانبي لمجرى الهواء، ومن الطرف غير المائل نرسم نصف دائرة نصف قطرها يساوي نصف قطر مجرى الهواء، كما مبين في الشكل رقم (7-4)، ويقسم نصف الدائرة على أقسام متساوية ولتكن ستة أقسام، وتأخذ قطعة من المعدن طولها يساوي محيط مجرى الهواء وارتفاعها يساوي أكبر ارتفاع لمجرى الهواء، يقسم الطول على 13 قسماً، 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 رقم (8-4) 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) مضافاً إليه البعد الأسفل للانحناء القائم ( $L_1$ )، كما مبين في الشكل المذكور.



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



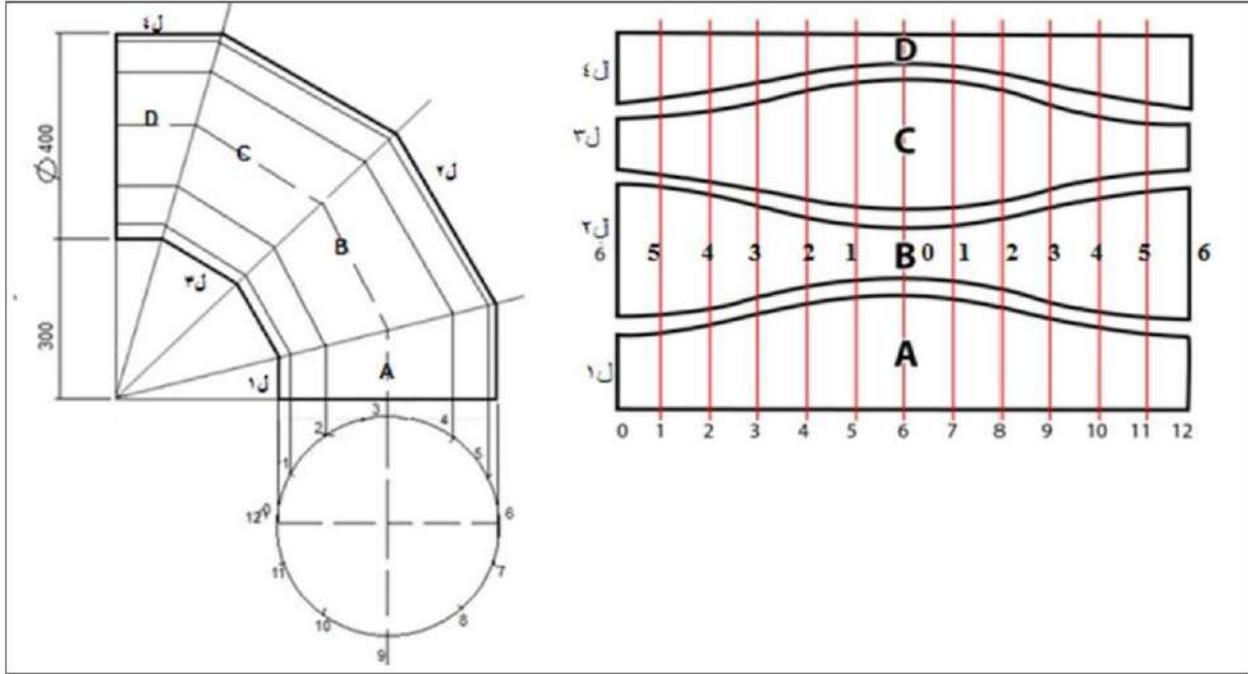
شكل 4-8 انفراد انحناء قائم دائري المقطع

#### 9-4 انفراد كوع قائم لمجرى هواء دائري المقطع مكون من أربعة قطع

#### 4-Piece 90° Circular Elbow Development

يبين الشكل رقم (9-4) 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 (  $L_1 + L_2 + L_3 + L_4$  ) ورموز الأبعاد أعلاه مبينة في الشكل رقم (9-4).





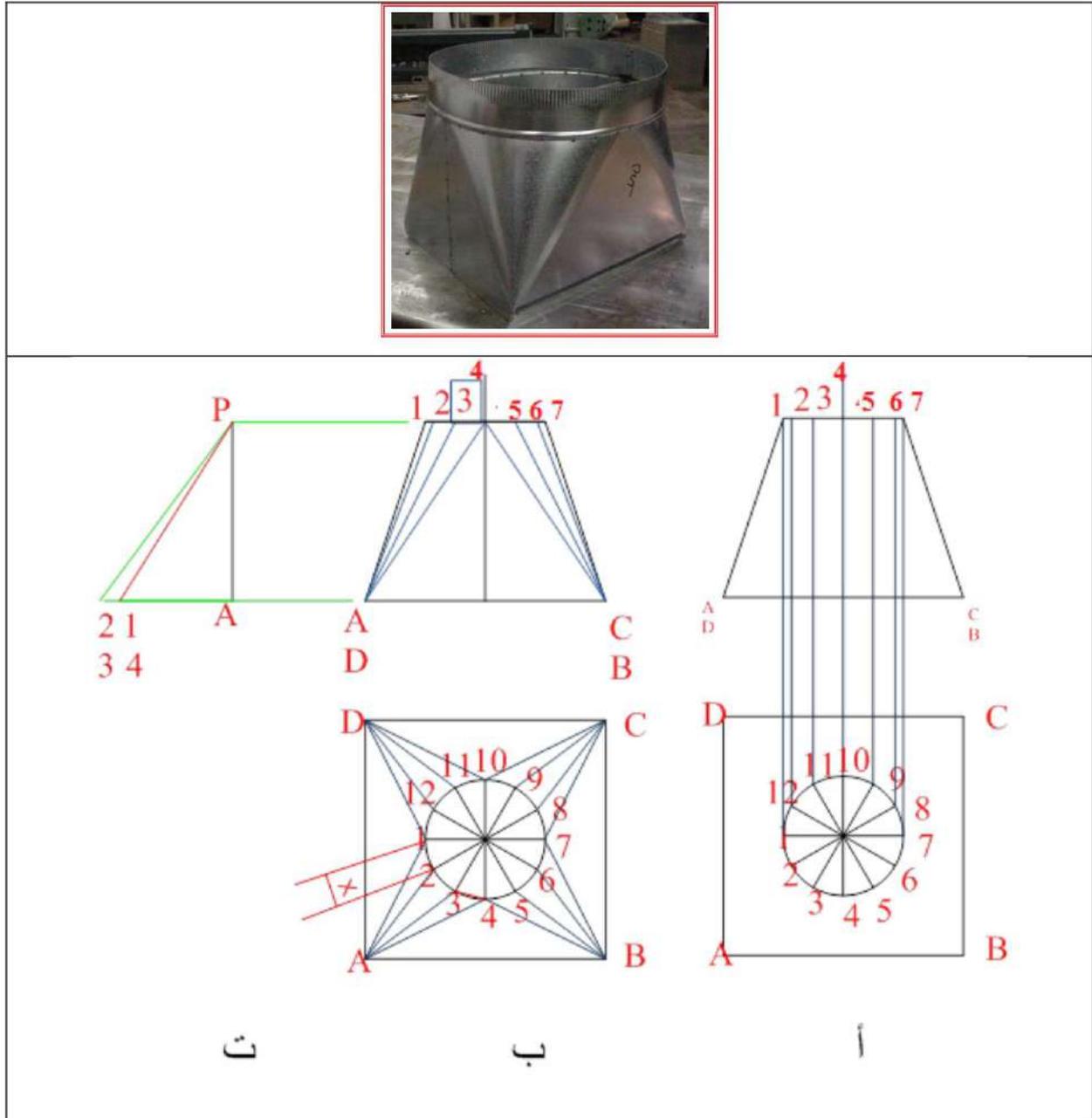
شكل 4-9 انفراد انحناء قائم دائري المقطع مكون من أربع قطع (للاطلاع)

#### 4-10 انفراد وصلة تحويل مجرى من مربع إلى دائري المقطع

#### Development of Change Shape from Square to Circular Section Fitting

في البداية يرسم المسقطين الأمامي والأفقي، كما مبيّن في الشكل رقم (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 مبيّن في الشكل (4-10ب)، ثم يرسم المسقط الذي يمثل الطول الحقيقي لضلع الوصلة، كما مبيّن 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 رقم (4-10ب)، ثم رسم 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 مبيّن في الشكل رقم (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 رقم (4-10ب)، ثم يرسم قوساً آخر طوله 3-P من النقطة B نقطة التقاطع تمثل النقطة 5، كما موضح في الشكل رقم (4-10ج)، وإعادة العملية لتعين النقطة 6، من النقطة 6 يمكن تعيين النقطة 7 كما مبيّن بالشكل رقم (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 مبيّن في الشكل رقم (4-10د).

ولتعيين النقطة E، يرسم قوساً من النقطة D نصف قطره يساوي طول ضلع القاعدة، ويرسم قوساً آخر من النقطة I 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 الآخر من الانفرد لتعيين النقطة E على الجانب الآخر وبانتهاء العمليات الهندسية يتم الحصول على الانفرد النهائي للوصلة، كما مبين في الشكل رقم (4-10 ذ).



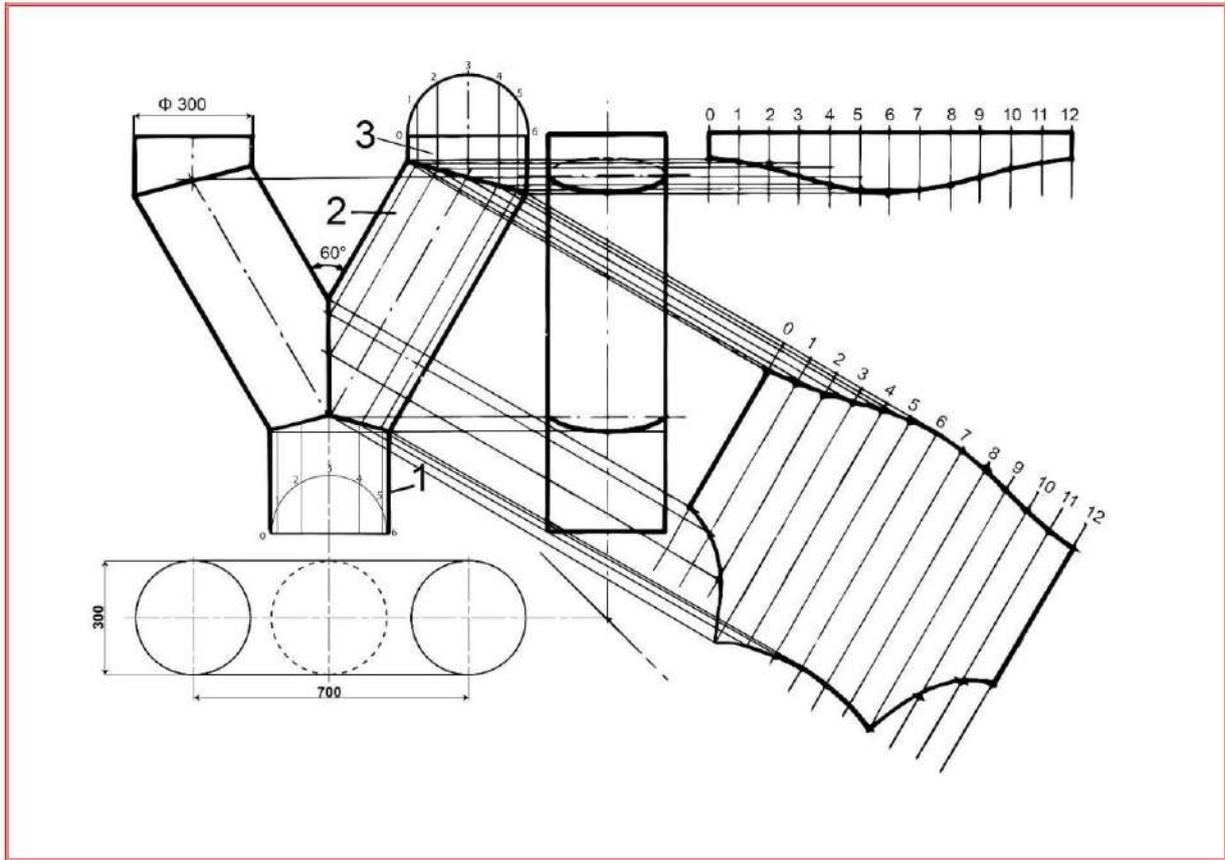
شكل 4-10 أ، ب، ت طريقة رسم مساقط وصلة تحويل مجرى من مربع إلى دائري المقطع



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

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

يرسم المساقط الثلاثة (الرأسي، الأفقي، الجانبي) وكما مبين في الشكل رقم (11-4). وللبداء 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.

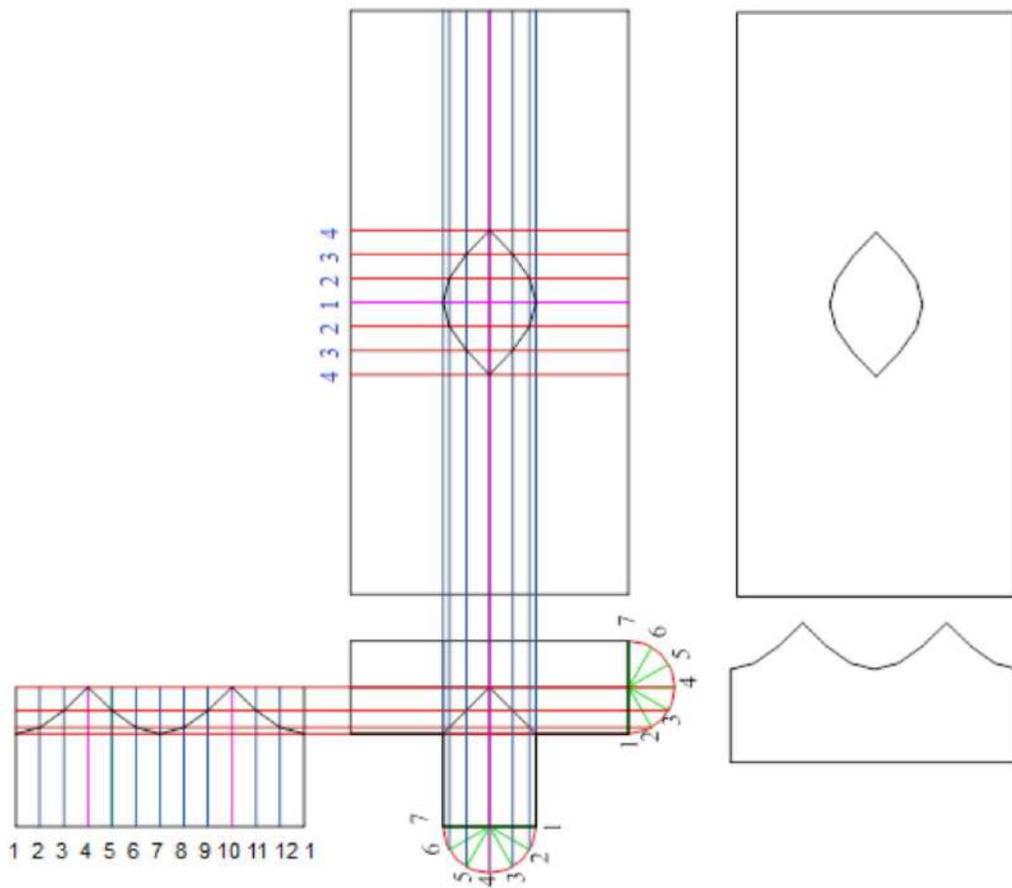


شكل 11-4 رسم مساقط وانفراد مجرى دائري على شكل تقسيم (Y)

#### 12-4 انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع

##### Development of (T) Circular Section Fitting

يبين الشكل رقم (12-4) 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.

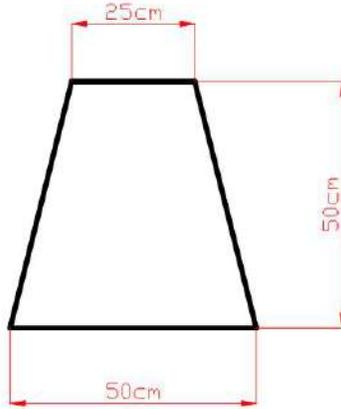


شكل 12-4 انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع

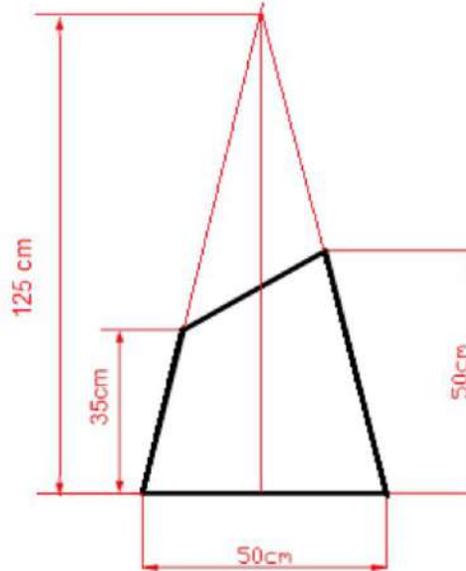
### تمارين الفصل الرابع

#### ارسم بمقياس رسم مناسب ما يأتي

- 1- ارسم انفراد مجرى هواء مستطيل المقطع بأبعاد (30 × 50) 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 موضحة في الشكل أدناه:

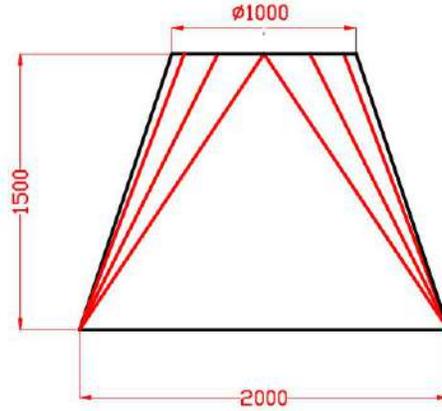


- 4- مصغرة أبعادها كما مبينة في الشكل أدناه، ارسم انفراد المصغرة مع إضافة المسافات المطلوبة للربط:

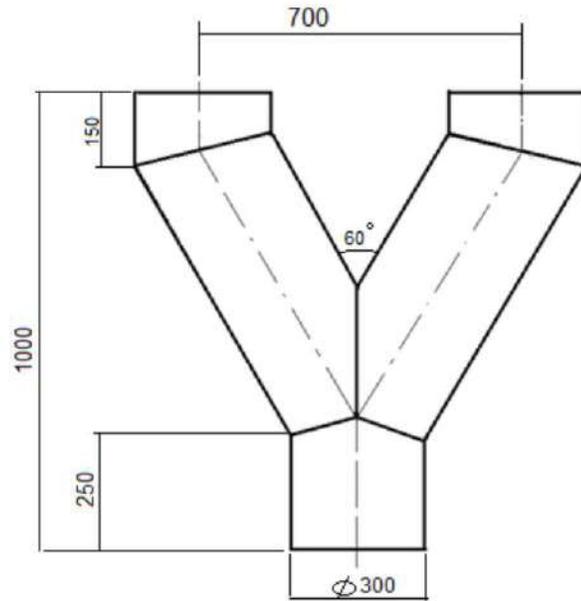


- 5- ارسم انفراد انحناء بزاوية 90° من قطعتين قائم دائري المقطع كما موضحة في الشكل المجاور:

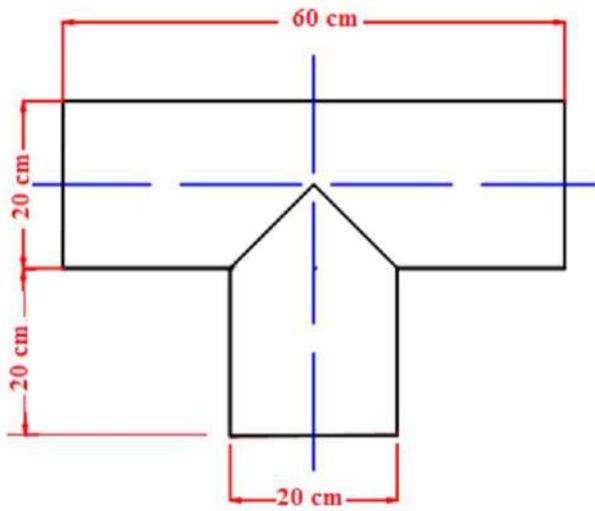
6- ارسم انفراد وصلة تحويل مجرى من مربع المقطع إلى دائري المقطع كما مبين في الشكل أدناه:



7- ارسم مساقط وانفراد تقسيم مجرى هواء دائري على شكل حرف (Y) كما مبين في الشكل أدناه:



8- ارسم انفراد تقسيم بصورة حرف T دائري المقطع كما مبين في الشكل المجاور:



الفصل الخامس  
وحدات تكييف الهواء  
**Air-Conditioning Units**



## وحدات تكييف الهواء

## Air-Conditioning Units

## Introduction

## 1-5 المقدمة

تُعد وحدات تكييف الهواء من الأجزاء الرئيسية في أنظمة التكييف، وتشمل المكيفات الجدارية، ووحدات دافعات الهواء، والوحدات المدمجة 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.

