بسم الله الرحمن الرحيم

الحريق:

باختصار الأضرار التى يسببها الحريق تأتى من الدخان لأنه ينتشر اسرع من النار لذلك فان النار غير مأمونة ويتم عمل اكثر من نظام للحد من خطورة الحريق سواء فى الانذار او المكافحة .

محتويات الدورة:

١. تصميم شبكة الحريق نظام اسبرينكلر
٢. مضخات مياة الحريق والخزان
٣. خراطيم مياة الحريق و الحنفيات
٤. طفايات الحريق اليدوية (انواع – اوزان – اماكن التركيب)
٥. تصميم شبكة الحريق نظام الغاز الاوتوماتيك

مثلث الحريق:

لحدوث حريق لابد من توافر

١. combustible material لانقدر أن نتحكم فيه
٢. Oxygen ← ممكن استخدام غاز يمتص الأوكسجين الى حد لايمكن الاشتعال
٣. Ignition temperature ← يستخدم مياه للتبريد حتى لاتصل الى درجة الاحتراق

تنقسم اعمال اطفاء الحريق الى ٣ اقسام :

١- Arch : وهو مختص باعمال fire safety
٢- Elec : وهو مختص باعمال انذار الحريق fire Alarm
٣- Mech: وهو مختص باعمال fire fighting

وتقع مسئوليه حمايه الارواح والممتلكات عليهم مشتركه ولا يجوز فصل جزء عن الأخر.

ويتم الاعتماد فى انظمه التصميم على :

١- NFPA: وهو الكود الامريكى فى التصميم.
٢- FOC: وهو الكود الانجليزى للتصميم.

يقوم الاخذ فى الاعتبار عند التصميم وجود سلالم حريق فى المعمارى ويجب التنيه على المهندس المعمارى او الانشائى بعمل مخارج للحريق حيث ان المسئوليه تكون مشتركه .

المتطلبات الواجب توافرها فى سلالم الحريق :

١- لابد ان يقاوم النار لمده ساعتين ولا يستخدم فيه اى مواد قابله للاشتعال او وجود جدران خشبيه او اسقف ساقطه . ابعد مسافه عن السلم لا تزيد عن ٣٠م حتى لا يوثر الدخان على الافراد الموجودين بالمبنى حيث يستغرق الفرد فى المتوسط لقطع هذه المسافه حوالى دقيقتين.
٢- ان يكون الباب مزود بغلق اوتوماتيكى والباب مصنوع من مواد عازله للحراره.
٣- ان يكون السلم مزود بمروحه تعمل على امداد هواء جديد وبضغط اعلى من الضغط الجوى لمنع الدخان من الدخول الى السلم مما يودى الى خنق الافراد.
٤- ان يمكون السلم اقرب ما يكون الى ابوب الخروج او يطل على الشوارع.

وتنقسم انظمه اطفاء الحريق الى

Fire fighting sys classification

1- Water sys 2-Gas sys

وتنقسم نظام الاطفاء باستخدام المياه الى :

١- Sprinkler sys رشاشات المياه.
٢- Hazel sys كبائن الحريق وتركب بداخل المنشاءه.
٣- Fire hydrant sys عساكر الحريق وتوجد حول المنشاءه بالشوارع.

وتنقسم نظام الاطفاء باستخدام الغاز الى :

١- Fire Extinguisher طفايات الحريق يدويه.
٢- FM-200, CO2, FE-13 انظمه اوتوماتيكيه.

متى يمكن استخدام المياه او الغاز فى نظم الحريق ؟

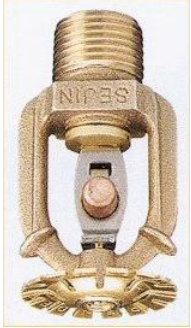
المياه ارخص واوفر ويستعمل طبقا للحاله الاقتصاديه وليس من المعقول إطفاء مكان به نقود او وثائق بالماء فيستخدم الغاز فى هذه الحاله . ولهذا يمكن استخدام النظامين معا فى نفس المبنى ولكن لاماكن مختلفه .

نظام الرشاشات الاونوماتيكيه Automatic sprinkler sys:

يجب معرفه شكل ومكونات الرشاشات فهناك نوعان :

١- رشاش من النوع صاحب الزجاجه Glass bulb type ..... وهو يحتوى على زجاجه هذه الزجاجه تعمل على غلق مسار الماء و منعه من التدفق هذه الزجاجه تحتوى بداخلها على غاز عند حدوث الحريق يتمدد العاز مما يؤدى الى كسر الزجاجه فيندفع الماء ويتدفق ويعمل على اطفاء الحريق .

٢- رشاش من النوع صاحب الوصله المعدنيه الملحومه Fusible link type ..... وهو عباره عن وصله وتحوى هذه الوصله على نقطه لحام من نوع معين تنصهر هذه الماده عند درجه حراره معينه مما يدفع المياه الى الخروج والتدفق يعيب هذا النوع انه يتراكم الاتربه على الوصلة الملحومة مما يؤدى الى تقليل معامل انتقال الحرارة فلا تنصهر الوصلة الملحومة الا بعد تخطيها درجة حرارة انصهارها.
الرشاشات من النوعين تنصهر عند درجه حراره ٦٨ م ولكن فى المطابخ يتم استخدام رشاش ينصهر عند درجه حراره ١١٠ م. لمنع تركيب اى رشاش فى مكان غير المناسب له كرشاش المطابخ فى الطرقات فعند حدوث الحريق لن يشعر به وكذلك تركيب رشاش الطرقات والغرف فى المطابخ فعند العمل فى المطابخ سينصهر الرشاش ويؤدى الى تدفق المياه برغم عدم حدوث حريق فيكون كل رشاش يحتوى على غاز ذو لون مختلف و يكون كل رشاش مكتوب عليه درجه الحراره التى ينصهر عندها .

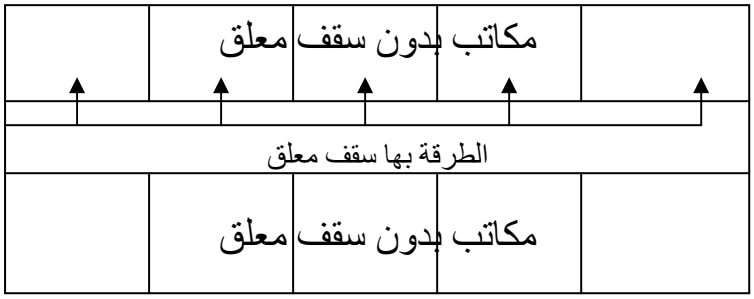


ملاحظـــــه : جميع انواع الرشاشات المستخدمه من المقاس "1/2 or "3/4 .

الرشاشات المستخدمه لها انواع كثيره ومتعدده :

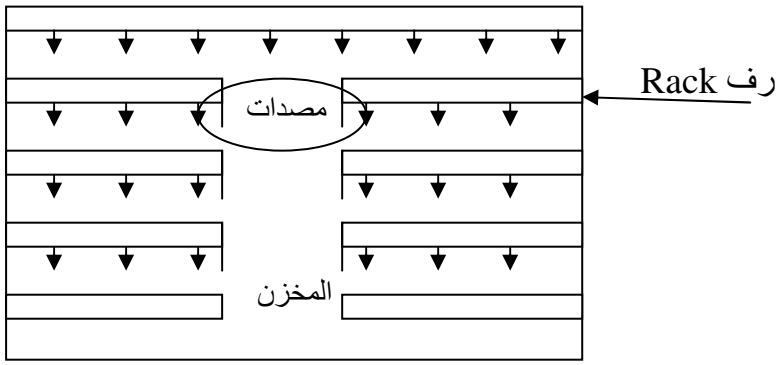
١- Up right sprinkler: ويكون اتجاه السريان الى اعلى ثم ينقلب الى اسفل ويركب الى اعلى حتى لايتم التلاعب بها لذلك توجد فى الاماكن التى لا يوجد بها اسقف معلقه كالجراجات والمصانع وذلك لحمايته من الانكسار.

٢- Side wall sprinkler: ويركب فى الاماكن التى يتعزز بها تركيب النوعين السابقين ويوضع ملاصق للحائط ويكون اتجاه المياه افقيا.



