



دائراة صنعتي شريف

طرح سيستم هاي تهويه مطبوع

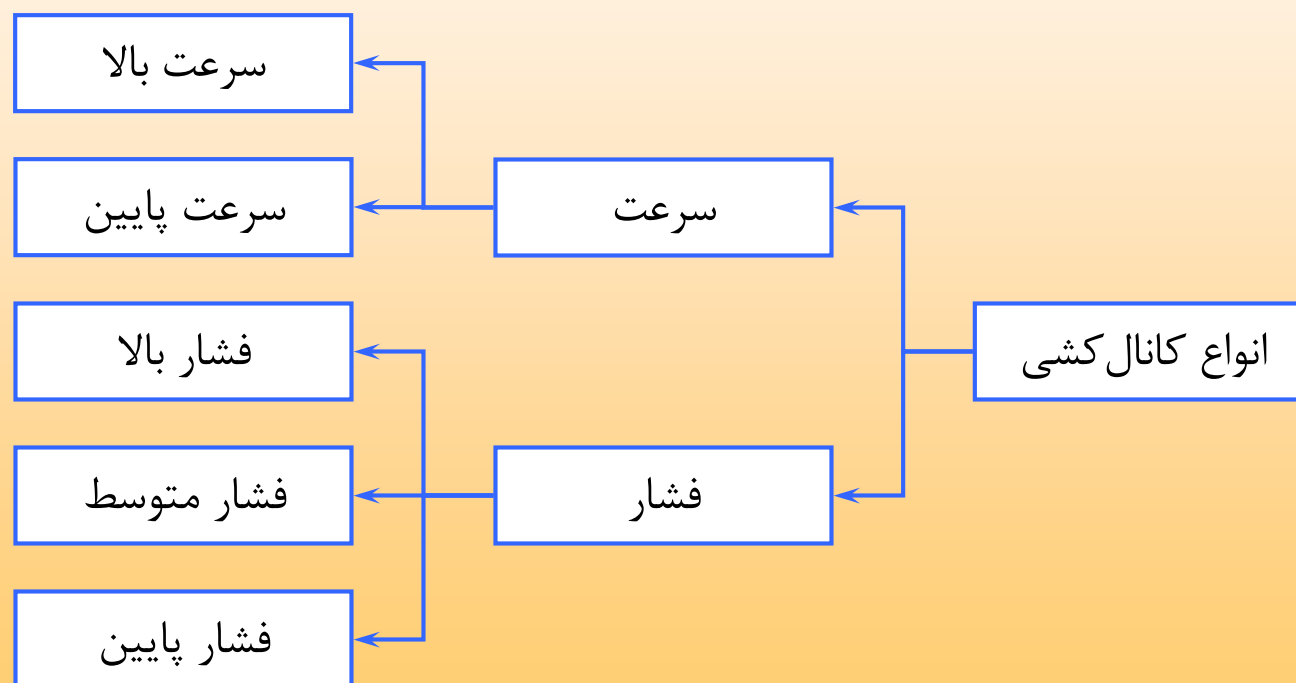
مبحث كانال كشي

دكتور محمد حسن سعیدی

نیمسال دوم 92-93

# کانال کشی

§ وظیفه سیستم کانال کشی انتقال هوا از هواساز به فضاهای تهویه شده است. برای انجام این وظیفه به شکل عملی، سیستم باید با توجه به محدودیت‌های فضای اجرا، افت اصطکاکی، سرعت، سطح صدا، نشتی و انتقال حرارت صورت گیرد.



# کانال کشی

## انتقال حرارت از کانال

**الف)** بالاتر بودن نسبت منظری انتقال حرارت از کانال را افزایش می دهد.

**ب)** پایین بودن سرعت هوا انتقال حرارت از کانال را زیاد می کند.

**ج)** عایق کردن کانالها میزان انتقال حرارت را کاهش می دهد.

بنابراین در حالت کلی و با توجه به سایر محدودیتها، کاهش نسبت منظری کانال و افزایش سرعت هوا انتقال حرارت از کانال را کاهش می دهد. همچنین عایق کردن کانالها بویژه در صورت عبور کانال از فضاهای تهویه نشده یا طولانی بودن مسیر کانال کشی ضروری است.

## نوع اتصالات

انواع مختلف اتصالات را می توان به دو دسته بدون پره و با پره تقسیم نمود. در حالت کلی هزینه اولیه اتصالات دسته دوم بیشتر بوده و لذا استفاده از انواع بدون پره هزینه تهیه و نصب را کاهش می دهد. به هر حال گاهی محدودیت های اجرایی استفاده از اتصالات با پره را اجتناب ناپذیر می سازد.

# کانال کشی

## تغییر شکل کانال

غالباً در طراحی شبکه توزیع هوا، تغییر شکل مقطع کانال و افزایش یا کاهش سطح مقطع آن اجتناب ناپذیر است. شیب توصیه شده برای تغییر شکل کانال در شرایطی که سطح مقطع آن ثابت باشد، 1 به 7 بوده و در صورتیکه رعایت آن امکان پذیر نباشد می توان حداکثر تا 1 به 4 افزایش یابد.

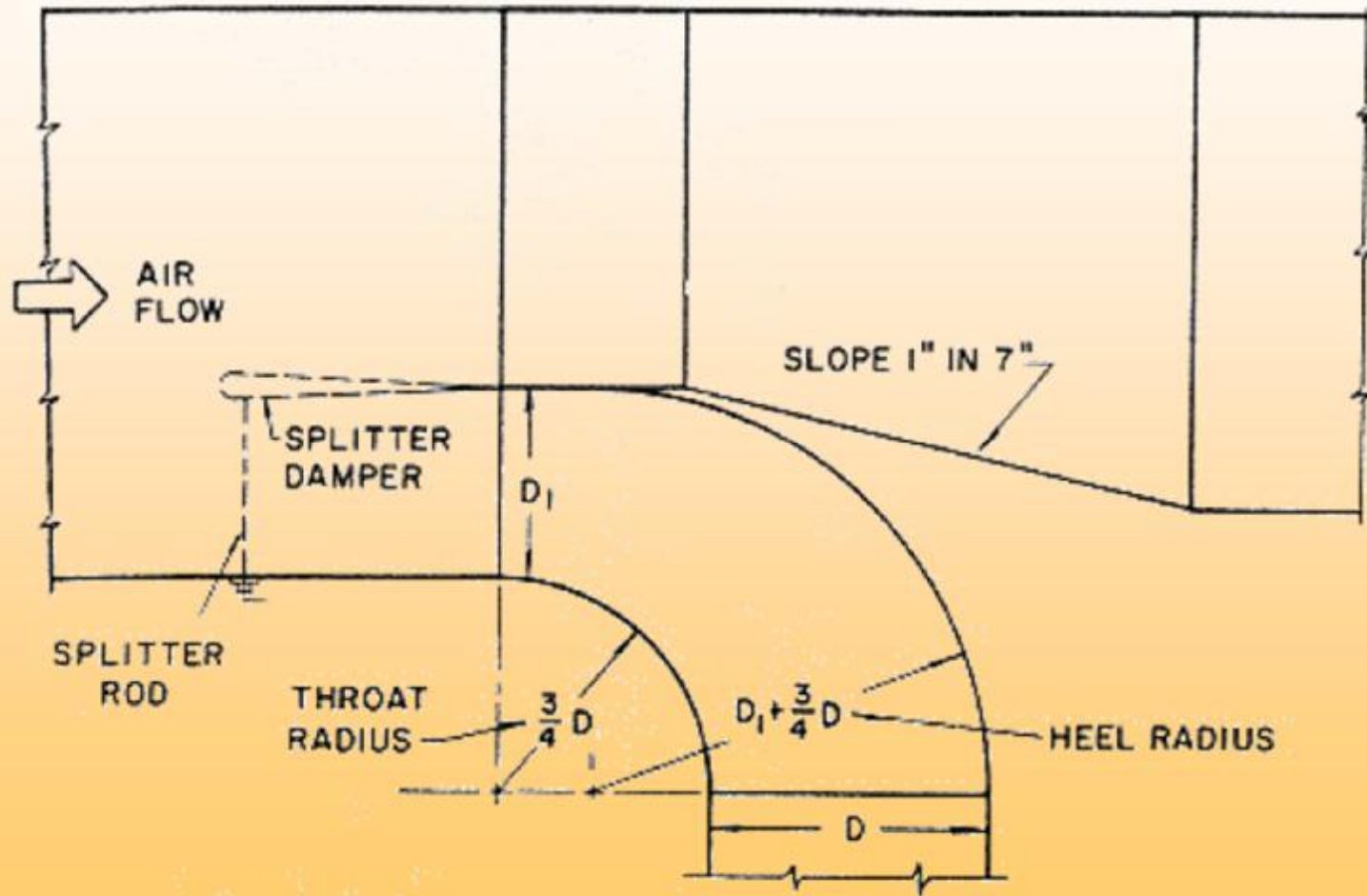
گاهی برای جلوگیری از برخورد کانال با موانعی نظیر تیرهای ساختمان لازم است ابعاد کانال کاهش یابد. در چنین شرایطی ضمن رعایت شیب لازم جهت تغییر شکل، بهتر است کاهش سطح مقطع بیشتر از 20% نباشد.