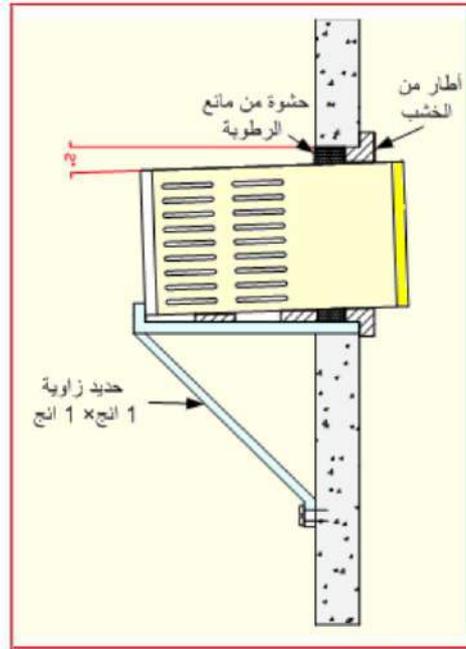
## Air-Conditioning Units

## 2-5 رسم وحدات تكييف الهواء

## Window Type Air-Conditioning

## 1-2-5 مكيف الهواء الجداري

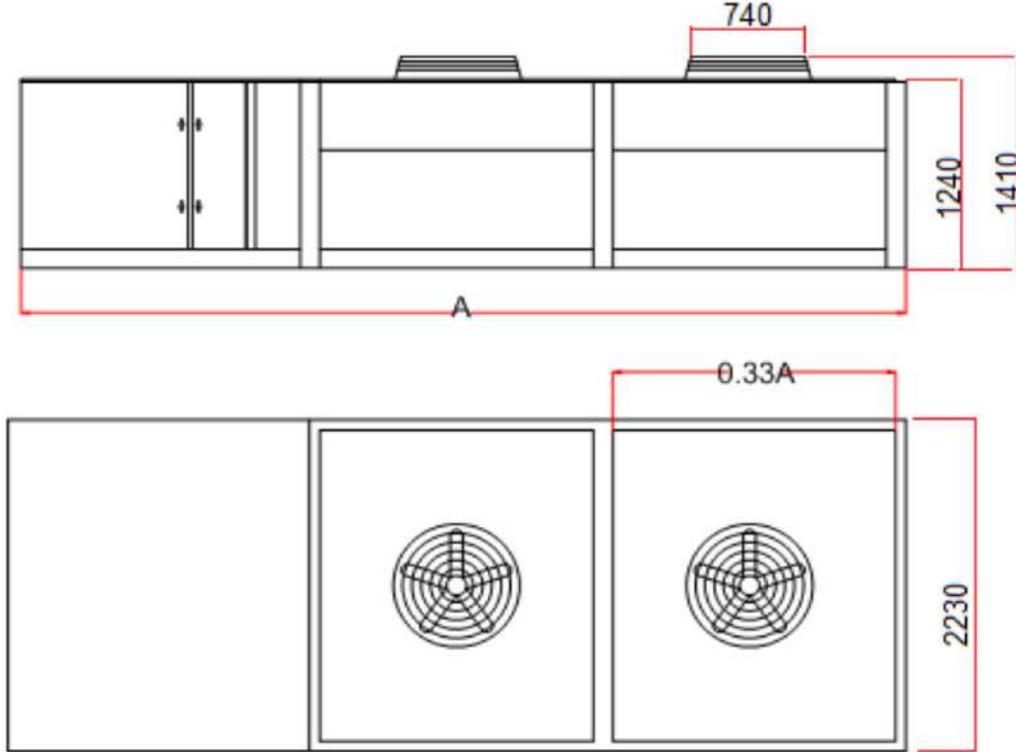
وهو من وحدات تكييف الهواء البسيطة، ولا يتطلب الأمر هنا إلى التعرف على المساقط الثلاثة للمكيف لأنه بسيط، وإنما يتطلب التعرف على الأسلوب الصحيح لنصب مكيف الهواء الجداري، ويبين الشكل رقم (1-5) أسلوب نصب مكيف الهواء الجداري.



شكل 1-5 متطلبات نصب مكيف الهواء الجداري

## 2-2-5 وحدة تكييف خارجية مبردة بالهواء Out-Door Condensing Unit

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



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

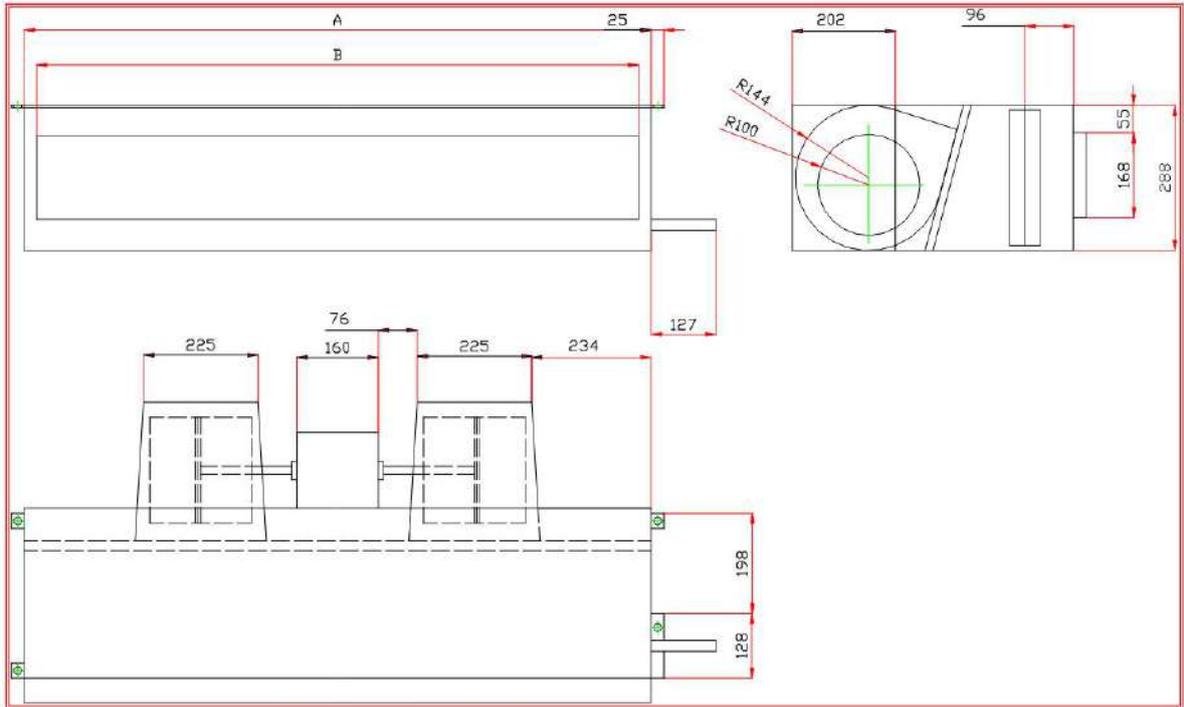
جدول 1-5 مواصفات وحدة التكييف الخارجية

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

## Ceiling Fan Coil Unit

## 3-2-5 وحدة مروحة ملف سقفية

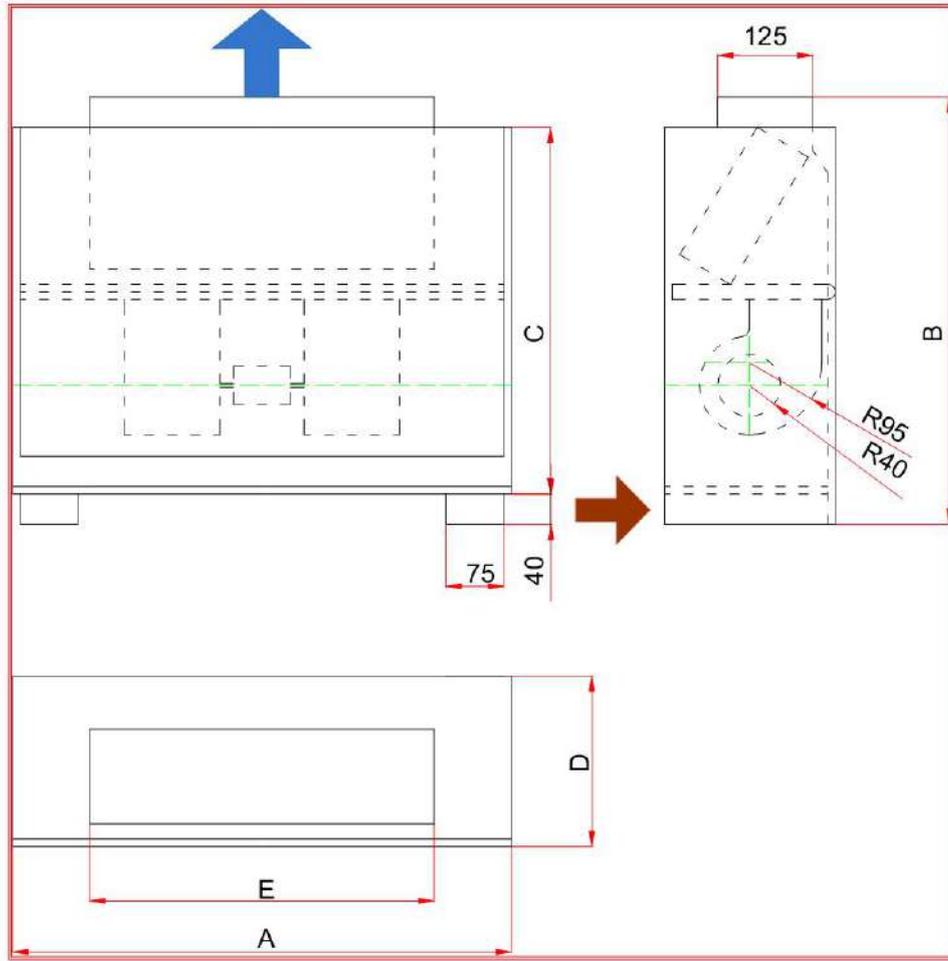
وحدة المروحة والملف كما مرّ، تتكون من مروحة طرد مركزي وملف لمرور الماء المثلج أو الماء الساخن أو البخار، وتتكون من عدة أنواع، منها ما يثبت في السقف، ومنها ما توضع على الأرض، ويبيّن الشكل رقم (3-5) وحدة مروحة وملف سقفية، في حين يبيّن الجدول رقم (2-5) مواصفات وحدة المروحة والملف، ويبيّن الشكل رقم (4-5)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



شكل 3-5 المساقط الثلاثة لوحدة مروحة وملف سقفية

جدول 2-5 مواصفات وحدة المروحة والملف

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



شكل 4-5 المساقط الثلاثة لوحدة مروحة وملف أرضية

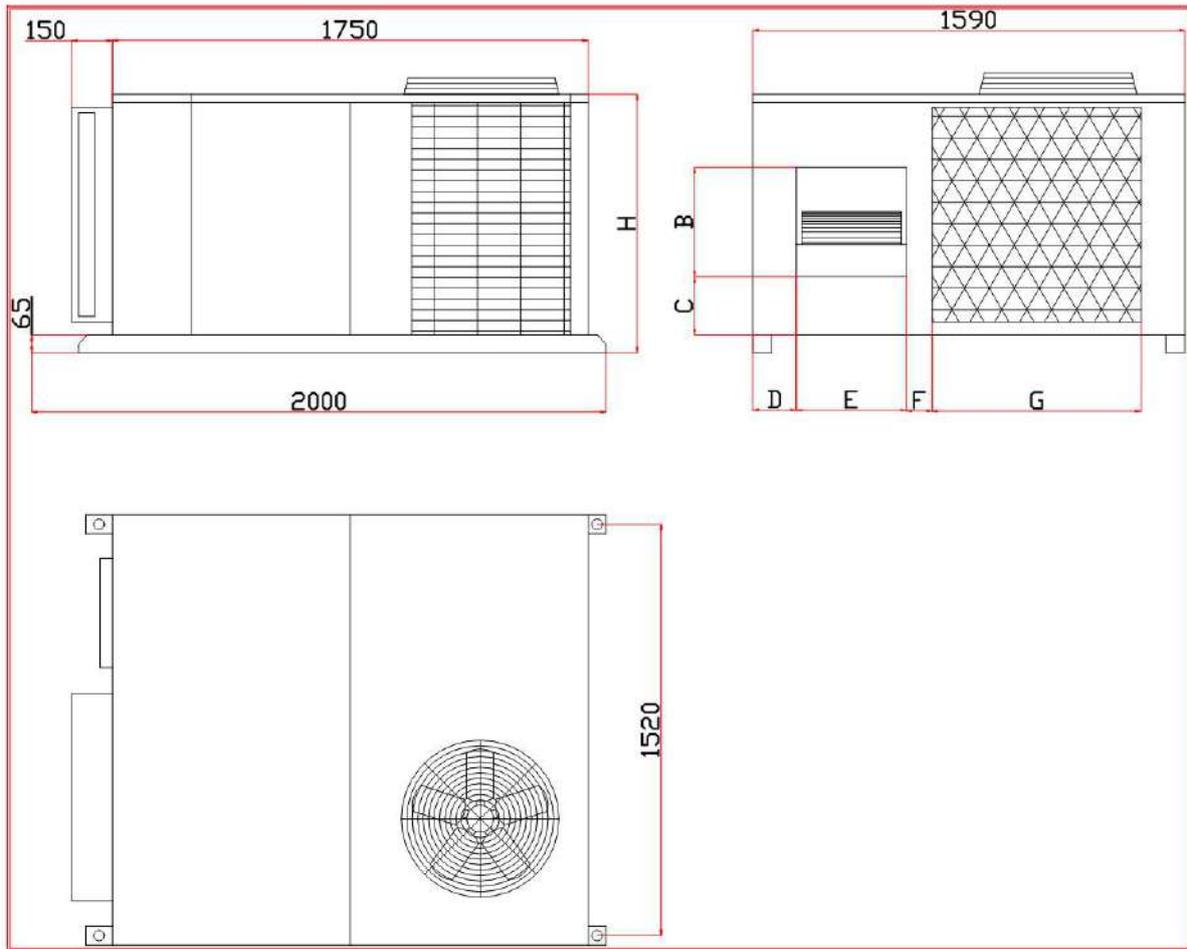
جدول 3-5 مواصفات وحدة المروحة والملف الأرضية

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

## Package Air-Conditioning Unit

## 4-2-5 وحدة تكييف مجمعة

تسمى وحدة التكييف بالوحدة المجهزة 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 رقم (5-5) المساقط الثلاثة لوحدة التكييف المجهزة، في حين يبيّن الجدول رقم (4-5) مواصفات وحدة التكييف المجهزة.



شكل 5-5 المساقط الثلاثة لوحدة تكييف مجمعة

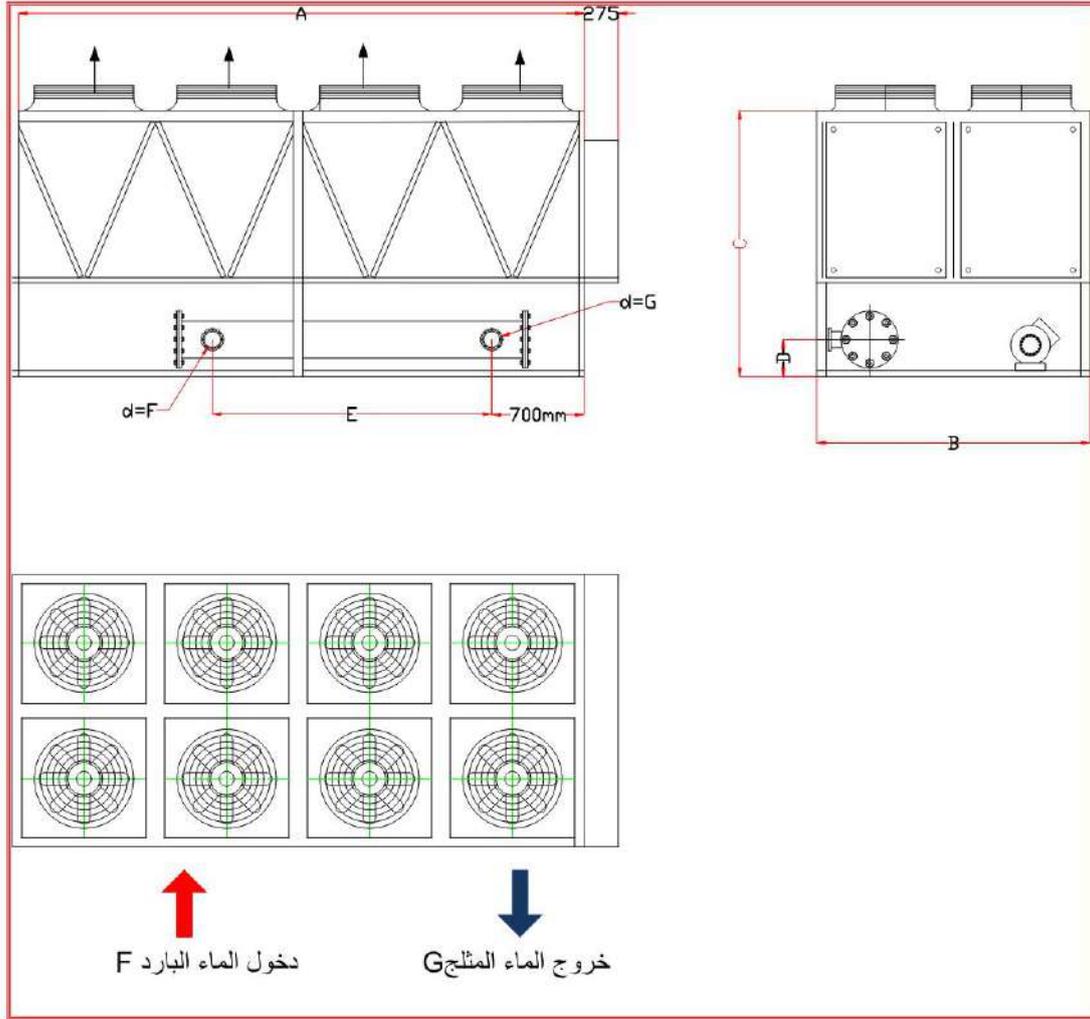
جدول 4-5 مواصفات وحدة التكييف المجهزة

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

## Air-Cooled Chilled Water

## 5-2-5 مـثلج ماء مبرد بالهواء

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



شكل 5-6 مـثلج ماء مبرد بالهواء

جدول 5-5 جدول مواصفات مـثلج 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

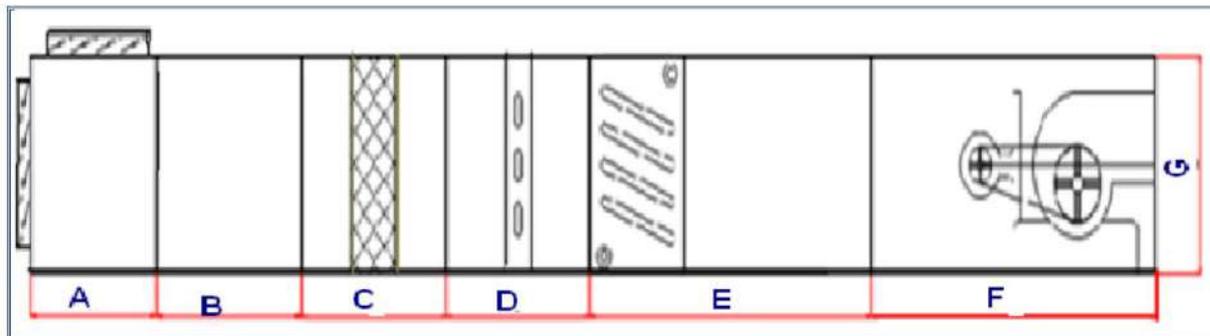
## 6-2-5 وحدة مناولة الهواء

## 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 مهماً في ترتيب الأجزاء أعلاه، ويبيّن الشكل رقم (5-7) أنموذج لوحدة مناولة الهواء في حين يبيّن الجدول رقم (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 رقم (5-8) أسلوب ربط وحدات مناولات الهواء بعضها مع بعض. الشكل رقم (5-9) يبيّن طريقة نصب وحدة مناولة الهواء على السطح.

