سلسلة أعمال مكافحة الحريق

الجزء الخامس والأربعون

Hydraulic Calculation Procedures For Sprinklers

خطوات الحسابات الهيدروليكية لنظام الرشاشات

ترجمة وجمع وترتيب

م/ رياض فاضل النجار

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله, أما بعد :

فهذا كتاب من سلسلة كتب أنرمعت العمل عليها في الفترة القادمة والتي تختص بالتكلم عن أنظمة مكافحة الحريق الأكثر انتشارا في المشاريع في منطقتنا .

المصدر الأساسي للمعلومات هي من المرجع NFPA . . وفي هذا الكتاب كانت المعلومات من NFPA 13 الاصدار 2013 .

والهدف من هذه السلسلة تقريب علم مكافحة الحريق من مهندسينا الذين لاحظت عليهم كثرة الاهتمام بالجانب العملي وإغفال كبير للجانب العلمي, الأمر الذي سيؤدي مع مرور الوقت إلى ضعف في المعلومات وعندها سيصبح المهندس عبارة عن مشرف من دون مميزات هندسية .

هذا ما نُصحت به من عدم ترك القراءة وهذا ما أحاول إيصاله عبر هذه السلسة, والمعلومات الموجودة في هذا الجزء هي عبارة عن ترجمة من اللغة الانكليزية, لذا ربما يجد القارئ بعض نقاط الخلل في العبارة وكيفية عرضها, وعليه فأنني أقدم دعوة لأصحاب الخبرة لتنقيح هذه المعلومات لتصبح أكثر وضوحاً ودقة .

هذا وما كان من خطأ فمني ومن الشيطان وما كان من صحة فمن الله وحده, والله الموفق الهادي لا إله إلا هو عليه توكلت وإليه أنيب .

كتبه م/ رياض فاضل النجار

1436/01/30 هـ

2014/11/23 م

الفصل الأول : مقدمة عامة

أولا : عموميات :

1- النظام المحسوب لمبنى, أو الإضافة المحسوبة لنظام موجود في مبنى, يجب أن تحل محل القواعد الموجودة في NFPA 13 والتي تغطي (pipe schedules), باستثناء أن كل الأنظمة ستبقى مقيدة بالمساحة.

2- يجب أن لا يقل قطر المواسير عن 1 in. للمواسير الحديدية و ¾ in. لمواسير النحاس الأحمر والمواسير الغير معدنية المسجلة للعمل في أنظمة الرشاشات.

3- قياس المواسير, و عدد الرشاشات في كل خط فرع, وعدد خطوط الفروع في كل خط رئيسي, كل ذلك يجب أن يقيد بإمداد الماء المتوفر فقط.

4- يجب المحافظة على قواعد تباعد الرشاشات وغيرها من القواعد في NFPA 13.

5- يجب توسيع الحسابات الهيدروليكية لنقطة فعالة من إمداد الماء حيث تكون خصائص الماء معروفة.

ثانيا : القوانين (Formulas) :

هناك نقطة مهمة قبل البدء بسرد القوانين هي أن NFPA 13 لا تضع قيودا على السرعة العظمى المسموح بها, بينما في مواسير الأنظمة الميكانيكية الأخرى يوجد قيود على السرعة بسبب المخاوف من الضجيج وتآكل المواسير. ومثل هذه المخاوف لا علاقة لها بأنظمة مكافحة الحريق بسبب أن الماء لا يتدفق عبر المواسير في العادة, فالأنظمة الآلية تعمل فقط عند حدوث الحريق أو خلال الاختبارات.

1- قانون ضياعات الاحتكاك :

23.4.2.1.1 Pipe friction losses shall be determined on the basis of the Hazen–Williams formula, as follows:

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

where:

p = frictional resistance (psi/ft of pipe)
Q = flow (gpm)
C = friction loss coefficient
d = actual internal diameter of pipe (in.)

23.4.2.1.2 For SI units, the following equation shall be used:

$$p_m = 6.05\left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85}d_m^{4.87}}\right)10^5$$

where:

p_m = frictional resistance (bar/m of pipe)
Q_m = flow (L/min)
C = friction loss coefficient
d_m = actual internal diameter (mm)

23.4.2.1.3 For antifreeze systems greater than 40 gal (151 L) in size, the friction loss shall also be calculated using the Darcy–Weisbach formula:

$$\Delta P = 0.000216 f \frac{l \rho Q^2}{d^5}$$

where:

ΔP = friction loss (psi)
f = friction loss factor from Moody diagram
l = length of pipe or tube (ft)
ρ = density of fluid (lb/ft^3)
Q = flow in pipe or tube (gpm)
d = inside diameter of tube (in.)

Friction Loss Based on Various Pipe Flows

Flow (gpm)	*Pipe Type and Nominal Size*	*Internal Diameter (in.)*	*C Factor*	*Friction Loss (psi/ft)*
25	1 in. Schedule 40 steel	1.049	120	0.197
25	1 in. Schedule 40 steel	1.049	100	0.276
25	1 in. Schedule 10 steel	1.097	120	0.158
25	1 in. Schedule 10 steel	1.097	100	0.222
25	1 in. copper (Type K)	0.995	150	0.168
25	1 in. CPVC	1.109	150	0.099
50	1½ in. Schedule 40 steel	1.610	120	0.088
50	1½ in. Schedule 40 steel	1.610	100	0.123
50	1½ in. Schedule 10 steel	1.682	120	0.071
50	1½ in. Schedule 10 steel	1.682	100	0.100
50	1½ in. copper (Type K)	1.481	150	0.087
50	1½ in. CPVC	1.602	150	0.060
100	2 in. Schedule 40 steel	2.067	120	0.094
100	2 in. Schedule 40 steel	2.067	100	0.132
100	2 in. Schedule 10 steel	2.157	120	0.076
100	2 in. Schedule 10 steel	2.157	100	0.107
100	2 in. copper (Type K)	1.959	150	0.081
100	2 in. CPVC	2.003	150	0.072

م/ رياض فاضل النجار

2- قانون ضغط السرعة:

$$P_v = \frac{0.001123Q^2}{D^4}$$

where:
P_v = velocity pressure (psi) (SI, 1 psi = 0.0689 bar)
Q = flow (gpm) (SI, 1 gal = 3.785 L)
D = inside diameter (in.) (SI, 1 in. = 25.4 mm)

3- قانون الضغط الطبيعي:

$$P_n = P_t - P_v$$

where:
P_n = normal pressure
P_t = total pressure [psi (bar)]
P_v = velocity pressure [psi (bar)]

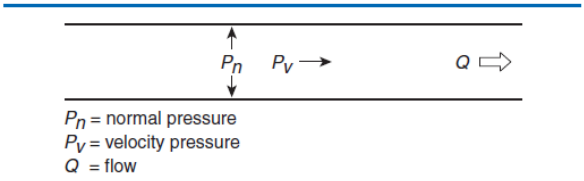


EXHIBIT 22.1 *Velocity and Normal Pressures.*

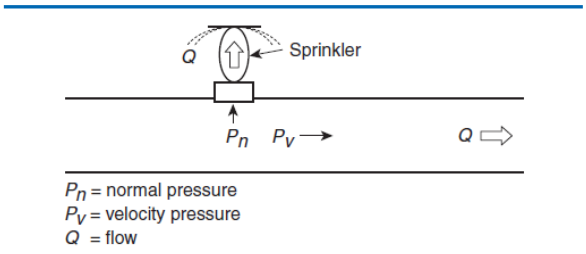


EXHIBIT 22.2 *Normal Pressure Is Responsible for Flow from Sprinklers Where Additional Flow Is Downstream of Operating Sprinkler.*

ملاحظة مهمة: إن إجراء الحسابات الهيدروليكية باستعمال طريقة الضغط الكلي هي الطريقة الشائعة الاستعمال.

4- نقاط الاتصال الهيدروليكية (Hydraulic Junction Points):

- يجب موازنة الضغط في نقاط الاتصال الهيدروليكية ضمن 0.03 بار (0.5 psi).
- الضغط الأعلى عند نقطة الاتصال, والتدفق الكلي حسب التعديل, يجب أن يحملا إلى الحسابات.
- يجب السماح للضغط الموازن (Pressure balancing) عبر استعمال المعامل K (use of a through the K-factor developed) لخطوط الفروع أو أجزاء النظام والتي تستعمل قانون المعامل K.

5- قانون المعامل K :

$$K_n = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

where:
K_n = equivalent K at a node
Q = flow at the node
P = pressure at the node

ثالثا : الطول المكافئ للوصلات والمحابس.

1- يتم استعمال الجدول 23.4.3.1.1 لتحديد الطول المكافئ للوصلات والأجهزة, وفي حال وجود تعليمات للصانع يتم الالتزام بها.

2- للوصلات من نوع saddle-type والتي لها ضياعات احتكاك أعلى من الجدول, يجب إضافة الزيادة في الضياعات إلى الحسابات.

Table 23.4.3.1.1 Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (Meters) of Pipe														
	½ in.	¾ in.	1 in.	1¼ in.	1½ in.	2 in.	2½ in.	3 in.	3½ in.	4 in.	5 in.	6 in.	8 in.	10 in.	12 in.
Fittings and Valves	(15 mm)	(20 mm)	(25 mm)	(32 mm)	(40 mm)	(50 mm)	(65 mm)	(80 mm)	(90 mm)	(100 mm)	(125 mm)	(150 mm)	(200 mm)	(250 mm)	(300 mm)
45° elbow	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4)
90° standard elbow	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
90° long-turn elbow	0.5 (0.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4)	16 (4.9)	18 (5.5)
Tee or cross (flow turned 90°)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	15 (4.6)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Butterfly valve	—	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3)	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Gate valve	—	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Swing check*	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.3)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (20)

For SI units, 1 in. = 25.4 mm; 1 ft = 0.3048 m.
Note: Information on ½ in. pipe is included in this table only because it is allowed under 8.15.19.4 and 8.15.19.5.
*Due to the variation in design of swing check valves, the pipe equivalents indicated in this table are considered average.