در برخی از سیستم‌های توزیع هوا، تجهیزاتی نظیر کویل گرمایش و فیلتر در کانال نصب می‌شود. سرعت مجاز روی این تجهیزات معمولاً کمتر از سرعت جریان هوا در کانال بوده و لذا ابعاد آنها بزرگتر از ابعاد کانال خواهد بود. در این شرایط، شیب تغییر شکل کانال در بالادست تجهیز حداکثر  $30^\circ$  و در پایین دست آن حداکثر  $45^\circ$  می‌باشد.

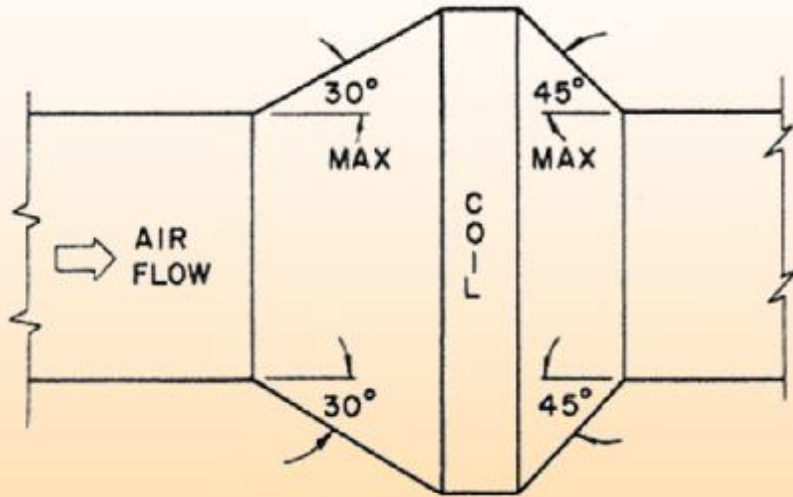
## کاهش ابعاد کانال

معمولاً بعد از هر انشعاب‌گیری سطح مقطع کانال کاهش می‌یابد. از آنجا که ابعاد استاندارد کانال‌ها همگی زوج است، حداقل کاهش ابعاد 2 اینچ بوده و به علاوه بهتر است کاهش سطح مقطع تنها از یک بعد صورت گیرد.

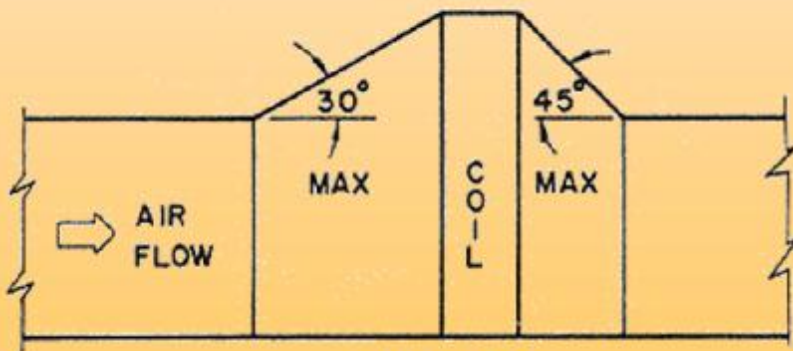
# روش انشعاب‌گیری در کانال کشی



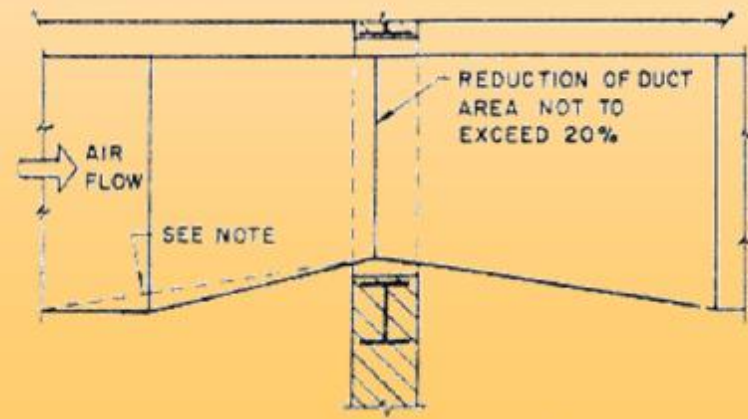
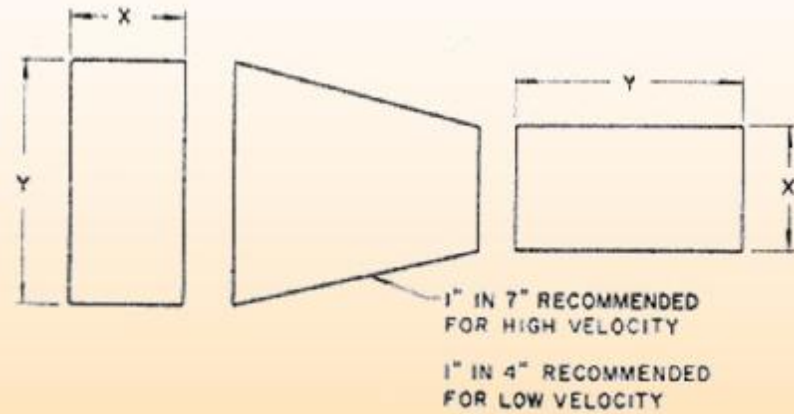
# تغییر شکل در کانال کشی