٣- Pendant type sprinkler :ويكون اتجاه سريان الماء الى اسفل ويستخدم فى حاله وجود اسقف معلقه يوجد منه النوع الغاطس.وله انواع متعددة مثل:

- **pendant** : المقصود به العادى مثل الرشاش upright بدون وش.
- **Recessed sprinkler** : النوع الغاطس وهو بدون وش ولكنة يخفى جزء من الرشاش
- **Concealed sprinkler** : يركب وش ليحافظ على مظهر المكان عند الحريق ينصهر الوش ويقع وهناك سوستة بين الاسبرينكلر والوش تساعد على وقوع الوش
- **Intermediate level (Rack) sprinkler** :عند استخدام الرشاشات التى فى السقف فقط لاتصل المياة الى المكان الذى به الحريق لذلك يتم تزويد الارفف بالرشاشات وعمل مصدات لحماية الرشاشات عند التخزين. يستخدم فى المخازن وهو uprightعادى مضاف اليه غطاء وهو عباره عن صفوف من الرشاشات فى الرف ويحوى كل رشاش على غطاء لحمايته من المياه التى تسقط من اعلى من الرشاشات التى عند السقف فى حالة احساسها قبل التى عند الرف حتى لا يقل من درجه الحراره فلا ينصهر الرشاش.



- **Decorative sprinkler** :ويحوى على غطاء ويكون مدهون حسب لون السقف والشكل العام وعند حدوث الحريق تعمل المياه الى دفع الغطاء الى اسفل.

هناك انواع اخرى من الرشاشات وذلك حسب طبيعه الاستخدام :

١- Corrosion resistant sprinkler : يستخدم فى المعامل والاماكن التى تحتوى على ابخره كميائيه وهو مصنوع من ماده تقاوم التاكل حسب نوع الابخره المتولده ويتم شراءه جاهزا ولا يتم دهانه حتى لا يؤثر على خواص انصهاره.

٢- Quick response sprinkler : يستخدم فى حالة السقف المرتفع.

يتم تحديد عدد الرشاشات المستخدمه والمسافه بينها طبقا لدرجه الخطوره (سرعه انتشار اللهب) فكلما زادت درجه الخطوره تقل المسافه بين الرشاشات .ويتم التطبيق حسب الموجود فى الكود العالمى

ويمكن تقسيم درجات الخطوره الى :

تقسم درجه الخطوره الى ثلاث اقسام حسب نوع نوع المواد القابله للاحتراق الموجوده وقد قام الكود بتقسيمها وتوضيح درجه الخطوره لكل نوع من انواع المبانى

1- Light Hazard :-

درجه خطوره خفيفه ..... كالاوراق و البلاستيك و الخشب .
الكنائس – الانديه – قاعات المحاضرات – المستشفيات – المكتبات ماعدا المخازن الضخمه بها – المتاحف – المكاتب- المطاعم – المسارح ..... الخ .

2- Ordinary Hazard :-

وقم قام الكود بتقسيمها الى مجموعتان للخطوره

1- Group (1) :-

مواقف السيارات – المخابز – صناعات الاغذيه – محطات الالكترونيه – صناعات الزجاج – المغاسل – خدمات المطاعم .

2- Group (2):-

المعامل الكيميائيه – التنظيف الجاف – اسطبلات الخيول – الورش – المكتبات الضخمه – الصناعات المعدنيه – الصناعات الورقيه – مكاتب البريد – المسارح – جراجات التصليح – صناعه الاطارات – ماكينات الاعمال الخشبيه .

3- Extra Hazard:-

وقم قام الكود بتقسيمها الى مجموعتان للخطوره

1- Group (1):-

الزيوت الهيروليكيه القابله للاحتراق – المسابك – الالواح و والابلاكاش – المطابع التى تستخدم الاحبار نقطه الوميض لها اقل من ٣٧.٨ درجه – المطاط – الصناعات القطنيه ..... الخ .

2- Group (2):-

صناعات الغازيه المضغوطه – الزيوت – المنظفات – الملمعات – الدهانات – الصناعات المجهزه للاسفلت.

Protection Area Limitations per Sprinkler:-

المساحه التى يعمل فيها كل رشاش لا تتغير بنوع الرشاش ولكن تتغير حسب درجه الخطوره وكذلك تتغير المسافه بين الرشاشات حسب درجه الخطوره . والذى يعطى هذة المساحة هو الضغط .

وفيما يلى المساحه التى يعمل عليها كل رشاش و المسافه بينهما .

Protection Area Limitations per Sprinkler		
Hazard	Area (m^2)	Distance between sprinkler (m)
Light Hazard	١٨.٦	٤.٦
Ordinary Hazard	١٢.١	٤.٦
Extra Hazard	٩.٣	٣.٧

ملاحظـــــه : اقل مسافه بين اى رشاشين لاتقل عن ٢م حتى لايؤثر بالسلب بالبروده على الرشاش المجاور.

ولكن يحدث فى مصر تغير بسيط يجبرك عليه المسؤلين من الدفاع المدنى لزياده الامان وكذلك بسبب الخوف من عدم اتمام العمل بدقه او استخدام طلمبه تكون ضعيفه ولا تعطى الهيد (Head) المطلوب .

Protection Area Limitations per Sprinkler		
Hazard	Area (m^2)	Distance between sprinkler (m)
Light Hazard	١٥	٤.٢
Ordinary Hazard	١١.٥ - ١٢	٣.٧
Extra Hazard	٨	٣

ملاحظـــــه :-

١- المسافه بين اى رشاش والحائط يجب ان لا تزيد عن نص المسافه التى يجب توافرها بين اى رشاشين طبقا للجدول السابق.
٢- اقل مسافه بين الرشاش والحائط لاتقل عن ٤ بوصه اى ١٠٢ مم .
٣- يجب توافر عند التصميم وجود مضختان وتوفير مولد للكهرباء لهم حيث عند حدوث الحريق يتم قطع التيار الكهربى عن المبنى وعند صعوبه وجود مولد يستخدم محرك ديزل يقوم هو بتشغيل المضخات.
٤- عند توصيل شبكه المواسير يجب مراعاه ان تكون الخطوط بها نوع من السميتريه والتشابه لتوفير الوقت والتكلفه والعماله .

Sprinkler Operation Area:-

ويمكن تعريفها على انها اقل مساحه التى يجب فيها فتح عدد من الرشاشات عند حدوث حريق . حتى لا يهرب اللهب من الرشاشات اى بمعنى اصح انه عند حدوث حريق فى مساحه تكون ٥ امتار مربعا مثلا يجب فتح رشاشات تغطى مساحه ٣٠ مترا مربعا. ويتم تحديد هذه المساحه عن طريق الهازرد.

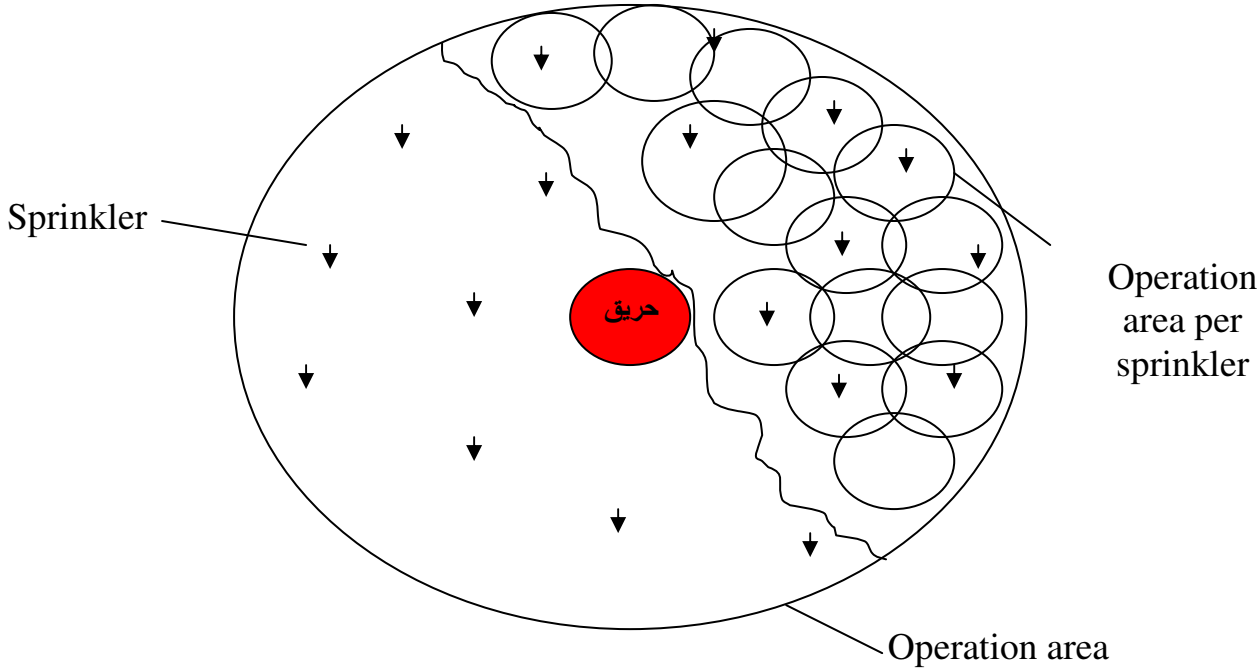
Hazard	Area (m^2)
Light Hazard	١٣٩
Ordinary Hazard	١٣٩
Extra Hazard	٢٣٢

تعـــريفـــات هامـــــــــــه :-

1- Main line: ممكن تعريفه على انه الخط الرئيسى الذى يغذى المبنى المراد حمايته.