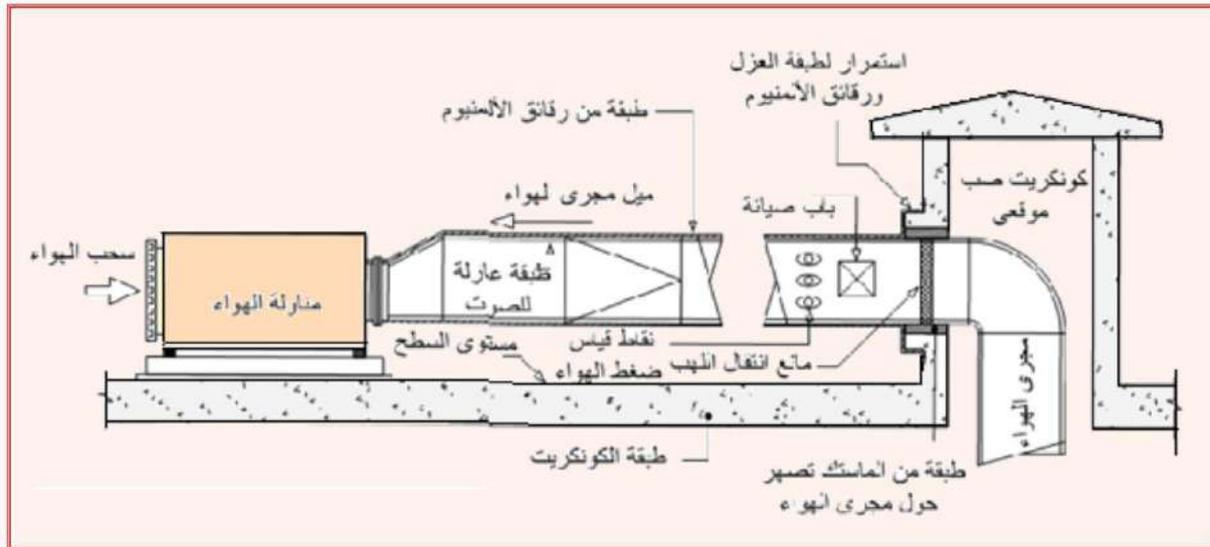
جدول 5-6 مواصفات وحدة مناولة الهواء

مخرج	مدخل		العرض	G	F	E	D		C		B		A		طراز	
	عرض	ارتفاع					عرض	ارتفاع	بخار 4 صف	ماء ساخن 2-1 صف	مرشح ملان	مرشح عمودي	سمك 24 أنج	سمك 12 أنج		مح مرشح
171	102	914	229	965	279	635	622	394	324	616	324	622	324	622	279	15
171	185	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





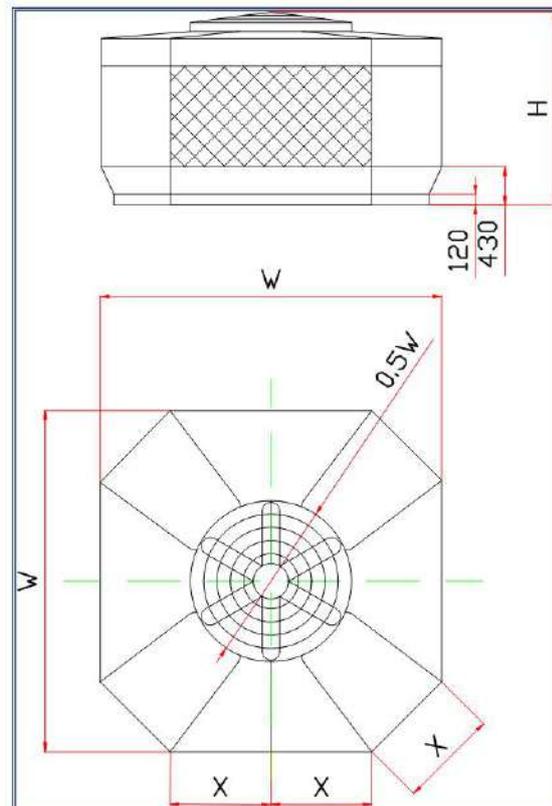
شكل 9-5 طريقة نصب وحدة مناولة الهواء على السطح

## Cooling Towers

## 7-2-5 أبراج التبريد

تستعمل أبراج التبريد لتبريد الماء الخارج من المكثف لإعادة استعماله مرة ثانية في تبريد المكثف، ويبين الشكل رقم (10-5) 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 10-5 المسقطين الأمامي والأفقي لبرج تبريد.

### تمارين الفصل الخامس

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

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

التمرين الثاني: ارسم المسقط الجانبي لوحدة مروحة وملف من الحجم 12 المبين في الجدول (2-5).

التمرين الثالث: ارسم المساقط الثلاثة لوحدة تكييف مجمعة طراز 90 المبينة في الجدول (4-5).

التمرين الرابع: ارسم المسقط الأمامي لمثلج ماء مبرد بالهواء طراز C100 المبين في الجدول (5-5).

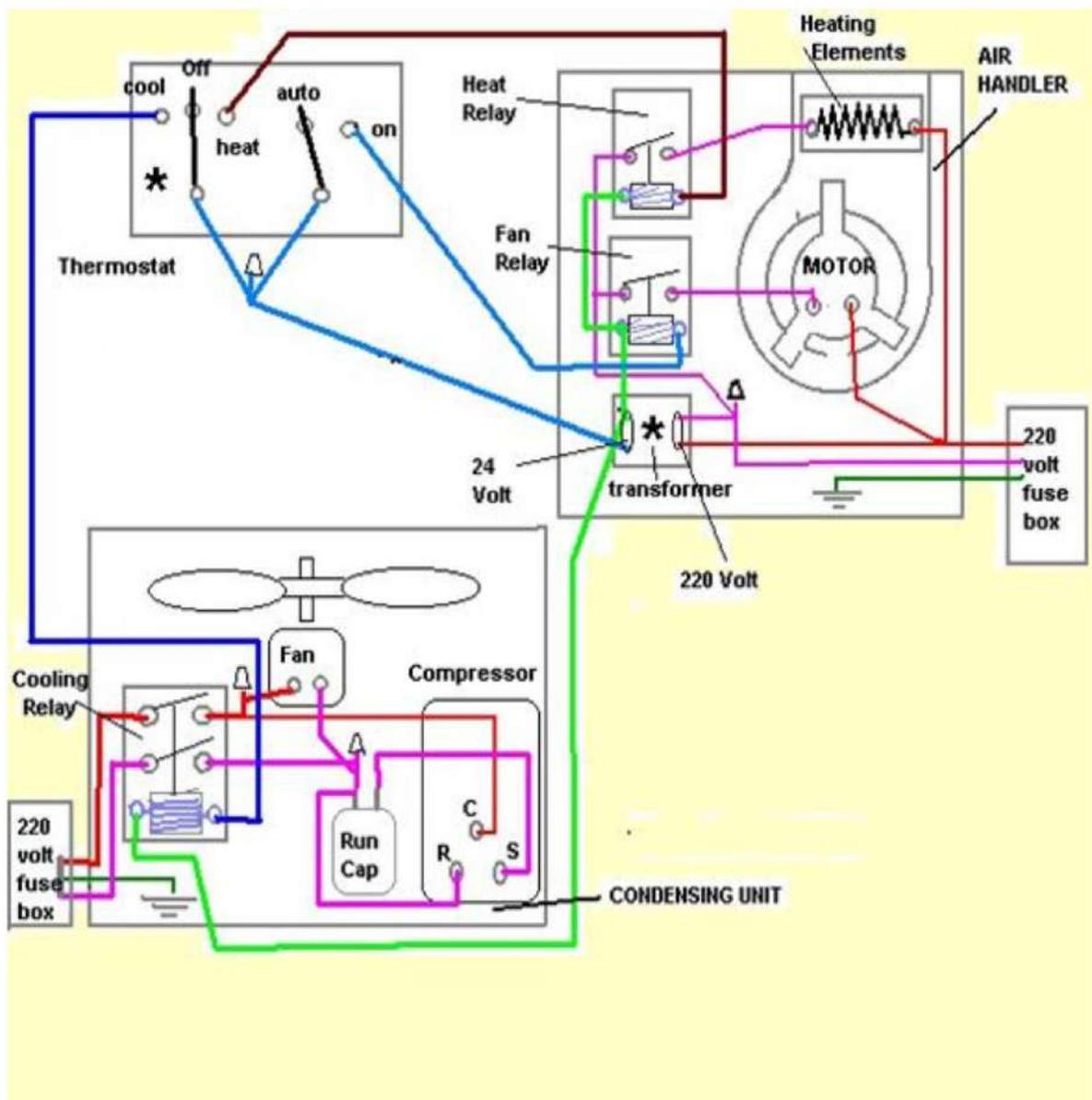
التمرين الخامس: ارسم المسقط الأمامي لوحدة مناولة الهواء طراز 25 المبينة في الجدول (6-5).

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

# الفصل السادس

## رسم الدوائر الكهربائية

### Electrical Circuits Drawing



## رسم الدوائر الكهربائية Electrical Circuits Drawing

### Introduction

### 1-6 المقدمة

لا تقتصر الدوائر الكهربائية لأنظمة التكيف والتثليج على العناصر الميكانيكية والعناصر الكهربائية التي ذكرت في كتاب الرسم للمرحلة الثانية فحسب، وإنما تحتوي على عددٍ من العناصر الكهربائية الأخرى وعناصر السيطرة، وتتكون أنظمة التكيف 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 تكيف الهواء والتثليج

### Electrical Components Terms

يبين الجدول رقم (1-6) 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 1-6 بعض المصطلحات المعتمدة في رسم الدوائر الكهربائية

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

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

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

### Electrical Symbols

### 3-6 الرموز المعتمدة في دوائر التكيف والتثليج

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

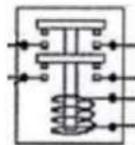
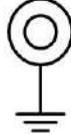
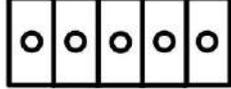
جدول 2-6 بعض الرموز المعتمدة في الدوائر الكهربائية لمنظومات تكيف الهواء والتثليج

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

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

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

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

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

#### 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 تناسب 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 رقم (1-6) الدائرة الكهربائية لمفرغة هواء بسيطة.

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

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

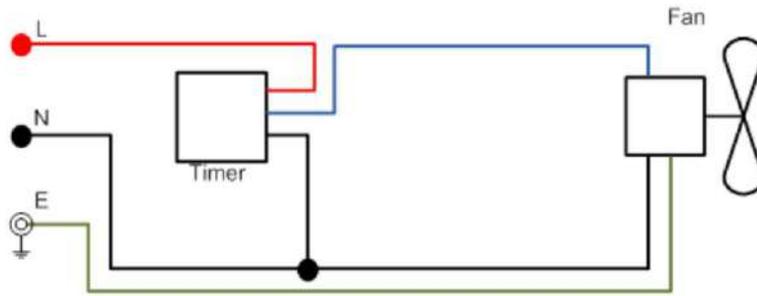
شكل رقم (4-6) الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة تدفئة وتبريد (للاطلاع).

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

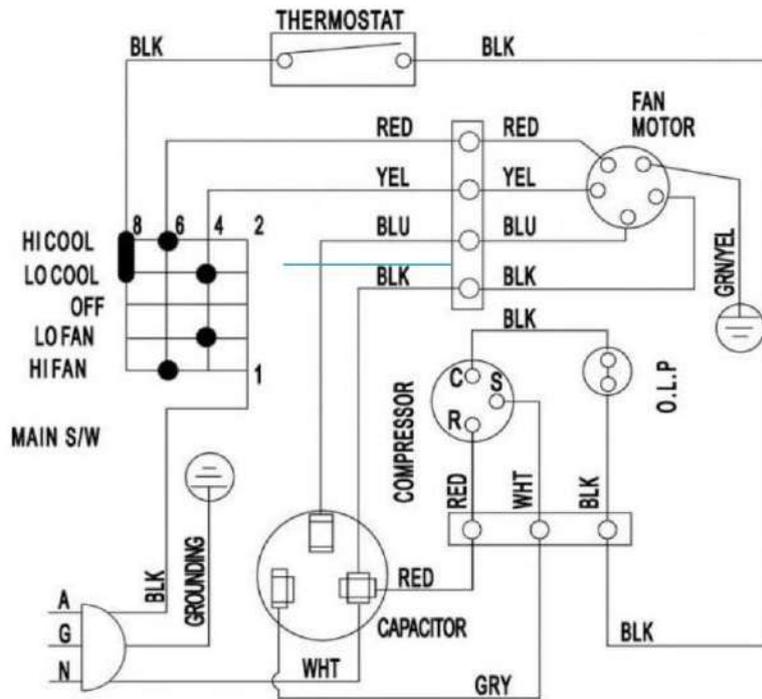
شكل رقم (6-6) الدائرة الكهربائية لمكيف هواء منفصل تدفئة وتبريد باستخدام صمام عاكس، الشكل يبين كيفية ربط الوحدة الداخلية بالوحدة الخارجية.

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

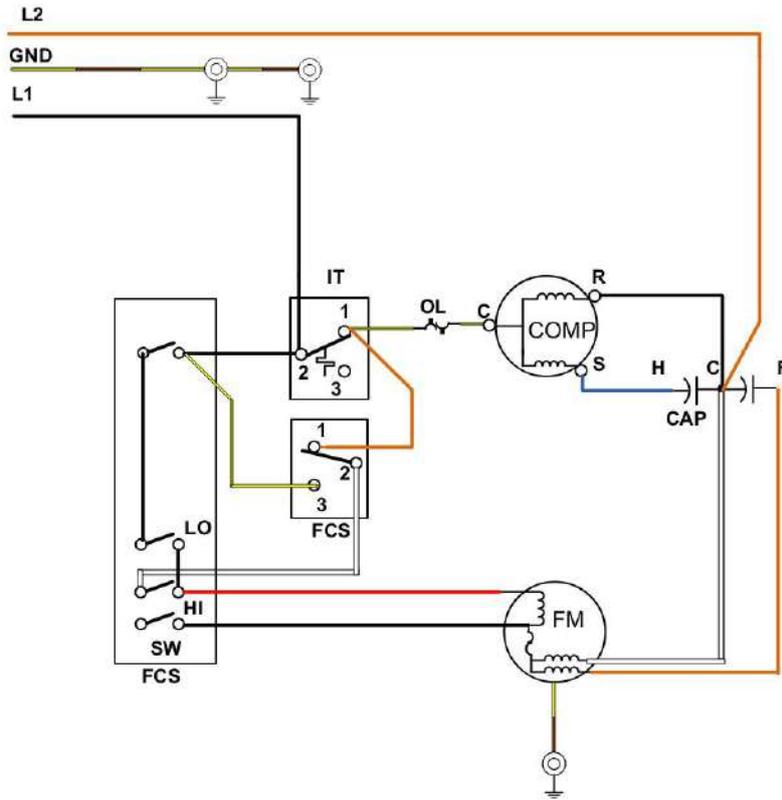
شكل رقم (8-6) الدائرة الكهربائية لتشغيل محرك مضخة سائل عن طريق مفتاحي مستوى السائل.



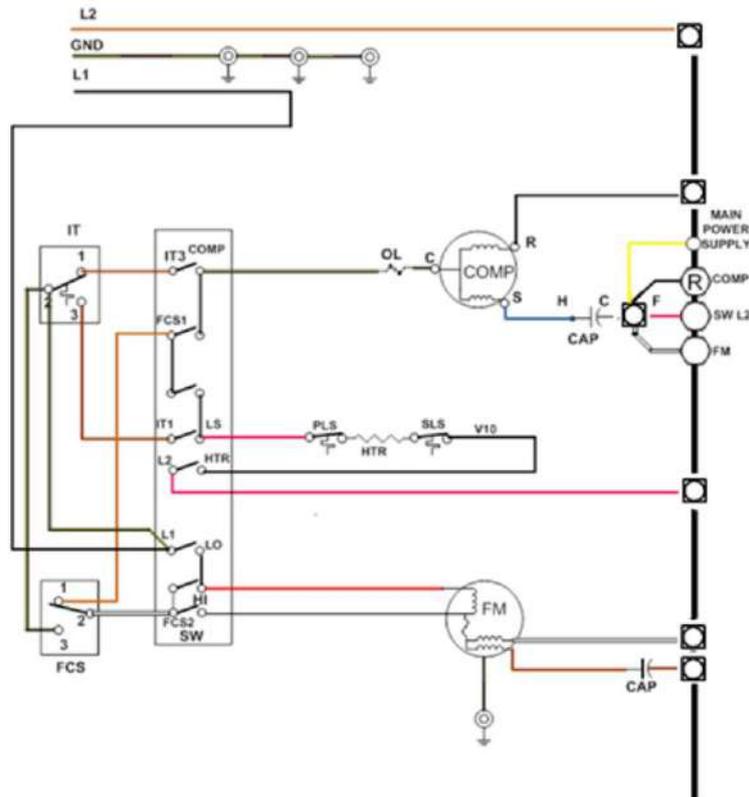
شكل 1-6 الدائرة الكهربائية لمفرغة هواء



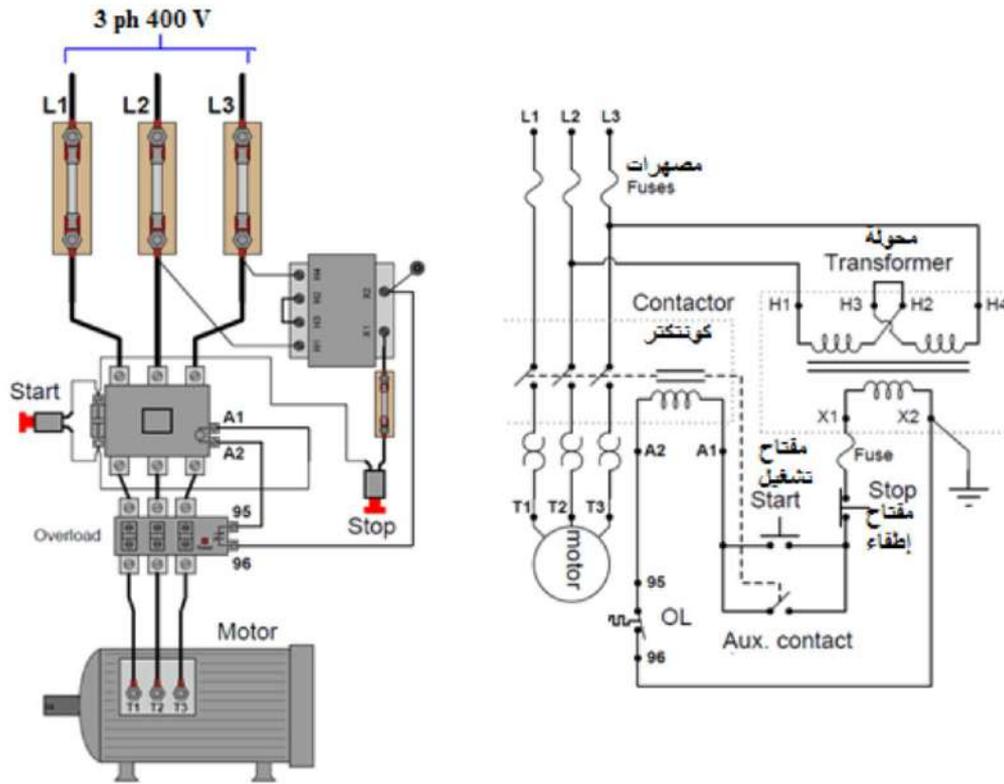
شكل 2-6 الدائرة الكهربائية لمكيف هواء جداري تبريد فقط