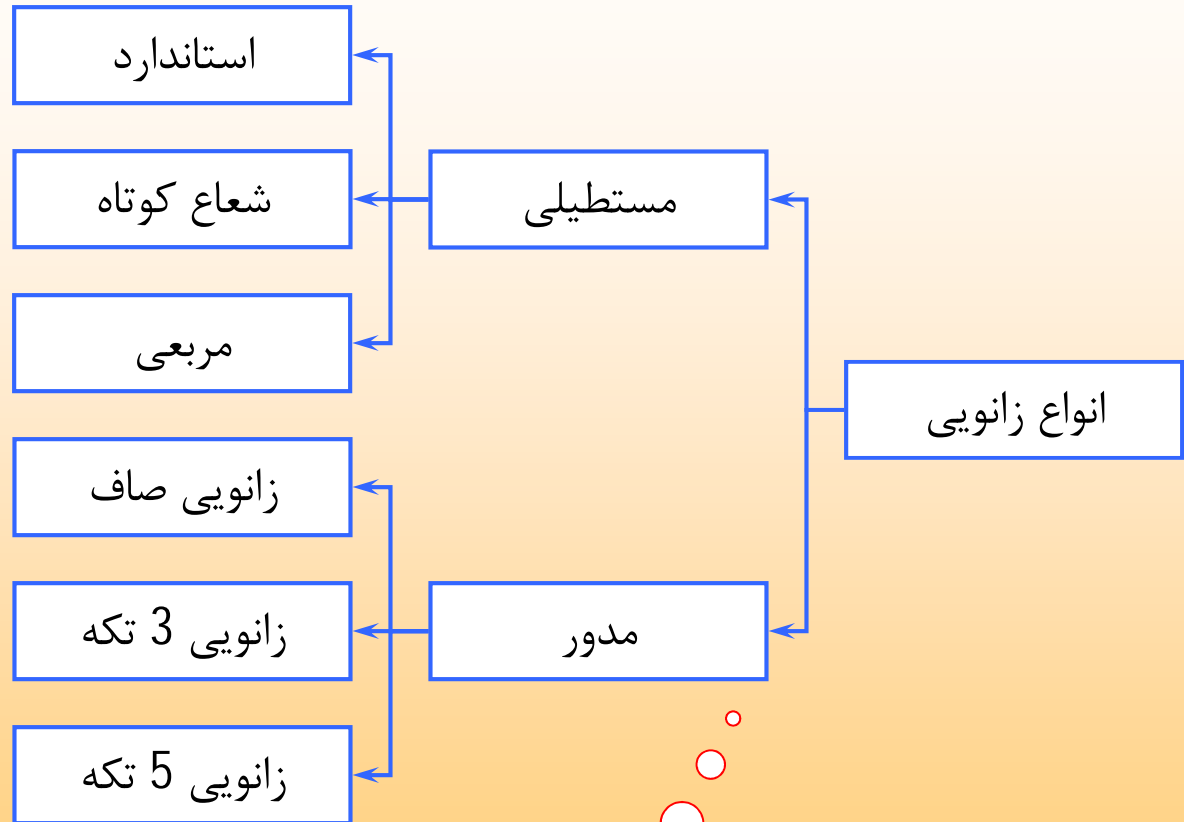
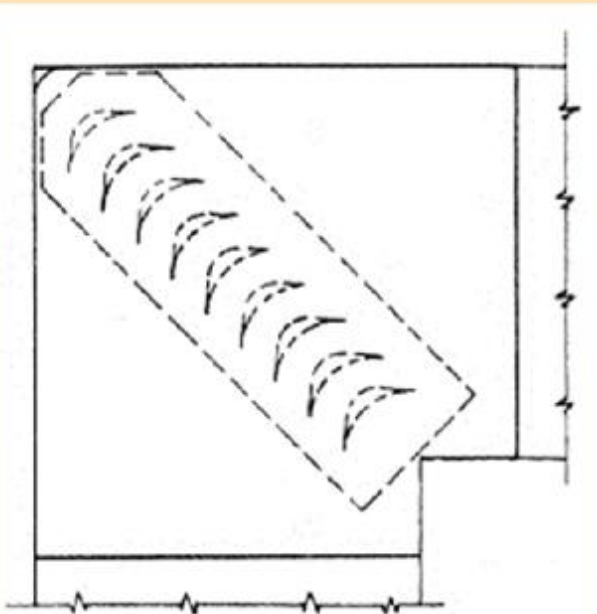
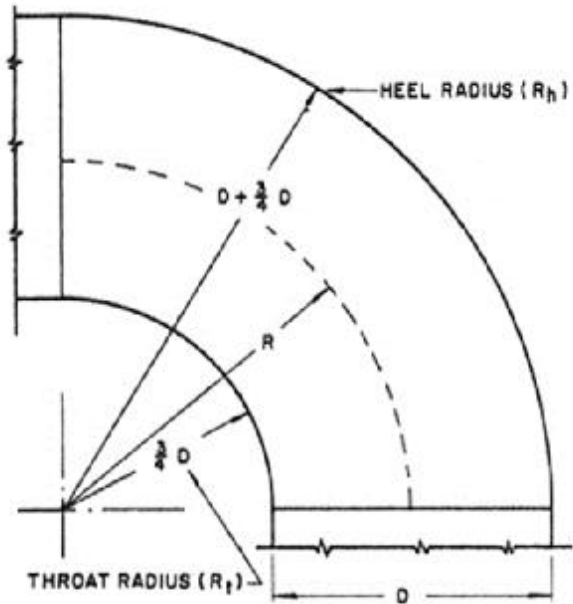
TOP VIEW



ELEVATION



# زانویی در کانال کشی



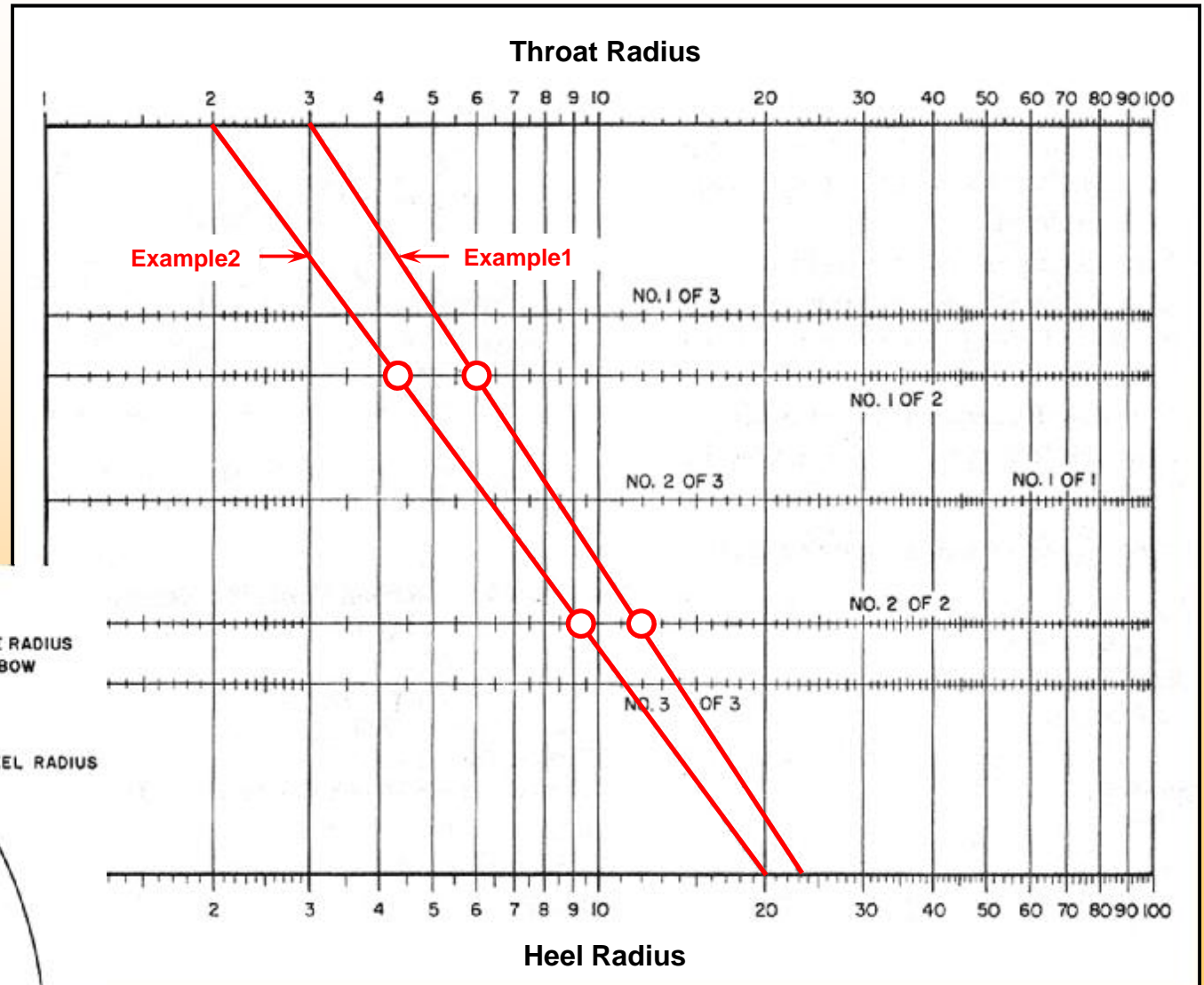
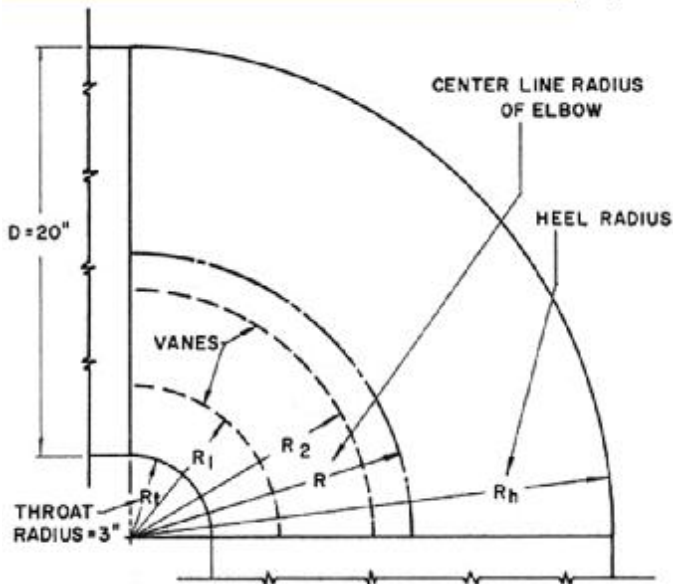
هزینه ساخت و میزان  
افت فشار

## Example 1

Throat Radius = 3 in.  
 Duct Height = 20 in.  
 $R_1 = 6$  in.  
 $R_2 = 12$  in.

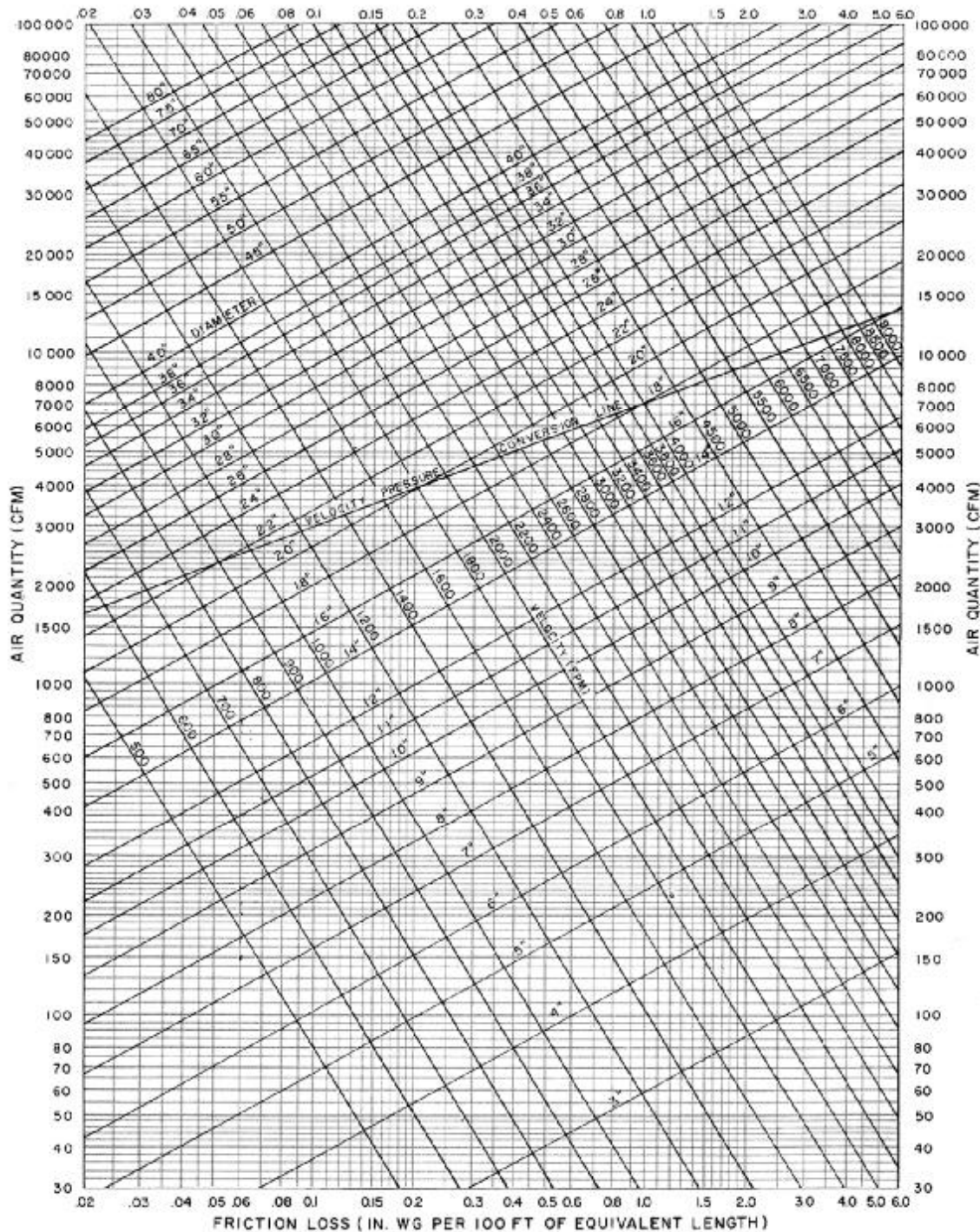
## Example 2

Throat Radius = None  
 Duct Height = 20 in.  
 Throat Radius =  $0.1 \times 20 = 2$  in.  
 $R_1 = 4.5$  in.  
 $R_2 = 9.5$  in.





# طراحی کانال کشی



§ عوامل موثر بر افت فشار هوا در کانال:

(الف) سرعت جریان هوا

(ب) اندازه کانال

(ج) زبری

(د) طول کانال

$$\Delta P = 0.03f \left( \frac{L}{d^{1.22}} \right) \left( \frac{V}{1000} \right)^{1.82}$$

که در آن:

$\Delta P$  افت فشار بر حسب اینچ آب

$f$  زبری سطح داخلی کانال (9/0 برای کانال گالوانیزه)

$L$  طول کانال بر حسب ft

$d$  قطر (یا قطر معادل) کانال بر حسب in

$V$  سرعت هوا بر حسب fpm

# AIR VELOCITY

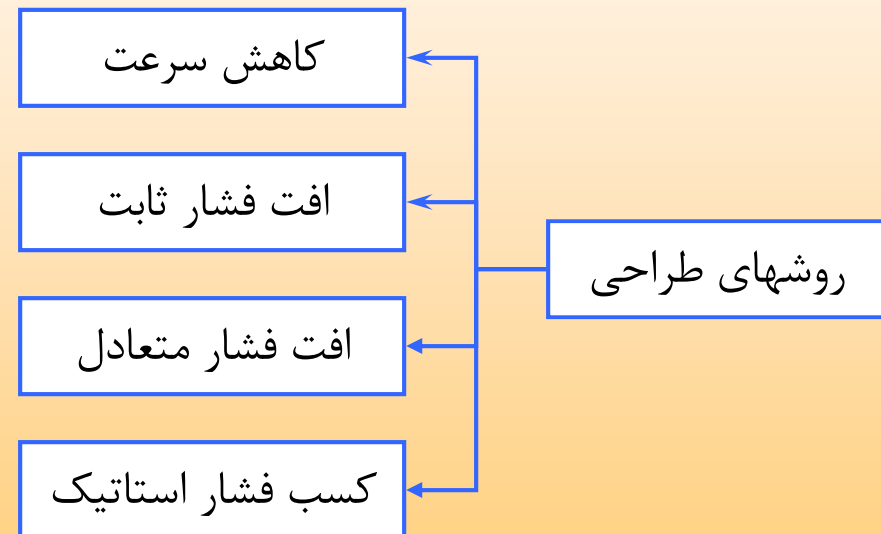
| APPLICATION   | CONTROLLING FACTOR<br>NOISE GENERATION<br>Main Ducts | CONTROLLING FACTOR—DUCT FRICTION |        |              |        |
|---|--|----------------------------------|--------|--------------|--------|
|   |  | Main Ducts                       |        | Branch Ducts |        |
|   |  | Supply                           | Return | Supply       | Return |
| Residences  | 600  | 1000                             | 800    | 600          | 600    |
| Apartments<br>Hotel Bedrooms<br>Hospital Bedrooms                       | 1000   | 1500                             | 1300   | 1200         | 1000   |
| Private Offices<br>Directors Rooms<br>Libraries                         | 1200   | 2000                             | 1500   | 1600         | 1200   |
| Theatres<br>Auditoriums   | 800  | 1300                             | 1100   | 1000         | 800    |
| General Offices<br>High Class Restaurants<br>High Class Stores<br>Banks | 1500   | 2000                             | 1500   | 1600         | 1200   |
| Average Stores<br>Cafeterias  | 1800   | 2000                             | 1500   | 1600         | 1200   |
| Industrial  | 2500   | 3000                             | 1800   | 2200         | 1500   |

# قطر معادل (جدول 32)

| Circular Duct Diameter, in. | Length of One Side of Rectangular Duct a, in.   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
|-----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
|                             | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 12 | 14  | 16  | 18  | 20  | 22  | 24  | 26  | 28  | 30  | 32  | 34  | 36  |     |    |    |
|                             | Length Adjacent Side of Rectangular Duct b, in. |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 5                           | 5   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 5.5                         | 6   | 5  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 6                           | 8   | 6  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 6.5                         | 9   | 7  | 6  |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 7                           | 11  | 8  | 7  |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 7.5                         | 13  | 10 | 8  | 7  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 8                           | 15  | 11 | 9  | 8  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 8.5                         | 17  | 13 | 10 | 9  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 9                           | 20  | 15 | 12 | 10 | 8  |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 9.5                         | 22  | 17 | 13 | 11 | 9  |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 10                          | 25  | 19 | 15 | 12 | 10 | 9  |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 10.5                        | 29  | 21 | 16 | 14 | 12 | 10 |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 11                          | 32  | 23 | 18 | 15 | 13 | 11 | 10 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 11.5                        |   | 26 | 20 | 17 | 14 | 12 | 11 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 12                          |   | 29 | 22 | 18 | 15 | 13 | 12 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 12.5                        |   | 32 | 24 | 20 | 17 | 15 | 13 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 13                          |   | 35 | 27 | 22 | 18 | 16 | 14 | 12 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 13.5                        |   | 38 | 29 | 24 | 20 | 17 | 15 | 13 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 14                          |   | 41 | 31 | 26 | 22 | 19 | 17 | 14 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 14.5                        |   |    | 35 | 28 | 24 | 20 | 18 | 15 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 15                          |   |    | 38 | 30 | 25 | 22 | 19 | 16 | 14  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 16                          |   |    | 45 | 36 | 30 | 25 | 22 | 18 | 15  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 17                          |   |    |    | 41 | 34 | 29 | 25 | 20 | 17  | 16  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 18                          |   |    |    | 47 | 39 | 33 | 29 | 23 | 19  | 17  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 19                          |   |    |    | 54 | 44 | 38 | 33 | 26 | 22  | 19  | 18  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 20                          |   |    |    |    | 50 | 43 | 37 | 29 | 24  | 21  | 19  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 21                          |   |    |    |    | 57 | 48 | 41 | 33 | 27  | 23  | 20  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 22                          |   |    |    |    | 64 | 54 | 46 | 36 | 30  | 26  | 23  | 20  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 23                          |   |    |    |    |    | 60 | 51 | 40 | 33  | 28  | 25  | 22  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 24                          |   |    |    |    |    | 66 | 57 | 44 | 36  | 31  | 27  | 24  | 22  |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 25                          |   |    |    |    |    |    | 63 | 49 | 40  | 34  | 29  | 26  | 24  |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 26                          |   |    |    |    |    |    | 69 | 54 | 44  | 37  | 32  | 28  | 26  | 24  |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 27                          |   |    |    |    |    |    | 76 | 59 | 48  | 40  | 35  | 31  | 28  | 25  |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 28                          |   |    |    |    |    |    |    | 64 | 52  | 43  | 38  | 33  | 30  | 27  | 26  |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 29                          |   |    |    |    |    |    |    | 70 | 56  | 47  | 41  | 36  | 32  | 29  | 27  |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 30                          |   |    |    |    |    |    |    | 76 | 61  | 51  | 44  | 39  | 35  | 31  | 29  | 28  |     |     |     |     |     |    |    |
| 31                          |   |    |    |    |    |    |    | 82 | 66  | 55  | 47  | 41  | 37  | 34  | 31  | 29  |     |     |     |     |     |    |    |
| 32                          |   |    |    |    |    |    |    | 89 | 71  | 59  | 51  | 44  | 40  | 36  | 33  | 31  |     |     |     |     |     |    |    |
| 33                          |   |    |    |    |    |    |    | 96 | 76  | 64  | 54  | 48  | 42  | 38  | 35  | 33  | 30  |     |     |     |     |    |    |
| 34                          |   |    |    |    |    |    |    |    | 82  | 68  | 58  | 51  | 45  | 41  | 37  | 35  | 32  |     |     |     |     |    |    |
| 35                          |   |    |    |    |    |    |    |    | 88  | 73  | 62  | 54  | 48  | 44  | 40  | 37  | 34  | 32  |     |     |     |    |    |
| 36                          |   |    |    |    |    |    |    |    | 95  | 78  | 67  | 58  | 51  | 46  | 42  | 39  | 36  | 34  |     |     |     |    |    |
| 37                          |   |    |    |    |    |    |    |    | 101 | 83  | 71  | 62  | 55  | 49  | 45  | 41  | 38  | 36  | 34  |     |     |    |    |
| 38                          |   |    |    |    |    |    |    |    | 108 | 89  | 76  | 66  | 58  | 52  | 47  | 44  | 40  | 38  | 36  |     |     |    |    |
| 39                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     | 95  | 80  | 70  | 62  | 55  | 50  | 46  | 43  | 40  | 37  | 36  |     |    |    |
| 40                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     | 101 | 85  | 74  | 65  | 58  | 53  | 49  | 45  | 42  | 39  | 37  |     |    |    |
| 41                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     | 107 | 91  | 78  | 69  | 62  | 56  | 51  | 47  | 44  | 41  | 39  |     |    |    |
| 42                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     | 114 | 96  | 83  | 73  | 65  | 59  | 54  | 50  | 46  | 44  | 41  |     |    |    |
| 43                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     | 120 | 102 | 88  | 77  | 69  | 62  | 57  | 53  | 49  | 46  | 43  |     |    |    |
| 44                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 107 | 93  | 81  | 73  | 66  | 60  | 55  | 51  | 48  | 45  |     |    |    |
| 45                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 113 | 98  | 86  | 76  | 69  | 63  | 58  | 54  | 50  | 47  |     |    |    |
| 46                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 120 | 103 | 90  | 80  | 72  | 66  | 61  | 56  | 53  | 49  |     |    |    |
| 47                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 126 | 108 | 95  | 84  | 76  | 69  | 64  | 59  | 55  | 52  |     |    |    |
| 48                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 133 | 114 | 100 | 89  | 80  | 73  | 67  | 62  | 58  | 54  |     |    |    |
| 49                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 140 | 120 | 105 | 93  | 84  | 76  | 70  | 65  | 60  | 56  |     |    |    |
| 50                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 147 | 126 | 110 | 98  | 88  | 80  | 73  | 68  | 63  | 59  |     |    |    |
| 51                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 132 | 115 | 102 | 92  | 83  | 76  | 71  | 66  | 61  |     |    |    |
| 52                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 139 | 121 | 107 | 96  | 87  | 80  | 74  | 69  | 64  |     |    |    |
| 53                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 145 | 127 | 112 | 100 | 91  | 83  | 77  | 71  | 67  |     |    |    |
| 54                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 152 | 133 | 117 | 105 | 95  | 87  | 80  | 74  | 70  |     |    |    |
| 55                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | 139 | 123 | 110 | 99  | 91  | 84  | 78  | 72  |     |    |    |
| 56                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | 145 | 128 | 114 | 104 | 95  | 87  | 81  | 75  |     |    |    |
| 57                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | 151 | 134 | 119 | 108 | 98  | 91  | 84  | 78  |     |    |    |
| 58                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     | 158 | 139 | 124 | 112 | 102 | 94  | 87  | 81  |    |    |
| 59                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     | 165 | 145 | 130 | 117 | 107 | 98  | 91  | 85 |    |
| 60                          |   |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     | 172 | 151 | 135 | 122 | 111 | 102 | 94 | 88 |

# طراحی کانال کشی

- مراحل طراحی و محاسبه سیستم کانال کشی عبارت است از:
1. تعیین محل دریاچه‌های هوا و مسیر کانال کشی روی نقشه پلان
  2. تعیین اندازه کانال‌ها
  3. تعیین افت فشار کل شبکه



افزایش دقت طراحی موجب می‌شود بالانس اولیه مورد نیاز پس از نصب و پیش از شروع کار سیستم کاهش یافته و عملکرد سیستم مطمئن‌تر باشد. برای طراحی کانال‌های برگشت و اگزاست غالباً استفاده از روش افت فشار ثابت توصیه می‌شود.

# طراحی کانال کشی

در هر یک از روش‌های فوق، فشار استاتیکی فن شامل موارد زیر می‌باشد:

1. بیشترین افت فشار مسیر کانال کشی
2. افت فشار استاتیکی دریچه‌ها که از روی مشخصات دریچه انتخابی مشخص شده و در شبکه‌های سرعت پایین حداکثر 15/0 اینچ آب است.
3. تبدیل فشار به سرعت در فن

$$\Delta P = 1.1 \left[ \left( \frac{V_d}{4000} \right)^2 - \left( \frac{V_f}{4000} \right)^2 \right]$$

$$\Delta P = 0.75 \left[ \left( \frac{V_f}{4000} \right)^2 - \left( \frac{V_d}{4000} \right)^2 \right]$$

که در آن:

$\Delta P$  افت فشار یا افزایش فشار برحسب اینچ آب

$V_d$  سرعت هوا در کانال برحسب fpm

$V_f$  سرعت در خروجی فن برحسب fpm

4. افت فشار استاتیکی اجزای هواساز شامل دمپرها، فیلترها، کویل‌ها و غیره

# طراحی کانال کشی

---

## § روش کاهش سرعت

رویه طراحی سیستم کانال به این روش شامل مراحل زیر است:

- (1) انتخاب سرعت در خروجی فن
- (2) کاهش دلخواه سرعت در طول کانال
- (3) تعیین قطر معادل کانال با مشخص بودن سرعت و گذر حجمی هوا
- (4) تعیین ابعاد کانال
- (5) تعیین فشار استاتیکی فن با محاسبه افت فشار در طولانی ترین مسیر معادل

این روش نیازمند تجربه کافی بوده و تنها در مورد سیستم‌های کوچک و ساده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

# طراحی کانال کشی

## § روش افت فشار ثابت

رویه طراحی سیستم کانال به این روش شامل مراحل زیر است:

- (1) انتخاب سرعت در خروجی فن
- (2) تعیین نرخ افت فشار و قطر معادل در خروجی فن با مشخص بودن سرعت و گذر حجمی هوا
- (3) تعیین قطر معادل کانال در بقیه سیستم با مشخص بودن نرخ افت فشار و گذر حجمی هوا
- (4) تعیین ابعاد کانال
- (5) تعیین فشار استاتیکی فن با محاسبه افت فشار در طولانی ترین مسیر معادل

در صورتی که اختلاف طول انشعابات مختلف کانال کشی زیاد باشد، می توان از نرخ افت فشار در شاخه های کوتاه تر را به نحوی انتخاب نمود که میزان افت فشار در تمام مسیرها تقریباً برابر گردد. به هر حال سرعت در انشعابات نباید از حدود مجاز تجاوز کند. این روش، نرخ افت فشار متعادل یا نرخ افت فشار ثابت اصلاح شده نامیده می شود.

# طراحی کانال کشی

## § روش بازیافت فشار

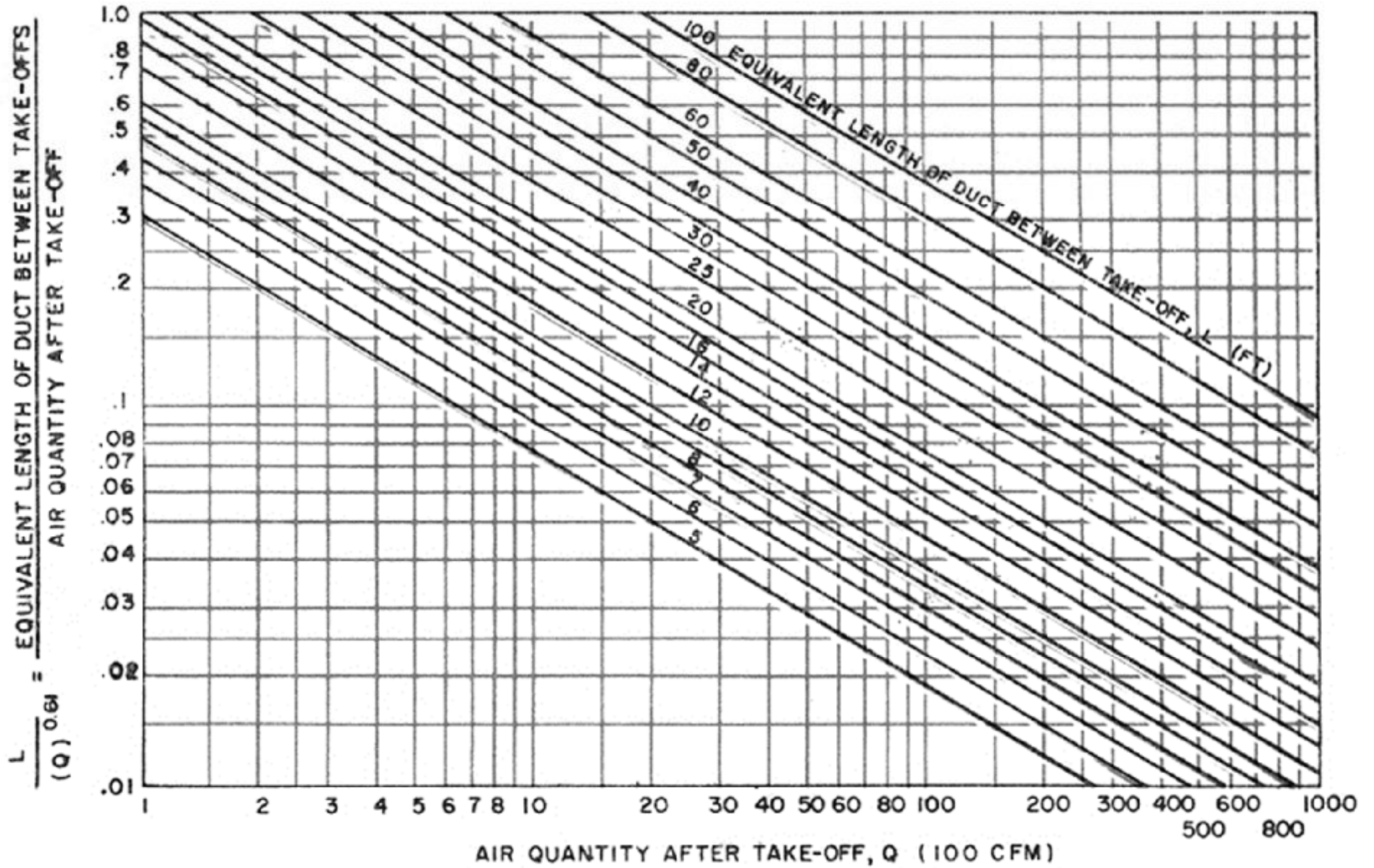
در روش بازیافت فشار استاتیکی اندازه کانال به نحوی تعیین می‌گردد که افزایش فشار استاتیکی به دلیل کاهش سرعت در ابتدای هر انشعاب، افت اصطکاکی در قسمت بعدی کانال را جبران نماید. به این ترتیب افت فشار در هر انشعاب با افزایش فشار ناشی از کاهش سرعت هوا در ابتدای انشعاب برابر بوده و لذا فشار استاتیکی هوا در ابتدای تمامی انشعابات و دریچه‌های خروجی یکسان خواهد بود. رویه طراحی سیستم کانال به روش بازیافت فشار شامل مراحل زیر است:

- (1) انتخاب سرعت در خروجی فن
- (2) تعیین قطر معادل در خروجی فن با مشخص بودن سرعت و گذر حجمی هوا
- (3) تعیین نسبت  $L/Q$  برای هر انشعاب با مشخص بودن گذر حجمی هوا و طول معادل انشعاب
- (4) تعیین سرعت هوا در هر انشعاب با مشخص بودن نسبت  $L/Q$  و سرعت هوا قبل از انشعاب
- (5) تعیین قطر معادل کانال در هر انشعاب
- (6) تعیین ابعاد کانال در هر انشعاب
- (7) تعیین فشار استاتیکی فن با محاسبه افت فشار در طولانی‌ترین مسیر معادل