3- للمواسير التي لها أقطار داخلية مختلفة عن مواسير الحديد جدول 40, يتم ضرب الطول المكافئ من الجدول بالمعامل الناتج من المعادلة التالية :

$$\left(\frac{\text{Actual inside diameter}}{\text{Schedule 40 steel pipe inside diameter}}\right)^{4.87} = \text{Factor}$$

4- يتم تطبيق الجدول السابق على المواسير التي لها معامل C=120 فقط, وللأنواع الأخرى من المواسير يتم ضرب القيم من الجدول بمعامل تصحيح من الجدول 23.4.3.2.1 التالي :

Table 23.4.3.2.1 *C* Value Multiplier

Value of *C*	100	130	140	150
Multiplying factor	0.713	1.16	1.33	1.51

Note: These factors are based upon the friction loss through the fitting being independent of the *C* factor available to the piping.

على سبيل المثال: لدينا أنبوب 4 in. جدول 10 سيستخدم في نظام أنبوب جاف, مع معامل C 100, وهنا لدينا معاملين للتصحيح, الأول من الجدول وهو 0.713 والثاني هو 1.32 يحسب من المعادلة من البند 3, وينتج لدينا معامل جديد نتيجة ضرب القيمتين السابقتين للتصحيح وهو .(1.32x 0.713 = 0.94) وعلى هذا عند استخدام الأنبوب 4 in. من جدول 10 يجب ضرب القيم في الجدول 23.4.3.1.1 بالقيمة 0.94.

Common Types and Sizes of Pipe

	Pipe Sizes										
Material	*¾ in. (20 mm)*	*1 in. (25 mm)*	*1¼ in. (32 mm)*	*1½ in. (40 mm)*	*2 in. (50 mm)*	*2½ in. (65 mm)*	*3 in. (80 mm)*	*4 in. (100 mm)*	*6 in. (150 mm)*	*8 in. (200 mm)*	*10 in. (250 mm)*
Type K copper	0.61	0.77	0.61	0.67	0.77	0.93	0.77	0.81	0.77	0.78	0.75
Type L copper	0.79	0.89	0.65	0.72	0.82	0.99	0.82	0.86	0.84	0.85	0.82
Type M copper	0.93	1.03	0.72	0.77	0.87	1.05	0.87	0.89	0.86	0.86	0.85
Schedule 5 steel	—	1.81	1.65	1.58	1.51	1.57	1.50	1.43	1.31	—	—
Schedule 10 steel	1.41	1.24	1.24	1.24	1.23	1.37	1.34	1.32	1.26	1.17	1.18
Class 52 lined d.i.	—	—	—	—	—	—	1.14	0.93	0.97	1.10	1.06
Class 54 lined d.i.	—	—	—	—	—	—	0.94	0.80	0.88	1.02	1.00

Table A.6.3.2 Steel Pipe Dimensions

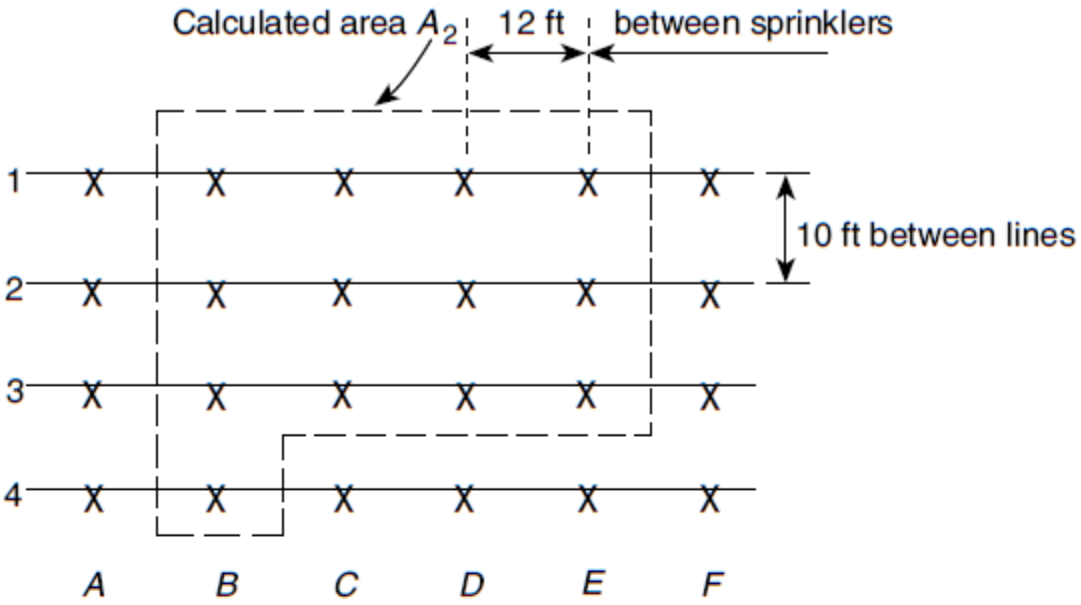
Nominal Pipe Size		Outside Diameter		Schedule 5				Schedule 10[a]				Schedule 30				Schedule 40			
				Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness	
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
½[b]	15	0.840	21.3	—	—	—	—	0.674	17.0	0.083	2.1	—	—	—	—	0.622	15.8	0.109	2.8
¾[b]	20	1.050	26.7	—	—	—	—	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—	0.824	21.0	0.113	2.9
1	25	1.315	33.4	1.185	30.1	0.065	1.7	1.097	27.9	0.109	2.8	—	—	—	—	1.049	26.6	0.133	3.4
1¼	32	1.660	42.2	1.530	38.9	0.065	1.7	1.442	36.6	0.109	2.8	—	—	—	—	1.380	35.1	0.140	3.6
1½	40	1.900	48.3	1.770	45.0	0.065	1.7	1.682	42.7	0.109	2.8	—	—	—	—	1.610	40.9	0.145	3.7
2	50	2.375	60.3	2.245	57.0	0.065	1.7	2.157	54.8	0.109	2.8	—	—	—	—	2.067	52.5	0.154	3.9
2½	65	2.875	73.0	2.709	68.8	0.083	2.1	2.635	66.9	0.120	3.0	—	—	—	—	2.469	62.7	0.203	5.2
3	80	3.500	88.9	3.334	84.7	0.083	2.1	3.260	82.8	0.120	3.0	—	—	—	—	3.068	77.9	0.216	5.5
3½	90	4.000	101.6	3.834	97.4	0.083	2.1	3.760	95.5	0.120	3.0	—	—	—	—	3.548	90.1	0.226	5.7
4	100	4.500	114.3	4.334	110.1	0.083	2.1	4.260	108.2	0.120	3.0	—	—	—	—	4.026	102.3	0.237	6.0
5	125	5.563	141.3	—	—	—	—	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—	5.047	128.2	0.258	6.6
6	150	6.625	168.3	6.407	162.7	0.109	2.8	6.357	161.5	0.134[c]	3.4	—	—	—	—	6.065	154.1	0.280	7.1
8	200	8.625	219.1	—	—	—	—	8.249	209.5	0.188[c]	4.8	8.071	205.0	0.277[d]	7.0	7.981	—	0.322	—
10	250	10.750	273.1	—	—	—	—	10.370	263.4	0.188[c]	4.8	10.140	257.6	0.307[d]	7.8	10.020	—	0.365	—
12	300	12.750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.090	—	0.330[c]	—	11.938	—	0.406	—

[a] Schedule 10 defined to 5 in. (127 mm) nominal pipe size by ASTM A 135, *Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe.*
[b] These values applicable when used in conjunction with 8.14.19.3 and 8.14.19.4.
[c] Wall thickness specified in 6.3.2.
[d] Wall thickness specified in 6.3.3.

5- المحابس: يجب توفير قيم ضياعات الاحتكاك أو الأطوال المكافئة لكل من محابس الإنذار ومحابس الأنبوب الجاف والمحابس الغمر والمصافي وأدوات تنظيم الضغط ومانع التدفق العكسي وكل الأجهزة الأخرى, من أجل تقديمها للجهة المختصة.

6- القيم المختلفة: قيم ضياعات الاحتكاك أو الأطوال المكافئة للوصلات الغير موجودة في الجدول التالي 6.4.1 سيتم استخدامها في الحسابات الهيدروليكية إذا كان لها قيم تختلف عن الجدول السابق 23.4.3.1.1.

Materials and Dimensions	Standard	system
Cast Iron		
Cast iron threaded fittings, Class 125 and 250	ASME B16.4	*R & S*
Cast iron pipe flanges and flanged fittings	ASME B16.1	*R & S*
Malleable Iron		
Malleable iron threaded fittings, Class 150 and 300	ASME B16.3	*R & S*
Ductile-Iron and Gray-Iron Fittings	AWWA C110	*S*
Ductile-Iron Compact Fittings for Water service	AWWA C153	*S*
Steel		
Factory-made wrought steel buttweld Fittings	ASME B16.9	*R & S*
Buttwelding ends for pipe, valves, flanges, And Fittings	ASME B16.25	*R & S*
Specification for piping fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevated temperatures	ASTM A 234	*R & S*
Steel pipe flanges and flanged fittings	ASME B16.5	*R & S*
Forged steel fittings, socket welded and threaded	ASME B16.11	*R & S*
Copper		
Wrought copper and copper alloy solder joint pressure fittings	ASME B16.22	*R*
Cast copper alloy solder joint pressure fittings	ASME B16.18	*R*
CPVC		
Chlorinated polyvinyl chloride (CPVC) specification for Schedule 80 CPVC threaded fittings	ASTM F 437	*R*
Specification for Schedule 40 CPVC socket-type fittings	ASTM F 438	*R*
Specification for Schedule 80 CPVC socket-type fittings	ASTM F 439	*R*
Bronze Fittings		
Cast Bronze Threaded Fittings	ASME B16.15	*R*



Notes:

1. For gridded systems, the extra sprinkler (or sprinklers) on branch line 4 can be placed in any adjacent location from *B* to *E* at the designer's option.
2. For tree and looped systems, the extra sprinkler on line 4 should be placed closest to the cross main.