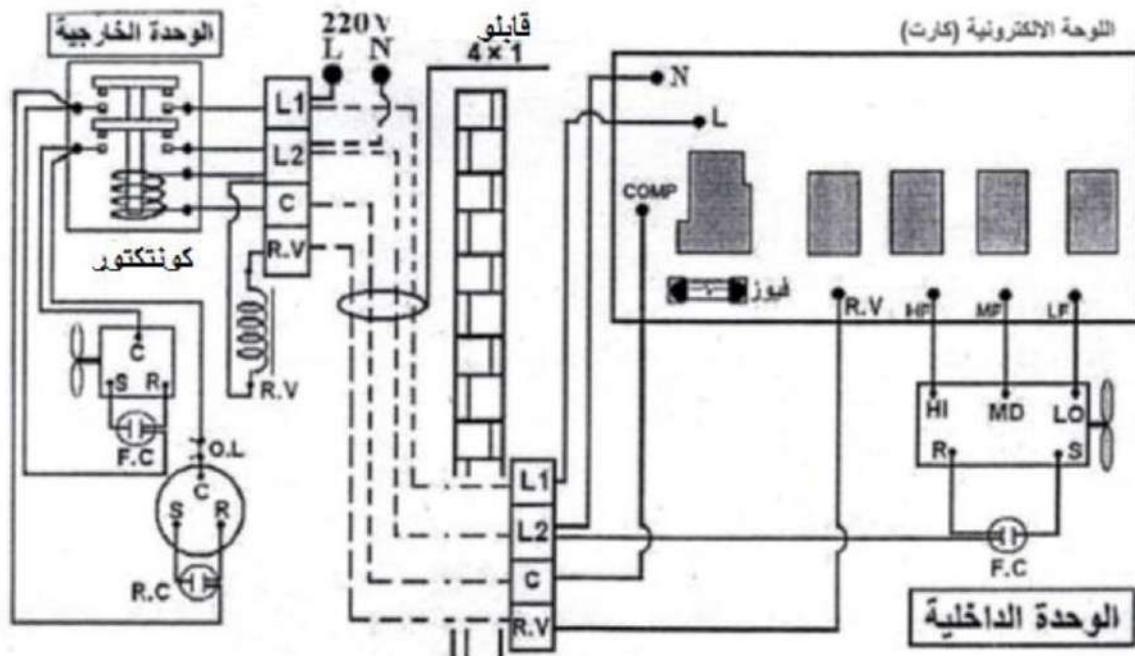
شكل 3-6 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة تبريد فقط



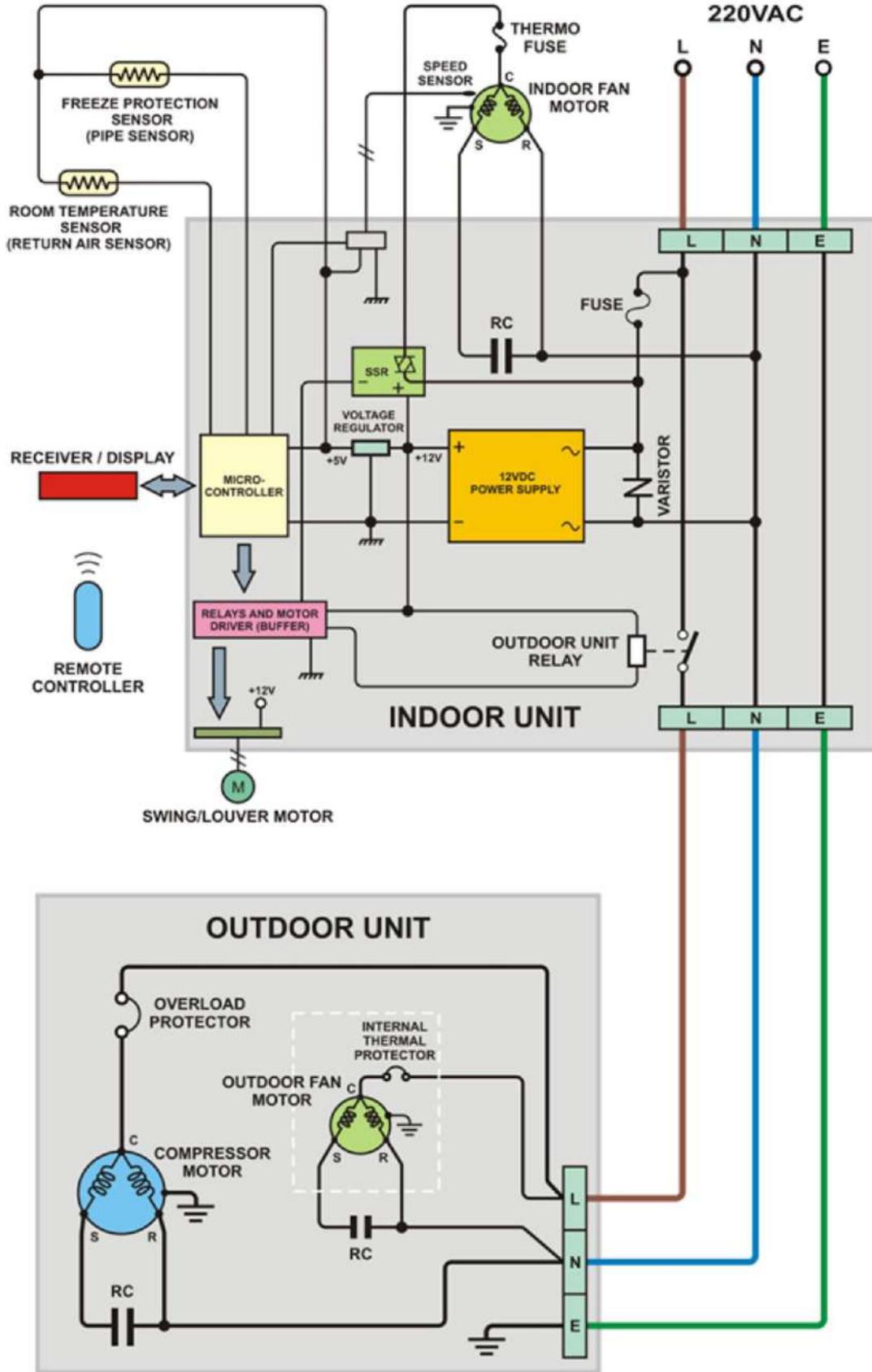
شكل 4-6 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة تدفئة وتبريد (للاطلاع)



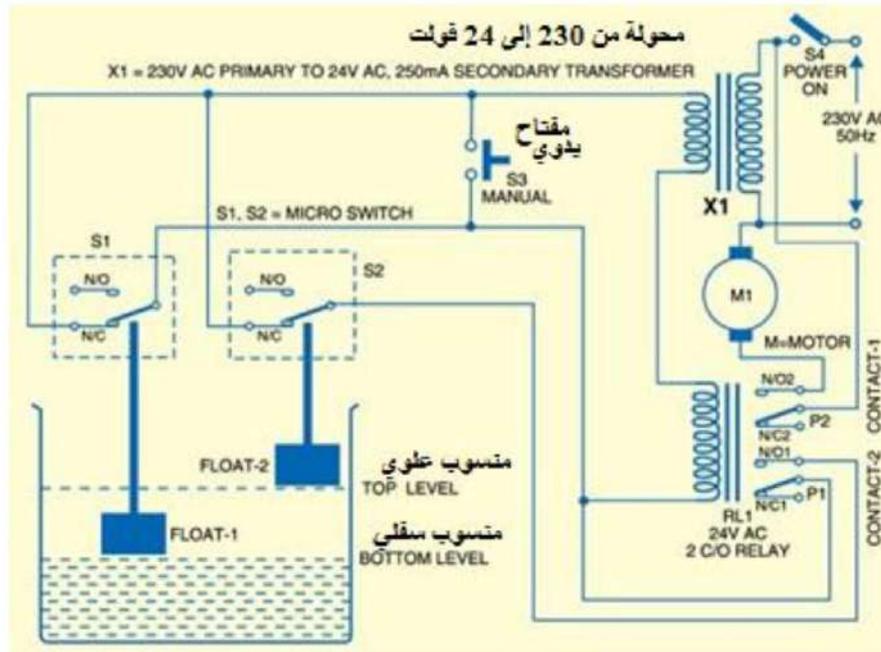
شكل 5-6 مخطط الدائرة الكهربائية تشغيل محرك كهربائي عن طريق مفتاحين تشغيل وإطفاء يديين ومفتاح مغناطيسي



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



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



شكل 6-8 الدائرة الكهربائية لتشغيل محرك مضخة سائل عن طريق مفاتيح 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 والميئة بالشكل رقم (6-1) بالرموز.

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

التمرين الرابع: اكتب معنى المصطلحات الآتية:

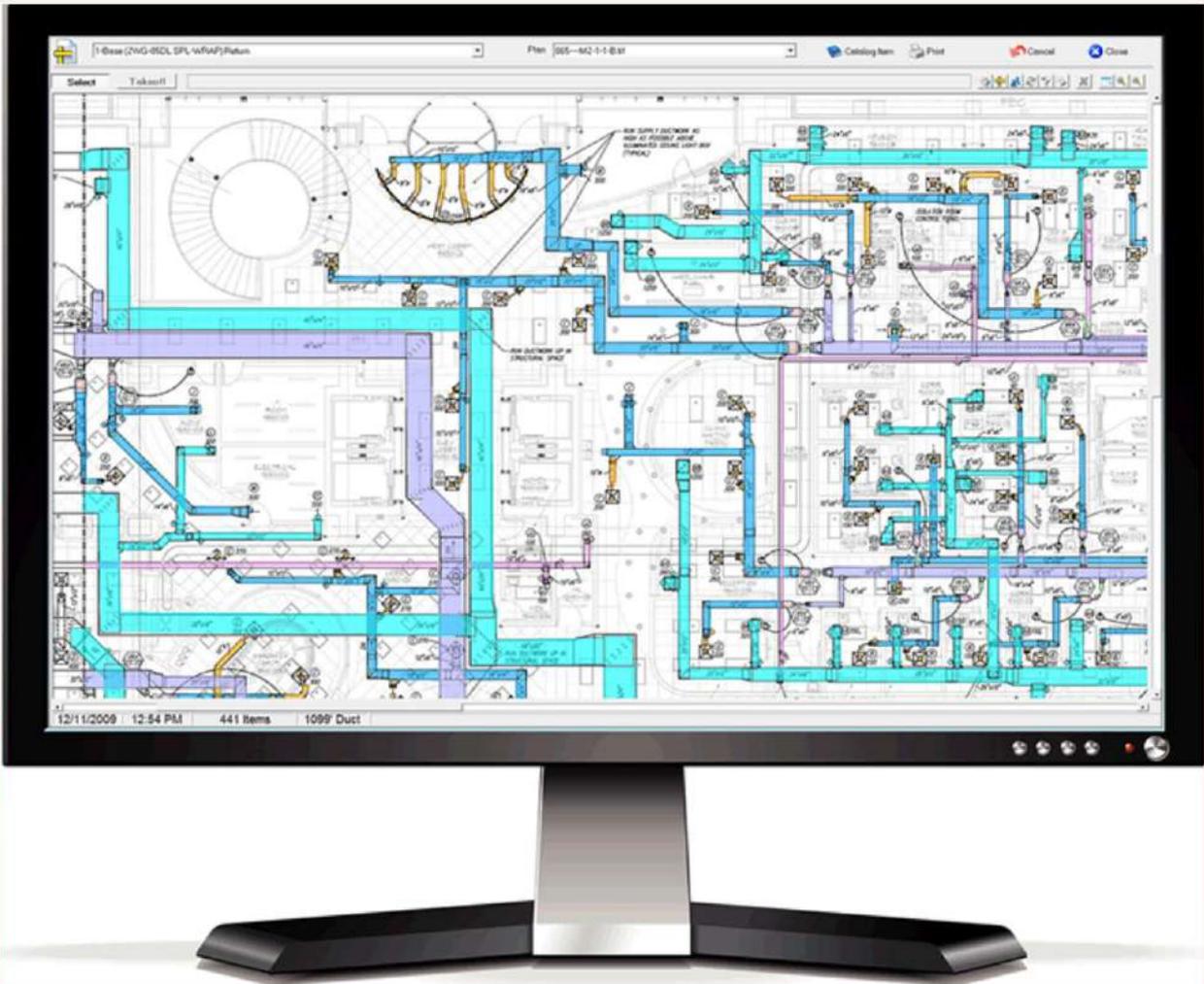
BRN	NEC	FM	CAP
GRN	OFT	FR	COMP
GRY	OL	GND	CON
ORN	NO	HTR	CR
RED	NC	IFT	FCS
WHT	BLK	IT	FGT



# الفصل السابع

## الرسم بمساعدة الحاسوب

# Auto Cad



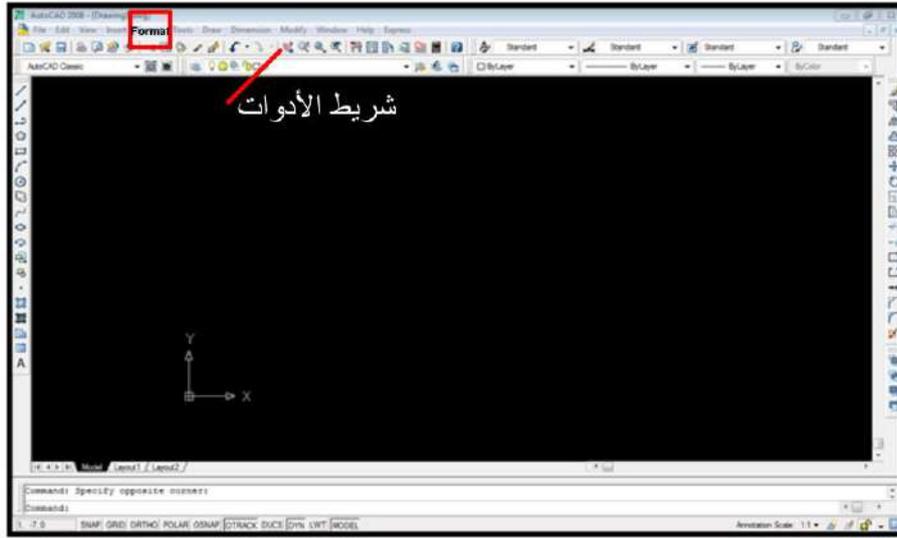
## الرسم بمساعدة الحاسوب Auto Cad

### Introduction

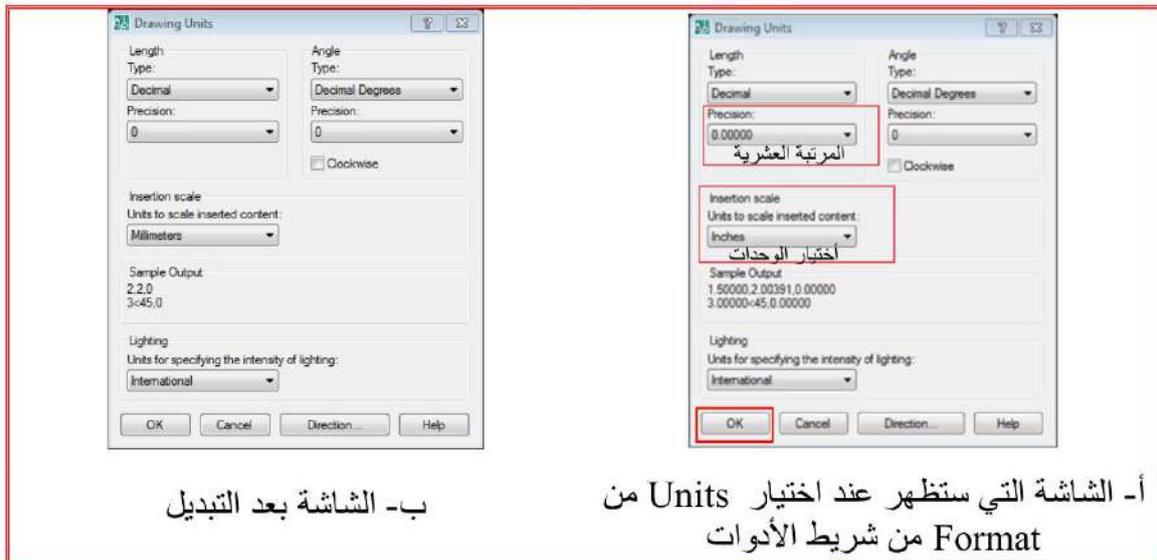
### 1-7 مقدمة

عند المباشرة في الرسم يجب اتباع الخطوات الآتية:

1. افتح برنامج الأوتوكاد وستظهر لك شاشة البرنامج، كما مبين في الشكل رقم (1-7).
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 رقم (2-7)، ويتم تبديل الوحدات من حقل اختيار الوحدات، إذ سنختار وحدات المليمتر (Millimeters) ونختار الرقم 0 في حقل المرتبة العشرية، ثم اضغط OK.



شكل 1-7 شاشة الأوتوكاد موضح بها شريط الأدوات



ب- الشاشة بعد التبديل

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

شكل 2-7 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 (297×420) mm. 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:

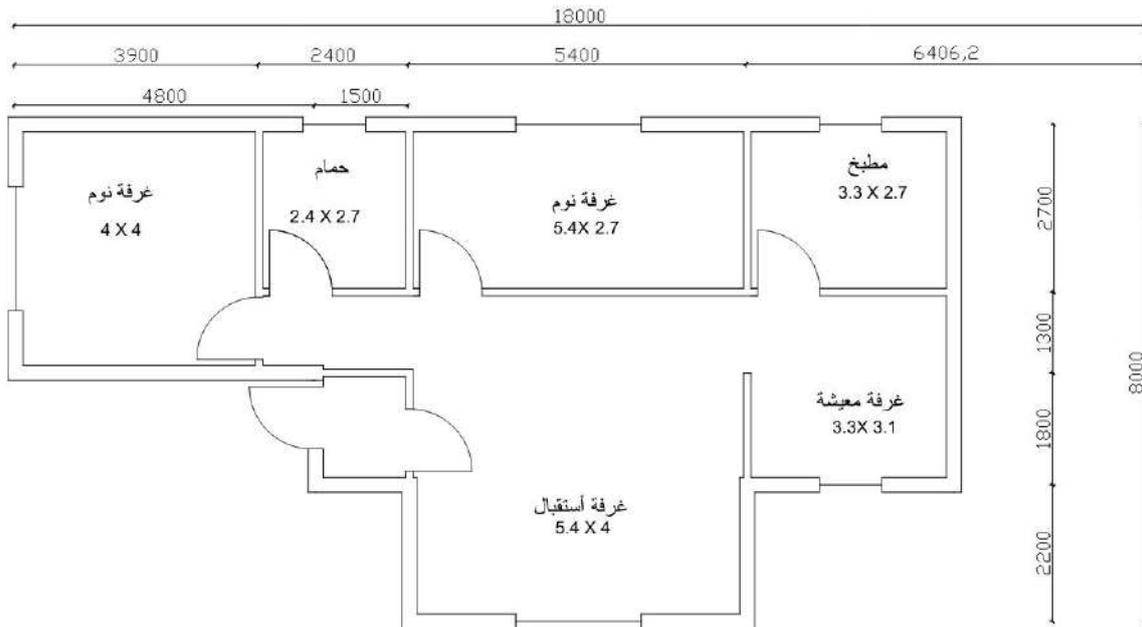
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: **0,0**

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

4. عندها ستكون لوحة الرسم جاهزة للرسم.