2- Cross Main: ممكن تعريفه على انه خط رئيسى بالنسبه الى الفروع التى تغذى الرشاشات و هو خط فرعى بالنسبه الى الخط الرئيسى الذى يغذى المبنى كله.

3- Branch line: هو الخط ماخوذ من الخط الرئيسى وهو يغذى الرشاشات.



المسافة بين كل رشاش والاخر لاتقل عن ٢ متر ولاتزيد عن ٤ متر
اذا قلت عن ٢ متر فعند انفجار رشاش قبل الاخر تندفع المياة وتصل الى الرشاش المجاور فيتم تبريدة فلا ينفجر
اذا زادت عن ٤ متر فعند الانفجار لايحدث تداخل بين المساحات الناتجة من الرشاش ويكون هناك فراغات لايتم تغطيتها بالمياة

Hydraulic Calculations

يتم الحسابات على اسوأ مساحة تشغيل وتكون عادة ابعد منطقة عن الطلمبات حتى يتم توصيل المياة بضغط التشغيل لابعد مكان وبذلك نضمن ان كل النظام مضغوط ونحترس من زيادة الضغط عند بعض الاماكن حتى لايتم تفجير الرشاشات اوتوماتيك بدون حريق ويتم معالجتة ان لزم الامر بوحدة تخفيض الضغط.
التصميم عامة يكون فية فروض كثيرة ولكن محكومة عادة ببعض قوانين او limit للنتائج كما سنرى.تذكير بسيط ان الحسابات تفرض وقوع الحريق فى مكان واحد وتشغيل النظام لاطفاء الحريق وليس تفجير كل الرشاشات فى المبنى او حتى فى المكان المفترض نفسة.

ويتم حساب عدد الرشاشات ثلاث مرات (فى الغرفة – فى operation area - فى اسوأ مساحة):

in room = Room area / Area coverage per Sprinkler from table of hazard
in operation area = Operation area / Area coverage per Sprinkler from table of hazard
in worst area
operation area يتم حساب عدد الرشاشات فى البرانش التابع لاسوأ مساحة وحساب عدد البرانش عن طريق ال

$$\#\text{ in cross branch} = \frac{1.2 * \sqrt{A_{operation}}}{\text{Distance between sprinklers across branch}}$$

خطوات الحسابات الهيدروليكية :

١. معرفة الهازرد .
٢. اختيار اسوأ غرفة (ابعد غرفة عن الطلمبات).
٣. حساب عدد الرشاشات فى كل من (الغرفة ومساحة التشغيل و اسوأ مساحة تشغيل).
٤. المسافه بين الرشاشات Distance .
٥. كميه المياه اللازم توافرها ومعدل التدفق GPM .
٦. Head المطلوب.
٧. حجم التانك Water tank .
٨. مقاس المواسيرSize of pipe

200

130

يتم الحسابات اما بالكمبيوتر (Elite) او يدوى كما سنرى.

مثال:

Ordinary hazard group 1 - بعد اختيار ابعد مكان وجد ان
مساحة الغرفة = 200 ft x 130 ft

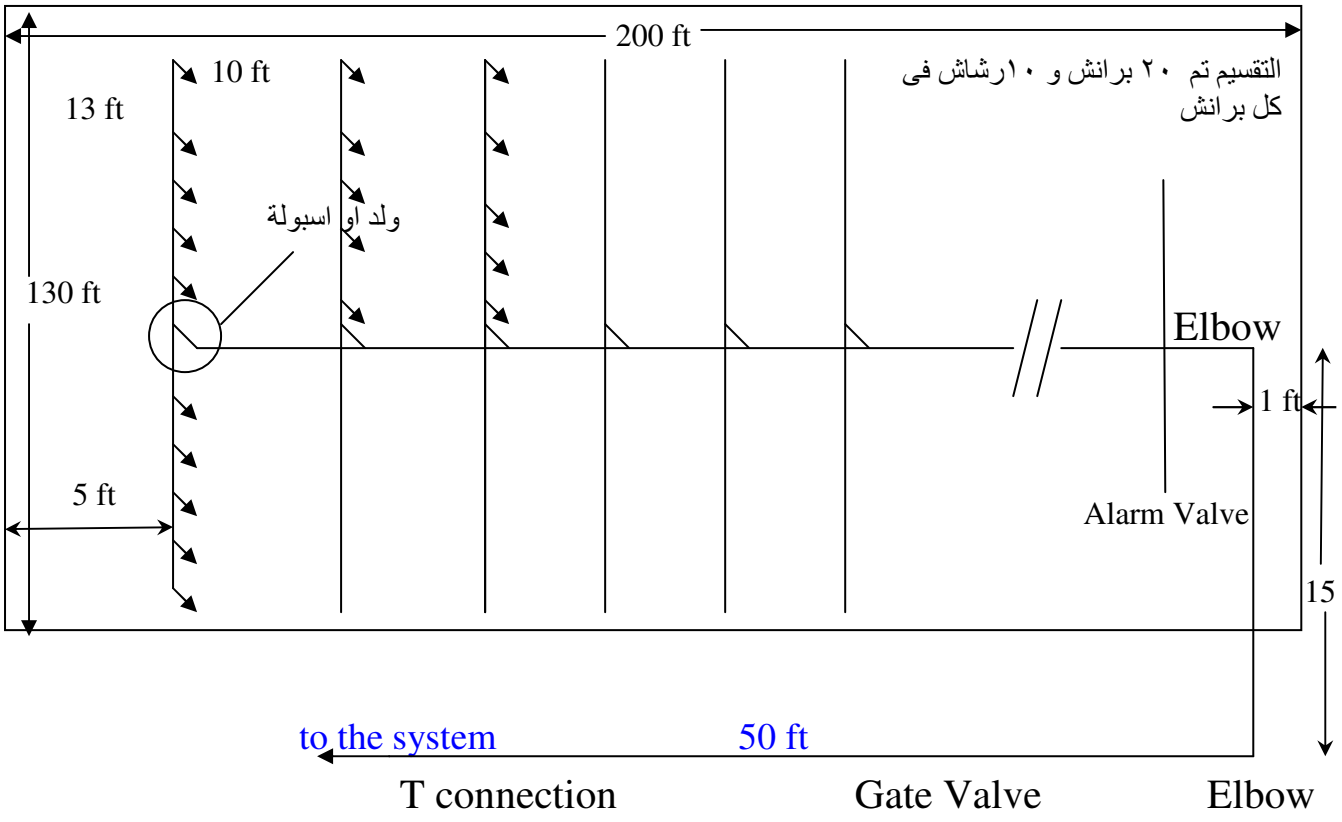
Solution

From ordinary hazard group 1 =====
operation area = 1500 ft^2 ,operation area per sp. = 130 ft^2

Calculate no. Of sprinkler

1- in Room =
Room area / Area coverage per Sprinkler from table of hazard
= 200 x 130 / 130 =200 sprinkler
يتم التوزيع ولكن يراعى السيمترية والتأكد بعد ذلك من المسافات بين الرشاشات كما سنرى

2- in operation area =
Operation area / Area coverage per Sprinkler from table of hazard
= 1500 / 130 = 11.54 ===== 12 sprinkler



- تم توزيع الرشاشات على ٢٠ برانش كل برانش علية ١٠ رشاش

المسافات بين كل برانش = 10 ft والمسافة بين كل رشاش فى البرانش الواحد = 13 ft
هذة المسافات مسموح بها بعد التأكد منها من مسافات الهازرد والتى تساوى 15 ft

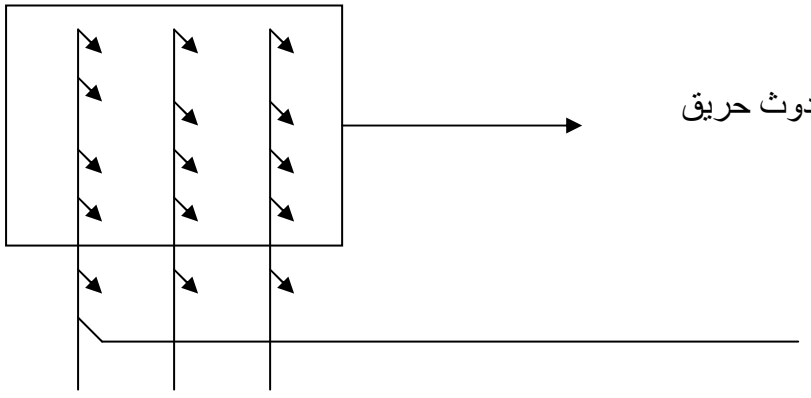
- عندى مساحة التشغيل التى يعمل عندها الرشاشات عند حدوث حريق 1500 ft^2 وبها عدد ١٢ رشاش

للوصول الى اسوأ توزيع للرشاشات نتبع القانون التالى:

$$\text{3-in branch of worst area} = \frac{1.2 * \sqrt{A_{operation}}}{\text{Distance between sprinklers across branch}}$$

$$= 1.2 \times (1500)^{0.5} / 13 = 3.57 ==== 4 \text{ sp.}$$

يوجد فى البرانش الواحد ٤ رشاشات هى التى تعمل الحريق ومن عدد الرشاشات التى تعمل فى مساحة التشغيل والتى عددها١٢ رشاش يكون عدد البرانشات ٣ برانش



الرشاشات التى تعمل عند حدوث حريق

وللحصول على معدل السريان المطلوب فى الشبكه ممكن الحصول عليها من القانون التالى

$Q_{gpm} = 29.83\ C\ d^2\ (P_{psi})^{1/2}$

Where:

d: Sprinkler Diameter in inch.

Psi = Ft (head) X 0.433

C: material of Sprinkler.

We have (C, d) are constant for sprinkler

So we get:

$Q_{gpm} = K\ (P_{psi})^{1/2}$

K: constant for sprinkler

Nominal orifice Size (in)	Orifice type	K Factor	Percent of nominal 1/2" Discharge
1/4	Small	1.3 – 1.5	25
5/16	Small	1.8 – 2.0	33.3
3/8	Small	2.6 – 2.9	50
7/16	Small	4.0 – 4.4	75
1/2	Standard	5.3 – 5.8	100
17/32	Large	7.4 – 8.2	140

الرشاشات فى المشروع تكون من نوع واحد من حيث القطر ومادة التصنيع لذلك قيمة الk ثابتة للرشاشات .

الاستشارى يحسب بصورة عامة لانة لايعرف أى من الرشاشات سيتم شرائها من جانب المقاول ويجب اعتماها اولا من الاستشارى وتكون قيمة ال K = 5.65 كصورة عامة

ويقوم المقاول بحسابات النظام لاختلاف الK

فى اول رشاش لايوجد ضغط معلوم او معدل سريان لذلك يتم حساب السريان من القانون التالى مع مراعاة ان الضغط فى اول رشاش لا يقل عن 7.5 psi حتى يعطى شكل الشمسية

$Q = A\ X\ \rho$

Where:-

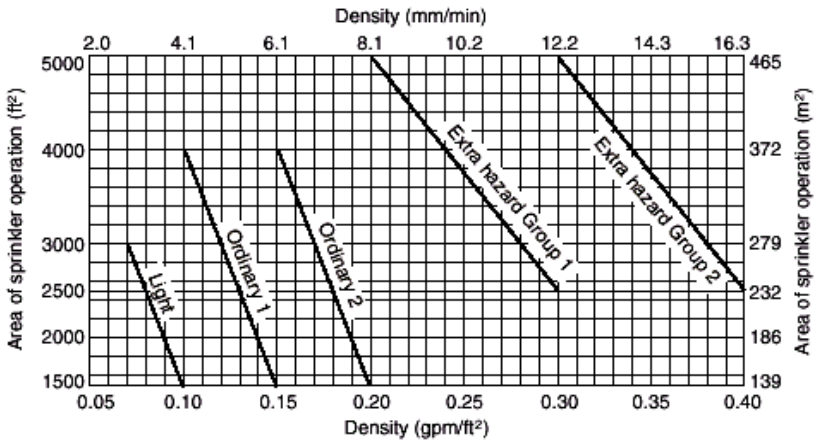
Q: minimum flow required

A: area of coverage

ρ: required density

اى انها اقل مياة مطلوبة من رشاش واحد لاطفاء الحريق

من الممكن الحصول على ρ من خلال الخرائط وذلك بمعرفه الهازرد ومساحة التشغيل.



لحساب الضغط

بعد معرفة ρ اصبح معدل السريان معروف وk ايضا وبالقانون

$$Q_{gpm} = K\sqrt{P_{psi}}$$

نحصل على الضغط عند اول نقطة. يتم ترقيم بين كل رشاش واخر وايضا بين كل مقاس قطر المواسير

Pipe Schedule

لا توجد اقطار للمواسير وعن طريق التجارب تم التوصل لعمل جدول يسمى pipe schedule عن طريق فرض ان كل الرشاشات سينطلق منها نفس معدل السريان وهو غير دقيق لان السريان يزيد كلما اتجهنا ناحية الpump ولكنة مفيد فى المشاريع الصغيرة والحسابات الهيدروليكية و مشروع موجود وسيتم عمل امتداد لـه ولكنة لا يستخدم مع Extra Hazard.

جميع الجداول تعمل على رشاش ½" . فى حاله استخدام رشاش ¾" يجب اعاده الحسابات الهيدروليكيه لمعرفه اذا كانت المواسير ستستطيع ايصال الماء الى الرشاشات ام لا ؟

Light hazard pipe schedule

steel		Copper	
1"	2 Sprinkler	1"	2 Sprinkler
1 ¼"	3 Sprinkler	1 ¼"	3 Sprinkler
1 ½"	5 Sprinkler	1 ½"	5 Sprinkler
2"	10 Sprinkler	2"	12 Sprinkler
2 ½"	30 Sprinkler	2 ½"	40 Sprinkler
3"	60 Sprinkler	3"	65 Sprinkler
3 ½"	100 Sprinkler	3 ½"	115 Sprinkler
4"		4"	
For SI Unite 1 in.= 25.4mm			

اقصى مساحه من الممكن ان نقوم بحمايتها هى 52000 Ft^2 او (4831m^2) او اذا وصل عدد الرشاشات الـ 100 رشاش بدون تقسيم المساحه الى اجزاء تفصل بينها حوائط يجب استخدام الـ Ordinary Hazard.

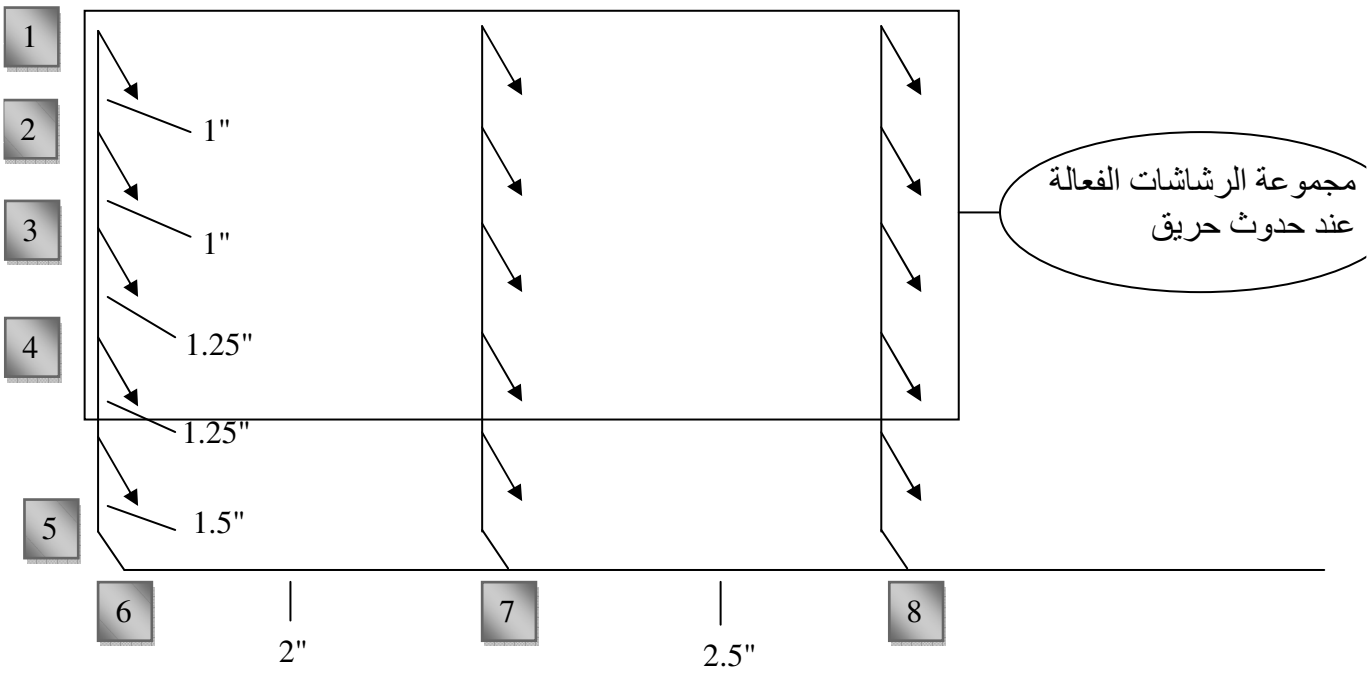
Ordinary Hazard Pipe Schedule

steel		Copper	
1"	2 Sprinkler	1"	2 Sprinkler
1 ¼"	3 Sprinkler	1 ¼"	3 Sprinkler
1 ½"	5 Sprinkler	1 ½"	5 Sprinkler
2"	10 Sprinkler	2"	12 Sprinkler
2 ½"	20 Sprinkler	2 ½"	25 Sprinkler
3"	40 Sprinkler	3"	45 Sprinkler
3 ½"	65 Sprinkler	3 ½"	75 Sprinkler
4"	100 Sprinkler	4"	115 Sprinkler
5"	160 Sprinkler	5"	180 Sprinkler
6"	275 Sprinkler	6"	300 Sprinkler
For SI Unite 1 in.= 25.4mm			

