السرعات التصميمية

لا يمكن إعطاء قاعدة محددة لانتقاء السرعات التصميمية لجريان الهواء ضمن المجاري إلا أن جدول السرعات التصميمية لجريان الهواء ضمن المجاري يعطي نتائج مقبولة عند تصميم شبكات الهواء ذات السرعات الاعتيادية.

وبما أن المروحة تزداد تقريبا كمربع سرعة جريان الهواء، وكذلك يزداد تولد الضجيج بازدياد السرعة، لذلك يجب المحافظة على سرعات منخفضة من اجل التشغيل الهادئ والاقتصادي. ولكن من ناحية أخرى فان حجم المجرى يزداد بتخفيض السرعة ويؤدي ذلك إلى ارتفاع في كلفة تأسيس المشروع.

طرق تصميم مقاطع المجرى

أ – طريقة السرعة المتناقصة Velocity Reduction Method

يمكن حساب مقطع مجرى الهواء بمعرفة كمية الهواء المارة فيه، وبانتقاء سرعة عظمى مناسبة للهواء في بداية المجرى من طرف المروحة ثم تخفيض هذه السرعة تدريجيا في كل قسم من أقسام المجرى التالية. إن هذه الطريقة بسيطة وسهلة ولكن غير دقيقة إذ ليس هناك قاعدة ثابتة لمقدار تخفيض السرعة ويترك هذا الأمر عادة لخبرة المهندس المصمم، كما يجب الاستعانة بمخمدات (Dampers) في كل فرع من فروع المجرى وفي كل مخرج من مخارجه لضبط كمية الهواء المارة فيه بالمقدار المطلوب. وتستخدم هذه الطريقة فقط للشبكات الصغيرة (Small Duct Systems).

ب – طريقة الاحتكاك المتساوي Equal Friction Method

مبدأ هذه الطريقة هو جعل مقدار ضياع الضغط في وحدة الطول متساوي في جميع أجزاء وتفرعات المجرى. وفي هذه الطريقة نحتاج إلى إجراء توازن بسيط في الشبكة ذات التفرعات المتناظرة التي لها نفس الطول تقريبا حيث يكون لها أيضا هبوط ضغط متساوي تقريبا. أما في الشبكة التي تحتوي على تفرعات طويلة وأخرى قصيرة، فان التفرعات القصيرة تحتاج إلى تخميد كي تتوازن مع التفرعات الطويلة. وقد يحدث في بعض الأحيان هذا التخميد ضجة يجب الانتباه إلى معالجتها. إن هذه الطريقة أفضل من الأولى إلا أنها تحتاج أيضا إلى تخميد لضبط مقدار جريان الهواء.

ويمكن استخدام هذه الطريقة في الشبكات العادية البسيطة حيث تعطي نتائج معقولة ويمكن باستعمال المخمدات ضبط تدفق الهواء في جميع أجزائها. وتستخدم هذه الطريقة خاصة في حساب مجاري العودة وطرد الهواء.

والمتبع في هذه الطريقة هو انتقاء سرعة مناسبة في المجرى الرئيسي بالقرب من المروحة بحيث يكون مستوى الضجيج الناتج عنها مقبولا حسب المكان الموجودة فيه الشبكة، وبما أن مقدار تدفق الهواء معروف فيمكن بالاستعانة بمخططات خاصة لمعرفة هبوط الضغط النوعي الناتج عن ذلك.

وبتثبيت قيمة هذا الاحتكاك في باقي أقسام الشبكة، يمكن تحديد مقاطع المجرى في كل جزء من أجزاء الشبكة ونلاحظ أن سرعة التدفق تتناقص في هذه الطريقة من تلقاء نفسها كلما تناقص مقدار التدفق في الشبكة، وبحيث تكون السرعات في الحدود المقبولة دوما.