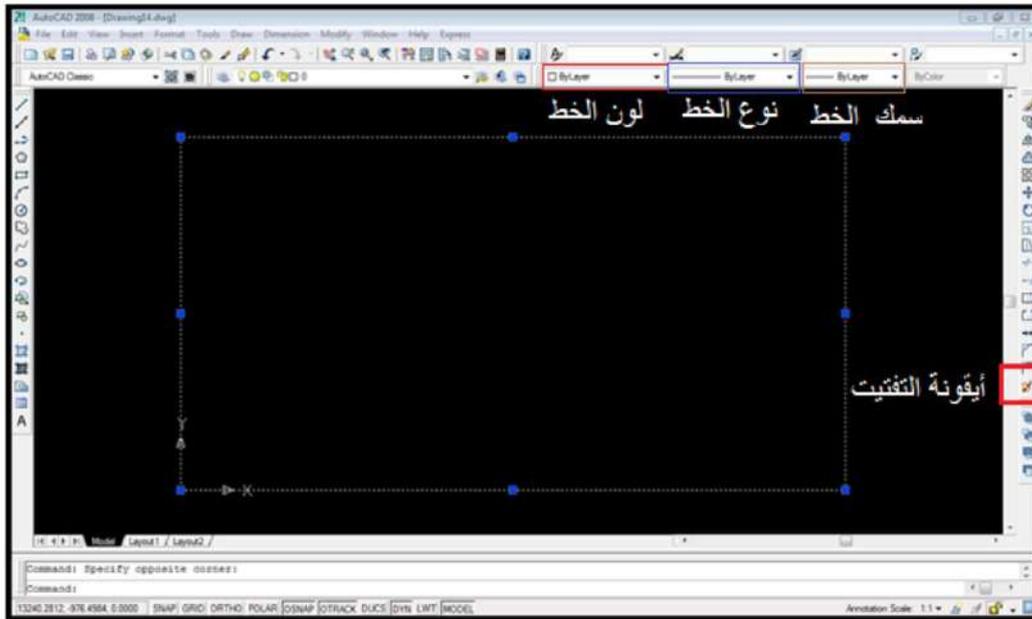
## 2-7 رسم مخطط بنائية بسيطة بواسطة برنامج الأوتوكاد

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



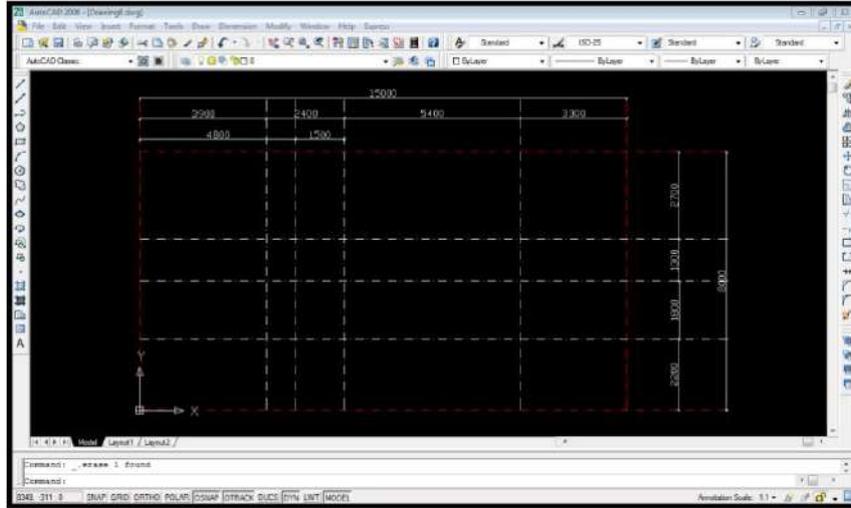
شكل 3-7 مخطط أفقي لدار من المفروض رسمه بواسطة برنامج الأوتوكاد

- بحسب الشكل رقم (3-7) 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 مبين في الشكل رقم (4-7 أ).



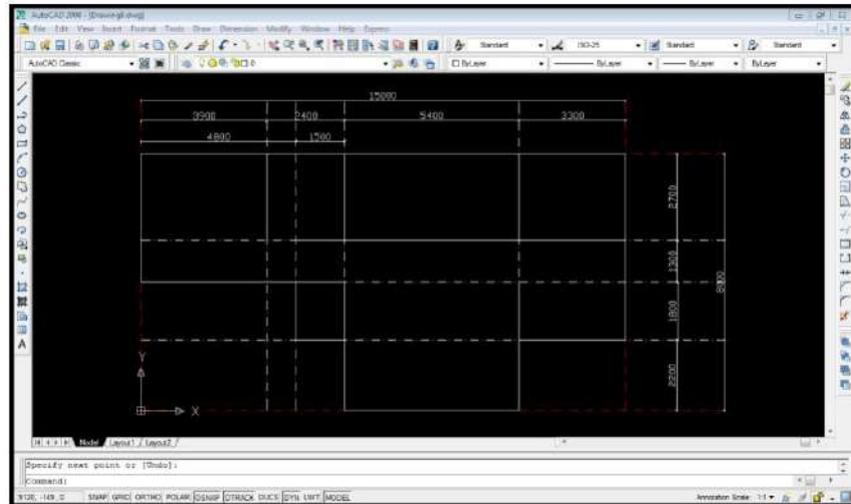
شكل 4-7 أ رسم مستطيل بأبعاد (8000 × 15000) mm ومن ثم تفتيت المستطيل

- بعد ذلك نستعمل أيقونة الإزاحة ، ومنها نحدد المسافات الأفقية والعمودية المبينة في الشكل رقم (3-7) 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 مبين في الشكل رقم (4-7 ب). بعد ذلك نؤشر على جميع الخطوط كي نبدل نوع الخط وذلك عن طريق اختيار نوع الخط كما مبين في الشكل رقم (4-7 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 مبين في الشكل رقم (4-7 أ)، عندها نحصل على الشكل المبين في الشكل رقم (4-7 ب).

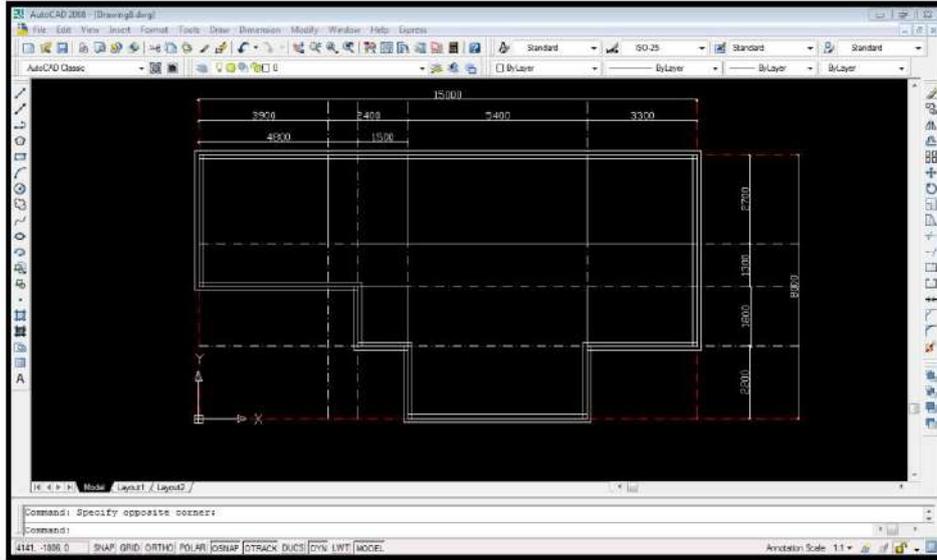


شكل 4-7 ب تحديد خطوط تقاطعات الغرف ووضع الأبعاد

- بعد الانتهاء من تحديد الشكل العام للدار، نبدأ بتحديد محيط الدار والخطوط الرئيسية 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 ونقر الزر الأيسر للفأرة، حتى نكمل رسم جميع الخطوط المحيطة والرئيسة في الدار، كما مبيّن في الشكل رقم (4-7 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، يتكوّن مستقيم آخر أسفل الخط الرئيس، وهكذا حتى نرسم جميع الجدران الخارجية، كما بالشكل (4-7 ث).

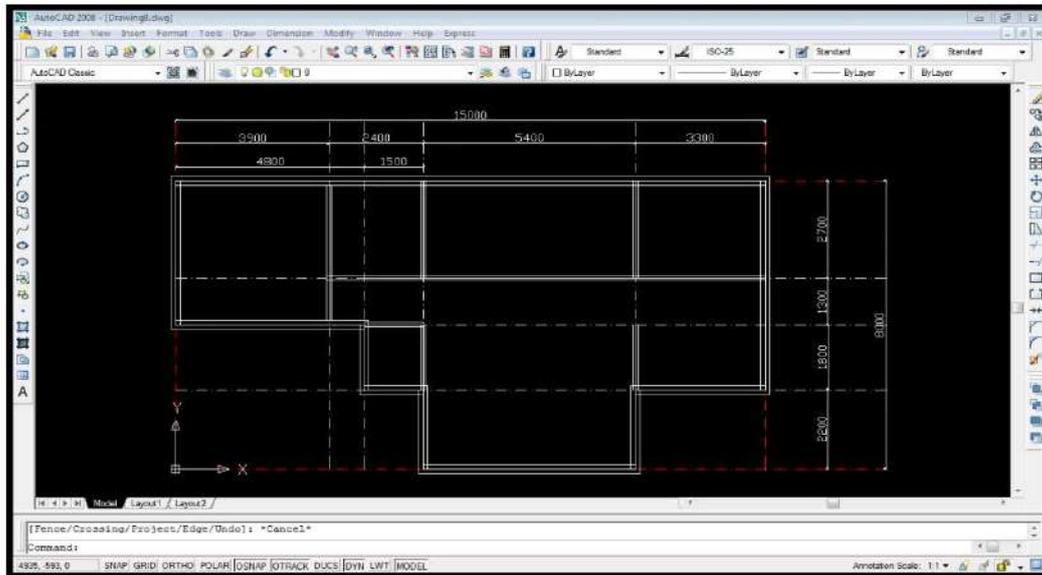


شكل 4-7 ت رسم الخطوط المحيطة والرئيسة للدار باستخدام الفأرة.



شكل 4-7 ث رسم الجدران الخارجية بواسطة أيقونة الإزاحة

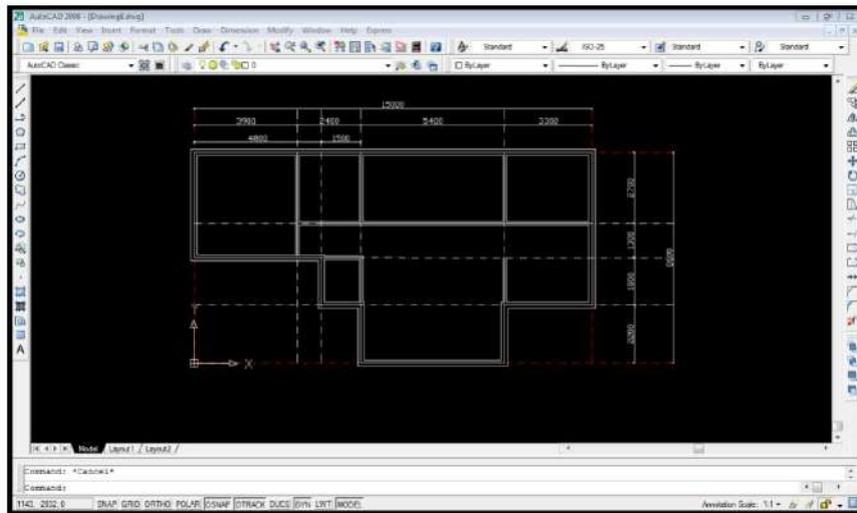
- نعيد عملية رسم الجدران الخارجية كي ترسم الجدران الداخلية التي تكون عادة بسمك 120 mm، إذ نبدأ بضغط الأيقونة  ونحدد البعد بمقدار نصف سمك الجدران الداخلية التي تساوي 60 mm، ونعيد العملية السابقة، عندها نحدد الجدران الداخلية كما في الشكل رقم (4-7 ج).



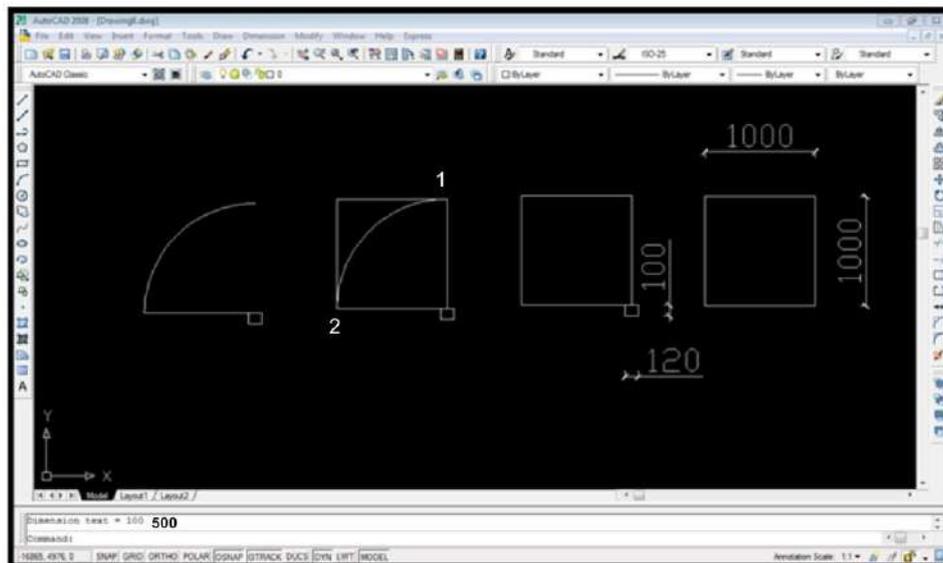
شكل 4-7 ج رسم الجدران الداخلية للدار بواسطة الأيقونة

- بعد ذلك نستعمل أيقونة القطع  للتخلص من تقاطعات الخطوط كما في الشكل (4-7 ح).
- في هذه المرحلة نرسم الأبواب الخاصة بالدار، ويبيّن الشكل رقم (4-7 خ) كيفية رسم الباب، ويمكن أن نعلم 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 نوشر بالفأرة على النقطة 1 في الشكل رقم (4-7)، ثم نضغط الزر الأيسر ثم نوشر على النقطة 2، ونضغط زر الفأرة الأيسر وأخيراً ندخل نصف قطر القوس وهو نصف عرض الباب التي تساوي 500 mm، كما مبيّن في الشكل رقم (4-7 خ).



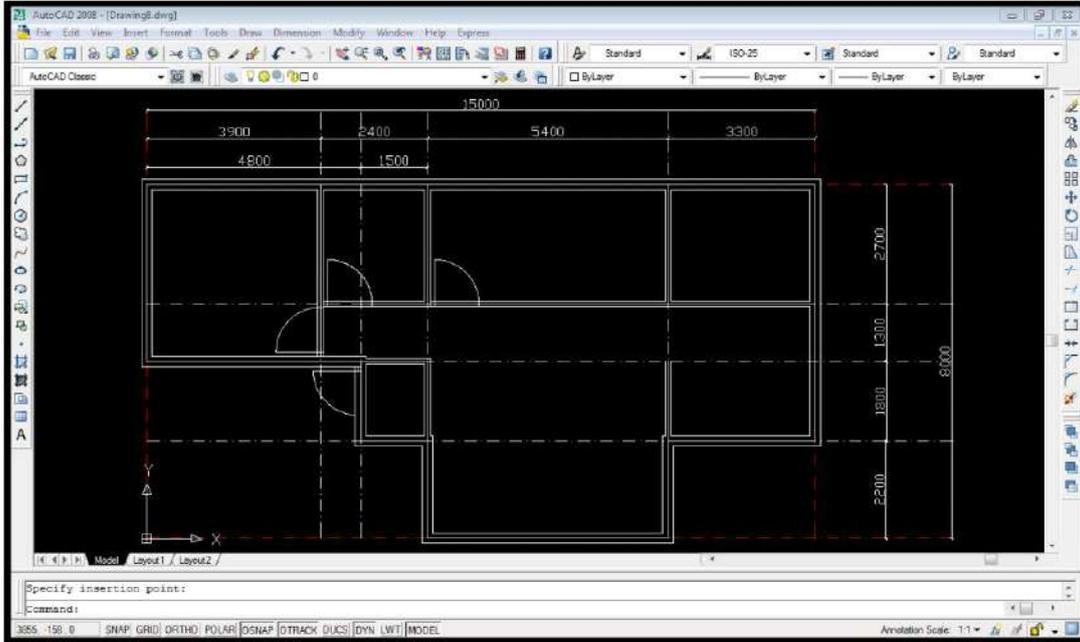
شكل 4-7 ح التخلص من الخطوط الزائدة والتقاطعات بواسطة أيقونة القطع



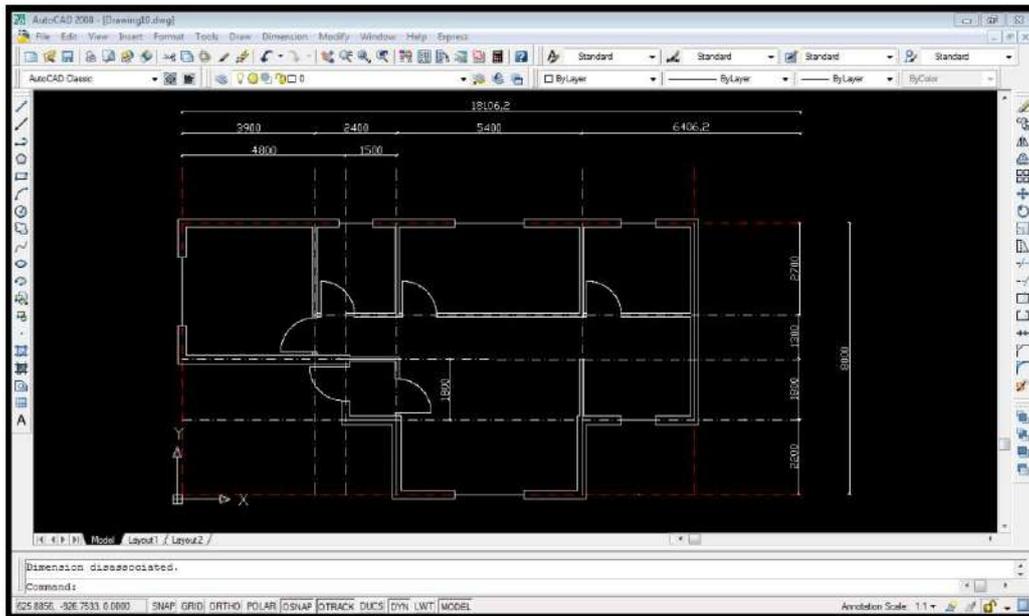
شكل 4-7 خ طريقة رسم باب الدار

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

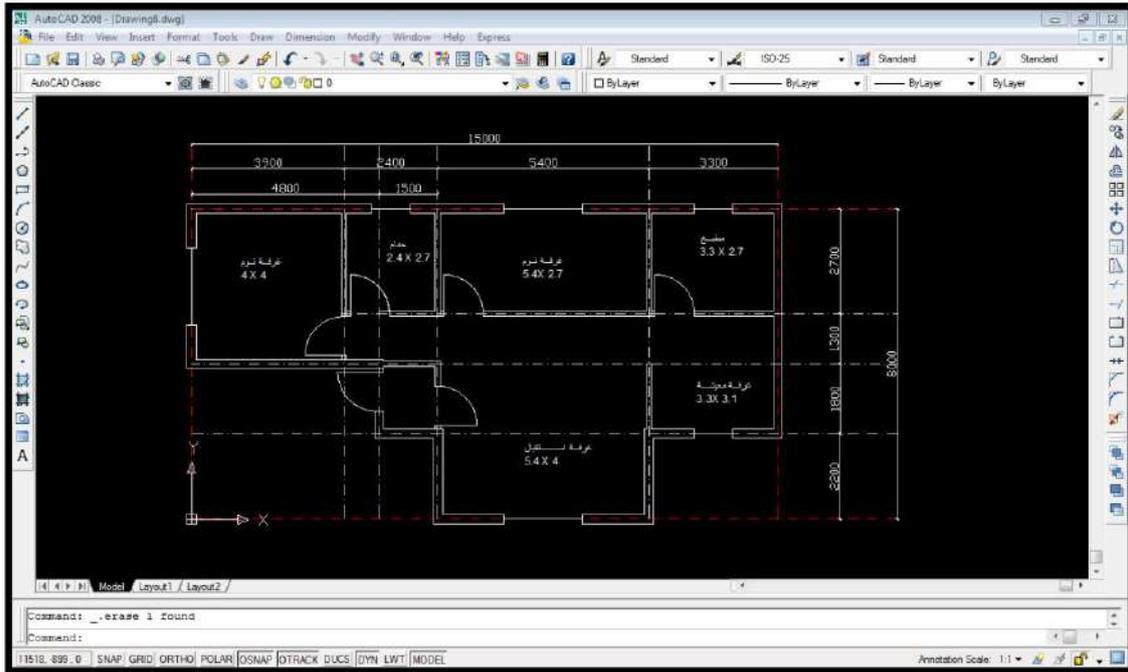
- بعد ذلك نقوم بتسقيط الشبائيك على البناية، وبقطع الخطوط الزائدة من الأبواب والشبائيك بواسطة أيقونة القطع، كما مبين في الشكل رقم (4-7 د).
- بعد الانتهاء من إسقاط الأبواب والشبائيك نبدأ بوضع تسميات الفضاءات وأبعادها وأخيراً اقتطاع المستقيمات المساعدة إما عن طريق حذف المستقيم بواسطة التأشير على المستقيم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