Assume a remote area of 1500 ft^2 with sprinkler coverage of 120 ft^2

$$\text{Total sprinklers to calculate} = \frac{\text{Design area}}{\text{Area per sprinkler}}$$

$$= \frac{1500}{120} = 12.5, \text{ calculate } 13$$

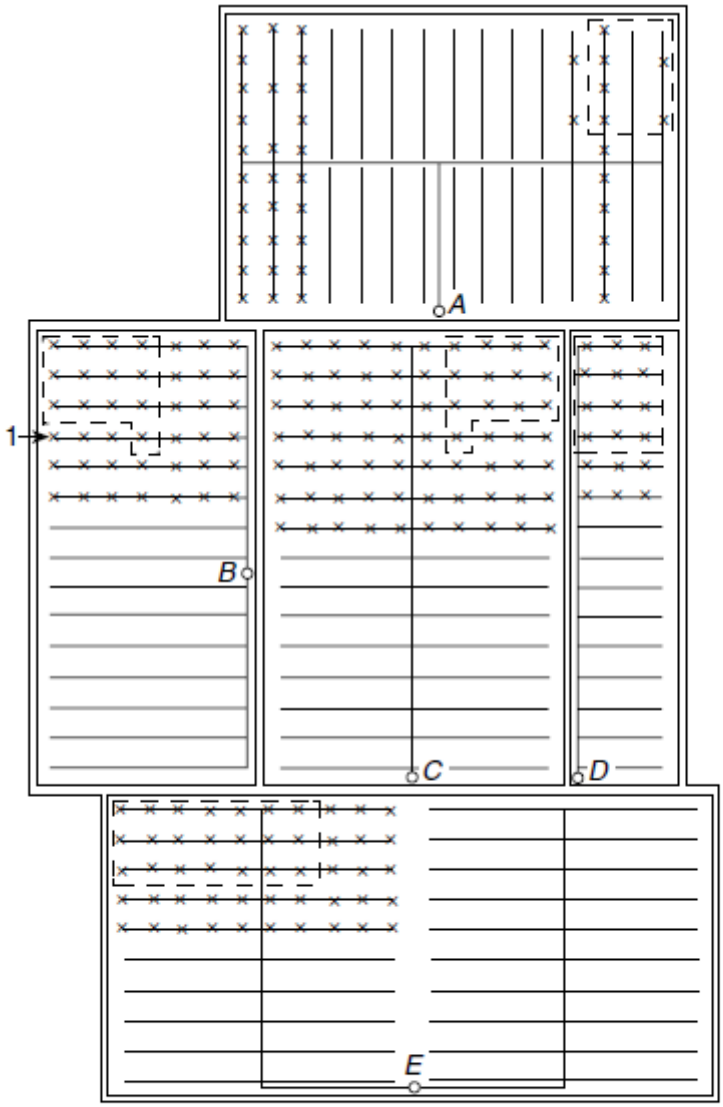
$$\text{Number of sprinklers on branch line} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Where:
A = design area
S = distance between sprinklers on branch line

$$\text{Number of sprinklers on branch line} = \frac{1.2\sqrt{1500}}{12} = 3.87$$

For SI units, 1 ft = 0.3048 m; 1 ft^2 = 0.0929 m^2.

FIGURE A.23.4.4 Example of Determining the Number of Sprinklers to Be Calculated.



1 This sprinkler is not in the selected area of operation.

FIGURE A.23.4.4.1(a) Example of Hydraulically Most Demanding Area.

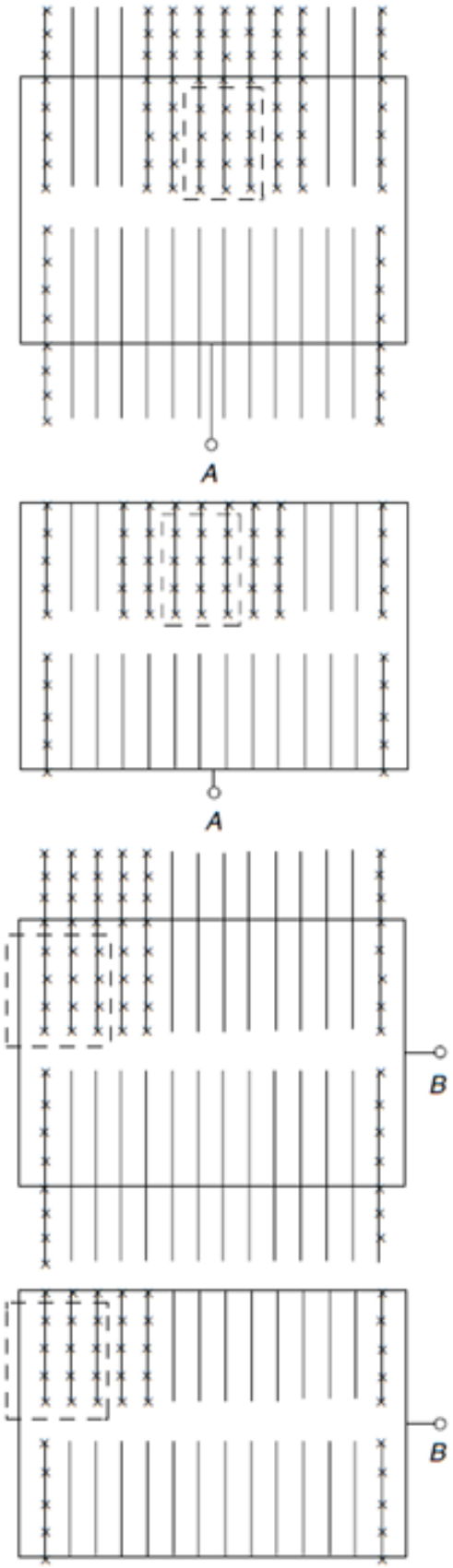
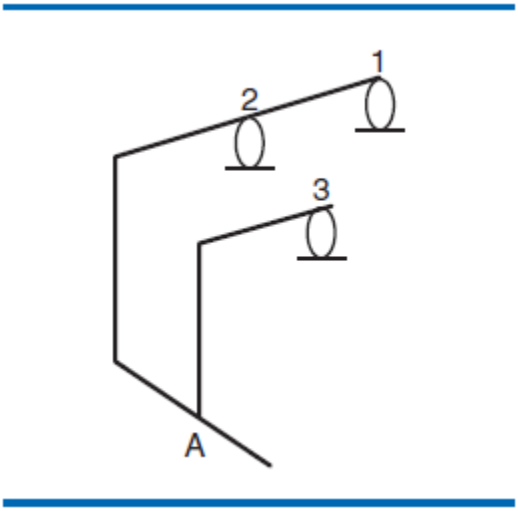


FIGURE A.23.4.4.1(b) Example of Hydraulically Most Demanding Area for Various Piping Arrangements.

بعد أن تم تحديد كمية الماء الضرورية والضغط اللازم لهذه الكمية نبدأ بإجراء الحسابات الهيدروليكية والتي تبدأ من أبعد نقطة في النظام لها متطلبات هيدروليكية أكثر من غيرها وغالبا ما تكون هذه النقطة هي أبعد نقطة عن مصدر الماء. بالرجوع من هذه النقطة باتجاه مصدر الماء, مع إضافة ضياعات الاحتكاك والتدفقات لتحديد الحاجة الكلية من الماء.

في بعض النقاط ضمن النظام, يتفرع تدفق الماء إلى أكثر من فرع وبأكثر من اتجاه, كالتقاطع الرئيسي الذي له أكثر من خط فرع أو عند خط رشاشات الرفوف أو خط محبس الخرطوم. وفي مثل هذه التقاطعات يتم حساب التدفق لكل فرع على حدة. وعند ذلك يحتاج لتركيب مقياس ضغط عند كل اتجاه. وعند ذلك يحتاج التدفق في الخط الذي يحتاج لضغط أقل إلى موازنة مع الضغط الأعلى. فالضغط الأعلى ينتج عنه تدفق أعلى. وتتم هذه الموازنة عن طريق دمج المعامل K.



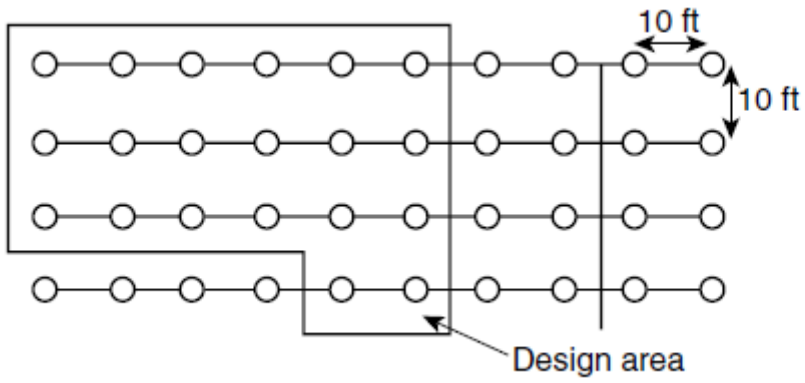
في الشكل السابق فإن الحسابات الهيدروليكية في خط الفرع الأول عند النقطة A توضح أن كمية الماء هي 37 gpm عند 1 بار. تتضمن هذه الكمية الإطلاق من الرشاش 1 و2 مع الضغط المرتبط وضياعات الارتفاع. والحسابات الهيدروليكية لخط الفرع الثاني والذي فيه الرشاش 3 تحتاج 18 gpm عند ضغط 0.8 بار عند النقطة A. وبسبب أنه لا يمكن أن يوجد إلا ضغط واحد عند النقطة A, فالضغط الأعلى 1 بار هو الذي سيزوّد وذلك لتحقيق الإطلاق الصحيح من الرشاش 1 و2. وتزويد ضغط 0.8 بار سينتج من أقل من 37 gpm خلال خط الفرع الأول.