بعد الانتهاء من تحديد مقاطع مختلف أجزاء شبكة المجاري يجب حساب هبوط الضغط الكلي في الممر ذي المقاومة الكبرى الذي هو في معظم الأحيان الممر الأطول. ويشمل

هبوط الضغط هذا الضياعات الناتجة عن الطول المكافئ مضروبا بمقدار الاحتكاك النوعي، ويساوي الطول المكافئ لمجموع الأطوال المستقيمة والأطوال المكافئة لجميع الاكواع وغيرها من المقاومات المحلية الموجودة ضمن هذا الممر.

ج – طريقة استرجاع الضغط الستاتيكي Static Regain Method

يتم في هذه الطريقة تخفيض السرعات في تفرعات شبكة المجاري بحيث يساوي تغير الضغط الديناميكي إلى مقدار انخفاض الضغط الكلي، أي أن الضغط الستاتيكي في مختلف أجزاء الشبكة يكون متساويا. تعطي هذه الطريقة توازنا في مختلف فروع الشبكة إلا أنها تحتاج إلى حسابات طويلة وشاقة. كما أنها تؤدي إلى تصميم مجرى ذي مقاطع اكبر مما يجب في نهايات التفرعات الطويلة.

ملاحظات:ه الطريقة في تصميم الأنظمة الكبيرة والمرتفعة الضغط فقط.

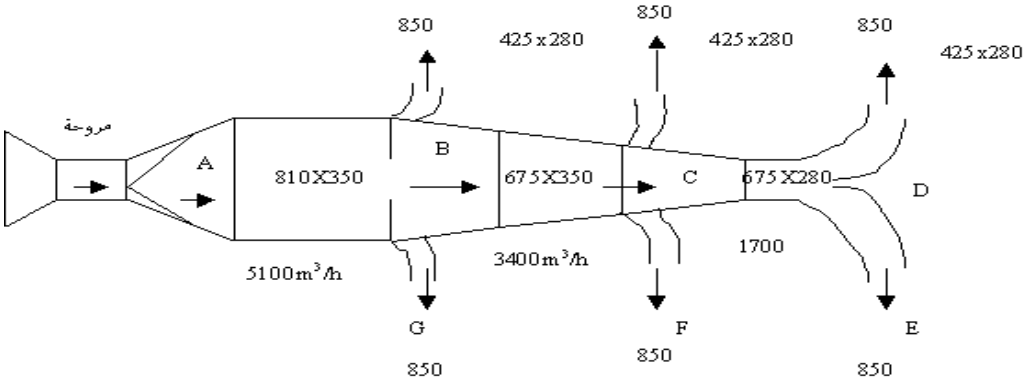
ملاحظات :

1 – إن المجاري المستديرة المقطع هي عادة أكثر اقتصادية. وفي المجاري المستطيلة المقطع يفضل المحافظة (لأسباب إنشائية) على ارتفاع ثابت للشبكة بكاملها. ويتم تغيير المقطع بتغيير عرض المجرى فقط . وأثناء اختيار أبعاد المقطع ينبغي أخذ أبعاد ألواح الصفيح المتوفرة في الأسواق بعين الاعتبار منعا للهدر في المواد.

2- يراعى عند تصميم المجرى تقليل الاكواع والتفرعات وأيضا سهولة التنفيذ.

<u>أمثلـــة</u>

<u>مثال (1):</u> تطبيق على حساب مجاري الهواء والمروحة المناسبة:



<u>أولا: حساب مجاري الهواء</u>

الشبكة المبينة تزود 6 فتحات إرسال، 6 غرف بمعدل 850م3/ساعة لكل فتحة والتدفق الإجمالي 6x850 = 5100م3/ساعة

1- <u>تطبيق طريقة متوسط السرعة لتحديد أبعاد المجاري</u>

<u>القسم A-B:</u> نقبل بسرعة 5م/ثانية فتكون مساحة المقطع (مقطع مستطيل):

$$A = Q / V = 5100 / (5X3600) = 0,283 \text{ m2}$$

<u>القسم B-C</u>: نقبل بسرعة 4م/ثانية، والتدفق هنا يساوي:

$$5100 – (2X850) = 5100 – 1700 = 3400 \text{ m3/h}$$

مساحة المقطع تساوي:

$$A = 3400 / (4X3600) = 0,236 \text{ m2}$$

<u>القسم C-D</u>: نفرض أن السرعة تساوي 5ر2م/ثانية والتدفق هنا يساوي:

$$5100 - (1700 + 1700) = 1700 \text{ m3/h}$$

مساحة المقطع تساوي:-

$$A = 1700 / (2{,}5 \text{ X } 3600) = 0{,}19 \text{ m2}$$

القسم D – E: نفرض فيه سرعة 2م/ثانية والتدفق يساوي 850م3/ساعة .

مساحة المقطع تساوي:

$$A = 850 / (2 \text{ X } 3600) = 0{,}118 \text{ m2}$$

اختيار الأبعاد يتعلق بحجم السقف المستعار وباعتبارات اقتصادية (استهلاك اقل ما يمكن من الصاج).

مثلا في مثالنا:-

القسم A-B مساحة المقطع = 283ر0 م2 = 350 X 810 ملم

القسم B-C مساحة المقطع = 236ر0 م2 = 350 X 675ملم

القسم C-D مساحة المقطع = 189ر0م2 = 280 X 675ملم

القسم D-E مساحة المقطع = 119ر0م2 = 280X 425ملم

2- طريقة الاحتكاك المتساوي:-

القسم AB: نفرض سرعة 5م/ثانية فيكون المقطع اللازم لهذا القسم هو:-

$$A = 5100 / (5X3600) = 0{,}283 \text{ m2}$$

القطر يساوي 600ملم

من مخطط ضياعات الاحتكاك في مجاري الهواء الدائرية نجد أن ضياع الاحتكاك لكل متر من الأنبوب هو:

$$DP = 0{,}045 \text{ mm } H_2O$$

نتبنى هذه القيمة لكل الشبكة:

القسم BC: التدفق = 3400م3/ساعة

ضياع الضغط = 045ر0

القطر = 500ملم (من المخطط في الملحق 4د)

القسم CD: التدفق = 1700م3/ساعة

ضياع الضغط = 045ر0

القطر = 400ملم

القسم DE: التدفق = 850م3/ساعة

ضياع الضغط = 045ر0

القطر = 300ملم

بالرجوع إلى جدول تحويل المقطع الدائري لمجرى الهواء إلى مقطع مستطيل نجد الأبعاد التالية للمجرى:-

القسم AB: قطر الدائرة 600ملم يقابله مقطع مستطيل X600 560ملم

القسم BC: قطر الدائرة 500ملم يقابله مقطع مستطيل X380 560ملم

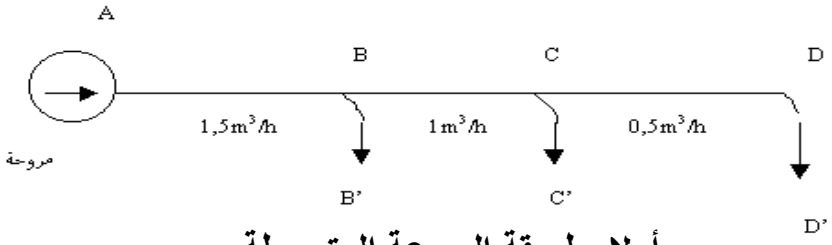
القسم CD: قطر الدائرة 400ملم يقابله مقطع مستطيل X260 560ملم

القسم DE: قطر الدائرة 300ملم يقابله مقطع مستطيل X150 560ملم

وقد روعي في تحديد أبعاد المستطيل أن يبقى أحد الأبعاد ثابتا (لسهولة التنفيذ)

مثال (2): شبكة إرسال هواء في ورشة صناعية يخرج الهواء من المروحة بسرعة 5ر7م/ثانية.

ويشترط أن لا تزيد السرعة في أي فرع عن 5ر3م/ثانية أوجد أبعاد شبكة الإرسال هذه.



الحل:

أولا: طريقة السرعة المتوسطة

القسم AB: Q= 5ر1م3/ثانية

نفترض السرعة V = 5ر7م/ثانية

A = Q / V = 1,5 / 7,5 = 0,2 m2

d = 0,505 m = 505mm

وبهذه الطريقة نستطيع أن نوجد أبعاد باقي الأقسام، ثم نرتب النتائج في جدول كما يلي:-

SECTION	Q m3/s	V m /s	A m2	d mm
A-B	1,5	7,5	0,2	505
B-C	1	5	0,2	505
C-D`	0,5	3,5	0,143	427
B-B`	0,5	3,5	0,143	427
C-C`	0,5	3,5	0,143	427

ثانيا: طريقة هبوط الضغط المتساوي

في هذه الطريقة يفضل تبني قيمة لهبوط الضغط تساوي

DP = 0,1 mmH2O/m

وان لا تتجاوز (0,05 – 0,15)

القسم AB:

Q = 1,5 X 3600 = 5400 m3/h

من الملحق 4ب نجد أن:-

V = 7,1 m/s

d = 520 mm(القطر الدائري)

من جدول تحويل المقطع الدائري لمجرى الهواء إلى مقطع مستطيل نجد أن:-

H. W = 480 X 480 mm

حيث:
H – ارتفاع المستطيل
W – عرض المستطيل
وبهذه الطريقة نستطيع أن نوجد أبعاد باقي الأقسام، ثم نرتب النتائج في جدول كما يلي:

SECTION	Q m3/s	DP mmH2O/m	d mm	V m /s	H.W mm
A-B	5400	0,1	520	7,1	480x480
B-C	3600	0,1	450	6,4	480x360
C-D`	1800	0,1	340	5,4	480x220
B-B`	1800	0,1	340	5,4	480x220
C-C`	1800	0,1	340	5,4	480x220

مثال (3) **احسب استطاعة المروحة اللازمة لشبكة توزيع الهواء العائدة للمثال رقم (1).**
الحل: يتم حساب مجموع ضياعات الضغط في مجرى الهواء مقاسا بملم عمود ماء.
وبالنسبة للمثال (1) فان:-
P = 6,25 mmH2O

(kW)
Fan Power = (P. Q) / (102. Ef))
حيث:
P – مجموع ضياعات الضغط في مجرى الهواء (ضغط المروحة) مقاسا بملم عمود ماء.
Q – غزارة الهواء المار في المروحة مقاسا بمتر مكعب في الثانية.
Ef – مردود المروحة ويبلغ وسطيا 70 بالمائة.
بالنسبة لمثالنا وباعتبار مردود المروحة يساوي 50 بالمائة فان:-
Fan Power = [(5100/3600) X 6,25] / (102 X 0,50) = 8,854 / 51 = 0,17 kW = 170 W
Motor Power = 170 / 0,95 = 180 W
مثال (4) : إذا أردنا زيادة مقدار الهواء من 5100 إلى 6000 م3/ساعة فكم يجب أن يزيد ضغط المروحة واستطاعتها وسرعتها ؟
الحل: نعلم أن P/// V2///Q2 (مربع السرعة ومربع التدفق)
P2/P1 = (Q2/Q1)2
Q1 = 5100m3/h
Q2 = 6000m3/h
P1 = 6,25 mmH2O
P2 = 6,25 (6000/5100)2 = 8,7 mmH2O
(POWER)2 / (POWER)1 = (Q2/Q1)3 = (6000/5100)3 = 1,63

(POWER)2 = (POWER)1 X 1,63 = 170 X 1,63 = 277 W