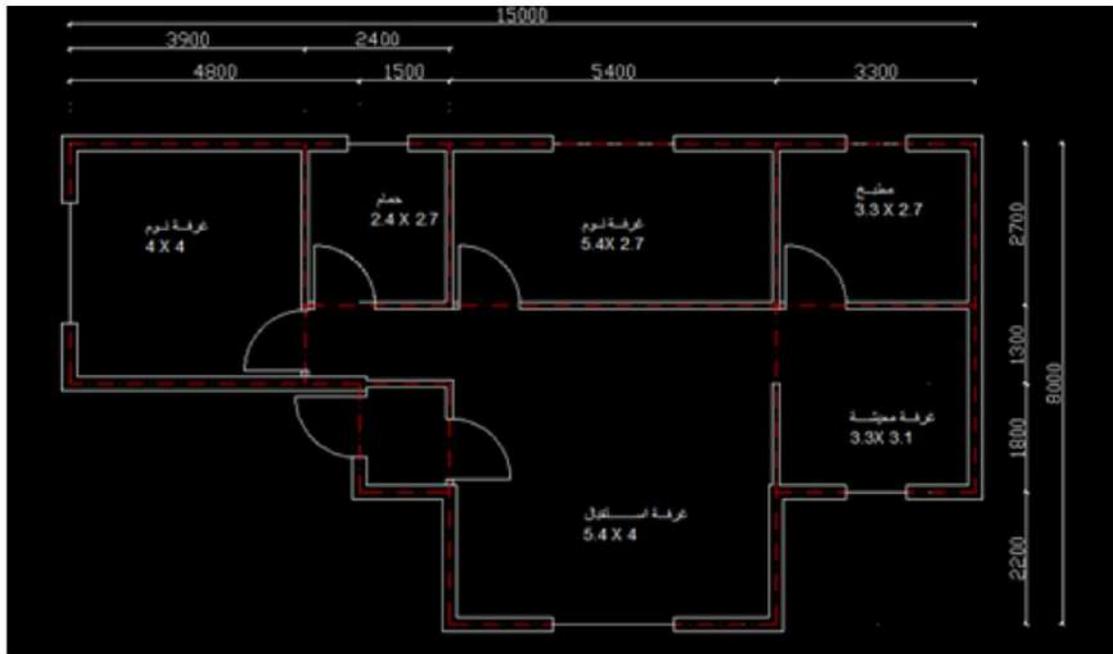
شكل 4-7 د تسقيط الأبواب على مخطط البناية



شكل 4-7 ذ تسقيط الشبائيك وحذف الخطوط الزائدة.



شكل 4-7 ز وضع تسميات الفضاءات وابعادها



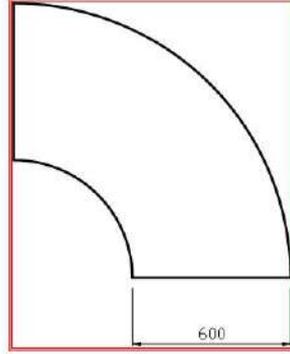
شكل 4-7 ز الشكل النهائي لمسقط الدار

## 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 رقم (5-7) نتبع الخطوات الآتية:



الشكل 5-7 انحناء قائم لمجرى هواء مستطيل المقطع

- نحدد أبعاد المربع المساعد لرسم الانحناء بواسطة المعادلات المذكورة في الفصل الثاني وكالاتي:  
طول ضلع المربع الخارجي يساوي L يحسب من المعادلة (1-7) وكما يأتي:

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

إذ إن:

L طول ضلع المربع المساعد، وكذلك نصف قطر القوس الخارجي (الكبير) للانحناء mm

W عرض مجرى الهواء الذي يتم عليه الانحناء mm

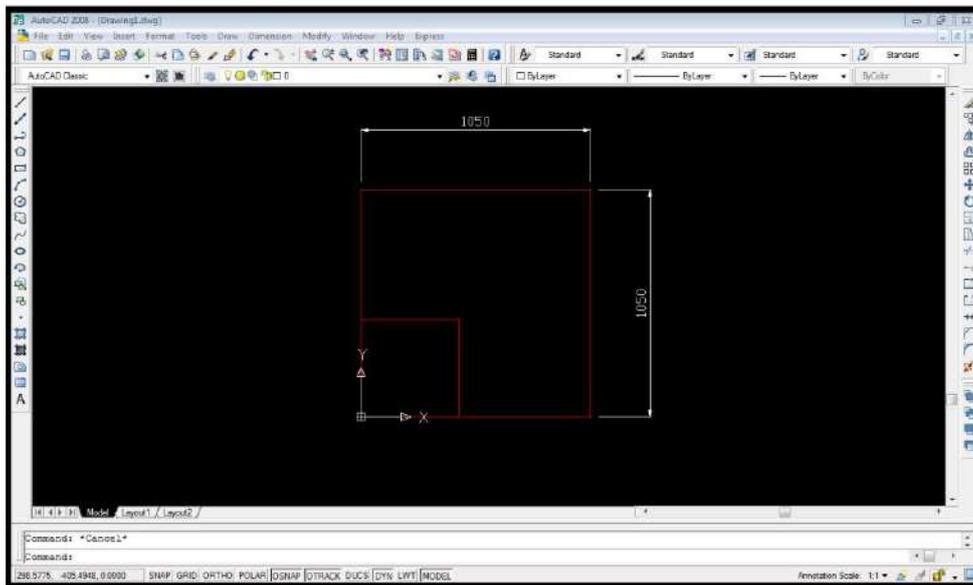
$$L = 600 + \frac{3}{4}600 = 1050 = R_1$$

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

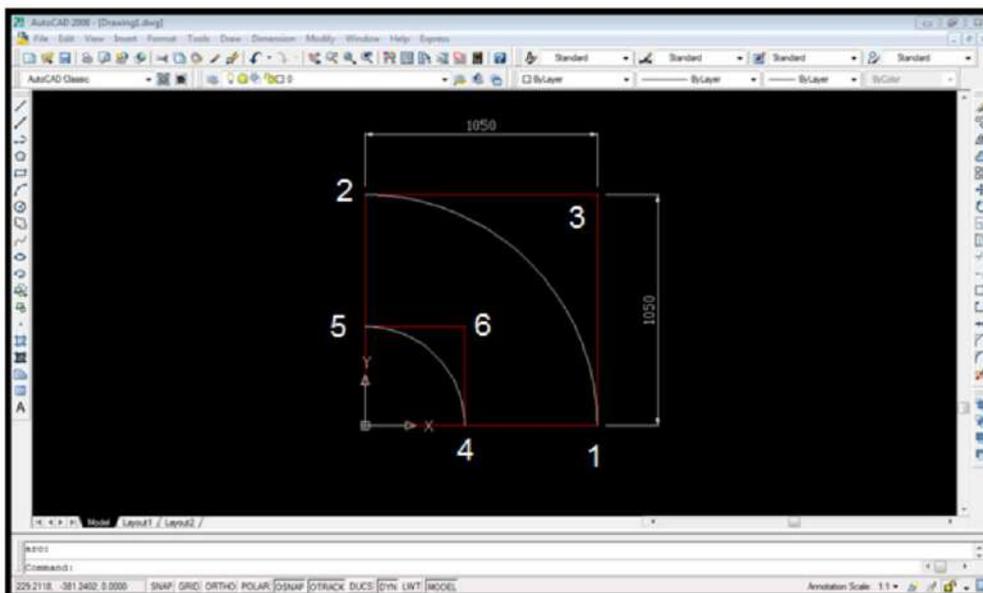
$$R_2 = \frac{3}{4}W \quad \dots\dots\dots (7-2)$$

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

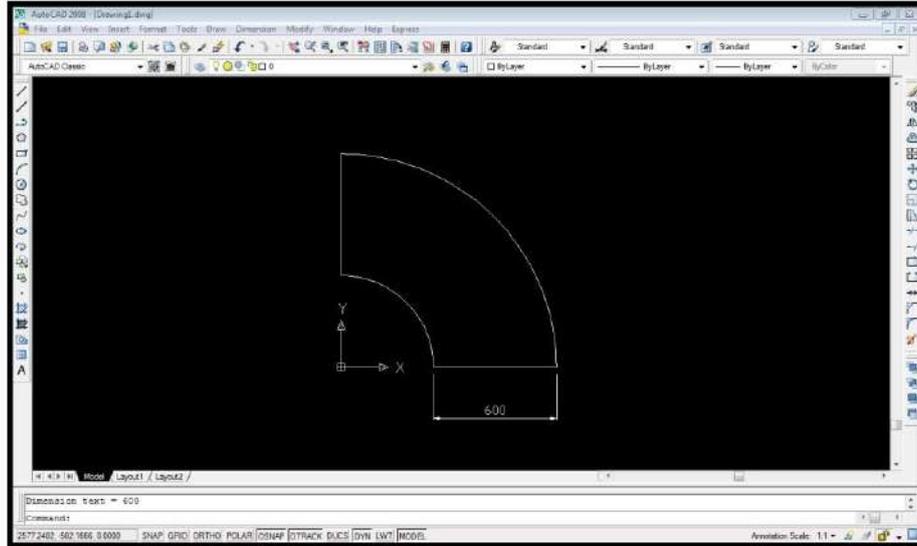
نبدأ برسم الأقواس التي تمثل الانحناء، ونختار رسم القوس من Draw من شريط الأدوات ثم Arc ثم Start, End, Radius أي من هذا الاختيار نحتاج إلى تحديد بداية القوس ونهايته ونصف قطره، وبعد اختيار طريقة رسم القوس نؤشر بالفأرة على النقطة 1 في الشكل رقم (6-7 أ)، ثم نضغط زر الأيسر ثم نؤشر على النقطة 2 ونضغط زر الفأرة 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 مبين في الشكل رقم (6-7 ب)، ثم نحذف المربعات المساعدة، كما مبين في الشكل رقم (6-7 ت).



شكل 6-7 أ رسم المربعات المساعدة



شكل 6-7 ب رسم القوسين الداخلي والخارجي للانحناء

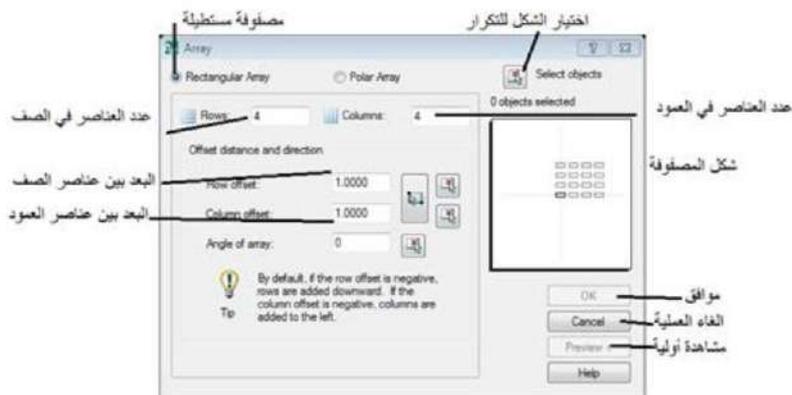


شكل 6-7 ت حذف المربعات المساعدة وتوصيل نهايات الأقواس بخطوط مستقيمة

### 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 المبينة في الشكل رقم (6-7 ب). ولرسم انحناء مجرى هواء دائري مكون من ست قطع نتبع الخطوات الآتية:

- نختار أيقونة مصفوفة العناصر  عندها ستظهر النافذة المبينة في الشكل رقم (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.

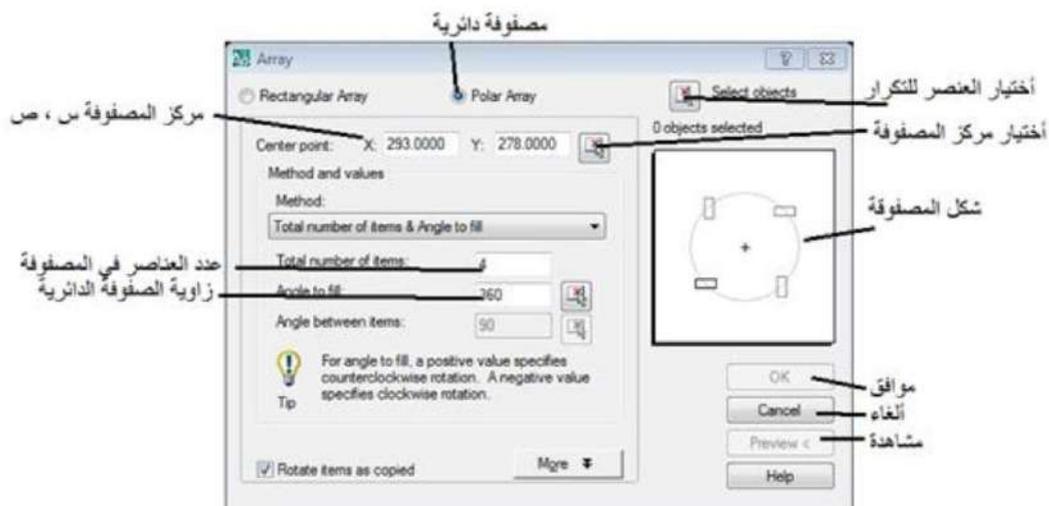


شكل 7-7 أ النافذة الخاصة بأيقونة مصفوفة العناصر التي تمثل المصفوفة المستطيلة

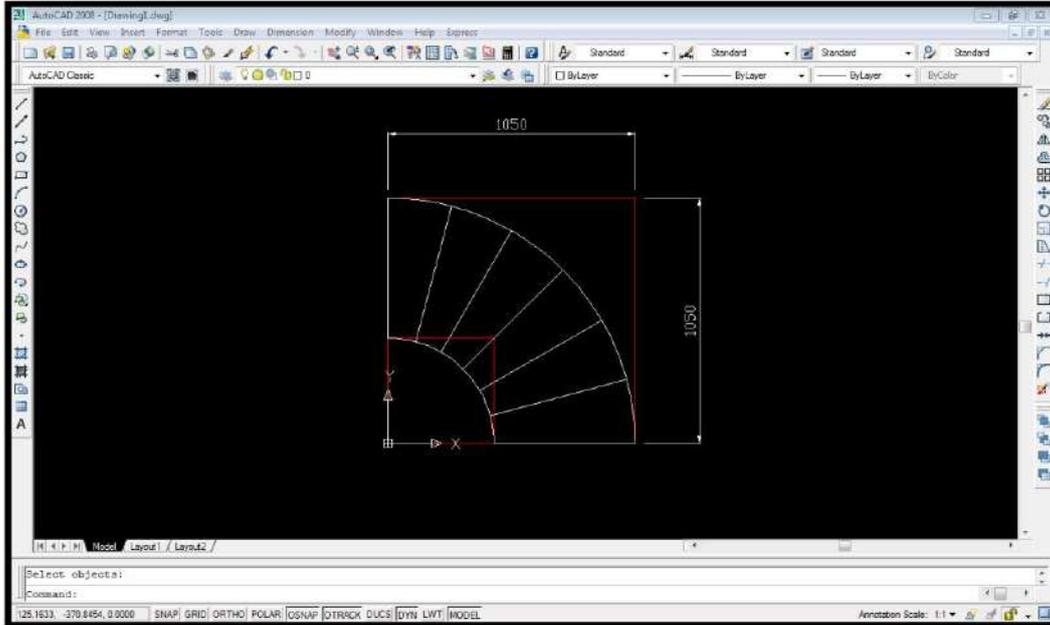
وبالإمكان أيضاً إنشاء مصفوفة دائرية عن طريق التأشير على نقطة المصفوفة الدائرية المبيّنة في الشكل (7-7 ب)، ويتطلب إنشاء مصفوفة دائرية ما يأتي: أ- اختيار مركز المصفوفة Center points، ويتم ذلك إما عن طريق كتابة الإحداثيات مباشرة وإما عن طريق اختيار الأيقونة  المجاورة لنقطتي الإحداثيات والتأشير عليها في 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

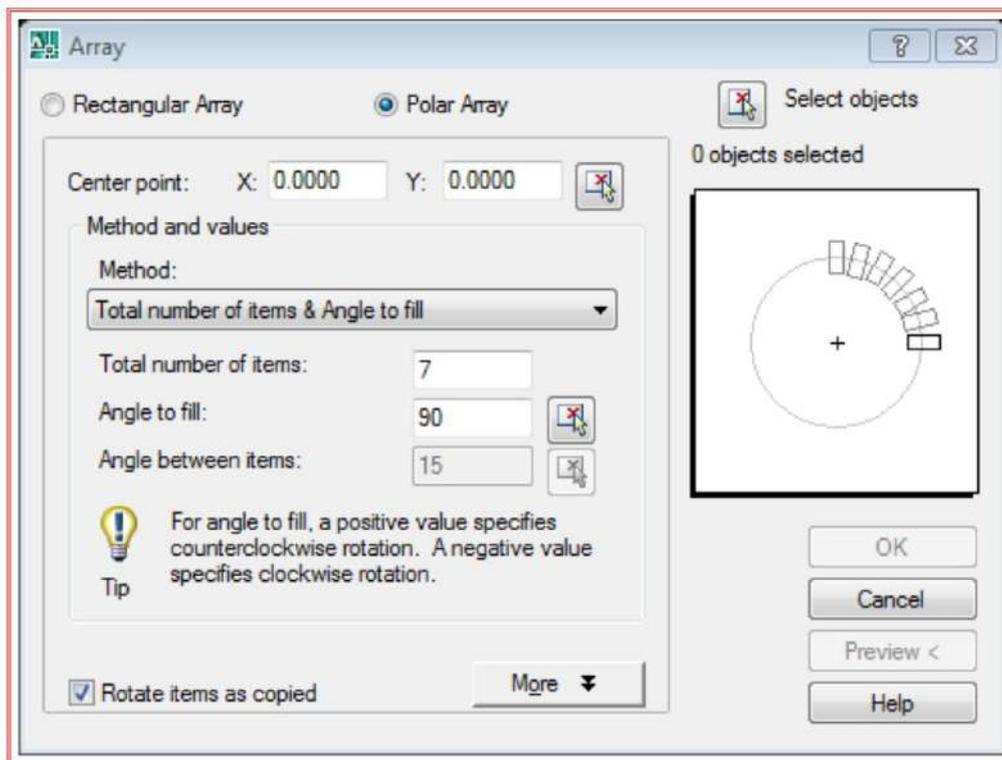
المصفوفة ، ثم نؤشر بالفأرة على النقطة 1 كما في الشكل رقم (7-7 ت)، ونضغط الزر الأيسر، عندها سيتحدد مركز المصفوفة، ب- نختار زاوية المصفوفة وبما أن الانحناء قائم نؤشر على النافذة ونكتب الرقم 90، ت- نختار عدد عناصر المصفوفة التي تساوي عدد قطع مجرى الهواء بإضافة واحد، أي بما أن عدد قطع الانحناء تساوي 6 فالعدد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