Extra Hazard Pipe Schedule:-

steel		Copper	
1”	1 Sprinkler	1”	1 Sprinkler
1 ¼”	2 Sprinkler	1 ¼”	2 Sprinkler
1 ½”	5 Sprinkler	1 ½”	5 Sprinkler
2”	8 Sprinkler	2”	8 Sprinkler
2 ½”	15 Sprinkler	2 ½”	20 Sprinkler
3”	27 Sprinkler	3”	30 Sprinkler
3 ½”	40 Sprinkler	3 ½”	45 Sprinkler
4”	55 Sprinkler	4”	65 Sprinkler
5”	90 Sprinkler	5”	100 Sprinkler
6”	150 Sprinkler	6”	170 Sprinkler
For SI Unite 1 in.= 25.4mm			

اقصى مساحه من الممكن ان نقوم بحمايتها هى 25000 Ft^2 او (2323 m^2)



Pipe scheduleلايهتم الا بعدد الرشاشات الذى سيغذيها على سبيل المثال بين النقطة ٤ و ٥ يوجد رشاش ولكنة غير فعال ولن يعمل اثناء الحريق ولكنة يقسم الماسورة الى اثنين والماسورة من ٥ الى الرشاش غير فعال تغذى ٥ رشاشات فتكون "2 كما بالجدول وبالمثل الماسورة من ٧ الى ٦ تغذى ١٠ رشاشات وهكذا.

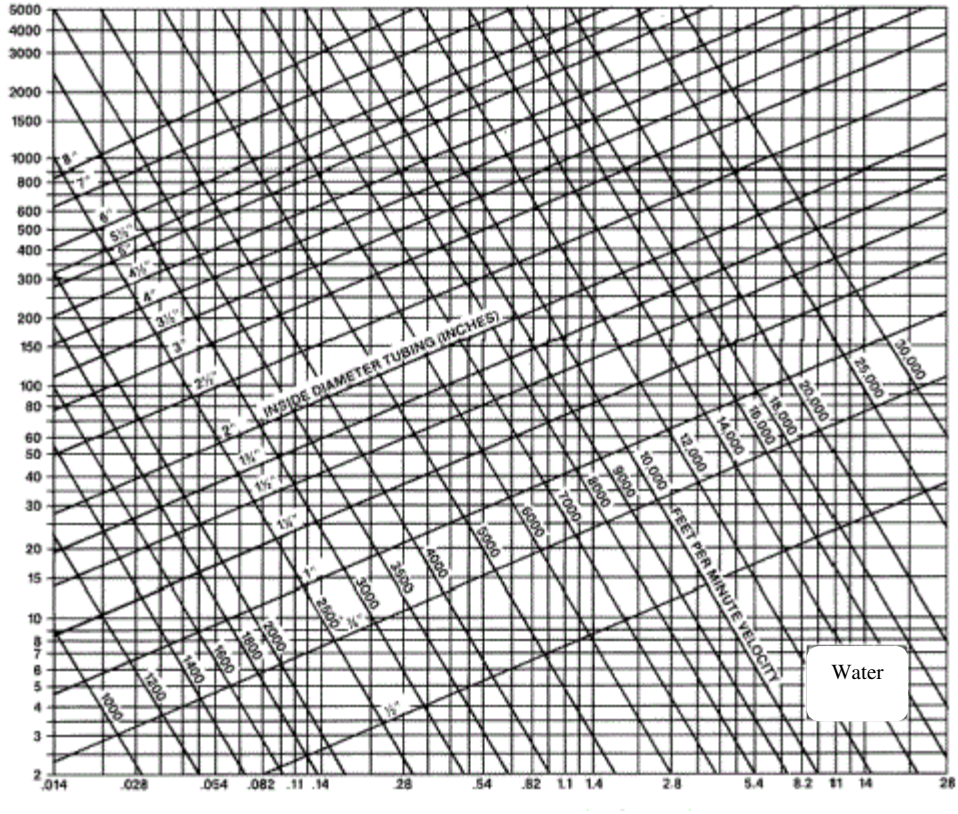
خطوات الحسابات كالتالى

١- للرشاش فى النقطة1 ايجاد ρ ومنة ايجاد q الخارج من الرشاش والضغط الازم ويسمى (Residual pressure)

٢- بمعرفة مادة الماسورة وقطرها ال pipe schedule وايضا closed system نحصل على friction loss للماسورة 2-1بالدخول على hydraulic chart .

ملحوظة هامة جدا

اذا لم يتقاطع Q مع diameter لايتم امداد خط لكى يتقاطع وذلك لسببين سيزيد من سرعة المائع مما يؤدى الى فقد اكبر فى الضغط فتزيد قدرة pump الاوفر ان يتم تكبير ال pump الثانى زيادة السرعة فى الماسورة لها limit لا تزيد عنة ولا تقل وهى من 4 m -1



بالدخول ب معدل السريان المار بالماسورة المراد ايجاد فقد الضغط بالاحتكاك افقيا الى ان يتقاطع مع قطر الماسورة ثم النزول الى اسفل وتعطينا القيمة.
لكى يتم عمل chart من المعادلات الاصلية الى الوصول الى معادلة dimensionless. يوجد charts بوحدات مختلفة على سبيل المثال هذة القيمة تكون ب 100ft(طول) / ft(ضغط) وتحويلها الى psi

$\Delta p = 20$ ft/100ft

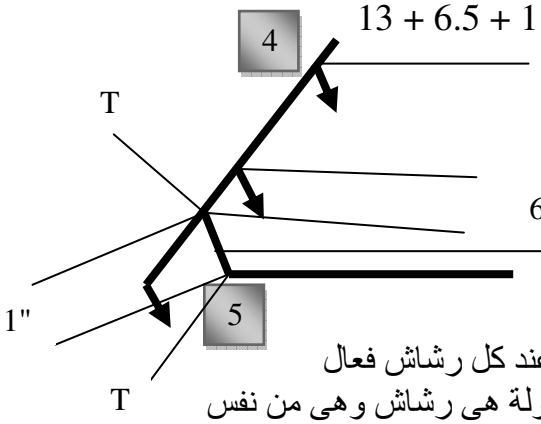
$$P_{friction} = \frac{\text{طول الماسورة x (القيمة من الخريطة)}0.434 \times 20}{100} = \text{Psi}$$

او يمكن الرجوع للمعادلات الاصلية لهذة الخرائط وهة موجودة وحسابها Online على موقع
http://www.engineeringtoolbox.com/hazen-williams-water-d_797.html

يكون حسبنا friction loss in pipe الاخطاء التى تنتج من هذه الخريطة تنتج من عدم تحديد الخريطة المناسبة (تحديد نوع المادة المصنوع منها الماسورة وclosed or open system) وايضا من الوحدات لتكون بوحدة ضغط

٣- بجمع الضغط عند ١ و $P_{friction}$ نحصل على الضغط عند ٢ بشرط ان يكون 1&2 على ارتفاع واحد
٤- بتطبيق القانون نحصل على معدل السريان الخارج من الرشاش عند 2 وبجمع $Q_{1-2}=q1+q2$
$q_{gpm} = K \sqrt{P_{psi}}$ Q_{1-2} معدل السريان للماسورة ١-٢
٥- وبتكرار الخطوات كالتالى

- Chart of friction للماسورة ٢-٣ وضربة فى طول الماسورة كما سبق ثم جمعة على ضغط نقطة ٢ ليعطى الضغط عند ٣.
- من القانون نحسب q الخارج من الرشاش عند ٣وجمع $Q_{2-3} = Q_{1-2} + q3$ للماسورة ٢-٣
- Chart of friction للماسورة ٣-٤ وضربة فى طول الماسورة كما سبق ثم جمعة على ضغط نقطة٣ ليعطى الضغط عند٤
- من القانون نحسب q الخارج من الرشاش عند ٤وجمع $Q_{3-4} = Q_{2-3} + q4$ للماسورة ٣-٤



٦- هذة النقطة مختلفة طولها
هناك fitting عبارة عن 2T
حساب q كما هو والتغيير فى الضغط لوجود Fitting فنحسب الطول المكافىء كما لو انها كانت ماسورة عادية جدا و يكون الفقد فى fitting ناتج من الاحتكاك – تغيير اتجاة السريان ويحتاج طاقة يأخذها من الضغط - دومات

٧- فى البرانش الثانى ليس هناك داعى الى حساب q&pعند كل رشاش فعال وهناك طريقة سهلة جدا وهى اعتبار ان الولد او الاسبولة هى رشاش وهى من نفس المادة ونفس القطر فيكون k ثابت ايضا وهنا نكون قد حسبنا GPM بالنسبة الى Sprinkler system

ملحوظة:-
بالنسبة الى fitting الرشاشات تكون مهملة لانها قيمة صغيرة جدا.

شرح الجدول واعمدته وصفوفه :-

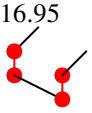
١- العمود رقم (١) : وهو رقم الخطوه
٢- العمود رقم (٢) : وهو رقم الرشاش ومكانه (١، Bl-1) معناها الصف الاول و البرانش لين رقم ١ .
٣- العمود رقم (٣) : معدل السريان q هو السريان فى الرشاش و Qالسريان فى الخط .

$$Q = q_{\text{in Sp No 1}} + q_{\text{in Sp No 2}}$$

٤- العمود رقم (٤) : مقاس الماسوره الافتراضى ناخده من الجداول ولكن لابد من التاكد من نتائجه بعد ذلك من الخريطه فاذا وجدنا المفاقيد فى الضغط كبيره ننتقل اللى قطر اكبر كما سنرى من خلال المثال .
٥- العمود رقم (٥) : وهى الاكواع و التيهات و الالبو او اى اجهزم قد تسبب مفاقيد فى الخط.
٦- العمود رقم (٦) : و هو مقدار المكافىء للمفاقيد السابقه لو كانت الماسوره خلال المواسير الافقيه .
٧- العمود رقم (٧) : هو مقدار المفاقيد بالوحده الانجليزيه لكل قدم .
٨- العمود رقم (٨) : هو مقدار الضغط المطلوب حيث P_t هو قيمه الضغط الكلى فى المواسير الافقيه والراسيه و P_e هو المفاقيد فى المواسيرالراسيه و P_f المفاقيد فى المواسير الافقيه .
٩- العمود رقم (١٠) : وهو المعادله الرئيسيه التى سنعمل عليها

$$q = K \times (P)^{0.5}$$

For Ordinary Hazard, Group (1), 1500 Ft^2

Step No	Nozzle Location		Flow in gpm	Pipe size	Pipe Fitting	Equiv. pipe length	Friction losses psi	Pressure summary	Normal pressure	D=0.15 gpm K=5.65
1	١	Bl-1	q= Q=19.5	١"		L = 13 F = 0 T =13	C120 0.124	Pt = 11.9 Pe = Pf= 1.6		q=AX ρ= 130X0.15 =19.5 p=11.9
٢	٢	Bl-1	q=20.7 Q=40.2	١.٢٥ "		L = 13 F = 0 T =13	0.125	Pt = 13.5 Pe = Pf= 1.6		q= 5.65X $13.5^{0.5}$=20 .7
٣	٣	Bl-1	q=22 Q=62.2	1.5"		L = 13 F = 0 T =13	0.132	Pt = 15.1 Pe = Pf= 1.7		q= 5.65X $15.1^{0.5}$=22
٤	٤	DN RN	q=23.2 Q=85.4	1.5"	2 T	L = 20.5 F = 16 T =36.5	0.237	Pt = 16.8 Pe = Pf= 8.6		q= 5.65X $16.8^{0.5}$=23 .2
٥		Cm to Bl-2	Q =85.4	2"		L = 10 F = T =10	0.07	Pt = 25.4 Pe = Pf= 0.7		K = 85.4 / $25.4^{0.5}$ = 16.95 
٦		Bl-2 to Bl-3	q = 86.6 Q =172	2.5"		L = 10 F = T =10	0.١٠٩	Pt = 26.1 Pe = Pf= 1.1		q= ١٦.95X $26.1^{0.5}$ = 86.6
٧		Bl-3 to cm	q =88.4 Q =260.4	2.5"		L = 70 F = T =70	0.233	Pt =27.2 Pe = Pf= 16.3		q= ١٦.95X $27.2^{0.5}$ = 88.4
٨		Cm to F.F	Q =260.4	3"	E AV GV	L = 119 F = 21 T =140	0.081	Pt =43.5 Pe = 6.5 Pf= 11.3		Pe = 15 X 0.433 = 6.5
٩		UG Cro wn pipe	**Q =260.4**		E GV	L = 50 F =32.2 T =82.2	C150 0.061	Pt =61.3 Pe = Pf= 5		Copper= 21X 1.51 = 32.2
								P t = 66.3		

شرح الخطوات التى فى الجدول :

- نضع قطر الماسوره = واحد وهو لايقل عن ذلك .
- نضع L = ١٣ وهى المسافه بين الرشاشين على نفس الخط ، ولايوجد F عندنا فنضعها بصفر اذا
- تكون ال T = ١٣ .
- من القانون $q = A \times \rho$ وبمعرفه ان المساحه الفتى يعمل بها الرشاش =١٣٠ قدم مربع و ان الكثافه تساوى ٠.١٥ gpm/ft^2 وذلك من الخريطه صفحه ٩ ، نجد ان قيمه السريان تساوى
  $q = 130 \times 0.15 = 19.5$ gpm.
- وبالتعويض فى القانون $q = K \times (P)^{0.5}$ نحصل على قيمه الضغط عند الرشاش الاخير
  $P = [19.5 / 5.65]^2 = 11.9$ psi.
- من الخريطه الخاصه بنوع المواسير نحسب المفاقيد فى الخط من الرشاش الاخير للذى قبله ونجدها تساوى ٢٩ قدم لكل ١٠٠ قدم ويتم تحويلها الى psi كالاتى

٢٩ / 100 X 0.433 = 0.124 psi / Ft
0.124 X 13 = 1.6 psi

- نجد ان الضغط عن الرشاش الثانى يساوى الضغط عند الرشاش الاول + المفاقيد فى الماسوره الواصله بين الرشاشين

$P_{t2} = 1.6 + 11.9 = 13.5$ psi

- بمعرفه الضغط عند الرشاش الثانى من الممكن معرفه Q , q عند الرشاش الثانى

$q = 5.65 \times (13.5)^{0.5} = 20.7$ gpm.
$Q = 20.7 + 19.5 = 40.2$ gpm.

- نكرر الخطوه السابقه مره اخرى على الرشاش رقم ٣ .
- فى الخطوه رقم ٤ نكرر نفس العمليه ولكننا نكون توقفنا فقد احتوينا منطقه الخطوره كامله فبعد هذه الخطوه وحساب السريان والضغط عند الرشاش نحسب الخط باكمله حتى T ونجد ان عندنا 2 T وفيهم مفاقيد يتم حساب المفاقيد فيهم من الجدول ونجد ان T = 8 Ft .

Equivalent Schedule 40 Steel Pipe I

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent								
	½ in.	¾ in.	1 in.	1¼ in.	1½ in.	2 in.	2½ in.	3 in.	3½ in.
45° elbow	—	1	1	1	2	2	3	3	3
90° standard elbow	1	2	2	3	4	5	6	7	8
90° long-turn elbow	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5
Tee or cross (flow turned 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17
Butterfly valve	—	—	—	—	—	6	7	10	—
Gate valve	—	—	—	—	—	1	1	1	1
Swing check*	—	—	5	7	9	11	14	16	19

اذا اختلف المعدن المصنوع منة fitting عن black steel يتم ضرب لبقيمة المستخرجة كأنها من black steel فى معامل تصحيح .
مثال:

Fitting = 90 ° long turn elbow 2 in. diameter (copper c =150)
Equivalent length = 3 x 1.51 = 4.53 ft.

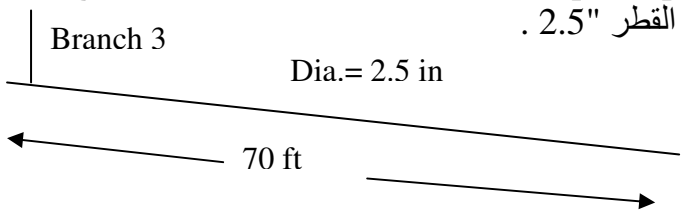
C Value Multiplier

Value of C	100	130	140	150
Multiplying factor	0.7	1.1	1.33	1.51

- فى الخطوه رقم ٥ نعتبر الفرع الاخير الذى تم حسابه عباره عن رشاش واحد ياخذ q = 85.4 و الضغط عنده p = 25.4 ونعتبر الفرع الذى قبله عباره عن رشاش واحد فقط والذى بعده كذلك فنحسب P,q عند بداية كل برانش فقط بدلا من حسابات عند كل رشاشولكن لابد من معرفه ال k الجديده ونحسبها بالقانون ونجدها تساوى

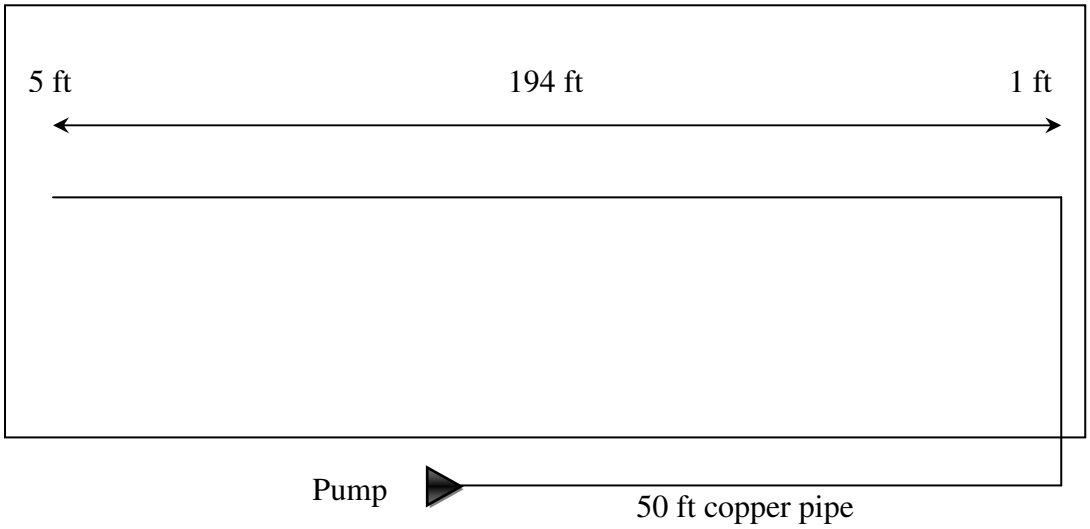
$K = 85.4 / (25.4)^{0.5} = 16.95\ g/psi^{0.5}$

- فى الخطوه رقم ٦ نكرر نفس الخطوات مره اخرى ولكن ال k الجديده = ١٦.٩٥ ونحسب بالمثل الضغط عند الفرع الثالث
- فى الخطوه رقم ٧ نحسب ال p و ال q و ال Q المطلوب توافرها عند بدايه الفرع الثالث بنفس قيمه ال k الجديدهو ذلك الى نهايه القطر "2.5 .



وتم تكبير قطر الماسورة لزيادة الضغط.

- فى الخطوه ٨ نحسب المفاقيد فى الخط "3 الى وش الارض ، ونجد ان لدينا على الخط اجهزه مثل الفير الارم ومحبس بوابه و كوع ٩٠ درجه نحسب المفاقيد فيهم وكذلك تظهر لدينا Pe وهى الهيد الازم لرفع الماء بواسطه الطلمبه من مستوى الارض الى مستوى الخط الرئيسى المغذى للرشاشات.



- فى الخطوه رقم ٩ نحسب المفاقيد فى الجزء النحاس المار تحت الارض
- وهنا نكون وصلنا الى نهايه الجدول وحددنا الطلمبه المطلوبه والتى يجب ان تعطى

Q = 260.4 gpm, P = 66.3 psi

Fire Hose

ويوجد منها نوعان :-

١- **Hose Reel:** عباره عن خرطوم من المطاط Rubberملفوف على بكره لها زراع.
٢- **Hose Rack:** وهو عباره عن خرطوم من القماش المقوى يركب على راك وفى الغالب ما يستخدمه الدفاع المدنى اما النوع الاول فيستخدمه الافراد داخل المبانى.

يوجد حنفيتان الحريق نوعان احدهما 1 ½" or 1" وهو خاص بالافراد الغير مدربين وهو يعطى 100 gpm عند ضغط 4.5 bar ، و النوع الثانى 2 ½" وهو خاص بالدفاع المدنى وهو يعطى 250 gpm عند ضغط 4.5 bar .

هناك ٣ انواع منه :

١- Exposed: يكون بارز من الحائط وخارج منه بمسافه ٢٥ سم ان يركب الصندوق ع وش الحائط.
٢- Semi predated: ويكون بارز من الحائط بمسافه ١٠ سم اى انه غاطس فى الحائط ب ١٥ سم.
٣- Recessed: يكون غاطس داخل الحائط باكمله.

ويركب الـ Hose Cabinet :

١- بالقرب من سلالم الهروب .
٢- فى الجراجات بالمداخل و مخارج السيارات .
٣- الخرطوم يغطى ٣٠ م ويراعى الـ Travel Distance وهى المسافه التى يمر الخرطوم يها مع وجود عوائق كالحوائط حتى يصل الى الحريق وطول مدى المياه الخارجه من الخرطوم ٦ امتار .
٤- بجوار الباب الرئيسى للمبنى .
٥- ارتفاع الصندوق من الارض من حدود ٩٠ سم الى ١٥٠ سم .

فى حاله انتشار الحريق وصعوبه المكافحه الحريق من داخل المبنى يتم عمل عساكر حريق Fire Hydrant ، ويتم توزيعها بحيث يغطى كل منها ٣٠ م وتوجد حول المبنى وهى حنفيه 2.5" و ضغط 4.5 bar وتعطى 250 gpm .

فى بعض الدول يتم عمل Dry Riser توصل الى كل دور موصله بالطلمبه الحريق وتكون الماسوره 4" ويركب عليها check Valve و الـ Riser ينتهى بـ Siemens Connection وتسمى الماسوره بـ Landing Valve حتى اذا حدث الحريق وانتهى التانك فيتم توصيل الـ Siemees Connection بعربه الاطفاء لتغذيه الرشاشات و حنفيات الحريق

ولذلك لابد من :
- ان تكون هذه الوصله ظاهره للرجل الاطفاء و تكون فى وجهه المبنى.
- وفى حاله وجود اكثر من واجهه للمبنى يتم تركيبها فى كل واجهه .
- ولا بد ان يصل اليها بسهوله ولا يوجد امامها اى عوائق .

للتأكد من عمل المنظومه يركب مجموعه ZV (zone control valve) وتتكون هذه المجموعه من التالى :

- Gate Valve: وهو عباره عن OS&Y Gate Valve with Temp. Switch ويحوى على عمود قلاووظ موصل بقرص دائرى من اعلى تحوى العمود القلاووظ على وصله عند غلقها تعطى اشاره انذار لمنع غلق المحبس

- Pressure Gage: لقياس ضغط شبكه الرشاشات.
- Water flow Switch: يعطى انذار حتى حدوث سريان للماء.
- Glass Valve Test : ويستخدم عند الاختبار وهو يعطى معدل السريان لرشاش واحد
- Glass Tube: يبين اذا حدث صدا او تغير فى لون الماء داخل المواسير.
- Drain Valve: لتصريف الشبكه وتغيير الماء بداخلها كل فتره.

قد يكون الـ Drain & Test Valve عباره عن Valve واحد ويحتوى على ذراع لتوجيهه ناحيه الاختبار او الصرف او الحاله العاديه ولكنه يكون اغلى فى الثمن بكثير.

Pump Selection

يجب عند اختيار الطلمبه اضافه معدل سريان الماء للحنفيات الحريق التى هى 250 gpm واختبار هل الضغط الذى تعطيه الطلمبه سيعطى الضغط 4.5 bar عند الحنفيه ام لا ؟؟؟
فى حاله وجود اكثر من riser داخل المبنى يتم اضافه 250 gpm لكل رايزر بحد اقصى 1250 gpm حتى لو زادت عدد الرايزرات فى المبنى اى ان اقصى سريان للماء للطلمبه هو 1250 gpm. حتى لا يزيد حجم الطلمبه التى نريدها .

يركب على الخط الرئيسى الخارج من التانك ويسمى الـ header ٣ طلمبات الاولى

١- Electrical pump
٢- Diesel pump
٣- Jucking pump

فائده المضخه الكهربائيه وهى التى تعطى الضغط لشبكه ، تستخدم المضخه الديزيل لتعويض المضخه الاولى فى حاله انقطاع الكهرباء او زياده الحمل على المضخه الكهربائيه

نتيجه حدوث التسريب من الشبكه عند الوصلات قد يحدث تسريب مقداره من ١٠ :١٥ gpm ولتعويض النقص فى الشبكه وانخفاض الضغط بها تعمل مضخه الحريق وقد يودى الى ذلك الى احتراقها لذلك تركب الجوكى لتعويض هذا النقص وللحفاظ على المضخه الكبيره فاذا كان ضغط الشبكه ٢٤٥ psi نجعل الجوكى تعمل عند ٢٤٠ psi والمضخه الكبيره عند ٢٣٠ psi .