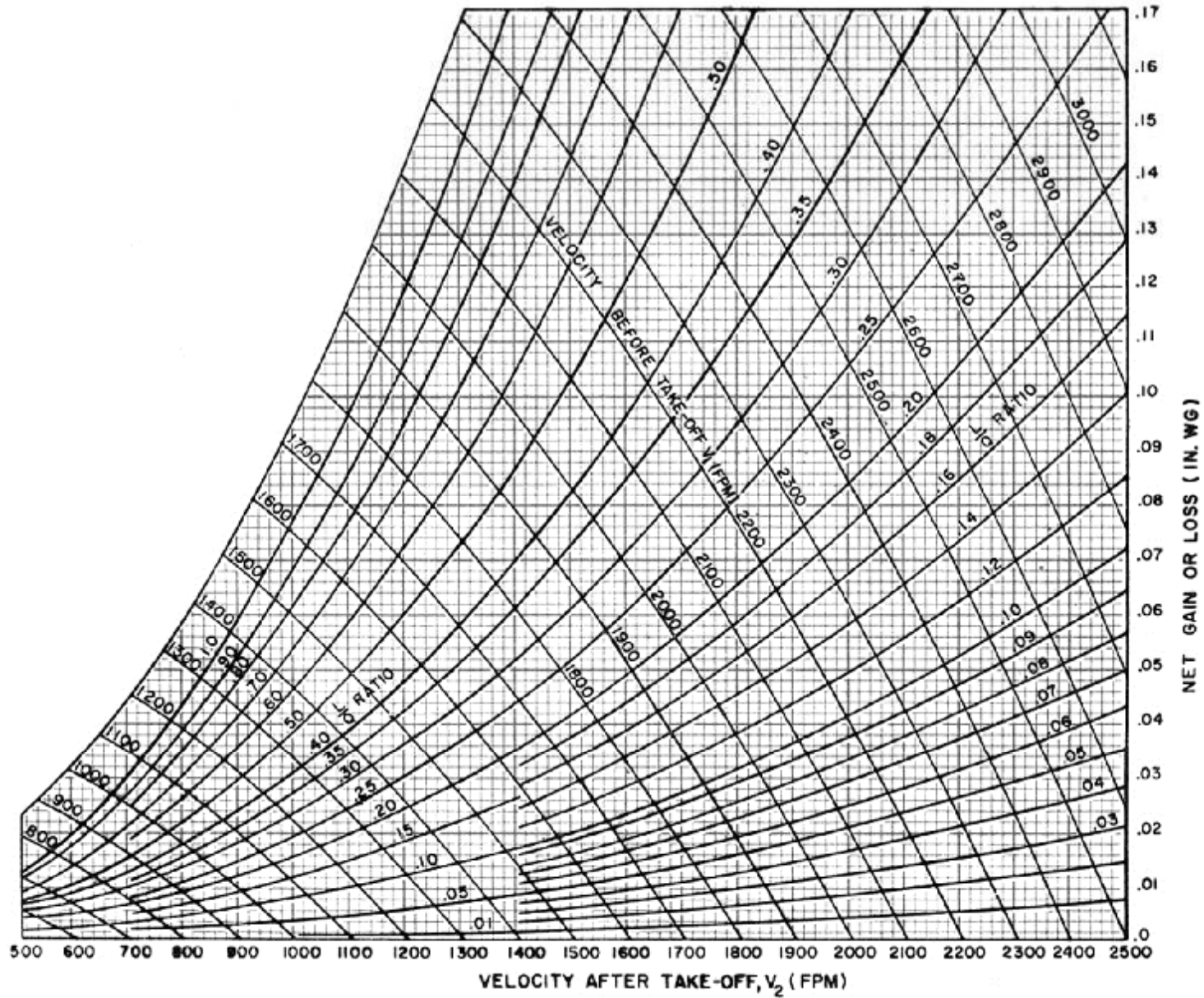
اندازه کانال‌ها در این روش نسبت به روش نرخ افت فشار ثابت بزرگتر بوده و لذا هزینه اجرای آن بیشتر خواهد بود. با این وجود، افزایش هزینه اولیه با کاهش زمان بالانس و هزینه کاری سیستم جبران می‌شود.



# طراحی کانال کشی



# طراحی کانال کشی



# دریچه‌های هوا

پارامترهای موثر بر عملکرد دریچه‌های هوا عبارت است از:

## پرتاب

فاصله افقی که هوا پس از خروج از دریچه تا رسیدن به سرعت حدی طی می‌کند. سرعت حدی معمولاً 50 fpm بوده و در فاصله 5/6 ft از کف اندازه‌گیری می‌شود. پرتاب متناسب با سرعت هوای خروجی از دریچه بوده و مستقل از اختلاف دمای هوای تغذیه و اتاق است. معمولاً پوشش کامل عرض اتاق به وسیله پرتاب هوا ضروری نبوده و پوشش 75% فاصله دریچه تا دیوار مقابل کافی خواهد بود.

## افت

فاصله عمودی که هوا از زمان خروج از دریچه تا زمان رسیدن به انتهای پرتاب طی می‌کند. افت علاوه بر سرعت هوای خروجی به اختلاف دمای هوای تغذیه و اتاق نیز بستگی داشته و لازم است در انتخاب ابعاد دریچه، با توجه به ارتفاع سقف و موانع مقابل جریان هوا، مورد بررسی قرار گیرد.

## القا

جریان یافتن بخشی از هوای اتاق (هوای ثانویه) به وسیله هوای خروجی از دریچه (هوای اولیه) القا نامیده می‌شود.

# دریچه‌های هوا

سرعت هوا در دریچه‌ها

**SUPPLY**

| APPLICATION                           | TERMINAL VELOCITY (FPM) |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Broadcast studios                     | 300-500                 |
| Residences                            | 500-750                 |
| Apartments                            | 500-750                 |
| Churches                              | 500-750                 |
| Hotel bedrooms                        | 500-750                 |
| Legitimate theaters                   | 500-750                 |
| Private offices, acoustically treated | 500-750                 |
| Private offices, not treated          | 500-800                 |
| Motion picture theaters               | 1000                    |
| General offices                       | 1000-1250               |
| Dept. stores, upper floors            | 1500                    |
| Dept. stores, main floor              | 2000                    |

**RETURN**

| GRILLE LOCATION                     | FPM OVER GROSS AREA |
|-------------------------------------|---------------------|
| Commercial                          |                     |
| Above occupied zone                 | 800 and above       |
| Within occupied zone not near seats | 600-800             |
| Within occupied zone near seats     | 400-600             |
| Door or wall louvers                | 500-1000            |
| Undercutting of doors               | 600                 |
| Industrial                          | 800 and above       |
| Residential                         | 400                 |

# دریچه‌های هوا

---

دریچه دیواری (Grill & Register)

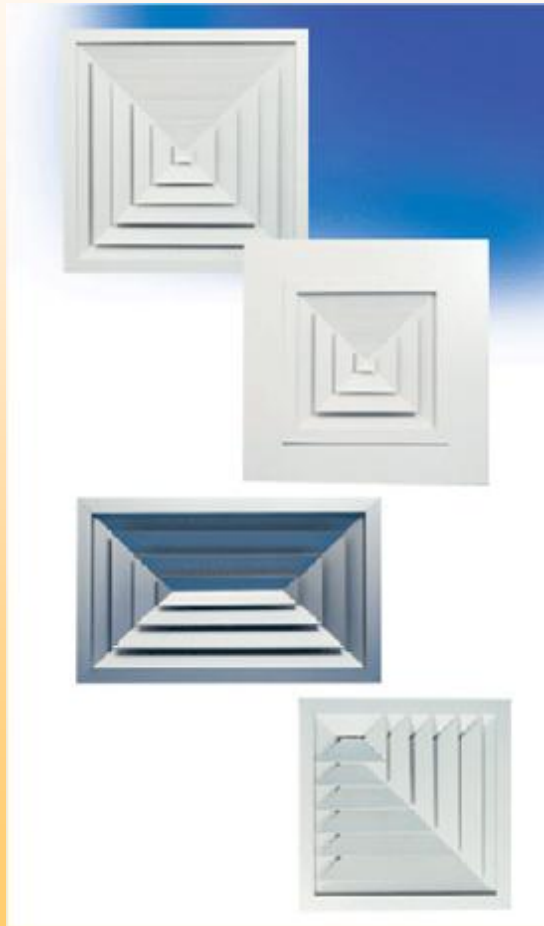


دریچه خطی (Linear Slot Diffuser)



# دریچه‌های هوا

دریچه سقفی (Diffuser)



# دریچه‌های هوا

---

نازل جت (Nozzle Jet)