شكل 7-7 ب نافذة المصفوفة الدائرية

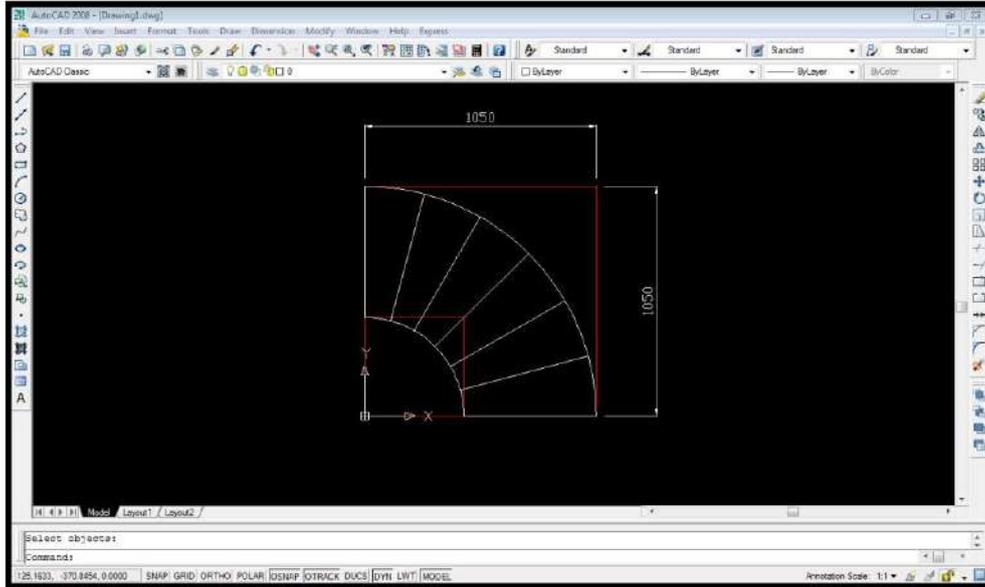


شكل 7-7 ت مركز المصفوفة



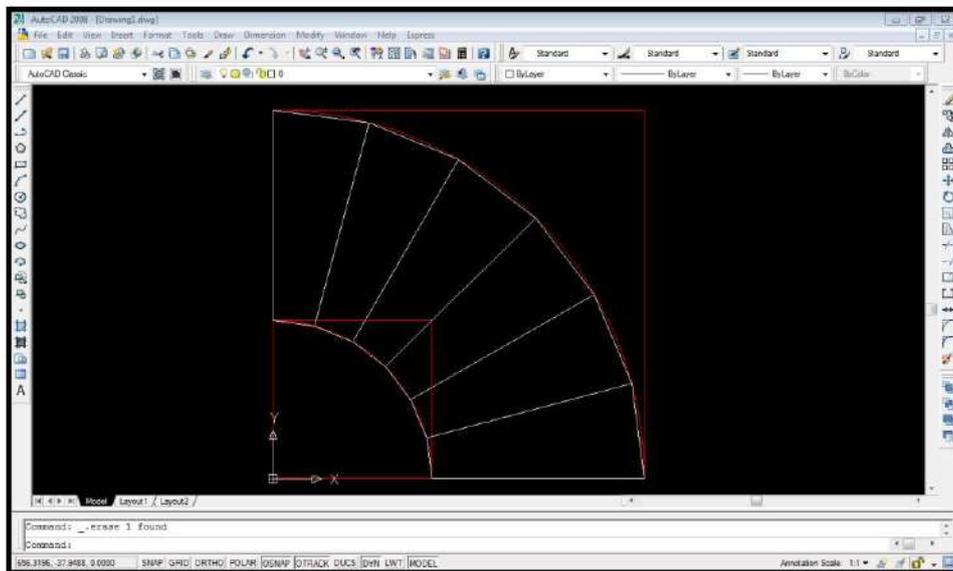
شكل 7-7 نافذة عناصر المصفوفة بعد تحديد المطلوب

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

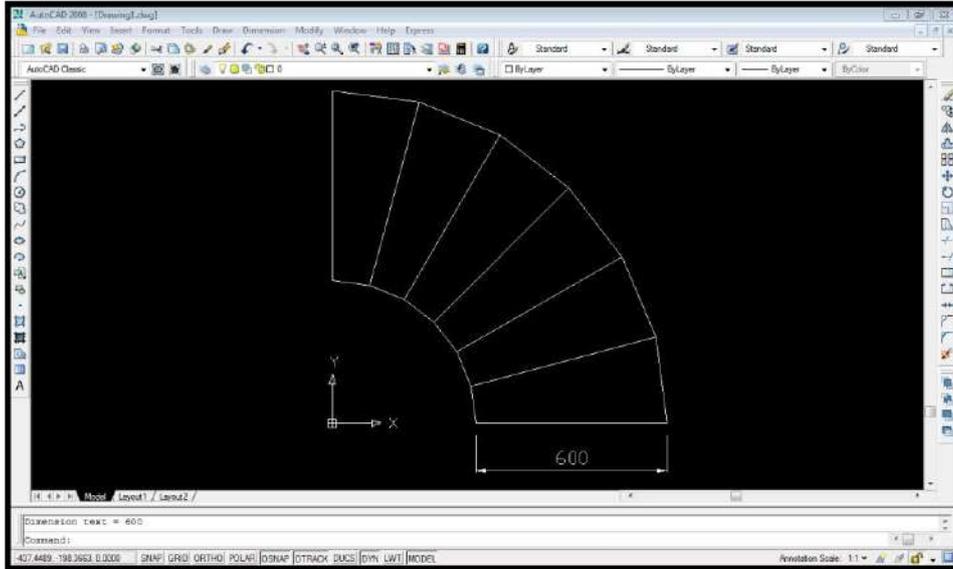


شكل 7-7 ج تقسيم المنحني القائم الدائري على ست قطع

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 رقم (7-7 ح). بعد ذلك نحذف الأقواس والخطوط المساعدة لنحصل على الشكل النهائي للانحناء الدائري القائم المكون من ست قطع، كما مبيّن في الشكل رقم (7-7 خ).



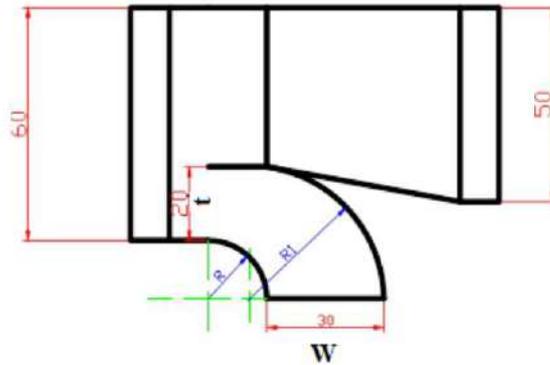
شكل 7-7 ح توصيل الأطراف العليا والسفلى للمستقيمات المقسمة للانحناء



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

### 3-3-7 رسم مأخذ هواء لمجرى مستطيل المقطع

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



شكل 8-7 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  $R_1$ .

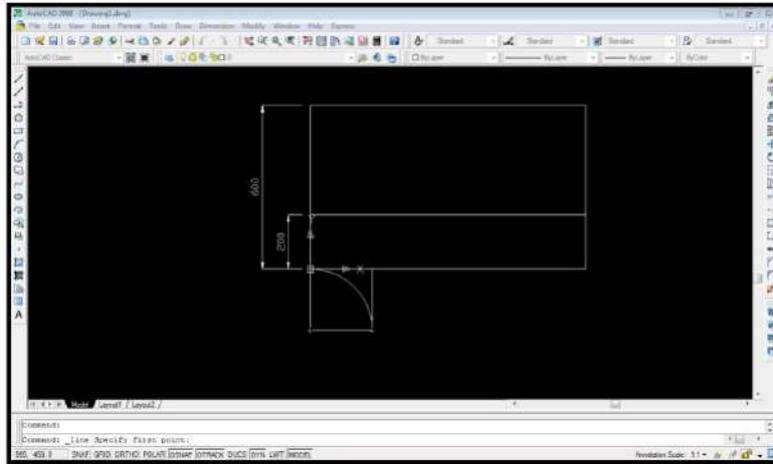
$$R_1 = t + \frac{3}{4}W$$

$$R_1 = 20 + \frac{3}{4} \times 30 = 42.5$$

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

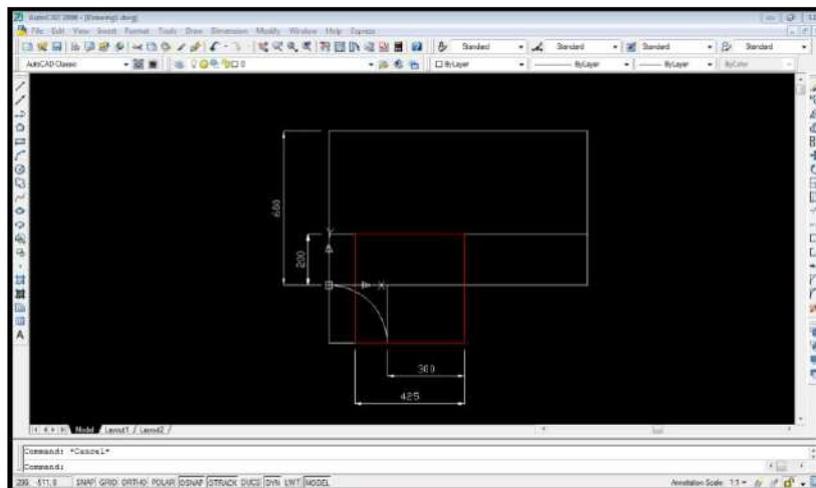
$$1.5 \times 600 = 900 \text{ mm}$$

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



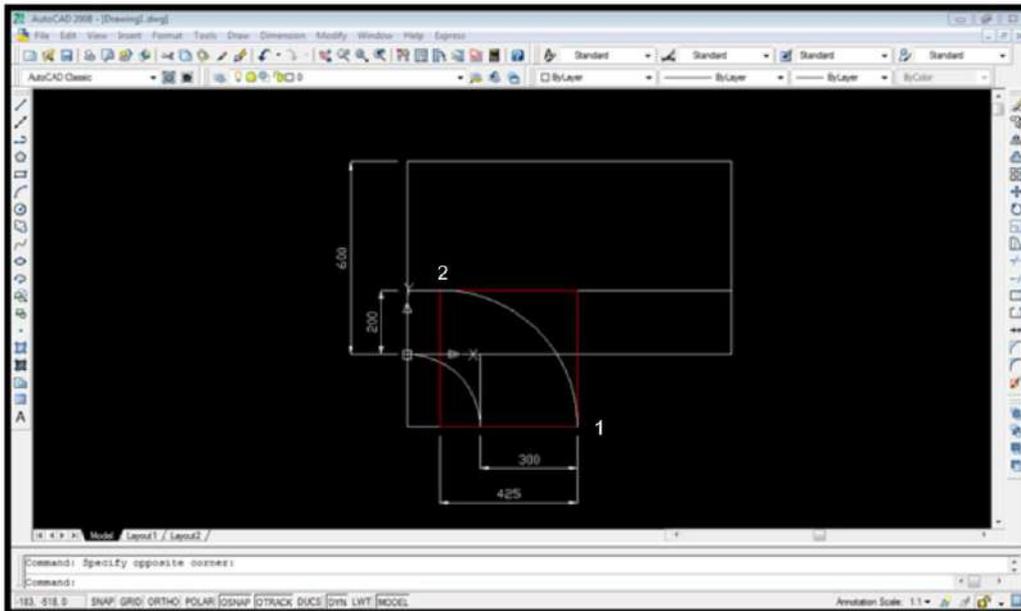
شكل 7-9 أ رسم المستطيل الرئيس والمربع المساعد والقوس الصغير

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 رقم (7-9 ب).

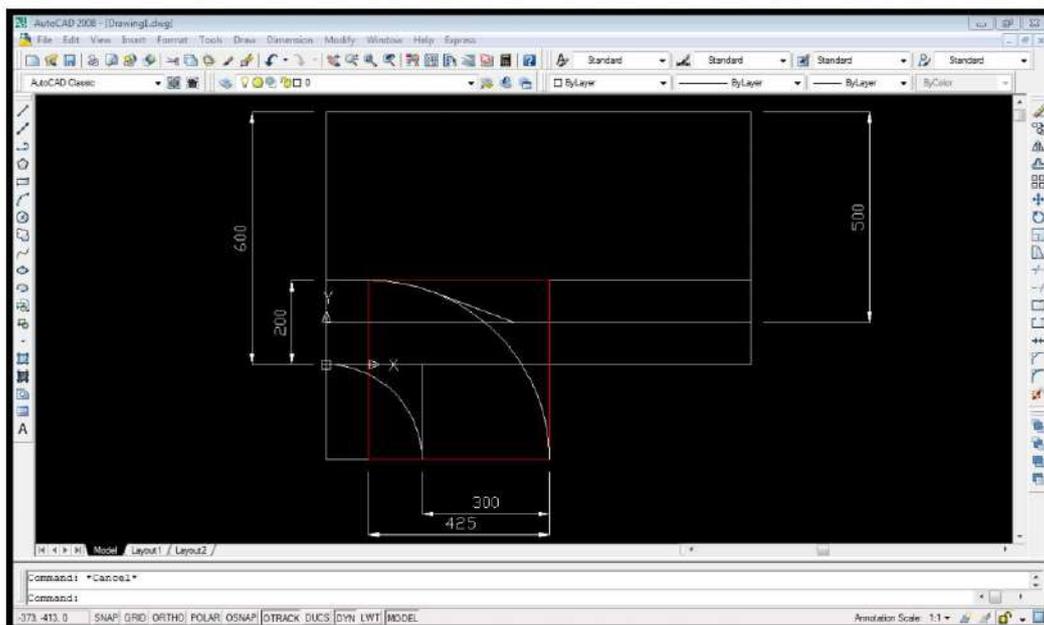


شكل 7-9 ب طريقة تحديد مركز القوس الكبير  $R_1$

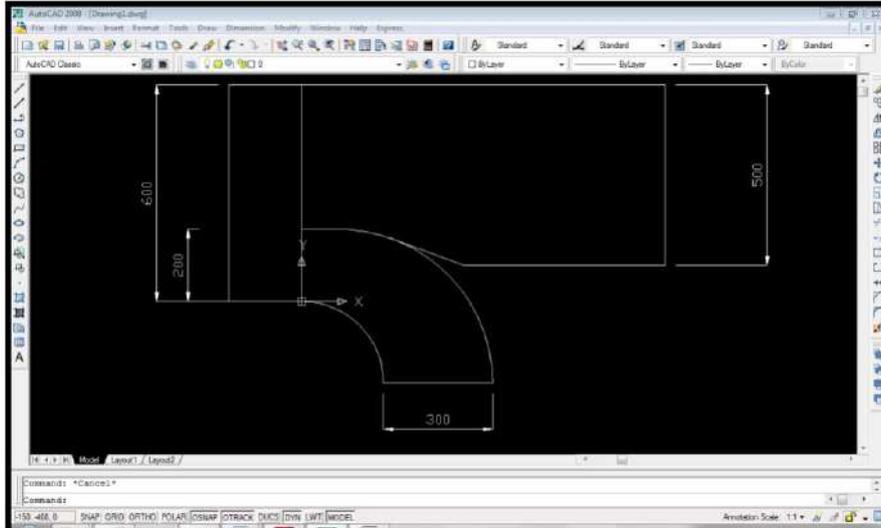
بعد تحديد مركز القوس الكبير نرسم مربعاً مساعداً طول ضلعه يساوي 425 mm، أي بقدر نصف قطر القوس الكبير  $R_1$ ، نبدأ برسم القوس كما تعلمنا، وتكون بداية القوس عند النقطة 1 (الركن الأيمن السفلي للمربع)، ونهايته النقطة 2 (الركن العلوي الأيمن للمربع المساعد)، ونصف قطره يساوي 425 mm الذي يساوي  $R_1$ . كما مبيّن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



شكل 9-7 ت رسم المربع المساعد والقوس الكبير



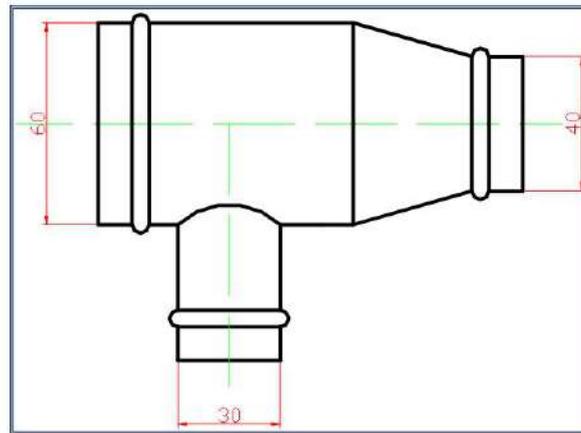
شكل 9-7 ث رسم المماس والعرض الثاني لمأخذ الهواء



شكل 9-7 ج الشكل النهائي لمأخذ الهواء

## 4-3-7 رسم مأخذ هواء دائري قائم

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

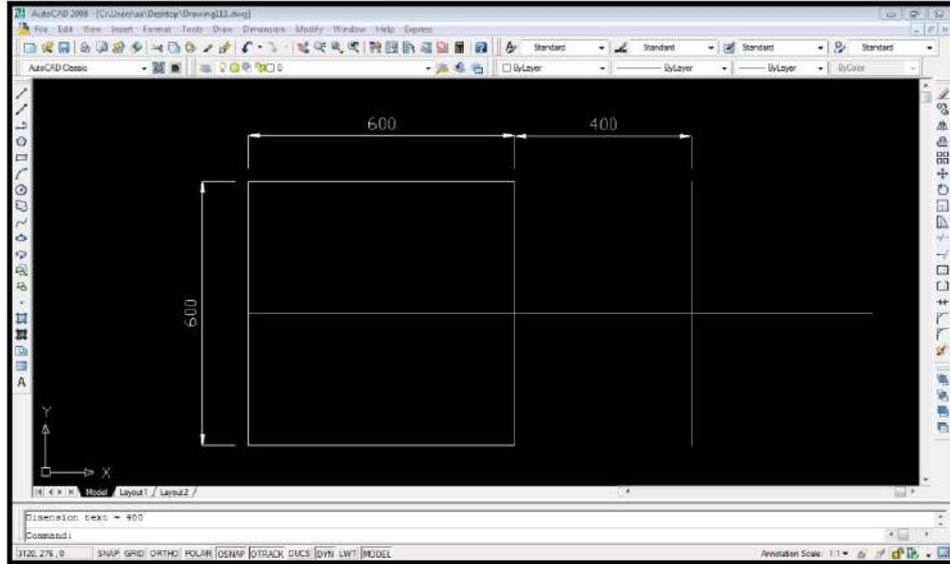


شكل 7-10 مأخذ هواء دائري قائم

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

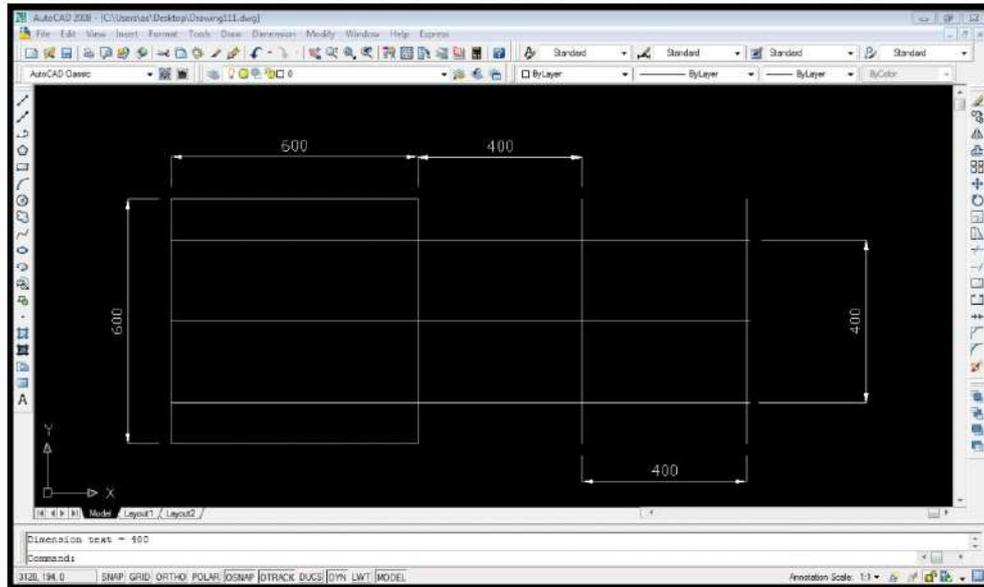
$$L = 2 \times (D - D_1).$$

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

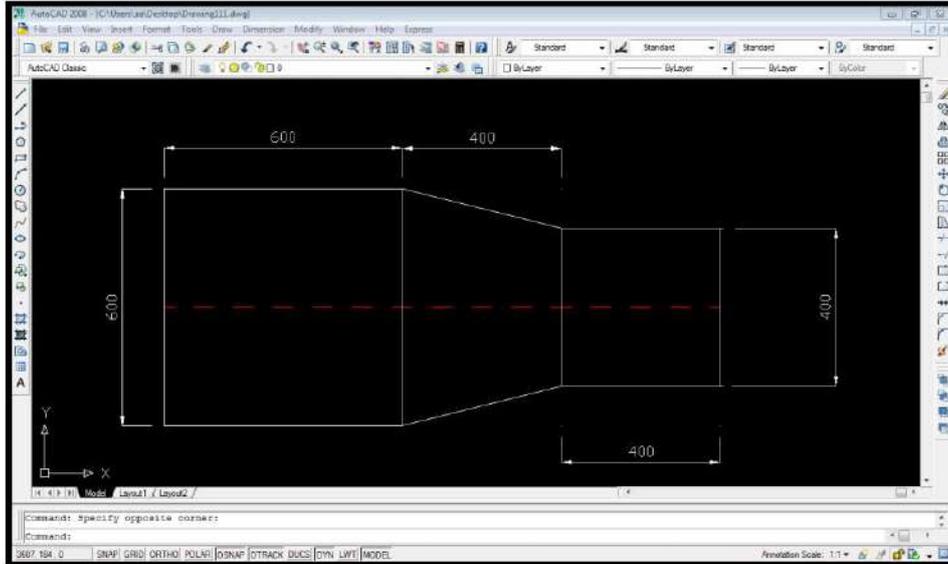


شكل 11-7 أ رسم مجرى الهواء الرئيس والبعد الأفقي للمصغرة

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 رقم (11-7 ب). بعد ذلك نصل النقطة 1 بالنقطة 2 بواسطة الفأرة، والنقطة 3 بالنقطة 4، ثم نمسح الخطوط الزائدة والمساعدة، كما مبين في الشكل رقم (11-7 ت).