عند النقطة A فإن الضغط 1 بار سيخلق تدفقا يزيد عن 18 gpm خلال خط الفرع الثاني (الرشاش 3). يمكن حساب التدفق الزائد بتحديد المعامل K عند النقطة A, باستعمال معلومات التدفق من الرشاش 3 عند النقطة A 18 gpm و0.8 بار. ومن المعادلة $Q=K.(P)^{1/2}$ نجد أن قيمة K هي 5.2. وباستعمال هذا المعامل مع قيمة الضغط العظمى 1 بار سنجد ان التدفق عبر الرشاش 3 سيصبح 20 gpm. والتدفق الكلي عند النقطة A هو 57 gpm.

أولا : طريقة كثافة/مساحة :

1- عند التصميم بالاعتماد على طريقة كثافة/مساحة, يجب أن تكون مساحة التصميم مستطيلة الشكل ولها أبعاد موازية لخطوط الفروع وبمقدار لا يقل عن 1.2 من الجذر التربيعي لمساحة تشغيل الرشاش المستعمل, الأمر الذي يجب أن يسمح بإدراج الرشاشات من كلا جانبي التقاطع الرئيسي (cross main).

ليس معنى كلمة مستطيل هنا أنه يجب دائما كون منطقة التصميم مستطيلة الشكل. القصد أن تكون منطقة التصميم مع زوايا قائمة والبعد الأطول موازٍ لخطوط الفروع. وفي كثير من الحالات يكون مستطيل الشكل. وفي بعض الحالات يختلف كما هو في الشكل التالي.



Discharge criteria: 0.45 gpm²/2000 ft²
20 sprinklers in design area 1.2(2000)0.5/10 = 5.3 rounded up to 6 sprinklers per branch line
Note that the design area is not a perfect rectangle. The 2000 ft² requirement can be met with fewer sprinklers on the fourth branch line back, so there is no need to include the additional four sprinklers on the fourth branch line.

FIGURE A.23.4.4.1.1.1 Example of Nonsymmetrical Hydraulically Most Demanding Area.

2- يجب حمل أي رشاش (fractional sprinkler) إلى أعلى ثقب رشاش تالي (the next higher whole sprinkler).

3- في الأنظمة التي لها خطوط فروع مع عدد غير كاف من الرشاشات لإنجاز (to fulfill the 1.2 requirement), يجب توسيع مساحة التصميم لتشمل رشاشات من خطوط فروع مجاورة, والتي تتغذى من نفس التقاطع الرئيسي.

4- إذا كانت مساحة الأرضية المتوفرة لمعايير التصميم كثافة/مساحة, بما في ذلك التوسع المطلوب بالفقرات 11.1.2[1] و12.3, إذا كانت أقل من مساحة التصميم المطلوبة, يجب السماح حينها بأن تكون منطقة التصميم شاملة فقط للرشاشات ضمن مساحة التصميم المتوفرة.

[1]) الكتاب 41 في الصفحة 3 في البند 2.
[2]) الكتاب 42 في الصفحة 5 في البند ثانيا.

البنود التالية تلخص طريقة التصميم حسب البند 4:

- 1 حساب إطلاق التصميم الهيدروليكي متضمنا الرشاشات ضمن مساحة الأرضية المتوفرة.
- 2 حساب الإطلاق الأدنى المطلوب بضرب كثافة التصميم المطلوبة بمساحة التصميم الدنيا المطلوبة.
- 3 طرح قيمة البند الأول من الثاني.
- 4 إذا كان الناتج أكبر من الصفر يتم إعادة الحساب متضمنا لتدفق آخر مساويا للناتج بالبند 3. يتم إضافة هذا التدفق عند نقطة اتصال خط الفرع مع التقاطع الرئيسي الأبعد عن المصدر.
- 5 إذا كان الناتج في البند 3 أصغر أو يساوي الصفر, فناتج البند 1 هو إطلاق التصميم الهيدروليكي.

5- عندما يكون إطلاق التصميم الكلي (the total design discharge) من الرشاشات العاملة أقل من الإطلاق الأدنى المحدد بضرب كثافة التصميم المطلوبة بمساحة التصميم الدنيا, يجب إضافة تدفق عند نقطة اتصال خط الفرع مع التقاطع الرئيسي الأبعد عن المصدر وذلك لزيادة المطلب الكلي للماء, قبل إضافة خرطوم, إلى الإطلاق الأدنى المطلوب كما تقرر سابقا.

فقرة توضيحية:

يتم تحدد عدد الرشاشات الداخلة في المنطلقة التصميمية بقسمة مساحة التصميم على مساحة تشغيل الرشاش, وليكن لدينا المساحة التصميمية 39 م2 ومساحة تشغيل كل رشاش هي 12 م2 وعليه فإن عدد الرشاشات المطلوبة هو 12 رشاش.

منطقة التصميم تكون على شكل مستطيل أطول بعد فيه يؤخذ بضرب 1.2 بجذر مساحة منطقة التصميم.

يتم تحديد الرشاشات الموجودة على خط الفرع بقسمة البعد الأطول من منطقة التصميم على مقدار تباعد الرشاشات وهنا في مثالنا لدينا البعد الأطول هو 1.2 في جذر 139 والناتج هو 14.14 والنتيجة تقسم على مقدار تباعد الرشاشات 3.96 فنحصل على القيمة التي تدل على عدد الرشاشات المتواجدة على خط الفرع وهو 4 رشاشات. وعليه ستشمل منطقة التصميم 12 رشاش 4 في كل خط فرع. وهذا الكلام يطبق فقط في حال كان توزيع الرشاشات منتظما.

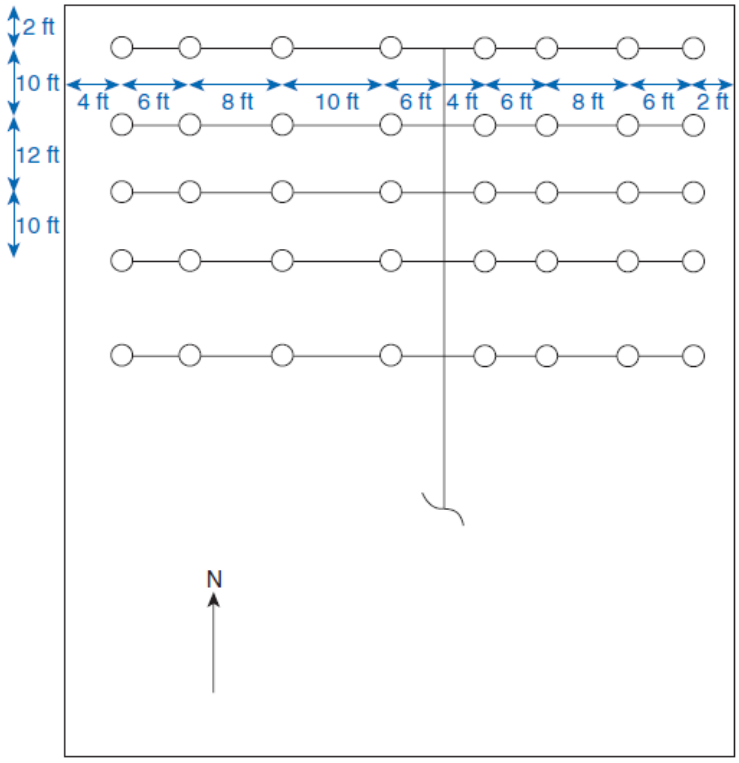
أما إذا كان التوزيع غير منتظم, فيتم تطبيق نفس القواعد العامة, ولكن لا توجد صيغة مرتبة لتحديد عدد الرشاشات في منطقة التصميم أو عددها على خط الفرع. يتم تحديد البعد الأطول من منطقة التصميم بنفس قاعدة 1.2, وكل الرشاشات التي تغطي طول منطقة التصميم ستدخل في منطقة التصميم. وبما أنه تم تحديد عدد الرشاشات على طول البعد الأطول من منطقة التصميم فسيتم إضافة الرشاشات على خطوط الفروع المجاورة حتى نحصل على كامل مساحة منطقة التصميم المعينة. ومن ثم يمكن الاستغناء عن الرشاشات التي تقع في خط الفرع القريب من مصدر الماء والتي تطلب كمية أقل هيدروليكيا.

ولنأخذ المثال التالي لتوضيح التوزيع الغير منتظم للرشاشات:

في الشكل التالي (22.4) لدينا خطورة إشغال متوسطة, فإن كان ارتفاع السقف 20 قدما والرشاشات سريعة الاستجابة, فمن منحني الكثافة/المساحة نحصل على قيمة منطقة التصميم والتي سيتم تخفيضها بمقدار 25 ٪ بسبب أن الرشاشات سريعة الاستجابة, فستكون المساحة النهائية هي $1125\ ft^2$. وبالتالي البعد الأطول من منطقة التصميم سيكون 1.2 في جذر المساحة وبالتالي 40.25 ft.

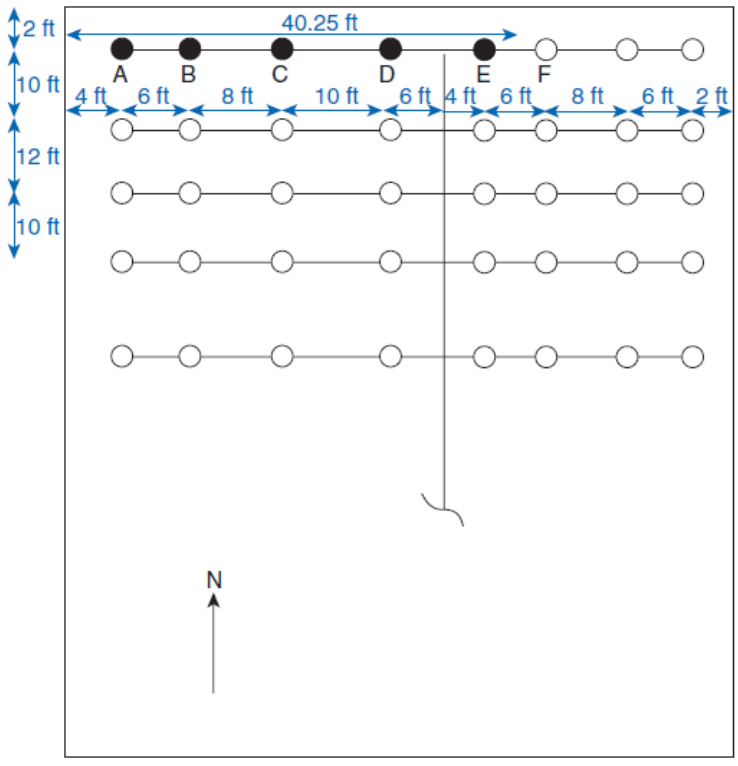
نبدأ بتحديد الرشاشات من الزاوية الشمالية الغربية ونستمر حتى تحقيق كامل البعد 40.25 ft.

EXHIBIT 22.4 *Design Area Example with Nonuniform Spacing of Sprinklers.*



For SI units, 1 ft = 0.3 m.

الشكل (22.5) سيعرض لنا منطقة التصميم التي ستشمل خمس رشاشات A, B, C, D, and E والرشاش F لن يدخل ضمن المنطقة لأن الرشاش E سيغطي 2.25 ft من جهته الغربية.



For SI units, 1 ft = 0.3 m.

EXHIBIT 22.5 *Applying Rule for 1.2 Times Square Root of Design Area.*

وبعد تحديد البعد الموازي لخط الفرع, نبدأ بتحديد خطوط الفرع الأخرى التي ستدخل في المنطقة, وسيدخل معنا حتى ثلاث خطوط فروع مجاورة حتى تحقيق منطقة التصميم بشكل كامل. كما في الشكل (22.6).

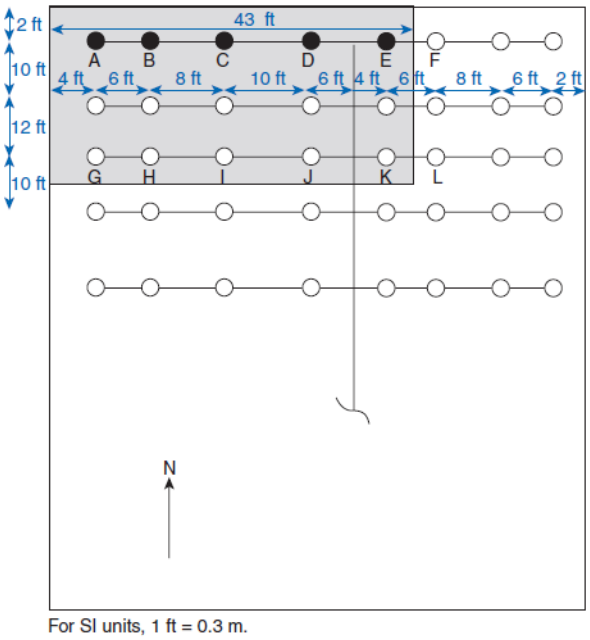


EXHIBIT 22.6 *Covering More Than Minimum Required Design Area.*

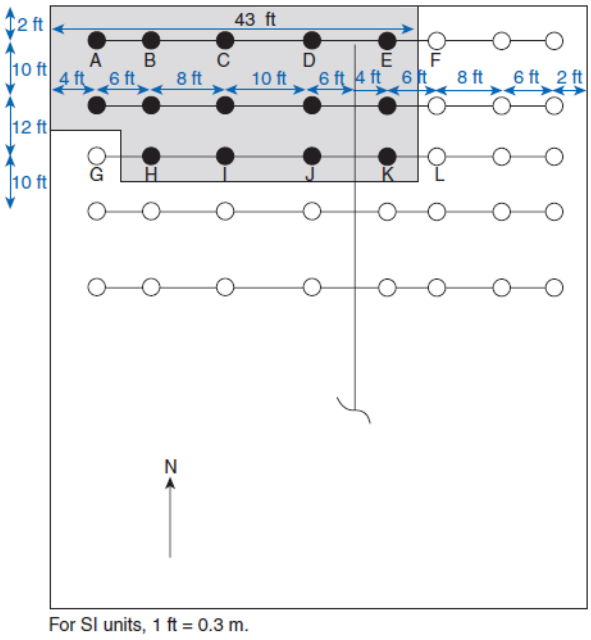


EXHIBIT 22.7 *Final Design Area for Example.*

وبالنظر سنجد أن دخول كامل الرشاشات في خط الفرع الثالث سيعطي قيمة أكبر من المطلوب لمنطقة التصميم وعليه يمكن إزالة بعض الرشاشات لتقليل المساحة حتى نصل إلى القيمة $1125\ ft^2$. وسيكون الرشاش G هو المزال لأنه الأبعد عن مصدر الماء (الشكل(22.7)) ولأنه سيعمل عند ضغط أقل من أي رشاش معتبر في خط الفرع الثالث. إن أي رشاش قريب من مصدر الماء سيعمل عند ضغط أعلى وسيطلق كمية أكبر من الماء, هذه الكمية سنحتاج إليها في تصميم النظام لذلك سيلغى الرشاش الأبعد. وعليه ستكون منطقة التصميم من 14 رشاش.

ثانيا : طريقة تصميم غرفة :

عندما يعتمد التصميم على طريقة تصميم غرفة, يجب أن تستند الحسابات على الغرفة وفراغ الاتصال, إذا وجد, والتي تحقق أكبر كمية مطلوبة هيدروليكيا (that is hydraulically the most demanding).

ثالثا : طريقة الرشاشات CMSA :

1- يجب أن تكون مساحة التصميم مستطيلة الشكل ولها أبعاد موازية لخطوط الفروع وبمقدار لا يقل عن 1.2 من الجذر التربيعي للمساحة المحمية بعدد من الرشاشات التي تدخل منطقة التصميم. ويجب أن تستند منطقة التصميم المحمية بعدد من الرشاشات لاستعمالها في قاعدة 1.2 على مساحة التشغيل العظمى لكل رشاش.

2- يجب حمل أي رشاش (fractional sprinkler) إلى أعلى ثقب رشاش تالي (the next higher whole sprinkler).

رابعا : طريقة الرشاشات ESFR :

يجب أن يشمل الحساب على أبعد منطقة مطلوبة هيدروليكيا لـ 12 رشاش, كل أربع رشاشات في خط فرع, إلا إذا تم تحديد عدد آخر في مكان آخر في الكود.

خامسا : Gridded Systems :

1- يجب على المصمم التأكد من أن منطقة التصميم هي الأبعد والأكثر مطلبا هيدروليكيا.

2- يجب تحضير على الأقل مجموعتين إضافيتين من الحسابات لبيان ذروة ضياعات احتكاك منطقة الطلب (the peaking of the demand area friction loss) عند المقارنة بالمناطق المجاورة مباشرة على كلا جانبي نفس خطوط الفروع.

بسبب تعقيد التدفق في هذا النوع من الأنظمة والتدفقات ثنائية الاتجاه ضمن نفس خط الفرع, فمنطقة التصميم الهيدروليكية غير واضحة بسهولة. ولتحديد المنطقة يتم أولا اختيار منطقة ما اختيار منطقتين مجاورتين لها, كما في الشكل التالي, فالمناطق الثلاث لها تقاطع مع بعضها البعض overlap. منطقة التصميم A2 توضح المنطقة الأولى المختارة. ويحتاج إلى إجراء الحسابات الهيدروليكية لمناطق التصميم الثلاثة لتحديد المنطقة الأكثر متطلبا هيدروليكيا. فإذا كانت A2 ليست هي المنطقة الأكثر طلبا يتم إضافة منطقة A4 مجاورة للمنطقة ويتم مقارنة هذه المناطق لتحديد الأعلى مطلبا. وهذا ما يسمى "peaking the system.".

وهنا نجد أن الحسابات اليدوية تأخذ وقتا طويلا واستخدام البرامج الحاسوبية هو الأفضل.

3- في حال استعمال البرامج الحاسوبية والتي تظهر ذروة ضياعات احتكاك منطقة الطلب, يكتفى بمجموعة واحدة من الحسابات.

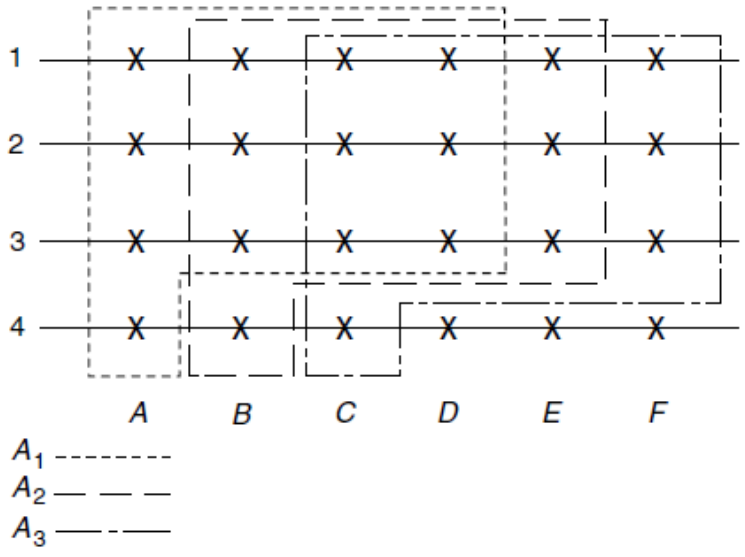


FIGURE A.23.4.4.4 Example of Determining the Most Remote Area for Gridded System.

سادسا : كثافات التصميم (Design Densities) :

1- يجب تصميم مواسير النظام هيدروليكيا باستعمال كثافات التصميم ومساحات التشغيل حسب 11.2.3.2[3] و الفصل 12[4] حسب كل خطورة إشغال. وعندما تكون الرشاشات مسجلة مع محاليل منع التجمد, يستحسن إجراء الحسابات الهيدروليكية حسب تعليمات الصانع.

2- يجب حساب الكثافة بالاستناد إلى مساحة تشغيل الرشاش. وعند تركيب الرشاش تحت سقف مائل فإن المساحة المستعملة في الحساب يجب أن تكون من المسقط الأفقي تحت الرشاش.

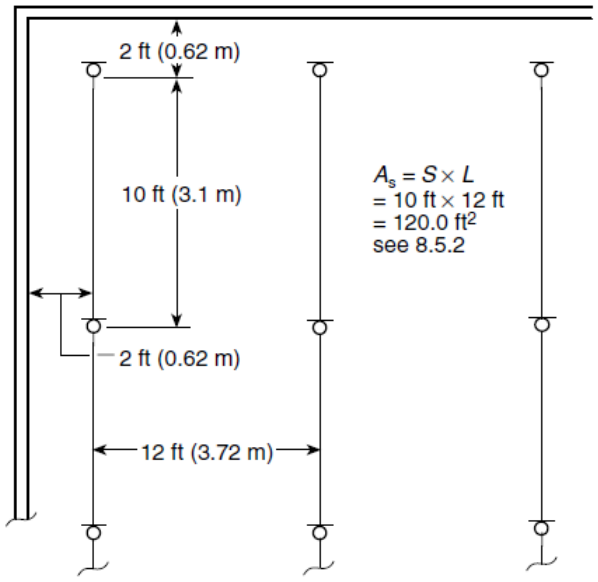


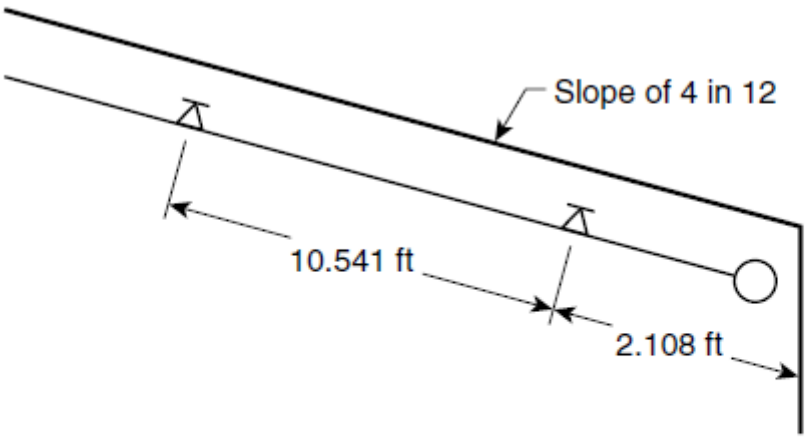
FIGURE A.23.4.4.5.2 Sprinkler Spacing.

3- المنطقة المغطاة بأي رشاش مستعمل في التصميم والحسابات الهيدروليكية, يجب أن تكون هي المسافات الأفقية المقاسة بين الرشاشات على خط الفرع وبين خطوط الفروع حسب 8.5.2 من الكتاب 14.

4- عند تركيب الرشاشات فوق وتحت السقف أو في حالة وجود أكثر من منطقتين تتغذيان من مجموعة مشتركة من خطوط الفروع, يجب حساب خطوط الفروع والتغذيات (the branch lines and supplies) لإمداد أكبر متطلب من الماء.

5- في تطبيقات الأسقف المائلة, يجب أن تستند مساحة الرشاش لحسابات الكثافة على المسقط الأفقي.

[3]) الكتاب 41 في الفصل الثالث.
[4]) الكتاب 42.



Calculation floor area = 10 ft × 12 ft (See Figure A.23.4.4.5.2)

FIGURE A.23.4.4.5.5 Determination of Floor Area Under Sloped Ceiling/Roof.

ويتم حساب منطقة التشغيل وفقا للمعادلة التالية :

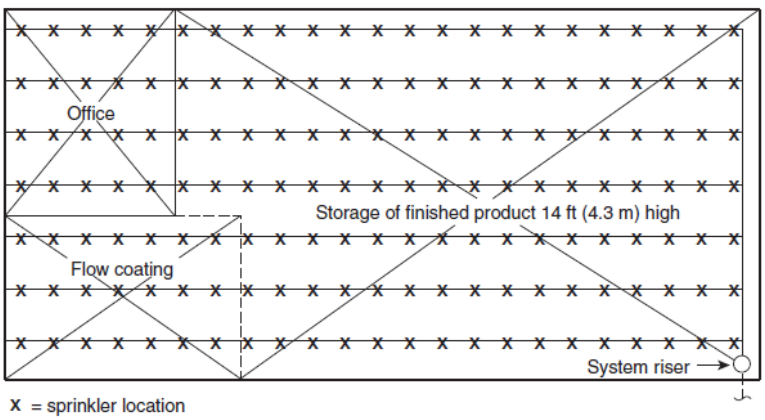
$$A_s = S' \times L$$

where:
S' = $(\cos \theta) S$
θ = angle of slope
S = distance between sprinklers on branch line per 8.5.2.1.2

سابعا : رشاشات منطقة التصميم:

في حال عدم وضوح المنطقة الأكثر طلبا يتم إجراء أكثر من حساب لتحديدها.

EXHIBIT 22.9 *Building Containing Various Operations and Fire Hazards.*



في الشكل (22.9) لدينا مبنى بثلاث مناطق مختلفة الخطورة, وعلى الرغم من كون المكتب ذو الخطورة المنخفضة هو الأبعد عن مصدر الماء إلا أنه ليس الأكثر مطلبا هيدروليكيا, فلدينا منطقة التخزين والتي يجب حمايتها وفقا لنوع مادة التخزين, ومنطقة Flow coating والتي تعتبر خطورة مرتفعة مجموعة 2. فتحديد منطقة التصميم من بين هذا المناطق الثلاث يحتاج لعدة حسابات.

1- يجب أن يُطلِق كل رشاش في منطقة التصميم وباقي النظام المصمم هيدروليكيا تدفقا مساويا على الأقل لتدفق الماء الأدنى المنصوص عليها (الكثافة) مضروبا في مساحة تشغيل الرشاش.

2- في حال طلب من الرشاش أن يطلق تدفقا خاصا أو ضغطا غير الكثافة, يجب أن يطلق كل رشاش في منطقة التصميم تدفقا أو ضغطا مساويا على الأقل للحدود الدنيا المطلوبة.

3- عندما تكون منطقة التصميم مساوية أو أكبر من المنطقة في الجدول 23.4.4.6.2 للخطورة المحمية بنظام الرشاش, فإن الإطلاق من الرشاشات التي تحمي مناطق صغيرة كالحمامات وما شابهها في منطقة التصميم, يجب السماح بحذف تدفقات رشاشات هذه المناطق من الحسابات الهيدروليكية.

- يجب أن تكون الرشاشات في هذه المناطق الصغيرة قادرة على إطلاق الكثافة الدنيا الموافقة للخطورة المحمية حسب الشكل 11.2.3.1.1.
- لن يتم تطبيق متطلبات البند 3 عندما تكون منطقة التصميم مساوية أو أكبر من المنطقة في الجدول 23.4.4.6.2 لتصنيف الخطر الملائم (بما في ذلك زيادة 30 ٪ للنظام الجاف).

Table 23.4.4.6.2 Minimum Design Area

Occupancy Hazard Classification	Minimum Design Area to Omit Discharge from Sprinklers in Small Rooms in Design Area (ft^2)
Light hazard–wet pipe system	1500
Light hazard–dry pipe system	1950
Ordinary hazard–wet pipe system	1500
Ordinary hazard–dry pipe system	1950
Extra hazard–wet pipe system	2500
Extra hazard–dry pipe system	3250

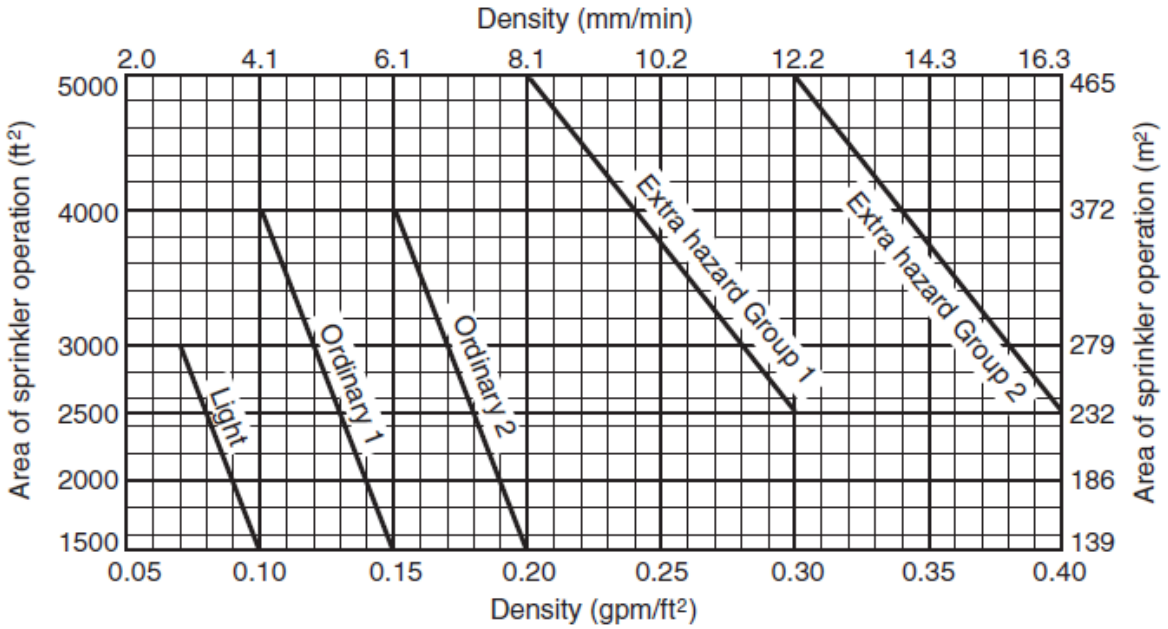


FIGURE 11.2.3.1.1 Density/Area Curves.

4- لن يتم تطبيق متطلبات البند 2 لتضمين كل رشاش في منطقة التصميم عند تركيب رشاشات رذاذ spray أو رشاشات CMSA فوق وتحت العوائق مثل الدكت.

- لن يتم إضافة الرشاشات تحت العوائق إلى الحسابات الهيدروليكية لرشاشات السقف.
- عندما تكون مواسير الرشاشات تحت العوائق تتبع نفس منظومة خطوط الفروع, لا يحتاج لحسابات هيدروليكية إضافية للرشاشات تحت العوائق.

5- لن يتم تطبيق متطلبات البند 2 لتضمين كل رشاش في منطقة التصميم عند تركيب رشاشات ESFR فوق وتحت العوائق.

6- لن تضاف كمية الماء للرشاشات في الفراغات المخفية إلى متطلبات الماء لرشاشات السقف.

7- يجب أن تبدأ الحسابات من الرشاش الأبعد هيدروليكيا.

8- يجب استعمال الضغط المحسوب لكل رشاش لتحديد قيمة إطلاق التدفق للرشاش معين نفسه (particular sprinkler).

9- في تطبيقات الأسقف المائلة, يجب أن تستند مساحة الرشاش لحسابات الكثافة على المسقط الأفقي.

ثامنا : ضياعات الاحتكاك :

يجب حساب ضياعات الاحتكاك في المواسير حسب معادلة Hazen–Williams باستعمال المعامل C من الجدول 23.4.4.7.1, كما يلي:

1- يتضمن المواسير والوصلات والأجهزة كالمحابس ومفاتيح التدفق في المواسير 2 in أو أقل والعدادات والمصافي وتغيرات الارتفاع التي تؤثر على إطلاق الرشاش.

2- لا تدخل مواسير الصرف في الحسابات الهيدروليكية.

3- حساب الضياع لـ Tee أو التقاطع حيث يحدث تغير في اتجاه التدفق بالاستناد إلى الطول المكافئ للمواسير للوصلات المتضمنة.

4- يجب تضمين tee الموجودة في قمة riser nipple في خط الفرع, و tee في قاع riser nipple تضمَّن في riser nipple, وكذلك Tee أو التقاطع عند اتصال التقاطع الرئيسي مع المغذي الرئيسي يضمَّن في التقاطع الرئيسي.

5- لا تدخل ضياعات الوصلات للتدفق المستقيم من خلال tee أو التقاطع (straight-through flow in a tee or cross).

6- يتم حساب الضياعات للكوع النقاص حسب الطول المكافئ للقطر الأصغر.

7- يتم استعمال الطول المكافئ للكوع القياسي في أي انحناء 90 درجة, مثل screw-type pattern.

8- يتم استعمال الطول المكافئ للكوع طويل الانحناء (long-turn elbow) في أي انحناء طويل 90 درجة (sweeping 90-degree turn), مثل الكوع بفلنجة أو بلحام أو توصيل ميكانيكي (flanged, welded, or mechanical joint-elbow type) (انظر الجدول 23.4.3.1.1).

9- لا تدخل الضياعات في الوصلات المتصلة مباشرة مع الرشاش في الحسابات.

10- الضياعات خلال محبس تخفيض الضغط يجب تضمينها بالاعتماد على شروط ضغط المدخل الطبيعي. يجب استعمال بيانات هبوط الضغط من الصانع.

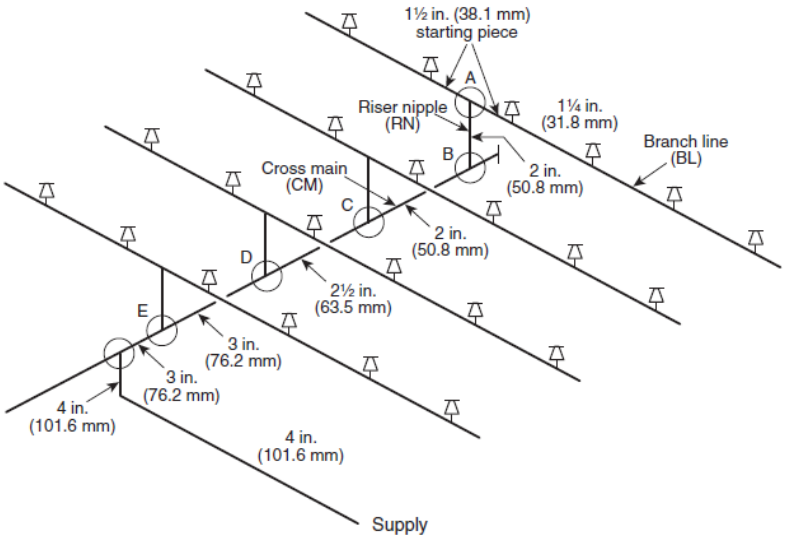


EXHIBIT 22.10 Typical Sprinkler System Used in Making Sample Calculations.

من الشكل (22.10) يتم إدخال Tee A مع قطعة البداية من 1 ½ in., والـ Tee B تدخل مع الوصلة المرتفعة 2 in., أما الوصلات C,D,E فلا تدخل لأن التدفق يجري عبرها بشكل مستقيم, والوصلة F تدخل مع القطعة 3 in. في الاتصال مع التقاطع الرئيسي.

ملاحظة: لأنظمة منع التجمد أكبر من 151 لتر, يتم حساب هبوط الضغط في المواسير بالاعتماد على معادلة Darcy-Weisbach باستعمال مخطط Moody و ∑-factors .

23.4.2.1.3 For antifreeze systems greater than 40 gal (151 L) in size, the friction loss shall also be calculated using the Darcy–Weisbach formula:

$$\Delta P = 0.000216 f \frac{l \rho Q^2}{d^5}$$

where:
ΔP = friction loss (psi)
f = friction loss factor from Moody diagram
l = length of pipe or tube (ft)
ρ = density of fluid (lb/ft^3)
Q = flow in pipe or tube (gpm)
d = inside diameter of tube (in.)

Table 23.4.4.7.1 Hazen–Williams *C* Values

Pipe or Tube	*C* Value*
Unlined cast or ductile iron	100
Black steel (dry systems including preaction)	100
Black steel (wet systems including deluge)	120
Galvanized steel (dry systems including preaction)	100
Galvanized steel (wet systems including deluge)	120
Plastic (listed) all	150
Cement-lined cast- or ductile iron	140
Copper tube or stainless steel	150
Asbestos cement	140
Concrete	140

*The authority having jurisdiction is permitted to allow other *C* values.

م/ رياض فاضل النجار

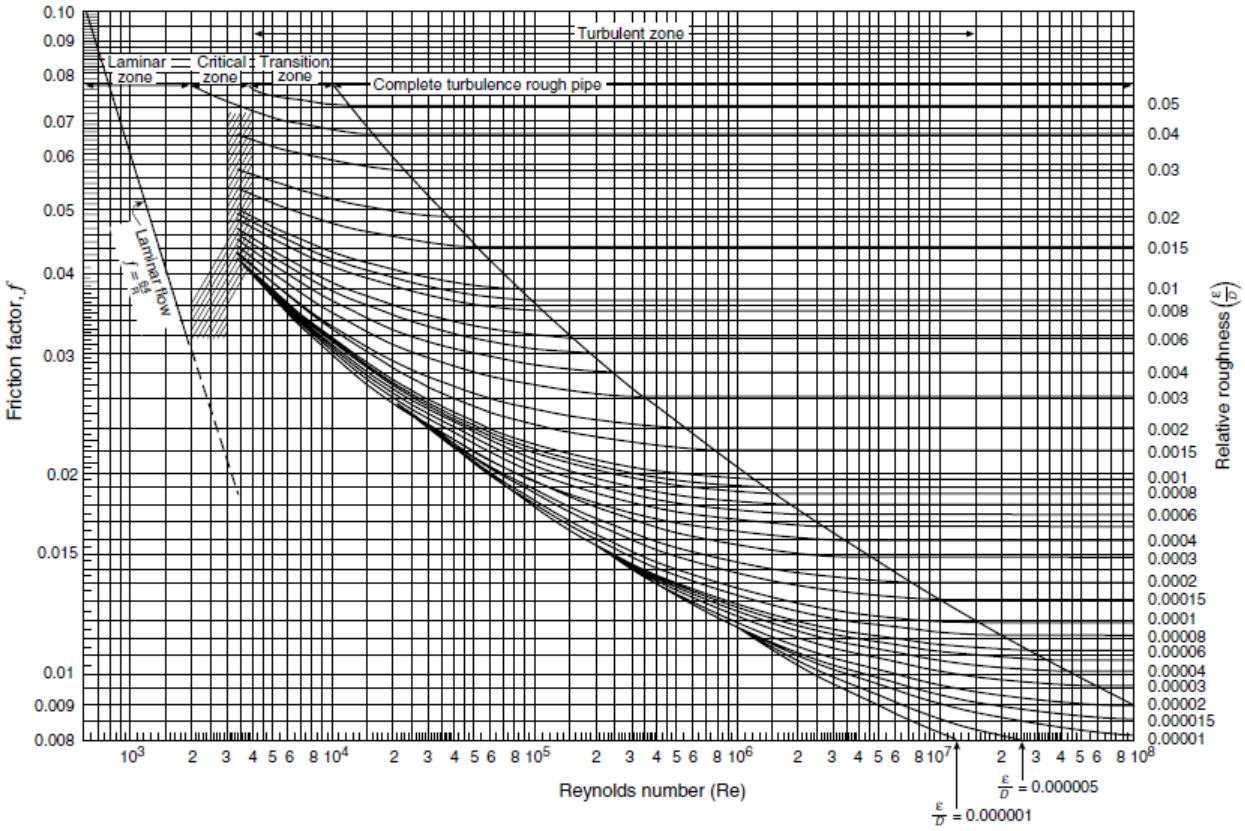


FIGURE A.23.4.4.7.2 Moody Diagram.

Table A.23.4.4.7.2 Suggested ε-Factor for Aged Pipe

Pipe	Hazen–Williams *C* Factor	ε-Factor (in.)
Steel (new)	143	0.0018
Steel	120	0.004
Steel	100	0.015
Copper	150	0.000084
Plastic	150	0.000084

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

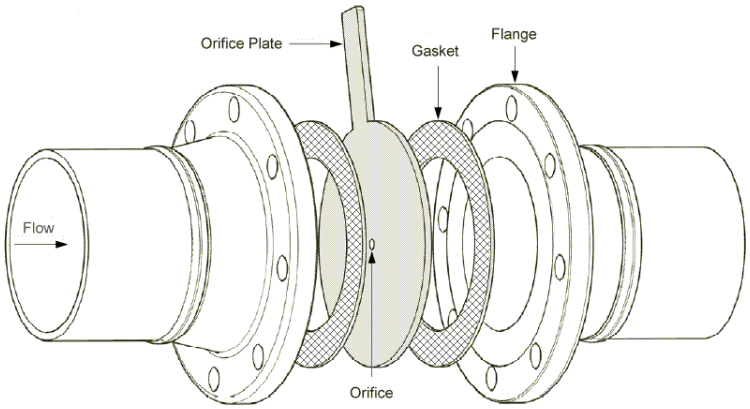
تاسعا : Orifice Plates :

1- لن تستعمل لأجل موازنة النظام.

2- لا يسمح باستعمال مجموعة من الرشاشات لها معامل K مختلف لتخفيض المعامل K للرشاشات المجاورة على نفس خط الفرع الذي يقود عكسا إلى الخط الرئيسي (on the same branch line leading back to the main) وذلك لغرض تقليل (for the purpose of minimizing sprinkler over discharge).

3- يسمح باستعمال مجموعة من الرشاشات لها معامل K مختلف للاستعمال الخاص مثل الحماية الخارجية أو الغرف الصغيرة (small rooms as definition in 3.3.21) أو إطلاق موجه (directional discharge).

4- يسمح باستعمال الرشاشات المنزلية وبتغطية موسعة بمعامل K مختلف من أجل جزء من منطقة الحماية, وذلك عندما يتم تركيبهم وفقا لمواصفاتهم.



عاشرا : الضغوط :

1- عند حساب التدفق من الفوهة orifice, يجب استعمال الضغط الكلي P_t, إلا عند استعمال طريقة الحساب في البند 2 التالي.

2- يسمح باستعمال الضغط الطبيعي P_n المحسوب من طرح ضغط السرعة من الضغط الكلي, وعند استعماله, فإنه يجب أن يستعمل على كل خطوط الفروع والتقاطع الرئيسي حيث يكون قابلا للتطبيق (where applicable).

3- يجب حساب التدفق من الرشاش باستعمال معامل K الطبيعي (the nominal K-factor) ما عدا معامل K المعدل من الصانع فإنه يجب أن يستعمل للرشاشات الجافة.

حادي عشر : ضغط التشغيل الأدنى :

1- يجب أن لا يقل عن 0.5 بار (7 psi) لأي رشاش.

2- عندما يكون الضغط الأدنى أعلى من القيمة السابقة وذلك لتطبيقات خاصة وكان ذلك مسجلا في تعليمات الرشاش, عندها يجب استعمال هذا الضغط.

ثاني عشر : ضغط التشغيل الأقصى :

يجب أن يكون ضغط التشغيل الأقصى لأي رشاش 12.1 بار (175 psi)وذلك في الحالات التالية : خطورة مرتفعة, التخزين بالرفوف, palletized, solid-piled, bin box, back-to-back shelf storage, shelf storage.

الفصل الثالث : أنظمة خاصة

أولا : أنظمة الغمر :

يجب حساب الرشاش المفتوح وأنظمة الغمر هيدروليكيا حسب المعايير التطبيقية (applicable standards).

ثانيا : أنظمة الحماية الخارجية :

1- يجب حماية أنظمة الحماية الخارجية هيدروليكيا باستعمال الجدول 23.7.1 بالاعتماد على خطورة التعرض كما يتبين من التصنيف النسبي من دليل عدد (a relative classification of guide number) أو مصدر آخر معتمد.

Table 23.7.1 Exposure Protection

Section A — Wall and Window Sprinklers

Exposure Severity	Guide Number	Level of Wall or Window Sprinklers	Minimum Nominal K-Factor	Discharge Coefficient (K-Factor)	Minimum Average Application Rate Over Protected Surface	
					gpm/ft²	mm/min
Light	1.50 or less	Top 2 levels	2.8 (40)	2.8 (40)	0.20	8.1
		Next lower 2 levels	1.9 (27)	1.9 (27)	0.15	6.1
		Next lower 2 levels	1.4 (20)	1.4 (20)	0.10	4.1
Moderate	1.5–2.20	Top 2 levels	5.6 (80)	5.6 (80)	0.30	12.2
		Next lower 2 levels	4.2 (60)	4.2 (60)	0.25	10.2
		Next lower 2 levels	2.8 (40)	2.8 (40)	0.20	8.1
Severe	>2.20	Top 2 levels	11.2 (161)	11.2 (161)	0.40	16.3
		Next lower 2 levels	8.0 (115)	8.0 (115)	0.35	14.3
		Next lower 2 levels	5.6 (80)	5.6 (80)	0.30	12.2

Section B — Cornice Sprinklers

Guide Number	Cornice Sprinkler Minimal Nominal K-Factor	Application Rate per Lineal Foot (gpm)	Application Rate per Lineal Meter (L/min)
1.50 or less	2.8 (40)	0.75	9.3
>1.51–2.20	5.6 (80)	1.50	18.6
>2.20	11.2 (161)	3.00	37.2

For SI units, 1 in. = 25.4 mm; 1 gpm = 3.785 L/min; 1 gpm/ft² = 40.746 mm/min.

2- يجب التقيد بالجدول 23.7.1 الناتج عن ضغط إطلاق رشاش أقل من 0.5 بار (7 psi).

3- فقط نصف التدفق من الرشاش لفوق ولتحت وغيرها من الرشاشات غير الموجهة يجب أن يستعمل لتحديد المتوسط الأدنى للنسبة التطبيقية (minimum average application rate) فوق السطح المحمي.

4- يجب أن يكون مصدر الماء قادرا على التزويد الآني لكامل حاجة الرشاشات على طول المكشوف لطول لا يزيد عن 91.4 م. عندما يكون النظام يستعمل رشاشات مفتوحة, يجب أن يكون مصدر الماء قادرا على التدفق الآني لكامل الرشاشات التي ستتدفق كجزء من كل الأنظمة التي يمكن أن تفعل ضمن أي طول 91.4م.

5- يجب أن لا تقل المدة الزمنية لمصدر الماء لأي نظام حماية خارجية عن 60 دقيقة.

6- مستوي رشاشات النوافذ حسب ما هو موصف في الجدول 23.7.1 يجب أن تعرف كمستوي أرضية من المبنى الذي سيحمى.

7- يجب السماح لرشاشات النوافذ لتغطية ما يزيد عن 2.3 م2 من مساحة النافذة بكل مستوي.

- يجب حساب ضغط البدء بناء على النسبة التطبيقية فوق 2.3 م2 من مساحة النافذة حسب الجدول 23.7.1.
- أقصى تباعد بين رشاشات النوافذ لا يزيد عن 2.44 م إلا في حال وجود مواصفات خاصة.

ثالثا : رشاشات رفوف التخزين :

1- يتم حساب مواسير الرشاشات هيدروليكيا.

2- يجب إضافة كمية ماء رشاشات الرفوف إلى كمية رشاشات السقف فوق نفس المنطقة المحمية عند نقطة الاتصال.

3- يجب موازنة الكمية إلى الضغط الأعلى (The demand shall be balanced to the higher pressure).

4- يجب إضافة كمية ماء رشاشات الرفوف أو الستائر المائية إلى كمية رشاشات السقف في نقطة الاتصال. يجب موازنة الكمية إلى الضغط الأعلى.

رابعا : إضافة خرطوم :

يجب إضافة كمية ماء لخرطوم خارجي إلى الرشاشات و متطلب الخرطوم الداخلي في نقطة الاتصال مع خط المدينة أو حنفية الحريق, أيهما أقرب لصاعد النظام.

هذا ما تيسر إيراده

الرقم	البند	الصفحة
1	الفصل الأول : مقدمة عامة	3
2	الفصل الثاني : خطوات الحساب	9
3	الفصل الثالث : أنظمة خاصة	26