الجوكى عباره عن مضخه متعدده المراحل النوع ال centefigual تعطى ١٥ gpm و head = 30 ft لذلك فهى راسيه ولها ارتفاع حوالى ٥٠ او ٨٠ سم .

غالبا ما تكون الجوكى عباره عن Split case pump تكون عباره عن نصفين متصلين ببعضهما البعض عن طريق مسامير وهى تعطى Head & gpm عالى

الشروط الواجب توافرها فى مضخات الحريق :-

١- ان تعطى ال Q و ال H المرادان .
٢- يجب عند اختيارها لابد ان تكون فى الجزء الاوسط للمنجنى لتعطى اكبر كفاءه .
٣- عند زياده ال Q بمقدار ١٥٠ % ان لا يقل ال H عن ٦٥ % من قيمته الاصليه .
٤- Shut down pressure لا يزيد عن ١٤٠ % (الضغط عند ال no flow).
٥- ان تكون المضخه ضعت للاختبار FM & UL
٦- قد يسمح بعمل Net positive suction head لايزيد عن ١٠ الى ٢٠ psi.
٧- المضخات المستخدمه لها قدرات من ٢٥ الى ٥٠٠٠ gpm .

بعض العلاقات الهامه فى المضخات التى يجب الرجوع اليها فى حاله الرغبه فى تعديل السرعات او كميه المياه او الضغط

Q1 / Q2 = N1 / N2 = D1 / D2
H1 / H2 = N1 / N2 = D1 / D2
Bph 1 / bph 2 = N1 / N2 = D1 / D2

المضخات الوجوده ذات سرعات 1450 rpm وهى ذات حجم كبير و صوت منخفض لذلك تستخدم فى التكييف و تغذيه المياه لانها تعمل باستمرار
اما ذات 2900 rpm فهى صغيره الحجم و لكن صوتها عالى فتستخدم فى الحريق ولكن من عيوبها التاكل السريع نظرا لسرعه التشغيل لها

فى المبانى العاليه يكون الضغط فى الادوار السفليه عالى جدا عن الادوار العليا اذلك يتم وضع (prv) pressure reducing valve للتقليل من الضغط فى الادوار المنخفضه او يتم عمل رايسر الادوار السفليه و عليه prv واحد بحيث لايزيد الضغط فى الدور عن ٩ او ١٠ psi.

تركيب و توصيل مضخات الحريق : -

١- يجب عن تركيب المضخه ان تكون اقرب ما يمكن الى الهيدر header حتى لا يحدث cavitations
٢- ان يكون المسلوب الى مدخل المضخه الى اسفل ولا يركب الى اعلى .
٣- قبل المضخه و بعدها يركب الاتى :
١- Check Valve : لمنع عوده الماء مره اخرى
٢- Gate Valve : لاغلاق الشبكه
٣- Flexible Connection: وصله مرنه لمنع وصول الاهتزازات من المضخ الى المواسير
٤- Strainer : عباره عن مصفاه لمنع دخول الاتربه و يفضل عدم تركيبه
٥- Flow Meter: لقياس كميه gpm.
٤- تركب المضخه على Insulator قاعده مطاطيه او من ال Rubber او تركب على سوسته لمنع انتقال الاهتزازات ال المبنى و المواسير و التانك
٥- مواسير الحريق اذا كانت اقل من "2 تركب قلاووظ اما اذا انت اكبر فتركب لحام

الاختبار و اتسليم لشبكه الحريق :-

وذلك باستخدام test pump حيث يتم ضغط الشبكه عند 13.6 bar او 1.5 من ضغط التشغيل
ونتركه لمده ٢٤ ساعه و ننظر الى العداد سينخفض العداد اذا كان هناك تسريب يجب الاستلام عند نفس الوقت و الطروف الجويه لوقت الضغط وقد يسمح بنسبه ٥ % تغير فى قيمه ضغط الاختبار .
المواسير المشروخه لا يتم معالجتها او لحامها لكن ترمى فقط.
قد يتم عمل expansion joint عند فواصل المبانى .

Water Tank

لحساب حجم خزان لماء المراد وهو طبقا لدرجه الخطوره وحسب نوع الهاذرد التى نحن بها

Hazard	Time
Light Hazard	30 : 60 min
Ordinary Hazard	90 : 120 min
Extra Hazard	120 min

وهى المده التى يجب فيها ان تعمل شبكه الاطفاء حتى وصول الدفاع المدنى

مثـــــــال:-

او فرضنا ان نحتاج من الحسابات الهيدروليكيه الى 750 gpm و درجه خطوره متوسطه Ordinary Hazard فنجد ان حجم الخزان كالتالى

V = 750 gpm X 90 min X 3.785 / 1000 = ...

Say tank volume equal to = 100 m^3

الشروط الواجب توافرها فى خزانات المياه :-

١- يجب ان يكون فوق الماء فراغ حوالى ٦٠ سم للعوامه

٢- يمكن اضافه الى هذا الخزان كميه الماء المطلوبه لاستخدامات الشرب و التغذيه والرى

٣- فى حاله كون الخزان كبير يجب تقسيمه و عمل عمليه تقليب به و تحريك الماء افقيا و راسيا لمنع تكون الطحالب كما فى الشكل التالى

٤- عند السحب من الكوع لابد ان يكون ارتفاعه من القاعده ١٠ سم لمنع تكون الدوامات مما يؤدى الى حدوث pressure drop مما يؤدى الى حدوث cavitations ويركب فى نهايه الكوع anti vortex plate وهو عباره عن plate ذو قطر 2.5 D

٥- يتم عمل paddle flange فى حاله التقاء المواسير من جسم الخزان لمنع حدوت تسرب للمياه من الداخل اللى الخارج و يتم لحمها باماسوره وو ضعا فى جدار الخزان و ذلك قبل صبه

٦- يجب تقسيم الخزان الى نصفين وذلك لسهوله التنظيف و توفير مياه احتياطيه عند حدوث الحريق .

٧- يتم عمل ماسوره "4 تسمى ال Over Flow و توصل بخط الصرف وقد يركب alarm

٨- يركب فى قاع الخزان drain pipe و تركب فى ارضيه الخزان و يتم عمل لها حفره او جزىء منخفض 50 cm X 50 cm و بعمق 10 cm وذلط لضمان خروج الماء تماما من التانك .

٩- make up pipe و هى ماسوره ٤ بوصه وتكون فى اعلى الخزن و موصله بالعوامه لتعويض النقص فى المياه

١٠ – Vent pipe ماسوره للتهويه على شكل رقبه الوزه ويوضع فى نهايتها wire mesh لمنع دخول القوارض و الحشرات الى داخل الخزان

١١- سلم للعامل للنظيف وباب و يفضل ان يكون فوق ال Flow Valve

١٢- يتك عمل بي التانك وغرفه الطلمبات branch لمنع تسرب المياه من الخزان الى غرفه الطلمبات و يكون عرضه حوالى ٣٠ سم ولايقل عمقه عن ٢٠ سم .

Fire Extinguishers

تعتبر طفايات الحريق هى خط الدفاع الاول عند حدوث الحريق وتنقسم الطفايات حسب درجه الخطوره و المواد التى بداخلها و المواد القابله الاحتراق و الاشتعال فى المكان و سنرى ذلك فيما بعد و يجب علينا تديد وزنها ومانها و ماده الاطفاء التى بداخلها

Definitions:-

Class A Fire: اخشاب – الورق – الاقمشه – المطاط – و البلاستيك
Class B Fire: الزيوت و الدهون الدهانات الزيتيه – والغازات الملتهبه – السوائل الملتهبه
Class C Fire: الكهرباء
Class D Fire: مواد مثل الصوديوم والماغنسيوم و اليتيانيوم و الليثيوم والبوتاسيوم

Classification of Hazard:-

Light: Class A & little of Class B
Ordinary: Class A & B
Extra: Class A & B but with large quantity.

Selection of Extinguishers:-

وكل منها تحوى على ماده اطفاء مختلفه حسب الهاذرد

Class A Fire: Water or Dry Chemical
Class B Fire: Foam, FFFP, AFFF, CO2, Dry Chemical.
Class C Fire: Co2, Dry Chemical.
Class D Fire: According to Material & its chap bars or not حسب شكلها ونوع الماده المتواجده

References :-
-Ahmed Mohamed Samy report.
-NFPA 13

نسألكم الدعاء