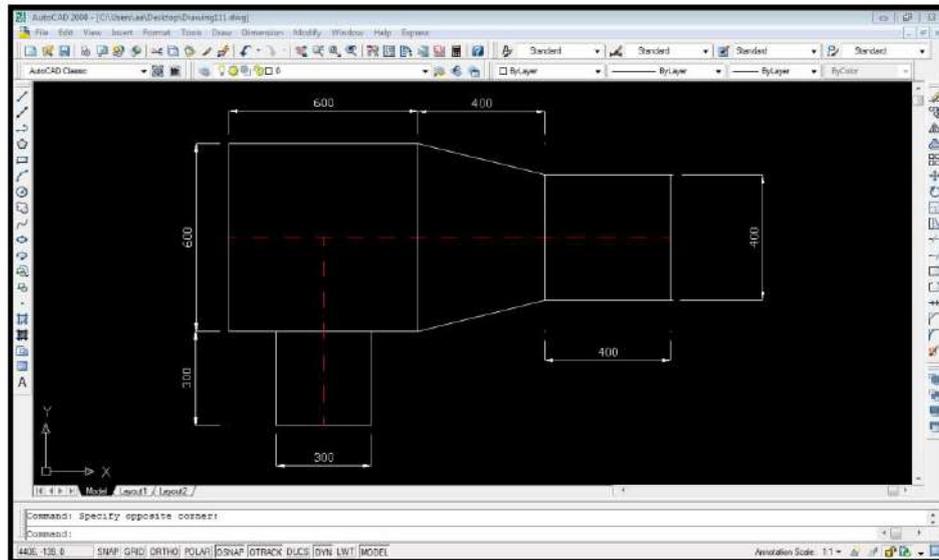


شكل 11-7 ب رسم أبعاد مجرى الهواء الأيمن للتفرع



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

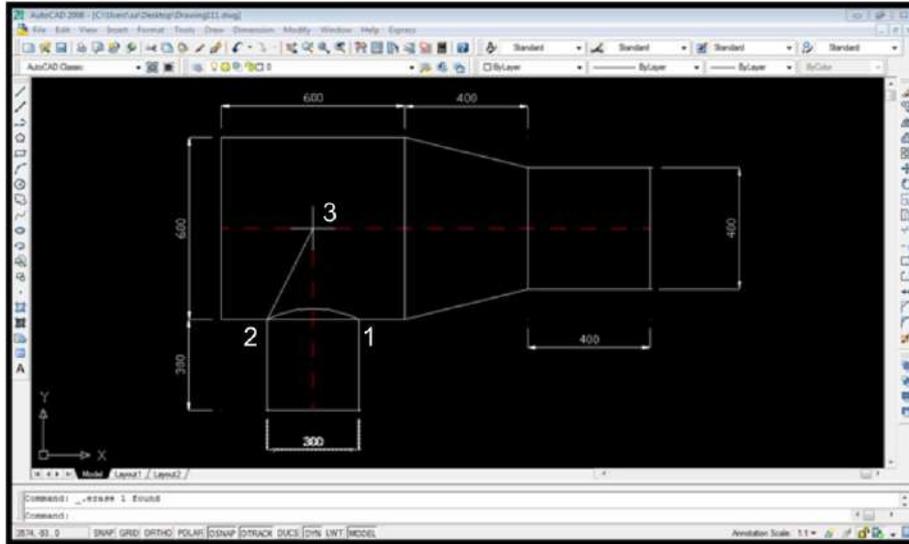
لرسم التفرع نضع المسافة الأفقية للمجرى الرئيس بواسطة أيقونة الإزاحة، ونرسم خطاً عمودياً يمثل منتصف المجرى الرئيس، ثم نرسم بواسطة أيقونة الإزاحة مجرى الهواء الفرعي الذي يساوي قطره 300 mm ، كما مبيّن في الشكل رقم (11-7 ث)، ثم نحذف الخطوط المساعدة والزائدة.



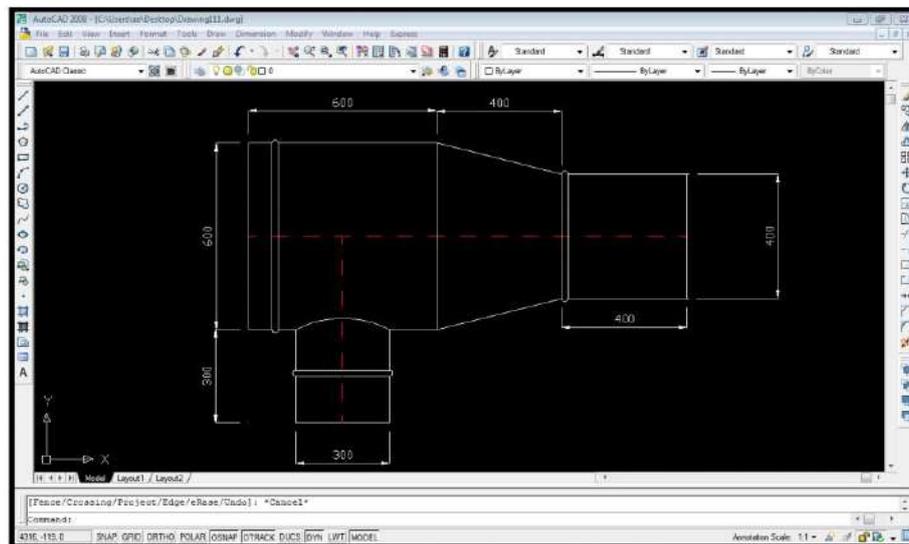
شكل 11-7 ث رسم مجرى الهواء الفرعي

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 نختار 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 رقم (11-7 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 مبين بالشكل رقم (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 رقم (7-12 ج)، وبهذا يكون الرسم قد أنجز.



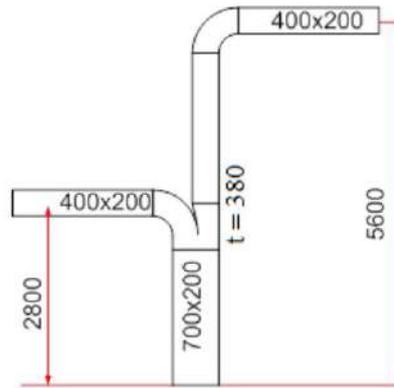
شكل 7-11 ج رسم الأقواس الذي يمثل منطقة اتصال المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس



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

### 7-3-5 إسقاط مجاري الهواء

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



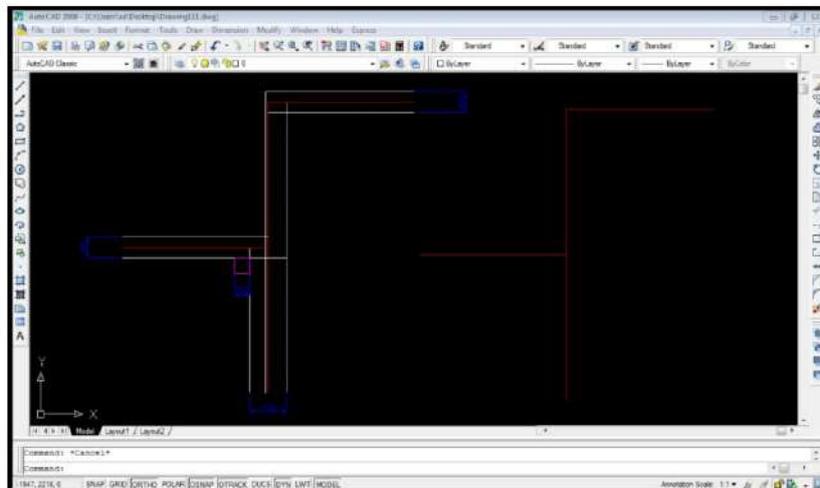
شكل 7-12 مجرى هواء بسيط

نرسم مجرى الهواء بخط مفرد ثم نحدد أبعاد مجرى الهواء كما تعلمنا بواسطة أيقونة الإزاحة، كما مبيّن 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

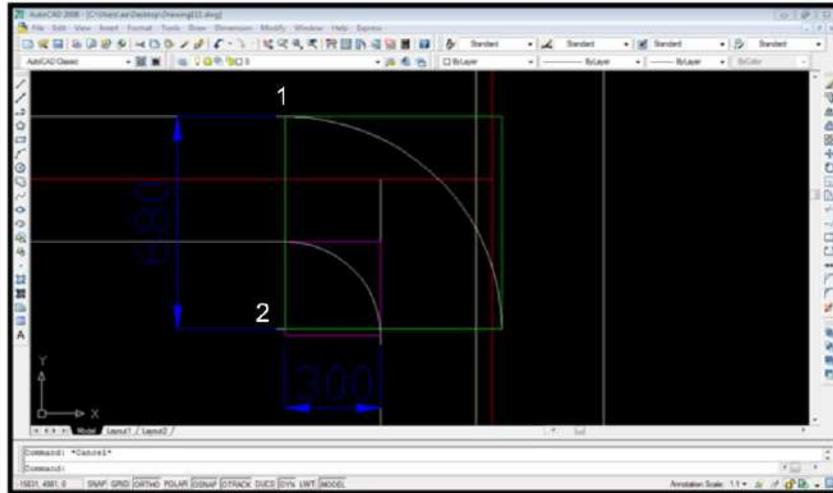
$$R = \frac{3}{4} 400 = 300$$

$$R_1 = 380 + \frac{3}{4} 400 = 680$$

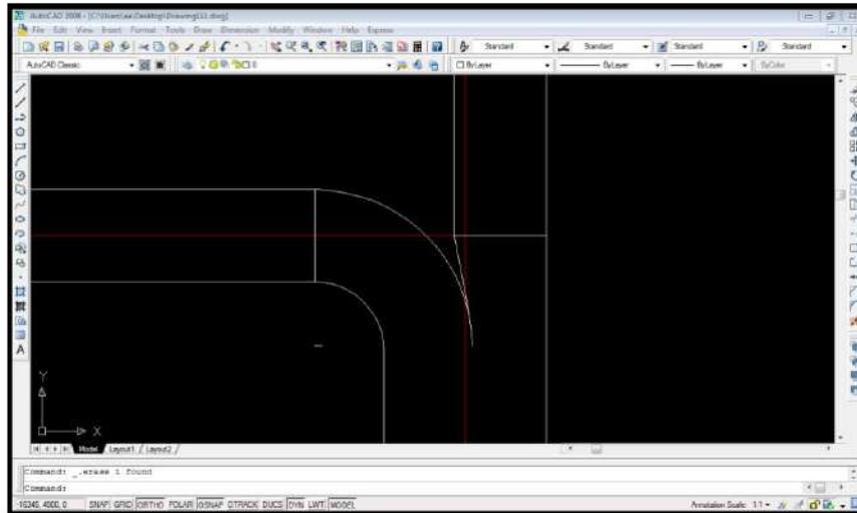
نرسم المربع المساعد الصغير الذي طول ضلعه يساوي 300 كما مبيّن في الشكل (7-13 أ)، بعد ذلك نرسم القوس الصغير كما تعلمنا سابقاً، من نهاية القوس نرسم عموداً على النقطة 1 كما في الشكل رقم (7-13 ب)، ومن النقطة 1 ننزل الى الأسفل مسافة مقدارها 680 mm التي تساوي  $R_1$ ، عندها تقع النقطة 2 التي تمثل مركز القوس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



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



شكل 7-13 ب تحديد المربعين المساعدين



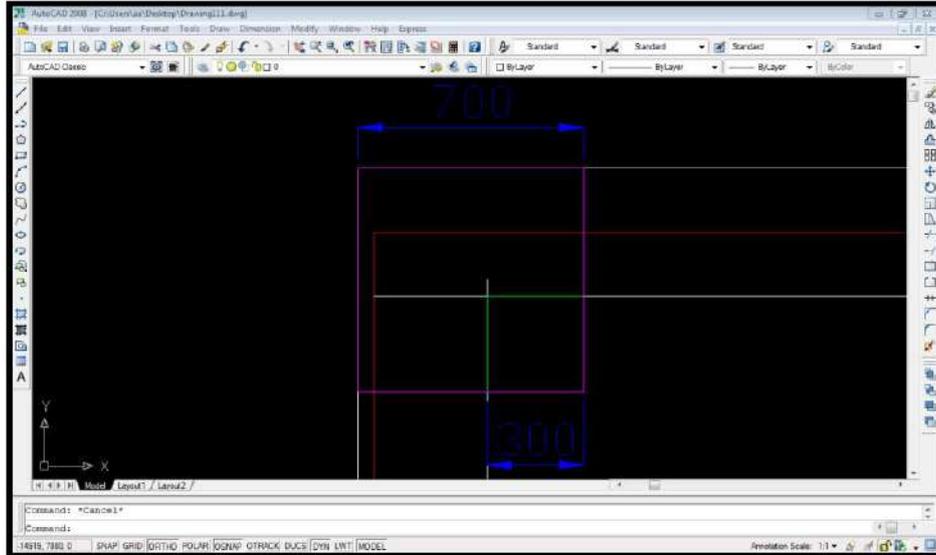
شكل 7-13 ت مأخذ الهواء بعد حذف الخطوط المساعدة

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

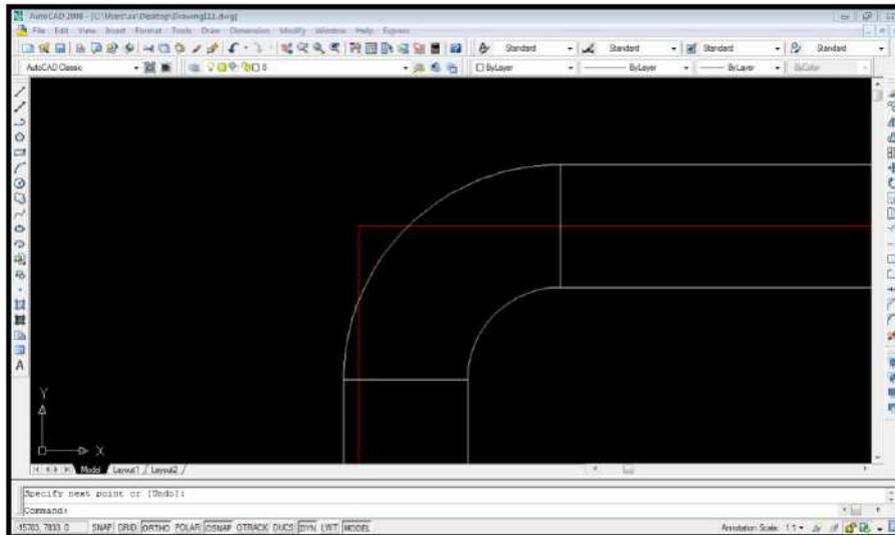
$$R = \frac{3}{4}400 = 300$$

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

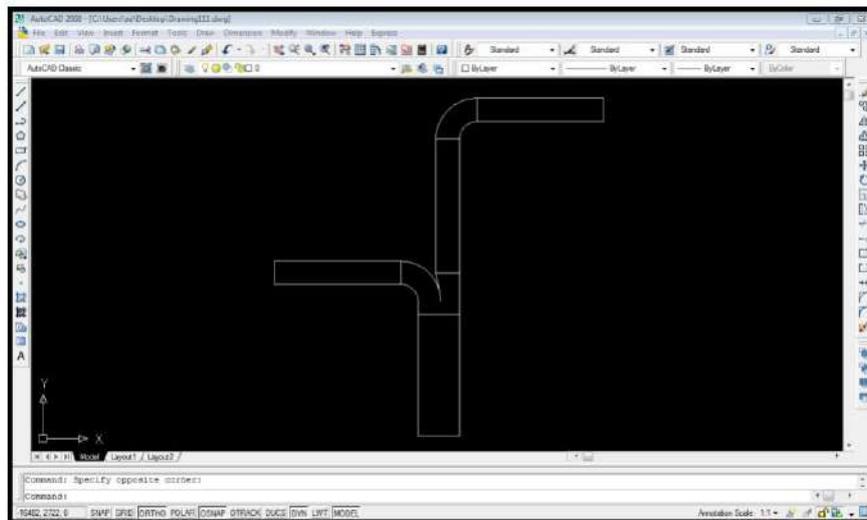
بعد ذلك نرسم المربعين المساعدين، كما موضَّح في الشكل (7-13 ت)، ثم نرسم القوس الصغير والقوس الكبير ونزيل الخطوط والمربعات المساعدة، ونحصل على الانحناء المطلوب، كما مبين في الشكل رقم (7-13 ج)، وأخيراً نحصل على مجرى الهواء البسيط المبين في الشكل رقم (7-13 ح).



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



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

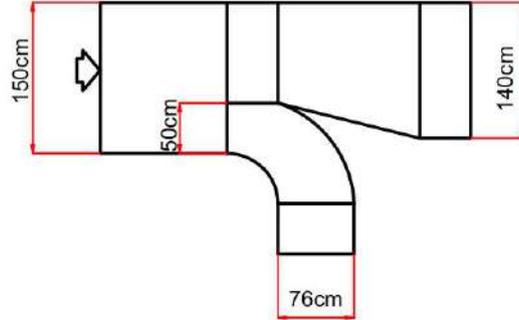


شكل 7-13 ح الشكل النهائي لمجرى الهواء البسيط

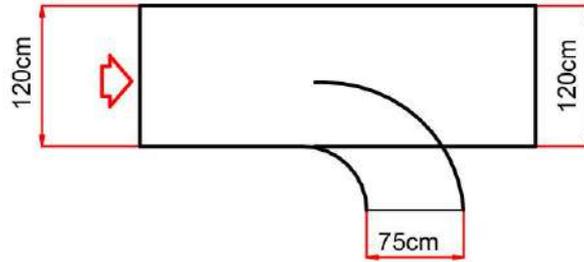
تمارين الفصل السابع

إرسم بواسطة برنامج الأوتوكاد التمارين الآتية:

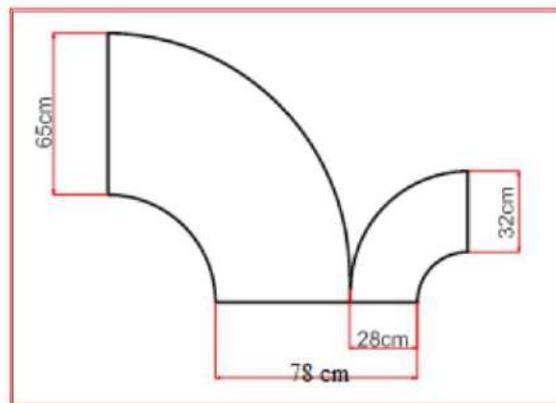
1- مأخذ الهواء القياسي المبين في الشكل أدناه:



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



3- ارسم التفرع المبين في الشكل أدناه:



4- ارسم مسقط مجاري الهواء المبيّن في الشكل أدناه:

